
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 11 2015
Часть 4
ISSN 1812-7339

Журнал издается с 2003 г.

Электронная версия: <http://fundamental-research.ru>

Правила для авторов: <http://fundamental-research.ru/ru/rules/index>

Подписной индекс по каталогу «Роспечать» – 33297

Главный редактор

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

Зам. главного редактора

Бичурин Мирза Имамович, д.ф.-м.н., профессор

Ответственный секретарь редакции

Бизенкова Мария Николаевна

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.т.н., проф. Бошенятов Б.В. (Москва); д.т.н., проф. Важенин А.Н. (Нижний Новгород); д.т.н., проф. Гилёв А.В. (Красноярск); д.т.н., проф. Гоц А.Н. (Владимир); д.т.н., проф. Грызлов В.С. (Череповец); д.т.н., проф. Захарченко В.Д. (Волгоград); д.т.н. Лубенцов В.Ф. (Ульяновск); д.т.н., проф. Мадера А.Г. (Москва); д.т.н., проф. Пачурин Г.В. (Нижний Новгород); д.т.н., проф. Пен Р.З. (Красноярск); д.т.н., проф. Петров М.Н. (Красноярск); д.т.н., к.ф.-м.н., проф. Мишин В.М. (Пятигорск); д.э.н., проф. Савон Д.Ю. (Ростов-на-Дону); д.э.н., проф. Макринова Е.И. (Белгород); д.э.н., проф. Роздольская И.В. (Белгород); д.э.н., проф. Коваленко Е.Г. (Саранск); д.э.н., проф. Зарецкий А.Д. (Краснодар); д.э.н., проф. Тяглов С.Г. (Ростов-на-Дону); д.э.н., проф. Титов В.А. (Москва); д.э.н., проф. Серебрякова Т.Ю. (Чебоксары)

Журнал «Фундаментальные исследования» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. **Свидетельство – ПИ № 77-15598.**

Все публикации рецензируются.
Доступ к журналу бесплатен.

Журнал представлен в **Научной электронной библиотеке (НЭБ)** – головном исполнителе проекта по созданию Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). Место в общем рейтинге **SCIENCE INDEX за 2013 год – 207** (из 3009 индексируемых РИНЦ журналов).

Журнал включен в **«Перечень рецензируемых научных изданий»**, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук».

Ответственный секретарь редакции –
Бизенкова Мария Николаевна – +7 (499) 705-72-30
E-mail: **edu@rae.ru**
Почтовый адрес
г. Москва, 105037, а/я 47 АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ,
редакция журнала «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ»
Учредитель – МОО «Академия Естествознания»
Издательство и редакция: Издательский Дом «Академия Естествознания»
Типография ИД «Академия Естествознания», г. Саратов, ул. Мамантовой, 5

Подписано в печать 10.12.2015
Формат 60х90 1/8
Технический редактор Кулакова Г.А.
Корректор Галенкина Е.С.
Усл. печ. л. 25,63.
Тираж 1000 экз. Заказ ФИ 2015/11

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки (05.02.00, 05.13.00, 05.17.00, 05.23.00)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ВИНТОВОГО ЗАКРУЧИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА МЕТОДОМ CFD-АНАЛИЗА <i>Ахметов Р.Ф., Сидоров Г.М., Рахимов М.Н., Беркань В.О.</i>	647
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТИПА ВХОДНОГО КЛАПАНА И УГЛА ЕГО ОРИЕНТАЦИИ НА ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ ПУЛЬСИРУЮЩЕГО ТИПА <i>Беляев Л.В., Жданов А.В., Волкова И.В.</i>	654
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТРАДИЦИОННЫХ И СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ЭКСТРАКЦИИ УСНИНОВОЙ КИСЛОТЫ ИЗ ЛИШАЙНИКОВОГО СЫРЬЯ <i>Бровко О.С., Паламарчук И.А., Бойцова Т.А., Ивахнов А.Д., Боголицын К.Г., Вальчук Н.А.</i>	659
ПАРАМЕТРЫ СИТОВОГО АНАЛИЗА ОТСЕВА, ОБРАЗОВАВШЕГОСЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ <i>Васильев С.Б., Титова С.А., Питухин А.В., Городничина М.Ю.</i>	664
АНАЛОГО-ЦИФРОВАЯ ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ В СФЕРЕ БЕЗОПАСНОСТИ <i>Глухов О.А., Глухов Д.О., Смотрин К.А.</i>	668
РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ КИНЕМАТИКИ ДЛЯ МАНИПУЛЯЦИОННОГО РОБОТА МЕТОДОМ ШТРАФНЫХ ФУНКЦИЙ <i>Дыда А.А., Оськин Д.А.</i>	673
ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЗАКАЧКИ АЗОТА В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ <i>Игнатьев Н.А., Синцов И.А.</i>	678
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ БАЗА ДАННЫХ ПО ФОРМИРОВАНИЮ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ СЛУЖБЫ МЕДИЦИНЫ КАТАСТРОФ <i>Карякин А.А., Карякина О.Е., Мартынова Н.А.</i>	683
МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ТЯЖЕСТИ СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ КАРДИОХИРУРГИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ <i>Карякина О.Е., Карякин А.А.</i>	688
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА СМЕСИ СУХОЙ ЙОГУРТНОЙ ОСНОВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ БАРАБАННОГО СМЕСИТЕЛЯ <i>Комаров С.С.</i>	693
ПОСТРОЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДИНАМИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ ЗА СОСТОЯНИЕМ ЗДОРОВЬЯ СПОРТСМЕНОВ <i>Лебедев Г.С., Лидов П.И., Котов Н.М.</i>	697
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБОСТРЕНИЯ ГЕРПЕСВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ ПОЛОВЫХ ОРГАНОВ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНЫХ НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ <i>Лукашов М.И.</i>	703
ЭМИССИЯ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПРИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ <i>Маслеева О.В., Пачурин Г.В., Крюков Е.В.</i>	709
ВНУТРИКОСТНАЯ ЛАЗЕРОТЕРАПИЯ В РАЗРАБОТКАХ ОАО «ЗАВОД ЭЛЕКОН» <i>Мингалиев Р.К., Макшаков С.Б., Айдаров В.И., Хизбуллин Р.Н.</i>	715

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ И ПАРАМЕТРОВ ВАННЫ РАСПЛАВА НА ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНА ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКЕ <i>Муратов В.С., Морозова Е.А.</i>	719
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГРИЛЬЯЖА <i>Новоженкова А.Д., Надыкта А.Н., Никонович С.Н., Черных И.А., Тарасенко Н.А.</i>	724
ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ МОЛНИЕЗАЩИТЫ СТАРТОВЫХ ПЛОЩАДОК КОСМОДРОМОВ НА ОСНОВЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА <i>Потапенко А.Н., Кумар У., Потапенко Т.А., Штифанов А.И.</i>	727
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕСТАЦИОНАРНОГО ЗАВОДНЕНИЯ КАК ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО МЕТОДА УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ <i>Романова М.Ю., Синцов И.А.</i>	735
КОНСТРУКЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТРЕЩИНОСТОЙКИХ КЕРАМИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК В МАШИНОСТРОЕНИИ <i>Сапченко И.Г., Жилин С.Г., Комаров О.Н., Некрасов С.А., Севастьянов Г.М.</i>	739
СРАВНЕНИЕ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННО РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОДНОВИДОВОЙ ПОПУЛЯЦИИ ГЛОБАЛЬНО ИНФОРМИРОВАННЫХ И ЛОКАЛЬНО ИНФОРМИРОВАННЫХ ОСОБЕЙ <i>Сенашова М.Ю.</i>	744
ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ СТЕФАНА С НЕСКОЛЬКИМИ ГРАНИЦАМИ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ МЕТОДОМ ЛОВЛИ ФРОНТА В УЗЕЛ СЕТКИ <i>Хасанов М.К., Столповский М.В.</i>	748
МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОРОШКОВ НА ИНСТРУМЕНТ <i>Хисамутдинов Р.М., Чернова М.А., Звездин В.В., Симонова Л.А., Спирин А.А.</i>	753
ВЛИЯНИЕ УПАКОВАННЫХ ФОРМАТОВ ПРОТОКОЛОВ ИЗМЕРЕНИЙ НА СКОРОСТЬ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В АДАПТИВНЫХ СИСТЕМАХ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ <i>Читига А.Ф., Марков Д.М., Слюсарев Г.В.</i>	759

Экономические науки (08.00.00)

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРОДУКТОВЫХ ПОДКОМПЛЕКСОВ АПК СИБИРИ ПРИ РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ <i>Бессонова Е.В., Утенкова Т.И.</i>	763
СПЕЦИФИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ <i>Брыжко В.Г., Пшеничников А.А.</i>	768
СЕМАНТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОММУНИКАЦИИ КАК ОСНОВА ОРГАНИЗАЦИИ КОЛЛЕКТИВНОГО ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ <i>Гвоздева Т.В., Рудаков Н.В.</i>	771
ФАКТОРЫ ВЫБОРА СТРАТЕГИИ СУБЪЕКТОВ МАЛЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ВУЗОВ И НИИ В ГОРОДЕ КЕМЕРОВО (РЕЗУЛЬТАТЫ АНКЕТНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ) <i>Гоосен Е.В.</i>	779

КОНКУРЕНЦИЯ КАК ПУТЬ К СНИЖЕНИЮ ИЗДЕРЖЕК ИЛИ СТАНДАРТ ЗАКУПОК SMART PRO 10.0 <i>Грачев Д.А., Назаров А.Е., Сарин О.Г., Даминов Р.Ф., Часовников С.Н.</i>	783
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЗАИМОВЛИЯНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТРАНЫ МЕТОДАМИ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА <i>Ёлохова И.В., Козоногова Е.В.</i>	788
АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ОЦЕНОК ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КРУПНЫХ ГОРОДОВ <i>Коротков П.А., Трубянов А.Б., Загайнова Е.А., Никоноров К.Н.</i>	793
МОДЕЛИ ТРУДОВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ПРИОРИТЕТ ВЫБОРА <i>Лапочкина С.В.</i>	798
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КРИЗИСНЫХ ЯВЛЕНИЙ В ЭКОНОМИКЕ НА СОЦИАЛЬНОЕ САМОЧУВСТВИЕ ЖИТЕЛЕЙ ПРИМОРСКОГО КРАЯ <i>Мартышенко С.Н.</i>	803
БАНКОВСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАК ОДНА ИЗ СОСТАВЛЯЮЩИХ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОСУДАРСТВА <i>Переверзева Е.С., Погребенко Ю.Н.</i>	810
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ВСЕСТОРОННЕЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ В СИСТЕМЕ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ОРГАНИЗАЦИИ <i>Титов С.А., Титова Н.В., Новикова Н.А.</i>	815
ИННОВАЦИИ В СРЕДНЕМ И МАЛОМ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВЕ <i>Токаева Б.Б., Токаева А.Б.</i>	820
МЕТОДИКА ВЫЯВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МУНИЦИПАЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ СОЦИАЛЬНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И КРИТЕРИИ ЕЕ ОЦЕНКИ <i>Трапезникова И.С.</i>	824
БЕЗРАБОТИЦА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ САНКЦИЙ: ПРИЧИНЫ, ПОСЛЕДСТВИЯ, СПОСОБЫ ЭФФЕКТИВНОЙ ЗАНЯТОСТИ НАСЕЛЕНИЯ <i>Хаматханова М.А.</i>	828
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ПОТОКАМИ НА ИНТЕГРАЦИЮ ПРЕДПРИЯТИЙ <i>Черданцев В.П., Муратова Е.А., Кузнецов П.А.</i>	832
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ <i>Черникова С.А., Черданцев В.П., Вишивкова Г.А.</i>	836
КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ И РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ОТНОШЕНИЯ МОЛОДЕЖИ К ПРОБЛЕМАМ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ <i>Чумак П.В.</i>	839

CONTENTS

Technical sciences (05.02.00, 05.13.00, 05.17.00, 05.23.00)

IMPROVING THE DESIGN OF HELICAL VORTEX GENERATOR WITH CFD-ANALYSIS <i>Akhmetov R.F., Sidorov G.M., Rakhimov M.N., Berkan V.O.</i>	647
ASSESSMENT OF TYPE INLET VALVE AND THE ANGLE OF ITS ORIENTATION ON HEMODYNAMIC SYSTEM PERFORMANCE CIRCULATORY SUPPORT PULSATING TYPE <i>Belyaev L.V., Zhdanov A.V., Volkova I.V.</i>	654
COMPARATIVE ANALYSIS OF TRADITIONAL AND MODERN EXTRACTION METHODS OF USNIC ACID FROM RAW LICHEN MATERIAL <i>Brovko O.S., Palamarchuk I.A., Boytsova T.A., Ivakhnov A.D., Bogolitsyn K.G., Valchuk N.A.</i>	659
PARAMETERS OF CHIP DUST SCREEN ANALYSIS <i>Vasilev S.B., Titova S.A., Pitukhin A.V., Gorodnichina M.Y.</i>	664
ANALOG-DIGITAL IMITATION MODEL FOR RESEARCH STOCHASTIC PROCESSES IN VIEW OF SAFETY <i>Glukhov O.A., Glukhov D.O., Smotrin K.A.</i>	668
INVERSE KINEMATICS PROBLEM FOR MANIPULATOR ROBOT BY PENALTY FUNCTION METHOD <i>Dyda A.A., Oskin D.A.</i>	673
EXPERIENCE AND PROSPECTS OF NITROGEN INJECTION IN OIL&GAS INDUSTRY <i>Ignatev N.A., Sintsov I.A.</i>	678
THE AUTOMATED DATABASE ON FORMATION STATISTICAL REPORTING OF DISASTER MEDICINE DEPARTMENT <i>Karyakin A.A., Karyakina O.E., Martynova N.A.</i>	683
SEVERITY ASSESSMENT MODEL AFTER CARDIAC SURGERY <i>Karyakina O.E., Karyakin A.A.</i>	688
DETERMINING THE QUALITY OF A DRY YOGHURT BASIS DEPENDING ON THE DESIGN AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF DRUM MIXER <i>Komarov S.S.</i>	693
BUILDING OF INFORMATION SYSTEM DYNAMIC MONITORING OF THE HEALTH OF ATHLETES <i>Lebedev G.S., Lidov P.I., Kotov N.M.</i>	697
PREDICTION OF ACUTE HERPES GENITAL INFECTIONS BASED ON HYBRID FUZZY MODEL <i>Lukashov M.I.</i>	703
GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN THE ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF RENEWABLE ENERGY SOURCES <i>Masleeva O.V., Pachurin G.V., Kryukov E.V.</i>	709
INTRAOSSEOUS LASER THERAPY IN THE DEVELOPMENT OF JSC «PLANT ELECON» <i>Mingaliev R.K., Makshakov S.B., Aydarov V.I., Khizbullin R.N.</i>	715

TEMPERATURE PATTERNS AND MOLTEN POOL PARAMETERS THE TITANIUM SURFACE TEST IN THE CONTINUOUS LASER TREATMENT <i>Muratov V.S., Morozova E.A.</i>	719
IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGICAL LINE FOR PRODUCTION OF CANDIED ROASTED NUTS <i>Novozhenova A.D., Nadykta A.N., Nikonovich S.N., Chernykh I.A., Tarasenko N.A.</i>	724
THE RESEARCH OF DISTRIBUTED LIGHTNING PROTECTION OF THE SPACE-LAUNCH COMPLEX ON THE BASIS OF SIMULATION EXPERIMENT <i>Potapenko A.N., Kumar U., Potapenko T.A., Shtifanov A.I.</i>	727
ANALYSIS OF EFFICIENCY NON-STATIONARY WATER FLOODING AS A HYDRODYNAMIC ENHANCED OIL RECOVERY METHODS IN WESTERN SIBERIA <i>Romanova M.Y., Sintsov I.A.</i>	735
DESIGN FEATURES OF FRACTURE TOUGHNESS CERAMIC SHELL FOR LOST WAX CASTING IN MACHINERY <i>Sapchenko I.G., Zhilin S.G., Komarov O.N., Nekrasov S.A., Sevastyanov G.M.</i>	739
COMPARISON OF THE ABUNDANCE DYNAMICS OF A SINGLE-SPECIES POPULATION OF GLOBALLY AND LOCALLY INFORMED BEINGS <i>Senashova M.Y.</i>	744
NUMERICAL SOLUTION OF STEFAN PROBLEM WITH MULTIPLE BOUNDARY PHASE TRANSITIONS BY THE METHOD OF CATCHING THE FRONT IN THE GRID NODE <i>Khasanov M.K., Stolpovskiy M.V.</i>	748
METALLOGRAPHIC ANALYSIS OF THE LASER CLADDING OF WEAR-RESISTANT POWDERS ON TOOLS <i>Khisamutdinov R.M., Chernova M.A., Zvezdin V.V., Simonova L.A., Spirin A.A.</i>	753
INFLUENCE OF PACKED FORMAT PROTOCOLS FOR MEASURING THE SPEED OF DATA PROCESSING IN THE ADAPTIVE SATELLITE COMMUNICATION SYSTEMS <i>Chipiga A.F., Markov D.M., Slyusarev G.V.</i>	759
Economic sciences (08.00.00)	
AREAS OF FOOD SUBCOMPLEX SIBERIA IN ADDRESSING IMPORT SUBSTITUTION <i>Bessonova E.V., Utenkova T.I.</i>	763
SPECIFICS OF PREDICTION OF LAND RESOURCES USE <i>Bryzhko V.G., Pshenichnikov A.A.</i>	768
SEMANTIC COMMUNICATION MODEL AS BASIS OF COLLECTIVE DECISION-MAKING ORGANIZATION <i>Gvozdeva T.V., Rudakov N.V.</i>	771
FACTORS SELECTION STRATEGY ACTORS SMALL INNOVATIVE ENTERPRISES UNIVERSITIES AND RESEARCH INSTITUTES IN KEMEROVO (THE RESULT OF QUESTIONNAIRE SURVEY) <i>Goosen E.V.</i>	779
COMPETITION, AS A WAY TO REDUCE COSTS OR PROCUREMENT STANDARD SMART PRO 10.0 <i>Grachev D.A., Nazarov A.E., Sarin O.G., Daminov R.F., Chasovnikov S.N.</i>	783

AN INTERACTION BETWEEN INVESTMENT HOUSING AND ECONOMIC INDICATORS OF COUNTRY USING THE ECONOMETRIC ANALYSIS <i>Eolokhova I.V., Kozonogova E.V.</i>	788
ANALYSIS OF ESTIMATES ROBUSTNESS OF ENVIRONMENTAL PERFORMANCE OF MAJOR CITIES <i>Korotkov P.A., Trubyanov A.B., Zagaynova E.A., Nikonorov K.N.</i>	793
MODELS OF LABOR MOVEMENTS: A COMPARATIVE ANALYSIS AND SELECTION PRIORITY <i>Lapochkina S.V.</i>	798
ESTIMATION OF INFLUENCE THE CRISIS PHENOMENA IN ECONOMY ON SOCIAL HEALTH INHABITANTS IN PRIMORSKI REGION <i>Martyshenko S.N.</i>	803
BANKING SECURITY AS A COMPONENT OF ECONOMIC SECURITY <i>Pereverzeva E.S., Pogrebenko Y.N.</i>	810
IMPLEMENTATION OF 360 DEGREE FEEDBACK METHOD FOR HUMAN RESOURCE DEVELOPMENT <i>Titov S.A., Titova N.V., Novikova N.A.</i>	815
INNOVATIONS IN SMALL AND MEDIUM BUSINESS <i>Tokaeva B.B., Tokaeva A.B.</i>	820
METHODS OF DETECTION EFFICIENCY OF THE MUNICIPAL SOCIAL SERVICE AGENCIES AND THE CRITERIA FOR ITS EVALUATION <i>Trapeznikova I.S.</i>	824
UNEMPLOYMENT IN THE RUSSIAN FEDERATION IN THE CONDITIONS OF ECONOMIC SANCTIONS: CAUSES, CONSEQUENCES, WAYS OF EFFECTIVE EMPLOYMENT <i>Khamatkhanova M.A.</i>	828
MODELLING THE INFLUENCE OF INFORMATION MANAGEMENT ON ENTERPRISE INTEGRATION <i>Cherdantsev V.P., Muratova E.A., Kuznetsov P.A.</i>	832
MODERN PROBLEMS OF SOCIAL SECURITY <i>Chernikova S.A., Cherdantsev V.P., Vshivkova G.A.</i>	836
CORRELATION AND REGRESSION ANALYSIS OF RESULTS IN RESEARCH HOW YOUTH RELATED TO ISSUES ENERGY SAVING AND ENERGY EFFICIENCY <i>Chumak P.V.</i>	839

УДК 66.071

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ВИНТОВОГО ЗАКРУЧИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА МЕТОДОМ CFD-АНАЛИЗА

Ахметов Р.Ф., Сидоров Г.М., Рахимов М.Н., Беркань В.О.*Уфимский государственный нефтяной технический университет,
Уфа, e-mail: ahmetov.rustam2011@yandex.ru*

В настоящее время в процессах утилизации попутных нефтяных газов в основном используются процессы фракционирования углеводородных газов, сжигания в газозлектрогенераторах и синтеза моторных топлив посредством технологии GTL. Но большие капитальные затраты, трудоемкость монтажных, пусконаладочных работ и наличие выбросов продуктов горения в случае с сжиганием газа в газозлектрогенераторах затрудняют использование вышеперечисленных способов на удаленных и небольших месторождениях. Качественной заменой традиционных процессов переработки углеводородных газов может стать газодинамический метод разделения. В данной работе приведены данные по поиску оптимальной конструкции винтового закручивающего устройства путем моделирования течения газа при помощи CFD-анализа (CFD – computer fluid dynamic). Представлены сведения об основных направлениях утилизации попутного нефтяного газа. Рассмотрены основные типы вихревых труб, применяемых в процессах переработки природных и попутных нефтяных газов. В качестве закручивающего устройства предлагается использовать винтовое закручивающее устройство (ВЗУ), которое превосходит тангенциальное закручивающее устройство по ряду характеристик. Проводится моделирование методом CFD-анализа (Computational fluid dynamics – вычислительная гидродинамика) на предмет стабилизации поля скоростей в винтовом закручивающем устройстве.

Ключевые слова: попутный нефтяной газ, вихревая труба, эффект Ранка – Хилша, винтовое закручивающее устройство, тангенциальное закручивающее устройство, поле скоростей

IMPROVING THE DESIGN OF HELICAL VORTEX GENERATOR WITH CFD-ANALYSIS

Akhmetov R.F., Sidorov G.M., Rakhimov M.N., Berkan V.O.*Ufa State Petroleum Technical University, Ufa, e-mail: ahmetov.rustam2011@yandex.ru*

Currently in the processes of disposal of associated petroleum gas fractionation processes are mainly used hydrocarbon gases, combustion gas electricity generators and synthesis of motor fuels GTL technology. But large capital costs, man-hours of assembling, commissioning and availability of the products of combustion emissions in the case of the combustion of gas in gas electricity generators is hampered by the use of the above methods on remote and small fields. High-quality replacement for the traditional process of hydrocarbon gases can be formed then the split method. This paper provides information on finding optimal design of helical creating devices by simulating the gas flow by using CFD analysis (CFD-computer fluid dynamic). Provides information about the main directions of utilization of associated petroleum gas (APG). The main types of vortex tubes, used in the processing of natural and associated gas. As the vortex generator proposed to use helical vortex generator (HVG), which is superior to the tangential vortex generator for a number of characteristics. Held simulation by CFD-analysis for stabilization of the velocity field in a helical vortex generator.

Keywords: associated petroleum gas, vortex tube, Ranque-Hilsch effect, helical vortex generator, tangential vortex generator, the velocity field

В настоящее время в процессах утилизации попутных нефтяных газов в основном используются процессы фракционирования углеводородных газов [2, 3], сжигания в газозлектрогенераторах [3] и синтеза моторных топлив посредством технологии GTL [9]. Но большие капитальные затраты, трудоемкость монтажных, пусконаладочных работ и наличие выбросов продуктов горения в случае с сжиганием газа в газозлектрогенераторах затрудняют использование вышеперечисленных способов на удаленных и небольших месторождениях.

Качественной заменой традиционных процессов переработки углеводородных газов может стать газодинамический метод разделения. Газодинамический метод

разделения газовых смесей заключается в придании потоку газа высоких скоростей (вплоть до сверхзвуковых) с целью получения статической температуры, которая заведомо ниже температуры торможения на входе в трубу. К газодинамическим аппаратам относят трубы Ранка – Хилша, 3-S сепараторы, резонансные трубы Спрингера, пульсационные трубы и т.д. В нашей стране в процессах переработки попутных нефтяных газов наибольшее распространение получили 3-S сепараторы и вихревые трубы Ранка – Хилша. Но в силу высокой производительности, возможности получать холодный и горячий потоки, простотой конструкции и изготовления вихревые трубы нашли большее распространение [4, 5].

Вихревые трубы Ранка – Хилша – простые аппараты без движущихся элементов, предназначенные для разделения высоконапорного закрученного потока газа на две фракции – охлажденную и подогретую. Эффект температурной сепарации газа впервые был описан французским инженером Ж. Ранком в 30-х годах прошлого века. Более детальное изучение процесса и поиск способов совершенствования конструкции вихревых труб начался с работ немецкого исследователя Р. Хилша.

На сегодняшний день существует множество типов вихревых труб, различающихся как конструктивно, так и по назначению. В процессах переработки природного и попутного газа используются двухконтурные и трехпоточные вихревые трубы [6, 12].

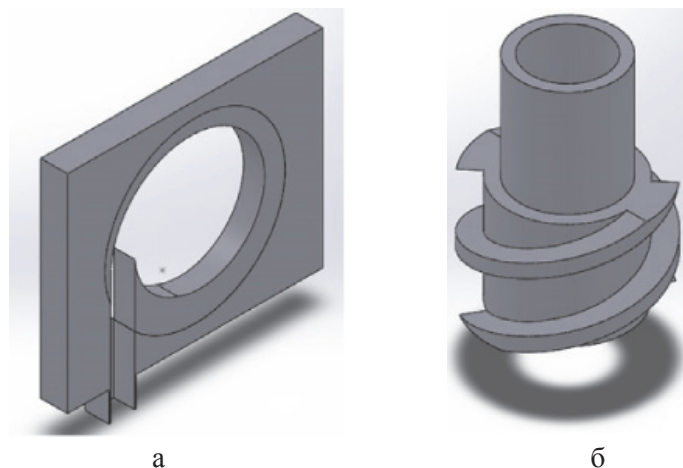


Рис. 1. Основные закручивающие устройства:
а – тангенциальное закручивающее устройство; б – винтовое закручивающее устройство

Общий недостаток установок с использованием двухпоточных вихревых труб заключается в том, что слой конденсата, который образуется на стенках камеры энергоразделения, движется в сторону горячего конца трубы, разогревается вместе с общей массой газа и испаряется. Это обстоятельство понижает эффективность фазоразделения в системах с использованием двухпоточной ВТ.

Более эффективное удаление жидкости осуществляется трехпоточными вихревыми трубами. Так холодопроизводительность двухпоточной вихревой трубы при $\mu = 0,7$ составила 19°C , а трехпоточной трубы – 26°C [7]. Кроме того, существует возможность эксплуатации трехпоточных вихревых труб при малых перепадах давлениях ($\pi < 2$), т.е. в дозвуковом режиме истечения газа из сопла [8].

Большое значение в работе вихревых труб имеет тип закручивающего устрой-

ства и его конструкция. От способа закрутки газа, формы соплового ввода, угла ввода высоконапорного газа во многом зависит холодопроизводительность вихревых труб и доля конденсируемой влаги/тяжелых углеводородов. Традиционно для закрутки высоконапорного газа используется тангенциальное закручивающее устройство (ТЗУ), но данный способ закрутки имеет ряд недостатков (рис. 1, а):

- необходимость соосного расположения закручивающего устройства, камеры энергоразделения и диафрагмы отвода холодного потока;

- раздельное изготовление соплового ввода и закручивающей улитки вызывает потери давления на входе и высокий уровень шума.

На наш взгляд, использование винтовых закручивающих устройств (ВЗУ) позволит решить вышеописанные проблемы и увеличить холодопроизводительность вихревой трубы [11] (рис. 1, б).

В данной работе нами была проведена работа по поиску оптимальной конструкции винтового закручивающего устройства путем моделирования течения газа при помощи CFD-анализа (CFD – computer fluid dynamic). Несмотря на то, что исследования эффекта Ранка –Хилша методом CFD анализа начались сравнительно недавно, было опубликовано большое число работ, в которых описана возможность применения средств CFD-анализа к моделированию вихревых труб [13, 14, 15]. Анализ работ по моделированию процесса термической сепарации показал, что внимание многих исследователей сосредоточено только на процессах, происходящих в камере энергоразделения. Зачастую исследуемые

модели вихревых труб упрощаются и не рассматриваются процессы в сопловом входе вихревой трубы. К тому же в случае с ВЗУ процесс термической сепарации начинается непосредственно в закручивающем устройстве, и масштаб изменения температуры газа будет оказывать влияние на холодопроизводительность вихревой трубы и формирование пленки конденсата [11].

В качестве объекта исследования была выбрана проточная часть вихревой трубы со следующими параметрами:

- внутренний диаметр камеры энерго-разделения 30 мм;
- диаметр канала отвода охлажденного газа 14 мм;
- угол ввода газа варьировался от 65 до 75°;
- длина камеры энергоразделения составила 300 мм;
- длина и ширина прямоугольного соплового канала составила соответственно 20,4 и 3,8 мм (рис. 1).

Рабочим телом был выбран воздух при 27°C. Моделирование течения газа описывалось системой трехмерных уравнений Навье – Стокса, уравнениями состояния и энергии. В качестве модели турбулентности выступала стандартная k-ε модель. Математическая модель состояла из следующих уравнений.

Число элементов расчетной сетки составило около 1 млн. На входе задавалось граничное условие Bulk Mass Flow 0,3 kg/s. На горячем и холодном концах задавалось граничное условие Static Pressure 0,1 МПа.

Выбор оптимальной геометрии проводился путем сравнения векторных полей скоростей в винтовом закручивающем устройстве. Так, при рассмотрении винто-

вого закручивающего устройства с углом ввода высоконапорного газа в 65° была отмечена неравномерность поля скоростей и наличие «застойных» зон на входе в ВЗУ (рис. 3). На рис. 4 представлено векторное поле скоростей на котором так же заметна «застойная» зона на входе в ВЗУ и резкое увеличение скорости газа в области выхода из закручивающего устройства.

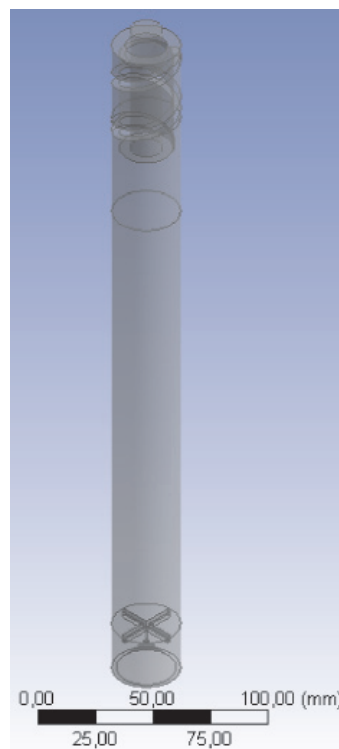


Рис. 2. Проточная часть исследуемой вихревой трубы

Математическая модель для описания течения газа в вихревой трубе

Уравнение	Математическое выражение
Сохранения массы	$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial (\rho U_j)}{\partial x_j} = 0$
Сохранения энергии	$\frac{\partial (\rho H)}{\partial t} + \frac{\partial (\rho U_i)}{\partial x_j} = \frac{\partial P}{\partial \tau} - \frac{\partial (U_i \tau_{ij} + Q)}{\partial x_j} + \rho U_i f_i$
Сохранения импульса	$\frac{\partial (\rho U_j)}{\partial \tau} + \frac{\partial (\rho U_i U_j)}{\partial x_j} = -\frac{\partial P}{\partial x_i} - \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} + \rho f_i$
Состояния	$P\vartheta = RT$
Модель турбулентной вязкости	$\frac{\partial (\rho k)}{\partial t} + \frac{\partial (\rho U_j k)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\Gamma_k \frac{\partial k}{\partial x_j} \right) + P_k - \rho \epsilon$
Генерация турбулентной кинетической энергии	$P_k = \mu_t \left(\frac{\partial U_i}{\partial x_j} + \frac{\partial U_j}{\partial x_i} \right) \frac{\partial U_i}{\partial x_j} - \frac{2}{3} \left(\rho k + \mu_t \frac{\partial U_i}{\partial x_i} \right) \frac{\partial U_k}{\partial x_k}$
Коэффициент диффузии	$\Gamma_k = \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k}$

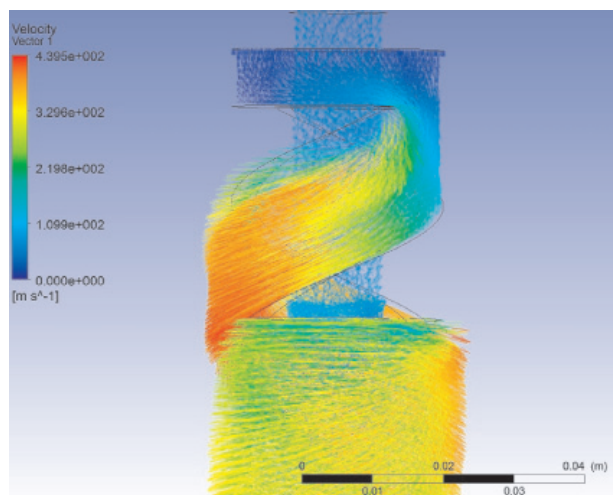


Рис. 3. Распределение векторного поля скоростей на входе в ВЗУ с углом ввода газа 65°

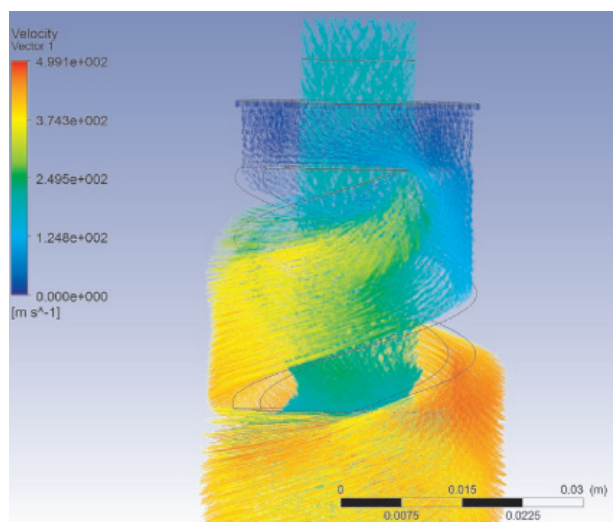


Рис. 4. Распределение векторного поля скоростей на входе в ВЗУ с углом ввода газа 70°

Подобное скачкообразное и неравномерное распределение скоростей в самом ВЗУ и на выходе приводит к следующим негативным последствиям. Во-первых, снижается холодопроизводительность вихревой трубы вследствие потерь энергии движения газа. Во-вторых, неравномерное распределение конденсата и его унос в приосевую область из-за скачкообразного характера поля скоростей на выходе газа из ВЗУ. В-третьих, вместе с неравномерным распределением скоростей происходит неравномерное распределение полей температур и давлений, что так же негативно сказывается на процессе образования пленки конденсата в пристеночной области.

Изначально было сделано предположение, что неравномерное течение возникает из-за острых кромок винтового канала. Для проверки этого острые края существующей модели ВЗУ были сделаны более пологими

(рис. 5). Моделирование течения газа показало, что заметного улучшения течения в этом случае не наблюдается.

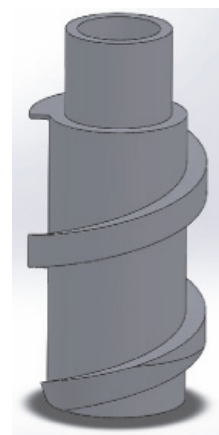


Рис. 5. Модель ВЗУ с пологими кромками входа и выхода газа

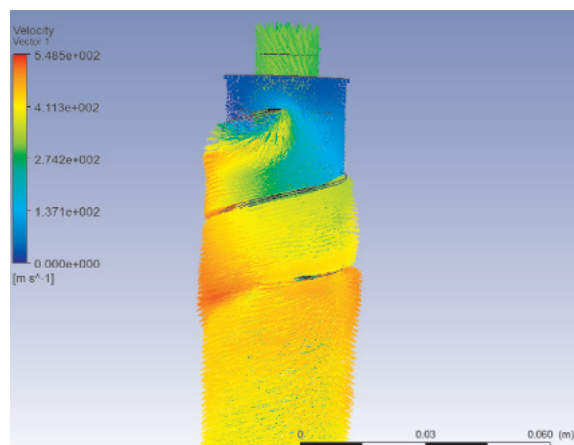


Рис. 6. Распределение векторного поля скоростей на входе в ВЗУ с углом ввода газа 75°

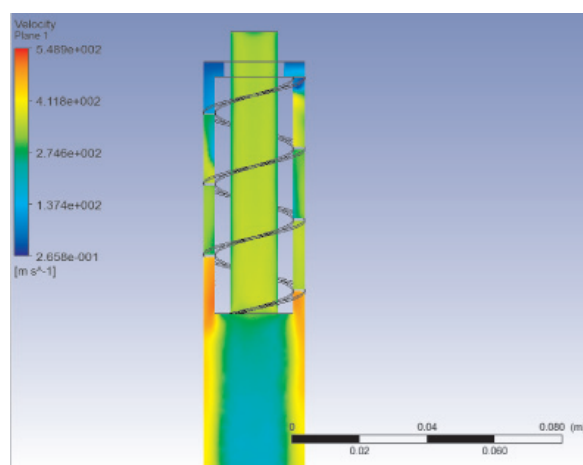


Рис. 7. Стабилизация поля скоростей по длине закручивающего устройства

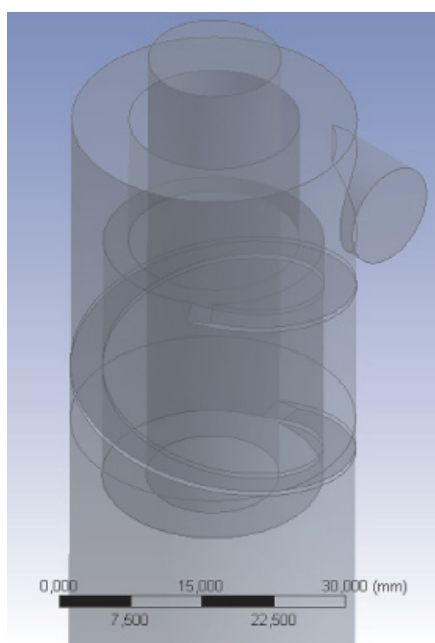


Рис. 8. Вид проточной части вихревой трубы с тангенциальным вводом газа

Отрицательные результаты были получены также при создании зазора между закручивающим устройством и стенкой вихревой трубы, изготовление спирали канала закрутки с переменным шагом, различными вариациями формы закручивающего канала и увеличением длины закрутки.

Следующим шагом исследования стало моделирование ВЗУ с максимально возможным углом ввода газа 75° . Моделирование показало практически полное исчезновение возмущений на выходе из закручивающего устройства (рис. 6). Также необходимо отметить, что увеличение длины участка закрутки положительно влияет на стабилизацию поля скоростей потока, которая начинается на 2–3 витках канала.

Значительно уменьшить «застойную» зону на входе газа в закручивающее устройство удалось тангенциальным вводом газа в вихревую трубу (рис. 8). При этом важно задать газу такое направление движения, которое совпадало бы с направлением закрутки каналов ВЗУ (рис. 9).

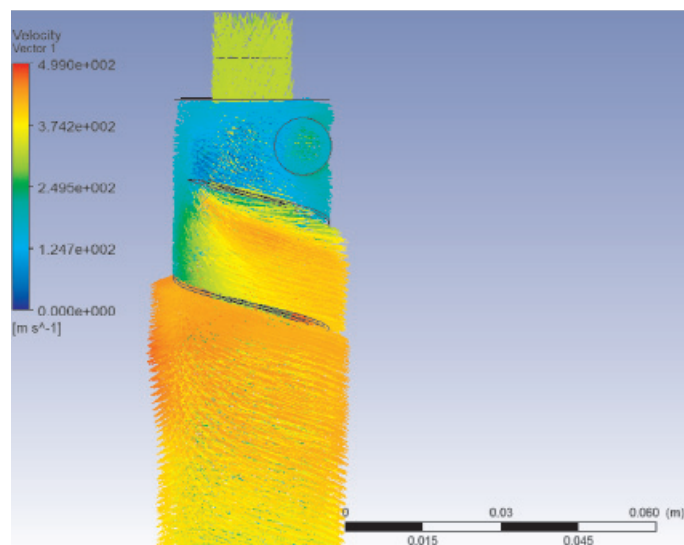


Рис. 9. Уменьшение «застойной» зоны на входе в ВЗУ, путем тангенциального ввода газа в вихревую трубу

Таким образом, из результатов моделирования различных конструкций винтового закручивающего устройства можно сделать следующие выводы. Во-первых, течение газа в ВЗУ имеет сложную структуру, и в случае использования вихревой трубы в качестве высокоскоростного низкотемпературного сепаратора необходимо добиваться равномерного распределения скоростей на входе и на выходе из ВЗУ для формирования слоя конденсата в пристеночной области. Во-вторых, наилучшие результаты по формированию равномерного поля скоростей показывают ВЗУ с максимально возможным углом ввода газа в 75° . С увеличением участка закрутки газа степень стабилизации потока увеличивается, однако с увеличением длины участка закрутки увеличивается и длина канала отвода холодного потока, из-за чего увеличивается температура охлажденного газа вследствие торможения газа о стенки канала. Кроме того, в вихревой трубе с углом ввода газа 75° отличается высокой холодопроизводительностью [1]. В-третьих, значительное уменьшение «застойных» зон возможно посредством тангенциального введения газа в вихревую трубу.

Список литературы

1. Артамонов Н.А., Качак В.В. Очистка газов. Вихревые и фотохимические аппараты. Теория и эксперимент: учебное пособие для вузов. – М.: ЗАО «Информ-Знание», 2002. – 336 с.
2. Бородин А.В. Технология переработки попутного нефтяного газа, перспективы извлечения целевых углеводородов // Мир нефтепродуктов. – 2011. – № 6. – С. 35–37.
3. Булатников В.В., Седышева С.А., Свитцов А.А. (ОАО «ВНИИ НП», ООО «Мембранный центр») Попутный нефтяной газ. Мембранные методы его разделения // Мир нефтепродуктов. – 2012. – № 6. – С. 3–8.
4. Бурцев С.А., Леонтьев А.И., Исследование влияния диссипативных эффектов на температурную стратификацию в потоках газа (обзор) // Теплофизика высоких температур. – 2014. – Т. 52, № 2. – С. 310–322.
5. Девислов В.А., Жидков Д.А. Газодинамическая очистка попутного нефтяного газа – путь к улучшению экологии планеты // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16, № 1 (6).
6. Жидков М.А., Гусев А.П., Рябов А.П., Вшивцев С.П., Кошовец Н.В., Коляко Б.Г., Соболев Е.П., Староконцев А.П. Трехпоточная вихревая труба – эффективное газодинамическое устройство для подготовки природного газа к транспорту // Нефть, газ и энергетика – июнь. – 2007.
7. Жидков М.А., Бунятов К.Г., Иванов Р.Н., Габдулхаков А.Х., Спиридонов В.С., Кирикова О.В., Жидков Д.А. Температурная эффективность высокоскоростных ТВТ на установке подготовки нефтяного газа Комсомольского месторождения (опыт пуска наладки) // Нефть. Газ. Новации. – 2012. – № 5. – С. 46–52.
8. Жидков М.А., Жидков Д.А., Лаптев Е.Н., Сыпин А.Г., Намазов М.О. Особенности работы ТВТ Добринского месторождения (опыт пуска наладки) // Нефть. Газ. Новации. – 2012. – № 9. – С. 6–11.
9. Каримова А.Р., Ипатов Е.А., Абдюшев Р.Р., Хамзин Ю.А., Давлетшин А.Р., Шириязанов Р.Р. Проблемы и перспективы переработки попутных нефтяных газов // Нефтегазохимия. – 2015. – № 1. – С. 17–20.
10. Малофеев В.В., Шаталов А.Н., Гревцов В.М., Сабутдинов Р.З. (ТатНИПИнефть). Опыт использования электростанций для утилизации попутного нефтяного газа на нефтепромысловых объектах Татарстана // Нефтепромысловое дело. – 2008. – № 8. – С. 42–47.
11. Мухутдинов Р.Х., Амиров Р.Я., Альмеев Л.Э., Ханнанов М.М. Эффективность внедрения вихревых аппаратов (применительно к нефтехимическим производствам) / под общей редакцией Я.С. Амирова. – Уфа: Изд-во «Реактив», 2001. – 347 с.
12. Патент РФ № 2191957. Заявка 2003112496/06, 27.10. 2004. Способ работы устройства для ожижения газа

и устройства для ожижения газа. Белостоцкий Ю.Г., Кошелев А.М.

13. Abdol Reza Bramo, Nader Pourmahmoud. Computational fluid dynamics simulation of length to diameter ratio effects of the energy separation in a vortex tube // *Thermal science*. – 2012, – Vol. 15, № 3. – P. 833–848.

14. Dincer K., Tasdemir S., Baskaya S., Uysal B.Z. Modeling of the effect length to diameter ratio and nozzle number on performance of counterflow Ranque-Hilsch vortex tubes using artificial neural networks // *Applied thermal engineering*. – 2008. – № 28. – P. 2380–2390.

15. Tarunin E.L., Alikina O.N. Calculation of heat transfer in Ranque-Hilsch's vortex tube // *International journal for numerical methods in fluids*. – 2005. – № 48. – P. 107–113.

References

1. Artamonov N.A., Kachak V.V. *Ochistka gazov. Vihrevye i fotohimicheskie apparaty. Teorija i jeksperiment: uchebnoe posobie dlja vuzov*. M.: ZAO «Inform-Znanie», 2002. 336 p.

2. Borodin A.V. *Tehnologija pererabotki poputnogo nefljanogo gaza, perspektivy izvlechenija celevykh uglevodorodov // Mir nefteproduktov*. 2011. no. 6. pp. 35–37.

3. Bulatnikov V.V., Sedysheva S.A., Svitcov A.A. (OAO «VNII NP», OOO «Membrannyj centr») *Poputnyj nefljanoy gaz. Membrannye metody ego razdelenija // Mir nefteproduktov*. 2012. no. 6. S. 3–8.

4. Burcev S.A., Leontev A.I., *Issledovanie vlijanija dissipativnykh jeffektov na temperaturnuju stratifikaciju v potokah gaza (obzor) // Teplofizika vysokih temperatur*. 2014. T. 52, no. 2. pp. 310–322.

5. Devislov V.A., Zhidkov D.A. *Gazodinamicheskaja ochistka poputnogo nefljanogo gaza put k uluchsheniju jekologii planety // Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*. 2014. T. 16, no. 1 (6).

6. Zhidkov M.A., Gusev A.P., Rjabov A.P., Vshivcev S.P., Koshovec N.V., Koljako B.G., Sobol E.P., Starokoncev A.P. *Trehpotočnaja vihvovaja truba jeffektivnoe gazodinamicheskoe ustrojstvo dlja podgotovki prirodnogo gaza k transportu // Neft, gaz i jenergetika* jun. 2007.

7. Zhidkov M.A., Bunjatov K.G., Ivanov R.N., Gabdulhakov A.H., Spiridonov V.S., Kirikova O.V., Zhidkov D.A. *Temperaturnaja jeffektivnost vysokorashodnykh TVT na ustanovke podgotovki nefljanogo gaza Komsomolskogo mestorozh-*

denija (opyt puskonaladki) // Neft. Gaz. Novacii. 2012. no. 5. pp. 46–52.

8. Zhidkov M.A., Zhidkov D.A., Laptev E.N., Sypin A.G., Namazov M.O. *Osobennosti raboty TVT Dobrinskogo mestorozhdenija (opyt puskonaladki) // Neft. Gaz. Novacii*. 2012. no. 9. pp. 6–11.

9. Karimova A.R., Ipatova E.A., Abdjushev R.R., Hamzin Ju.A., Davletshin A.R., Shirijazdanov R.R. *Problemy i perspektivy pererabotki poputnykh nefljanoykh gazov // Neftegazohimija*. 2015. no. 1. pp. 17–20.

10. Malofeev V.V., A.N. Shatalov, V.M. Grevcov, R.Z. Sahabutdinov (TatNIPIneft). *Opyt ispolzovanija jelektrostancij dlja utilizacii poputnogo nefljanogo gaza na neftepromyslovyykh obektah Tatarstana // Neftepromyslovoe delo*. 2008. no. 8. pp. 42–47.

11. Muhutdinov R.H., Amirov R.Ja., Almeev L.Je., Hannanov M.M. *Jefferektivnost vnedrenija vihvovykh apparatov (primenitelno k neftehimicheskim proizvodstvam) / pod obshhej redakciej Ja.S. Amirova*. Ufa: Izd-vo «Reaktiv», 2001. 347 p.

12. Patent RF no. 2191957. *Zajavka 2003112496/06, 27.10. 2004. Sposob raboty ustrojstva dlja ozhizhenija gaza i ustrojstva dlja ozhizhenija gaza*. Belostockij Ju.G., Koshelev A.M.

13. Abdol Reza Bramo, Nader Pourmahmoud. Computational fluid dynamics simulation of length to diameter ratio effects of the energy separation in a vortex tube // *Thermal science*. 2012, Vol. 15, no. 3. pp. 833–848.

14. Dincer K., Tasdemir S., Baskaya S., Uysal B.Z. Modeling of the effect length to diameter ratio and nozzle number on performance of counterflow Ranque-Hilsch vortex tubes using artificial neural networks // *Applied thermal engineering*. 2008. no. 28. pp. 2380–2390.

15. Tarunin E.L., Alikina O.N. Calculation of heat transfer in Ranque-Hilsch's vortex tube // *International journal for numerical methods in fluids*. 2005. no. 48. pp. 107–113.

Рецензенты:

Ахметов А.Ф., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Технология нефти и газа», Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа;

Гильмутдинов А.Т., д.т.н., профессор кафедры технологии нефти и газа, Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа.

УДК 62-03; 616-77

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТИПА ВХОДНОГО КЛАПАНА И УГЛА ЕГО ОРИЕНТАЦИИ НА ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ ПУЛЬСИРУЮЩЕГО ТИПА

Беляев Л.В., Жданов А.В., Волкова И.В.

ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», Владимир, e-mail: blv_vlsu@mail.ru

Целью этого исследования является определение влияния типа клапана на процесс тромбообразования при работе насоса крови пульсирующего типа на основании результатов CFD-моделирования. Моделирование пульсирующего кровотока проводилось в объемной постановке в системе конечно-элементного анализа ANSYS/Flotran v.12. Объем ударного выброса системы составляет 30 мл. Частота сердечных сокращений – 75 уд/мин. Моделирование проводилось с двумя коммерчески доступными в России моделями механических клапанов сердца: двустворчатым модели «ADM-17Su» (НПП МедИнж, Россия) и одностворчатым модели «ADM17» (ООО «Роскардиоинвест», Россия). В результате моделирования оценивались такие параметры гемодинамики, как скорость и давление потока внутри камеры насоса крови, кинетическая энергия турбулентности, скорость диссипации, касательные напряжения Рейнольдса. Полученные результаты позволили определить влияние типа клапана и его ориентации на процесс тромбообразования, выбрать тип клапана для дальнейшего применения, изготовить прототип системы вспомогательного кровообращения для проведения дальнейших исследований с использованием метода оптической визуализации потока.

Ключевые слова: электромеханический привод, ролик-винтовой механизм (РВМ), долговечность, экспериментальные исследования, искусственный клапан

ASSESSMENT OF TYPE INLET VALVE AND THE ANGLE OF ITS ORIENTATION ON HEMODYNAMIC SYSTEM PERFORMANCE CIRCULATORY SUPPORT PULSATING TYPE

Belyaev L.V., Zhdanov A.V., Volkova I.V.

Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs, Vladimir, e-mail: blv_vlsu@mail.ru

The purpose of this study is to determine the effect of the type of valve in the process of thrombus formation at the pump is pulsating blood type on the basis of CFD-modeling. Modelling of the pulsating blood flow carried in bulk in the formulation of the finite element analysis ANSYS / Flotran v.12. The volume of stroke volume of 30 mL. The heart rate – 75 beats/min. The simulation was performed with two commercially available models in Russia mechanical heart valves: bicuspid model «ADM-17Su» (NPP MedInd, Russia) and single leaf models «ADM17» (LLC «Roscardioinvest», Russia). The simulation evaluated hemodynamic parameters such as speed and pressure of the flow within the chamber to pump blood, turbulent kinetic energy, dissipation rate, shear stresses Reynolds. The results obtained allowed to determine the impact of the type of valve and its focus on the process of thrombosis, select the type of valve for future use, produce a prototype system circulatory support for further research using the method of optical flow visualization.

Keywords: electromechanical drive, rollerscrew mechanism (RSM), durability, experimental research, artificial valve

Согласно данным статистики, ежегодно в России рождается около 10 000 детей с врожденными пороками сердца. На каждую 1000 новорожденных приходится 10 детей, которые нуждаются в операции на сердце. 50% детей, не получивших вовремя оперативного лечения, умирают в возрасте до полугода. Еще 25% детей, не получивших вовремя оперативного лечения, умирают до года [2]. Кроме того, уровень смертности детей в возрасте до 18 лет, находящихся в «листе ожидания», в несколько раз выше, чем для других возрастных групп, в значительной степени из-за отсутствия механических систем поддержки кровообращения длительного применения.

В России системы вспомогательно-го кровообращения пульсирующего типа с успехом применяются в качестве «моста для трансплантации» у пациентов старших возрастных групп. Кроме того, при применении систем ВК пациенты показывают стабильную положительную динамику по восстановлению их ослабленных желудочков сердца («мост к восстановлению»), что подтверждает потенциальную возможность применения этих систем в педиатрии.

Однако тромбоз является одной из основных причин смерти при применении аппаратов ВК, и улучшение их гемодинамических показателей на стадии проектирования является важной задачей. Гемолиз

и кальцификация могут быть также уменьшены надлежащим дизайном системы. Высокие касательные напряжения, турбулентность, разделение потока и наличие застойных зон должны быть минимизированы в процессе проектирования.

Процесс проектирования педиатрических систем ВК является более сложной задачей, чем прямое масштабирование существующих систем с большим объемом выброса [1] в сторону его уменьшения. Большое внимание при проектировании пульсирующих систем ВК уделяется клапанному аппарату, т.к. применение механических клапанов сердца (МКС) осложняется их склонностью к гемолизу и тромбообразованию. Общеизвестно, что наличие высоких касательных напряжений в потоке, проходящем через МКС, связано с уровнем гемолиза [1, 14]. Осложнения из-за свертываемости могут возникать из-за плохого омывания внутренних стенок и наличия продолжительных застойных зон в камере насоса крови. В связи с этим целью настоящего исследования является определение влияния типа клапана и его ориентации на гемодинамические показатели работы системы ВК на основании результатов CFD-моделирования.

Моделирование потока внутри камеры насоса крови (рис. 1) проводилось на основании реалистичной 3D модели камеры крови. Расчетная модель представляет собой внутренний объем камеры крови с учетом реальной геометрии основного тела, клапанов, радиусов и переходов.

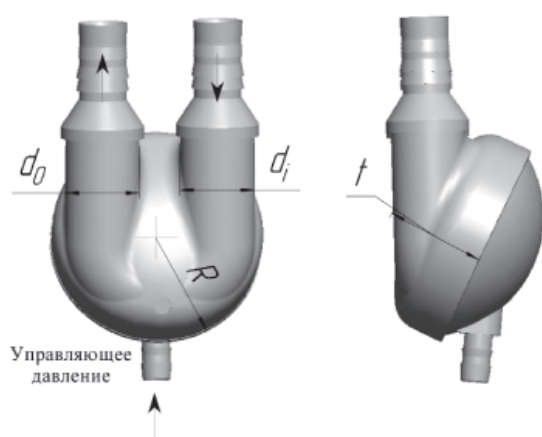


Рис. 1. Внешний вид системы ВК

Размеры насоса крови приведены в таблице.

Моделирование проводилось с двумя коммерчески доступными в России моделями механических клапанов сердца: двухстворчатой модели «Мединж-2» (НПП МедИнж, Россия) [7] и одностворчатой модели «Микс» (ООО «Роскардиоинвест»,

Россия) [10]. Данные клапана имеют минимальный внешний диаметр – 17 мм, и площадь проходного отверстия 1,67 и 1,54 см² соответственно (рис. 2).

Основные размеры системы ВК
объемом 30 см³

Характеристики камеры системы ВК	Размеры, мм
Радиус камеры системы ВК (R)	55
Диаметр митрального клапана (d_i)	20
Диаметр выходного клапана (d_o)	20
Толщина камеры системы ВК (t)	20

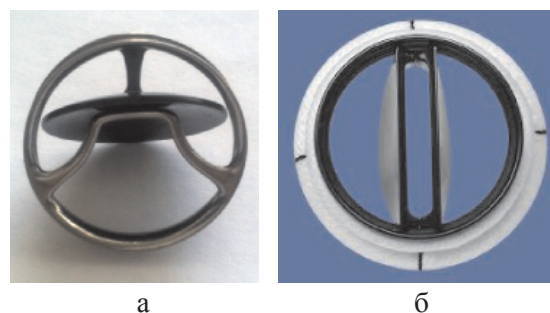


Рис. 2. Примеры клапанов:
а – одностворчатая модель «Микс»;
б – двухстворчатая модель «Мединж-2»

Начальная позиция митральных клапанов выбиралась следующим образом: дисковый клапан ориентировался таким образом, что его большая часть открывалась в сторону наружной стенки, а распорка была перпендикулярна диафрагме; двухстворчатый клапан располагался таким образом, что открытые створки клапана были также перпендикулярны диафрагме. Поворот клапанов осуществлялся по часовой стрелке. Моделирование было проведено для положения клапанов 0, 30, 45 градусов. Положение аортального клапана не изменялось (рис. 3).

Движение клапанов не моделировалось. Они были фиксированы в полностью открытом или полностью закрытом положении, в зависимости от фазы сердечного цикла. Во время фазы систолы аортальный клапан был открыт, а митральный клапан был закрыт, а во время диастолы митральный клапан открыт и аортальный клапан был закрыт.

Для решения уравнений Навье – Стокса в нестационарной постановке использовалась система конечно-элементного анализа ANSYS Workbench (ANSYS, Inc., USA). Параметры конечно-элементной модели были следующими: количество узлов 298224, количество конечных элементов 1669390, вид элемента tetrahedral, минимальная длина ребра 10–5 мм, максимальная длина ребра 7·10–4. Для получения более точного

решения разбиение происходило с учетом геометрической сложности объема. В зонах клапана, патрубка, входа в камеру насоса крови выполнено сгущение сетки. Кровь моделировалась как ламинарная, несжимаемая Ньютонская жидкость с плотностью 1060 кг/м^3 и динамической вязкостью $0,0032 \text{ Па}\cdot\text{с}$. Объем ударного выброса системы составляет 30 мл. Частота сердечных сокращений – 75 уд/мин. В этом исследовании, K (кинетическая энергия турбулентности) – E (вязкая скорость диссипации) модель турбулентности была выбрана, чтобы решить дополнительные напряжений Рейнольдса терминов из усреднения по времени процедуру для уравнений Навье – Стокса, которая была использована в наших предыдущих исследованиях и другими исследовательскими группами для CFD-моделирования пульсирующих и непериодических систем [4, 8, 9, 12, 13]. Временные интервалы фаз диастолы и систолы были приняты одинаковыми, а именно 0,4 с. В процессе решения интервал разбивался на 200 шагов. Со стороны мембраны задавалось изменение управляющего давления, деформация стенок не учитывалась. Моделирование было проведено при условии отсутствия скольжения на границе.

Выводы

Наибольший интерес представляют результаты моделирования, отображающие изменение скоростных потоков в кровяной камере системы ВК. Их анализ позволяет сделать предварительные выводы о наличии застойных зон, локальных зон закручивания и отрыва потока. Результаты представлены в виде векторных диаграмм. На диаграммах цветом показана величина изменения скорости, а стрелки указывают направление движения потока.

Для оценки влияния типа митрального клапана и угла его ориентации на поведение потоков внутри кровяной камеры системы ВК проведено сравнение полей скоростей в фазу диастолы (рис. 1). При использовании дискового клапана «МИКС» наблюдается минимальное число зон с низкими значениями скорости потока. Так же размер самих зон значительно меньше, чем при использовании двустворчатого клапана «МедИнж-2». При установке дискового клапана под углом 45 градусов наблюдается практически полное отсутствие зон с низким значением скорости потока. Максимальная скорость потока наблюдается при его прохождении через клапан и снижается,

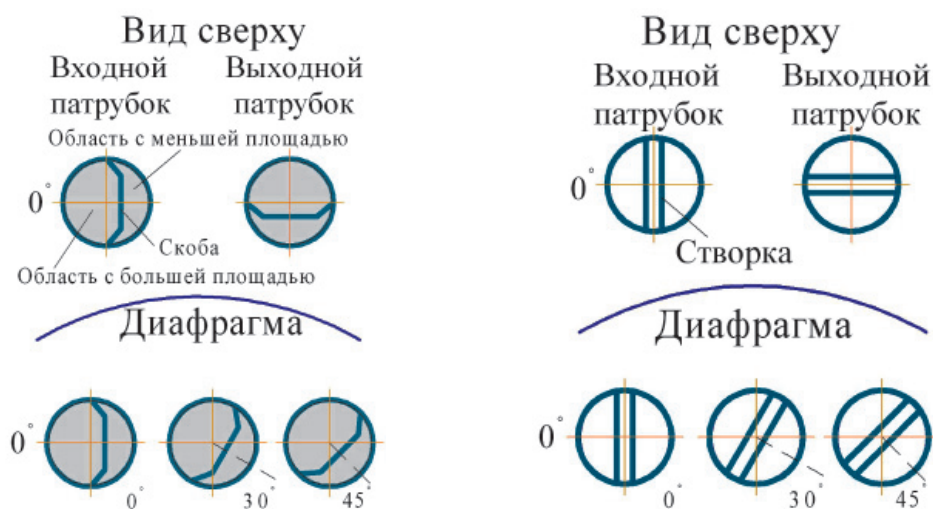


Рис. 3. Примеры расположения клапанов при моделировании

Все расчеты проводились на ПК с ОС Windows с процессором Pentium i5 процессором 2,9 ГГц, 24 Гб оперативной памяти требует 2 часа для решения данной задачи. Моделированием оценивали гемодинамические параметры, такие как скорость и давление потока внутри насосной камеры, и сдвиговые напряжения Рейнольдса. Результаты моделирования обрабатывались в постпроцессоре CFX-Post.

попадая в камеру крови. Установка клапана под указанным углом обеспечивает максимальное омывание внутренних стенок камеры крови за счет «направления» входящего потока на стенку камеры. При использовании клапана «МИКС», установленного под 45 градусов, наблюдается максимальный эффект закручивания потока жидкости внутри камеры крови в сторону противоположного патрубка.

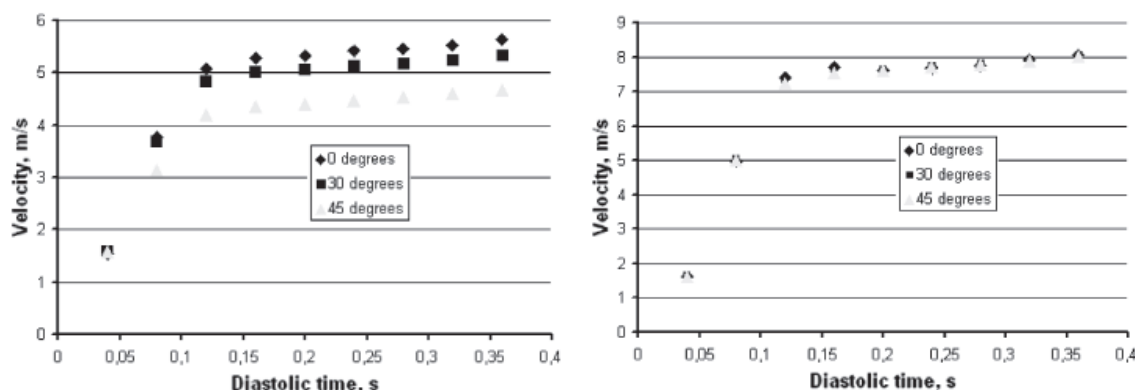


Рис. 4. Изменение максимальной скорости в фазу диастолы: слева для одностворчатого клапана «МИКС»; справа для двустворчатого клапана «МедИнж-2»

Изменение скорости потока в фазу диастолы для дискового клапана «МИКС», расположенного под 45 градусов, представлено на рис. 2. Значения максимальной скорости в фазу диастолы для заданных положений дискового клапана «МИКС» составляют 5,63; 5,32 и 4,67 м/с соответственно. Большие скорости характерны для двустворчатого клапана «МедИнж-2» – 8,04; 8,06; 8,02 м/с, однако их значения не изменяются при изменении угла поворота клапана (рис. 3). В фазу диастолы скорость достигает максимального значения в конце фазы. В начале фазы диастолы наблюдается резкое возрастание скорости потока, но к 0,1 секунде фазы диастолы значение выравнивается и до конца цикла меняется незначительно. Ориентации дискового клапана под углом в 45 градусов соответствуют меньшие значения скорости потока.

Изменение скорости потока в конце фазы систолы показано на рис. 4. Максимальное значение скорости наблюдается при движении жидкости через клапан. Большее значение характерно для дискового клапана «МИКС», чем для двустворчатого клапана «МедИнж-2».

Большие скорости сдвига наблюдаются при использовании дискового клапана «МИКС». В начале фазы диастолы наблюдается нарастание скорости сдвига, но уже на 0,1 секунде фазы они выравниваются и изменяются незначительно. При использовании двустворчатого клапана «МедИнж-2» диапазон скоростей сдвига является одинаковым для всех угловых положений клапана.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых ученых в рамках проекта МК-5860.2015.8 «Разработка теоретических основ и алгоритмов прогнозирования гемодинамических параметров систем

вспомогательного кровообращения и искусственного сердца пульсирующего типа на базе мехатронных модулей»

Список литературы

1. Беляев Л.В., Жданов А.В., Куликов Н.И. Экспериментальные исследования имплантируемой системы вспомогательного кровообращения пульсирующего типа на базе вентильного двигателя и мембранного насоса крови // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 1. – С. 676–681.
2. Министерство здравоохранения Российской Федерации: Статистический отчет. – М., 2012.
3. Apel J., Neudel F., Reul H. Computational fluid dynamics and experimental validation of a microaxial blood pump // *ASAIO J.* – 2001. – № 47. – P. 552–558.
4. Avrahami I., Rosenfeld M., Einav S. The hemodynamics of the Berlin pulsatile VAD and the role of its MHV configuration // *Ann. Biomed. Eng.* – 2006. – № 34. – P. 1373–1388.
5. Belyaev L.V., Zhdanov A.V. Computer modeling in the development of artificial ventricles of heart. *Vestn. Transplant. Iskusstv. Organ.* – 2011. – № 13. – P. 97–100.
6. Belyaev L.V., Ivanchenko A.B., Zhdanov A.V., Morozov V.V. Mathematical Modeling of Hemodynamic Characteristics of Pumps for Pulsatile Circulatory Support Systems // *Bio-medical Engineering*. – 2015. – № 49. – P. 24–28.
7. CJSC NPP «MedInzh». 2015. Artificial heart valve. [ONLINE] Available at: <http://medeng.ru>. [Accessed 02 June 15].
8. Deutsch S., Tarbell J.M., Manning K.B., Rosenberg G., Fontaine A.A. Experimental Fluid Mechanics of Pulsatile Artificial Blood Pumps // *Annu. Rev. Fluid Mech.* – 2006. – № 38. – P. 65–86.
9. Lamson T.C., Rosenberg G., Geselowitz D.B., Deutsch S., Stinebring D.R., Frangos J.A., Tarbell J.M. Relative blood damage in the three phases of a prosthetic heart valve flow cycle // *ASAIO J.* – 1993. – № 39. – P. M626–33.
10. LLC «Roskardioinvest». 2015. The mechanical 'MIKS' heart valves. [ONLINE] Available at: http://roskardioinvest.ru/eng/index.php?id_subpart=10. [Accessed 02 June 15].
11. Morozov V.V. (ed.) Synthesis of Artificial Heart Ventricle with Specified Hemodynamic Characteristics. – Vladimir: Vladimir State University Press, 2007.
12. Okamoto K., Hashimoto T., Mitamura Y. Design of a miniature implantable left ventricular assist device using CAD/CAM technology // *IJAO*. – 2003. – № 6. – P. 162–167.
13. Throckmorton A.L., Untaroiu A., Allaire P.E., et al. Computational analysis of an axial flow pediatric ventricular assist device // *Artif. Organs*. – 2004. – № 28. – P. 881–891.

14. Yoganathan A.P., Wick T.M., Reul H. The influence of flow characteristics of prosthetic valves on thrombus formation. In: Butchart E.G., Bodnar E., eds. *Thrombosis, Embolism and Bleeding* 1st ed. – London: ICR, 1992. – P. 123–48.

References

1. Beljaev L.V., Zhdanov A.V., Kulikov N.I. Jeksperimentalnye issledovanija implantiruemoj sistemy vspomogatelnogo krovoobrashhenija pulsirujushhego tipa na baze ventilnogo dvigatelja i membrannogo nasosa krovi // *Fundamentalnye issledovanija*. 2013. no. 1. pp. 676–681.
2. Ministerstvo zdravooohranenija Rossijskoj Federacii: Statisticheskij otchet. M., 2012.
3. Apel J., Neudel F., Reul H. Computational fluid dynamics and experimental validation of a misroaxial blood pump // *ASAIO J.* 2001. no. 47. pp. 552–558.
4. Avrahami I., Rosenfeld M., Einav S. The hemodynamics of the Berlin pulsatile VAD and the role of its MHV configuration // *Ann. Biomed. Eng.* 2006. no. 34. pp. 1373–1388.
5. Belyaev L.V., Zhdanov A.V. Computer modeling in the development of artificial ventricles of heart. *Vestn Transplant. Iskustv. Organ.* 2011. no. 13. pp. 97–100.
6. Belyaev L.V., Ivanchenko A.B., Zhdanov A.V., Morozov V.V. Mathematical Modeling of Hemodynamic Characteristics of Pumps for Pulsatile Circulatory Support Systems // *Bio-medical Engineering*. 2015. no. 49. pp. 24–28.
7. CJSC NPP «MedInzh». 2015. Artificial heart valve. [ONLINE] Available at: <http://medeng.ru>. [Accessed 02 June 15].
8. Deutsch S., Tarbell J.M., Manning K.B., Rosenberg G., Fontaine A.A. Experimental Fluid Mechanics of Pulsatile Artificial Blood Pumps // *Annu. Rev. Fluid Mech.* 2006. no. 38. pp. 65–86.
9. Lamson T.C., Rosenberg G., Geselowitz D.B., Deutsch S., Stinebring D.R., Frangos J.A., Tarbell J.M. Relative

blood damage in the three phases of a prosthetic heart valve flow cycle // *ASAIO J.* 1993. no. 39. pp. M626–33.

10. LLC «Roskardioinvest». 2015. The mechanical MIKS heart valves. [ONLINE] Available at: http://roscardioinvest.ru/eng/index.php?id_subpart=10. [Accessed 02 June 15].

11. Morozov V.V. (ed.) *Synthesis of Artificial Heart Ventricle with Specified Hemodynamic Characteristics*. Vladimir: Vladimir State University Press, 2007.

12. Okamoto K., Hashimoto T., Mitamura Y. Design of a miniature implantable left ventricular assist device using CAD/CAM technology // *IJAO*. 2003. no. 6. pp. 162–167.

13. Throckmorton A.L., Untaroiu A., Allaire P.E., et al. Computational analysis of an axial flow pediatric ventricular assist device // *Artif. Organs*. 2004. no. 28. pp. 881–891.

14. Yoganathan A.P., Wick T.M., Reul H. The influence of flow characteristics of prosthetic valves on thrombus formation. In: Butchart E.G., Bodnar E., eds. *Thrombosis, Embolism and Bleeding* 1st ed. London: ICR, 1992. pp. 123–48.

Рецензенты:

Гоц А.Н., д.т.н., профессор кафедры тепловых двигателей и энергетических установок, ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Владимир;

Житников Б.Ю., д.т.н., профессор кафедры специальной техники и информационных технологий, ФКОУ ВПО «Владимирский юридический институт Федеральной службы исполнения наказаний» России, г. Владимир.

УДК 66.061.3; 582.29

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТРАДИЦИОННЫХ И СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ЭКСТРАКЦИИ УСНИНОВОЙ КИСЛОТЫ ИЗ ЛИШАЙНИКОВОГО СЫРЬЯ

¹Бровко О.С., ¹Паламарчук И.А., ¹Бойцова Т.А., ²Ивахнов А.Д.,

^{1,2}Боголицын К.Г., ¹Вальчук Н.А.

¹Институт экологических проблем Севера Уральского отделения

Российской академии наук, Архангельск, e-mail: valchuk.natalia@mail.ru;

²Северный Арктический федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Архангельск

Значительно возросший интерес к биологически активным веществам растительного происхождения объясняется широким спектром фармакологической активности биоактивных веществ. Среди них особое место занимает усниновая кислота, которая обладает высоким противомикробным, антиоксидантным, противоопухолевым, а также иммуностимулирующим свойствами. В данной статье проведен сравнительный анализ методов извлечения усниновой кислоты из лишайника рода *Cladonia stellaris*. Рассмотрены традиционные методы экстракции (мацерация, перколяция), их модификации (использование техники сверхвысокочастотного излучения) и современные (применение суб- и сверхкритических растворителей), отмечены их достоинства и недостатки. Показано, что высокоэффективным является метод сверхкритической флюидной экстракции диоксидом углерода, позволяющий с высоким выходом получить усниновую кислоту (до 2,39% от массы а.с. лишайникового сырья), при этом экстракт содержит 90–100% усниновой кислоты.

Ключевые слова: лишайники, методы экстракции, усниновая кислота

COMPARATIVE ANALYSIS OF TRADITIONAL AND MODERN EXTRACTION METHODS OF USNIC ACID FROM RAW LICHEN MATERIAL

¹Brovko O.S., ¹Palamarchuk I.A., ¹Boytsova T.A., ²Ivakhnov A.D.,

^{1,2}Bogolitsyn K.G., ¹Valchuk N.A.

¹Institute of Ecological Problems of the North, Ural Branch, Arkhangelsk,

e-mail: valchuk.natalia@mail.ru;

²Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk

Significantly increased interest in biologically active substances of plant origin is explained by a wide range of pharmacological activity of bioactive substances. Among them is the usnic acid which has high antimicrobial, antioxidant, antitumor, immunostimulating and hepatoprotective properties. In the article comparative analysis of extraction methods of usnic acid from lichens genus *Cladonia stellaris* was performed. The traditional extraction methods (maceration, percolation), its modifications (using microwave radiation technique) and modern extraction methods (using of sub- and supercritical solvents) were considered, their advantages and disadvantages were noted. It was shown that the method of supercritical fluid extraction with carbon dioxide is a highly effective method. It allows obtaining a high yield of usnic acid (up to 2,39% of absolutely dry weight of raw lichens material). The extract contains 90–100% of usnic acid.

Keywords: lichens, extraction methods, usnic acid

Для каждого вида лишайника характерно наличие определенных лишайниковых кислот (например, усниновая, протолехестериновая, лихестериновая кислоты характерны для лишайников рода *Cladonia*), что служит их систематическим признаком. Усниновая кислота (УК) – желтое кристаллическое вещество, по структуре относящееся к дибензофуранам, обладает высокой активностью по отношению ко многим патогенным организмам вирусной, бактериальной и грибковой природы и имеет антиоксидантные, противоопухолевые, иммуностимулирующие и гепатопротекторные свойства (используется в составе БАД для снижения веса), что позволяет успешно использовать ее при лечении заболеваний различной этиологии [1, 5, 7]. Благодаря

таким свойствам применяется в фармакологии, косметике, стоматологии и других областях медицины [6]. Однако, несмотря на положительный опыт использования УК во многих разделах клинической медицины, производство лекарственных средств на ее основе не налажено. Вероятно, известные методы выделения биоактивных веществ из лишайникового сырья не дают желаемых результатов. Известно около 70 видов лишайников, содержащих усниновую кислоту. Однако промышленное значение могут иметь только те из них, в которых количество этой кислоты составляет не менее 0,5%. Перспективным источником усниновой кислоты является род лишайника *Cladonia*, в котором это соединение является основным метаболитом.

Классическими методами выделения биологически активных соединений из растительного сырья являются экстракционные с применением органических растворителей. К ним относятся мацерация (настаивание), перколяция (непрерывная фильтрация экстрагента сквозь слой сырья), реперколяция. Для выделения лишайниковых кислот используют различные органические растворители: бензол, ацетон, гексан, этанол, петролейный эфир, хлороформ или их смеси для увеличения выхода целевого продукта [3, 6]. Достоинством этих способов является простота исполнения и оборудования. К недостаткам относятся длительность процесса экстракции, повышенное содержание примесей в экстрактах, трудоемкость, использование значительных объемов растворителей, часто высокая токсичность и летучесть применяемых органических растворителей. Однако, несмотря на указанные недостатки, эти методы находят свое применение в настоящее время, но чаще в модифицированном виде. К таким способам можно отнести экстракцию с использованием техники сверхвысокочастотного излучения (СВЧ).

Наряду с вышеперечисленными традиционными методами экстракции в настоящее время используют современные способы экстрагирования, такие как сверхкритическая флюидная экстракция (СКФЭ), экстракция субкритическими растворителями, ускоренная экстракция жидкими растворителями (ASE), которые позволяют выделять продукты экстракции из растительного сырья, не приводя к их деструкции и максимально сохраняя биологическую ценность всех компонентов. В связи с этим многочисленные исследования, проводимые в России и за рубежом, посвященные разработке новых способов извлечения биологически активных веществ из природных матриц и исследованию их свойств интенсивно расширяются.

Целью данной работы являлось сравнительное изучение возможности выделения усниновой кислоты из лишайникового сырья традиционными методами и методами с использованием современных технологий.

Объектами настоящего исследования являлись слоевища лишайников рода *Cladonia stellaris*, произрастающие на субарктической территории РФ. Образцы лишайников были собраны на острове Русский Кузов, Белое море.

Воздушно-сухое лишайниковое сырье, предварительно очищенное от механических примесей, измельчали на лабораторной мельнице ЛН-201. Элементный анализ сырья проводили на элементном анализа-

торе EuroEA 3000 (конфигурация [CNHS]). Образец лишайника содержит $42,9 \pm 1,7$; $6,68 \pm 0,27$; $1,19 \pm 0,05$ % С, Н, и N соответственно, влажность – 6,68%, зольность – 0,73%. Для оценки биобезопасности сырья определяли содержание ряда токсичных (в том числе тяжелых металлов), а также биогенных элементов. Анализ выполнен на последовательном волнодисперсионном рентгенофлуоресцентном спектрометре XRF-1800. Элементный состав золы лишайника характеризуется преимущественным содержанием биогенных элементов: калия (27,17%), магния (5,59%) и фосфора (7,85%). Другие элементы (включая некоторые тяжелые металлы) такие как S, Cl, Ti, Mn, Cr, Sr, Br, Cu, Rb, Ni, Pb, присутствуют в количестве менее 1%, что не оказывает существенного влияния на жизнедеятельность лишайника и выделение из него БАВ.

Выделение лишайниковых кислот проводили различными методами:

- экстракцией органическими растворителями методом настаивания;
- экстракцией органическими растворителями на аппарате Сокслета;
- экстракцией с использованием техники СВЧ;
- ускоренной экстракцией жидкими растворителями;
- сверхкритической флюидной экстракцией диоксидом углерода;
- экстракцией субкритическим диоксидом углерода.

Усниновую кислоту идентифицировали методом ВЭЖХ. Хроматографическое разделение производили на приборе LC-30 Neexera (Shimadzu, Япония). Детектирование проводили с использованием спектрофотометрического детектора, диодная матрица при длине волны 280 нм. Образцы растворяли в ацетоне, фильтровали и вводили в хроматографическую систему. С использованием стандартного образца УК фирмы Aldrich были построены калибровочная зависимость площади пика от концентрации в диапазоне от 1 мкг/л до 0,1 мг/л. Зависимость линейна с коэффициентом корреляции более 0,99.

Экстракция органическими растворителями методом настаивания

Мацерация представляет собой обыкновенное вымачивание в растворителе, при котором происходит разрушение клеточных стенок растительного сырья и растворение экстрагированных веществ. Навеску лишайника около 5 г помещали в колбу с этиловым спиртом. Настаивание проводили в сушильном шкафу при температуре 70°C в течение 30 минут. Содержание УК

в экстракте составило 24%, а выход УК от массы а.с. лишайникового сырья – 0,27%. Для повышения выхода УК данным методом длительность процесса экстракции необходимо значительно увеличить.

Экстракция органическими растворителями на аппарате Сокслета

При перколяции растворитель проходит (просачивается) через слой измельченного сырья и «вымывает» целевые компоненты. Патрон с навеской около 5 г лишайника помещали в аппарат Сокслета. В качестве экстрагента использовали ацетон, этанол или хлороформ (марка хч), продолжительность перколяции – 30–60 мин (таблица).

Выход УК при экстракции различными растворителями на аппарате Сокслета

Вид растворителя	Выход экстракта от массы а.с. сырья, %	Содержание УК в экстракте, %	Выход УК от массы а.с. сырья, %
Ацетон	3,03	32,3	0,20
Этанол	3,11	13,6	0,09
Хлороформ	5,13	24,4	0,31

Несмотря на простоту, традиционная экстракция не позволяет получить УК с высоким выходом простым экстрагированием, т.к. растительная клетка лишайника при данном методе экстракции остается целой и непроницаемой, кроме того использование токсичных и пожароопасных органических растворителей делают эту технологию небезопасной.

Экстракция с использованием техники СВЧ

Для интенсификации процесса извлечения БАВ используют воздействие на сырье различных силовых полей. Одним из эффективных способов экстракции растительных материалов является микроволновая обработка в сверхвысокочастотном поле. Технологические параметры процесса извлечения БАВ в СВЧ-поле: удельная мощность 350 Вт/ч; жидкостной модуль 1/15; экстрагент – этиловый спирт [2]. Продолжительность экстракции варьировали от 5 до 20 мин. Характер воздействия СВЧ-поля сходен с интенсивной влаготепловой обработкой, проводимой путем сочетания обработки острым паром и кондуктивного нагрева, но разрушение структуры при воздействии СВЧ-поля происходит в большей степени, что позволяет интенсифицировать пропитку пор растительного сырья жидким экстрагентом и, соответственно, существенно ускорить процесс экстракции. При экс-

тракции этанолом в течение 10 минут, выход УК достигает максимального значения 1,36% от массы а.с. лишайникового сырья (рис. 1), при этом повышается чистота целевого продукта (содержание УК в экстракте, составило 30%).

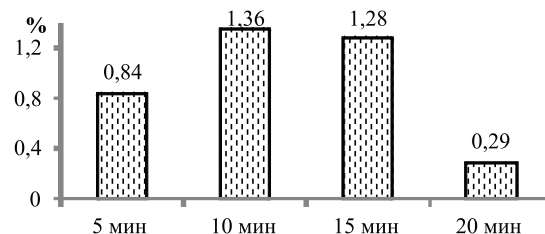


Рис. 1. Влияние СВЧ-обработки на выход УК (% от массы а.с. сырья) при варьировании продолжительности экстракции

Использование техники СВЧ для извлечения УК позволило сократить продолжительность экстракции до 10 мин, в сравнении с традиционными методами извлечения БАВ, при этом выход и чистота целевого продукта значительно увеличиваются.

Метод ускоренной экстракции жидкими растворителями

Метод ускоренной экстракции растворителями – это относительно новая технология, в которой используются повышенные температура и давление с целью увеличения скорости и степени извлечения целевых компонентов из образцов с различной матрицей. Экстракция выполнена на приборе ASE 350, Dionex США. В ячейку объемом 10 мл помещали навеску измельченного лишайника массой 1 г, смешанную с 1 г диатомитовой земли. Экстракцию проводили при температурах 80, 100, 150°C и давлении 100 атм. Параметры экстракции: растворители различной природы и полярности (вода, ацетон, этанол), 5 мин нагрев ячейки, 5 мин выдерживание образца при заданной температуре, объем экстрагента 10 мл.

Показано, что вода является плохим растворителем усниновой кислоты, выход усниновой кислоты не превышает 0,08% (рис. 2).

Использование в качестве экстрагента этанола и ацетона (субкритические условия) показывает сопоставимые результаты, и выход УК достигает 2,77–2,82%, при этом содержание УК в экстракте составило 20–30%. С увеличением температуры экстракции выход УК увеличивается. При экстракции методом ASE сокращается продолжительность процесса до нескольких минут, значительно ускоряется пробоподготовка и для его выполнения требуются небольшие количества растворителя. Таким образом, ASE является перспективным

методом выделения лишайниковых кислот, в частности УК, а варьирование параметров процесса позволяет значительно увеличить выход целевого компонента

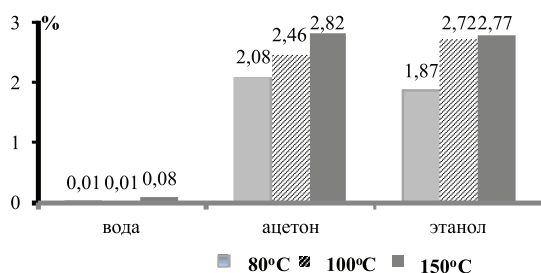


Рис. 2. Выход УК (% от массы а.с. сырья) в экстракте, полученном методом ASE

Метод сверхкритической флюидной экстракции

Сверхкритическая флюидная экстракция выполнена с использованием установки MV-10ASFE (Waters, США). В качестве экстрагента использовали сверхкритический диоксид углерода. Процесс СКФЭ был выполнен в динамическом режиме, широком интервале температур (40–80 °С) и давлений (10–35 МПа). Продолжительность экстракции 20 мин. Экстракт после декомпрессии растворяли в потоке домывающего растворителя (ацетон, скорость подачи 2 мл/мин). Использование домывающего растворителя предотвращает унос твердых компонентов экстракта с потоком газообразного диоксида углерода. Сверхкритический диоксид углерода – стабильное и инертное вещество, проявляющее химическую индифферентность по отношению к перерабатываемому сырью и извлекаемым веществам. Также его преимуществами являются невысокая стоимость и возможность многократного использования. Применение диоксида углерода вместо органических растворите-

лей повышает экологическую безопасность производства, а также степень чистоты получаемых продуктов [4].

Увеличение температуры с 40 до 80 °С приводит к повышению эффективности экстракции, при этом содержание сухих веществ в выделенном экстракте возрастает с 1 до 2 % от массы а.с. сырья, взятого на анализ. Увеличение давления от 10 до 35 МПа приводит к возрастанию выхода целевого продукта в 2 раза (рис. 3).

Экстракт, получаемый с использованием CO_2 в сверхкритическом состоянии, содержит 90–100 % усниновой кислоты и характеризуется ее высоким выходом относительно сырья – 0,52–2,39 %. Кроме того, получение экстрактов с помощью сверхкритического CO_2 выгодно экономически, так как этот способ дает возможность производить достаточно концентрированные (или в твердом виде) экстракты усниновой кислоты высокой чистоты.

Экстракция с применением субкритического CO_2

Экстракт лишайниковых кислот может быть получен также и при использовании в качестве экстрагента субкритического CO_2 (давление 7 МПа, температура 20 °С, скорость подачи CO_2 0,1 кг/ч, расход CO_2 100 кг/кг сырья). Выход экстракта 0,52 % от а.с. сырья, экстракт содержит 85 % усниновой кислоты и характеризуется высоким выходом УК относительно сырья – 1,02 %. Кроме того, более мягкие условия (в сравнении с СКФЭ) исключают изомеризационные процессы в ходе экстракции, что способствует сохранению биологической активности выделяемых БАВ. Также преимуществом использования субкритического CO_2 в качестве экстрагента является снижение энергетических затрат на повышение давления и нагрев CO_2 .

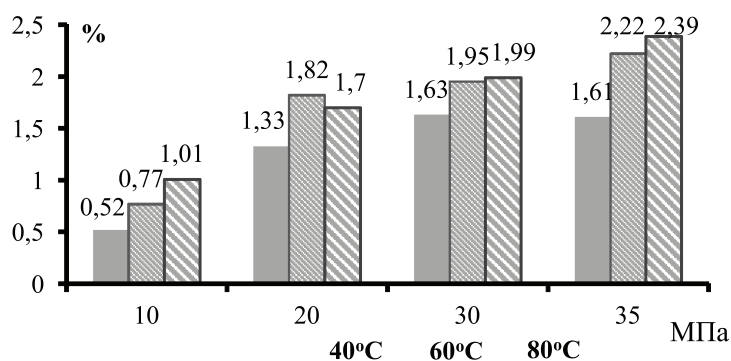


Рис. 3. Влияние давления и температуры СКФЭ на выход УК (% от а.с. сырья)

Таким образом, результаты количественного извлечения усниновой кислоты различными методами показали, что традиционные методы (мацерация, перколяция) малоэффективны и трудоемки, а полученные экстракты содержат большое количество побочных продуктов. Новые технологии (экстракция сверхкритическими и субкритическими растворителями, метод ASE) позволяют значительно увеличить выход и улучшить качество целевого продукта. Наши исследования показали целесообразность использования методики сверхкритической флюидной экстракции, позволяющей извлечь усниновую кислоту в виде твердого экстракта в одну технологическую стадию, при этом содержание усниновой кислоты в экстракте составляет 90–100 %.

Исследование выполнено при финансовой поддержке ФАНО России в рамках темы (проекта) № 0410-2014-0029 «Физико-химические основы изучения основных закономерностей фундаментального цикла «строение – функциональная природа – свойства» природных полимерных матриц», а также в рамках научного проекта комплексной программы Уральского отделения РАН № 0410-2015-0021 «Новые подходы к комплексной оценке состояния и эволюции лесных и болотных экосистем западного сегмента Арктики» с использованием оборудования ЦКП НО «Арктика» (САФУ) при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (Уникальный идентификатор работ RFMEFI59414X0004) и оборудования ЦКП КТ РФ-Арктика (ИЭПС, ИФПА УрО РАН).

Список литературы

1. Кершенгольц Б.М., Ремигайло П.А., Шеин А.А., Кершенгольц Е.Б. // Дальневосточный медицинский журнал. – 2004. – № 1. – С. 25–29.
2. Коптелова Е.Н., Кутакова Н.А., Третьяков С.И. Извлечение экстрактивных веществ и бетулина из бересты при воздействии СВЧ-поля // Химия растительного сырья. – 2013. – № 4. – С. 159–164.

3. Моисеева Е.Н. Биохимические свойства лишайников и их практическое значение. – М.: Изд. АН СССР, 1961. – 82 с.

4. Пичугин А.А., Тарасов В.В. Суперкритическая экстракция и перспективы создания новых бессточных процессов // Успехи химии. – 1991. – Т. 60. – С. 2412–2421.

5. Подтероб А.П. Химический состав лишайников и их медицинское применение // Химико-фармацевтический журнал. – 2008. – Т. 42. – № 10. – С. 32–38.

6. Соколов Д.Н., Лузина О.А., Салахутдинов Н.Ф. Усниновая кислота: получение, строение, свойства и химические превращения // Успехи химии. – 2012. – Т. 81. – № 8. – С. 747–768.

7. Manojlovic N.T., Vasiljevic P.J., Maskovic P.Z., Jusko-
vic M., Bogdanovic-Dusanovic G. // Evid Based Complement
Altrnat Med. – 2012. – № 1. – С. 1–8.

References

1. Kershengolts B.M., Remigaylo P.A., Shein A.A., Kershengolts E.B. *Dal'nevostochnyy meditsinskiy zhurnal*, 2004, no.1, pp. 25–29.

2. Koptelova E.N., Kutakova N.A., Tretyakov S.I. Iz-
vlechenie ekstraktivnykh veshchestv i betulina iz beresty pri
vozddeystvii SVCh-polya. *Khimiya rastitelnogo syr'ya*, 2013,
no.4, pp. 159–164.

3. Moiseeva E.N. *Biokhimicheskie svoystva lishaynikov i ikh
prakticheskoe znachenie*. [Biochemical properties of lichens and
their practical significance]. Moscow, Izd. AN SSSR, 1961. 82 p.

4. Pichugin A.A., Tarasov V.V. Superkriticheskaya ekstrak-
tsiya i perspektivy sozdaniya novykh besсточnykh protsessov.
Uspekhi khimii, 1991, Vol. 60, pp. 2412–2421.

5. Podterob A.P. Khimicheskiy sostav lishaynikov i ikh
meditsinskoe primeneniye. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*,
2008, Vol. 42, no.10, pp. 32–38.

6. Sokolov D.N., Luzina O.A., Salakhutdinov N.F. Usni-
novaya kislota: poluchenie, stroeniye, svoystva i khimicheskie
prevrashcheniya. *Uspekhi khimii*, 2012, Vol. 81, no. 8, pp. 747–768.

7. Manojlovic N.T., Vasiljevic P.J., Maskovic P.Z., Jusko-
vic M., Bogdanovic-Dusanovic G. *Evid Based Complement Al-
trnat Med*, 2012, no.1, pp. 1–8.

Рецензенты:

Поскотинова Л.В., д.б.н., доцент, зав.
лабораторией биоритмологии, ФГБУ «Ин-
ститут природных адаптаций» УрО РАН,
г. Архангельск;

Хабаров Ю.Г., д.х.н., профессор кафед-
ры технологии ЦБП, ФГАОУ ВПО «Север-
ный (Арктический) федеральный универси-
тет им. М.В. Ломоносова», г. Архангельск.

УДК 67.03

ПАРАМЕТРЫ СИТОВОГО АНАЛИЗА ОТСЕВА, ОБРАЗОВАВШЕГОСЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ**Васильев С.Б., Титова С.А., Питухин А.В., Городничина М.Ю.***ФГБОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет»,
Петрозаводск, e-mail: servas@psu.karelia.ru, s-28@mail.ru*

Исследования проводились с целью установления параметров процедуры ситового анализа отсева, образующегося при изготовлении древесной щепы. Фракционирование проводилось с помощью комплекта из восьми сит, расположенных друг над другом. Просеивание навески, помещенной в верхнее сито, через весь комплект сит на поддон осуществлялось за счет круговых колебаний в горизонтальной плоскости. Для исследования использовался отсев с поддона сортировки, установленной в древесно-подготовительном цехе целлюлозно-бумажного комбината. Результаты исследования показали, что в качестве процедуры для определения фракционного состава древесных частиц с наибольшим размером менее 10 мм может быть использована стратификация частиц с использованием круговых колебаний. Параметры процесса могут быть следующими: радиус круговых колебаний – 20 мм, частота круговых колебаний – 3,5 оборота в секунду, продолжительность фракционирования – 60 секунд. Для фракционирования навески массой 100 г может быть использован комплект сит с отверстиями диаметром 10; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5; 0,25 мм и поддон. Сита могут быть выполнены в виде цилиндрической емкости, внутренний диаметр которой 200 мм, высота – 25 мм. Поддон может быть выполнен в виде цилиндрической емкости со сплошным дном, внутренний диаметр которой 200 мм, высота – 25 мм. Предложенное устройство и метод его использования могут быть применены для оценки крупности древесных частиц, используемых в качестве заполнителя древесно-композиционных материалов, топлива, сырья для производства плитных материалов.

Ключевые слова: древесная щепа, отсев, ситовый анализ**PARAMETERS OF CHIP DUST SCREEN ANALYSIS****Vasilev S.B., Titova S.A., Pitukhin A.V., Gorodnichina M.Y.***Petrozavodsk State University, Petrozavodsk,
e-mail: servas@psu.karelia.ru, s-28@mail.ru*

Studies were conducted to determine the parameters of screen analysis procedure of fines tray content generated in the course of wood chips manufacturing. Fractionation was performed with a set of eight screens, arranged one above the other. Sieving of a sample placed in the top screen through the screen set was conducted by means of circular oscillations in a horizontal plane. Fines were taken from a chips screen tray operating in the wood yard of a pulp and paper mill. The study revealed that stratification using circular oscillations may be used as the procedure for classification according to the size of the wood particles with the largest size not exceeding 10 mm. The process parameters were as follows: the radius of circular oscillations – 20 mm, circular frequency of oscillations – 3,5 revolutions per second, and fractionation time – 60 seconds. A set of screens with 10; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5; 0,25 mm round holes and a bottom tray may be used for a 100 g sample fractionating. Screens may be designed as a cylindrical container having an inside diameter of 200 mm, height – 25 mm. The bottom tray may be formed as a cylindrical container with a solid bottom, an inside diameter of 200 mm, height – 25 mm. The apparatus and technique can be applied for size assessment of wood particles to be used as wooden fillers for composite materials, energy wood and raw material for board materials manufacturing.

Keywords: wooden chips, fines tray, screen classification

Одним из видов отходов при производстве технологической щепы является отсев. Далее под отсевом подразумеваются древесные частицы, образовавшиеся при измельчении балансов в рубительной машине, наибольший размер которых меньше требуемого технологическим процессом. В ходе технологической операции сортирования эти частицы проходят через нижнее сито сортировки и поступают на поддон. Причинами образования отсева являются: состояние древесного сырья, геометрические параметры рубительной машины и подаваемого на измельчение баланса, интенсивность загрузки сортировки щепы и размеры ячеек сит [3, 5, 7, 10]. Можно предположить, что есть ещё много

других, пока не установленных или слабо изученных факторов, которые оказывают сильное влияние на процесс образования отсева при производстве технологической щепы. Анализ ситуации показывает, что образование отсева при производстве технологической щепы неизбежно. При хорошем качестве древесного сырья и правильно выбранной технологии его измельчения в щепу массовая доля отсева может колебаться в пределах 5...2% от всего объема переработанной древесины.

Обзор и анализ научной и нормативно-технической литературы, посвященной производству древесно-композиционных материалов [1, 2, 4, 6, 8, 9], позволяет предположить, что отсев можно использовать

для изготовления строительных материалов на цементном вяжущем.

Поскольку отсев имеет сложный фракционный состав, нам надо изучить, как каждая фракция или группа фракций обуславливает эксплуатационные характеристики изготовленных с их использованием материалов.

Существуют различные процедуры определения фракционного состава измельченной древесины (например, ТАРР и ГОСТ 15815). Их назначение – определение долей некондиционных фракций в технологической щепе. Сита, используемые для фракционирования смеси древесных частиц в этих процедурах, не позволяют сделать фракционный анализ сверхмелких частиц, которые составляют отсев. Поэтому в проведенных исследованиях использовали сита, применяемые в процедуре оценки фракционного состава грунтов. Параметры вибрации сит оставили как в ГОСТ 15815 «Щепа технологическая». Выбор привода связан с необходимостью создания круговых колебаний фракционируемой смеси в горизонтальной плоскости. Ранее было установлено [7], что именно такой метод целесообразен для отсева частиц, имеющих преимущественно продолговатую (игольчатую) форму, которые в основном составляют отсев. Использование упомянутого вида колебаний снижает количество частиц, проникающих сквозь отверстия сит по наименьшему размеру (толщине или ширине), что случается, если они принимают вертикальное положение.

Задача исследования – подтвердить возможность применения комплекта сит, совершающих круговые колебания в горизонтальной плоскости, для определения фракционного состава отсева, образующегося при производстве технологической щепы, а также определить время, необходимое для фракционирования навески.

Материалы и методы исследования

Для фракционирования был использован привод механического лабораторного анализатора щепы АЛГ-М. Подвижное основание совершает круговые колебания в горизонтальной плоскости радиусом – 20 мм, частотой – 3,5 оборота в секунду.

На подвижное основание анализатора крепился комплект сит и поддон. Сита представляли собой цилиндрическую ёмкость, внутренний диаметр которой 200 мм, высота – 25 мм. Дно сит выполнено в виде перфорированного стального листа. Диаметр отверстий перфорации составлял соответственно 10; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5; 0,25 мм. Сита располагались друг над другом таким образом, чтобы сверху оказывалось сито с перфорацией наибольшего диаметра, а внизу – наименьшего. Под нижнее сито устанавливался поддон, который также представлял собой цилиндрическую ёмкость, внутренний диаметр которой 200 мм, высо-

та – 25 мм. Дно поддона выполнено в виде стального листа без перфорации.

Отсев для исследования отбирался непосредственно с поддона сортировки, установленной в древесно-подготовительном цехе целлюлозно-бумажного комбината. Для проведения анализа методом квартования формировалась навеска отсева массой 100 г. Взвешивание производилось на электронных весах с точностью 0,1 г.

Отобранная навеска засыпалась в верхнее сито, закрывалась крышкой и просеивалась на анализаторе. По окончании фракционирования определялась масса остатков на ситах и поддоне. Далее по тексту остатки на ситах называются фракциями и обозначаются соответственно: остаток на сите с отверстиями диаметром 10 мм – фракция 10; остаток на сите с отверстиями диаметром 7 мм – фракция 7; остаток на сите с отверстиями диаметром 5 мм – фракция 5; остаток на сите с отверстиями диаметром 3 мм – фракция 3; остаток на сите с отверстиями диаметром 2 мм – фракция 2; остаток на сите с отверстиями диаметром 1 мм – фракция 1; остаток на сите с отверстиями диаметром 0,5 мм – фракция 0,5; остаток на сите с отверстиями диаметром 0,25 мм – фракция 0,25; остаток на поддоне анализатора – фракция 0. По результатам взвешивания рассчитывалась массовая доля каждой фракции в отсеве по формуле

$$\phi_i = \frac{g_{\phi_i} 100}{G},$$

где ϕ_i – массовая доля фракции, %; g_{ϕ_i} – масса фракции щепы, г; G – масса навески (в нашем случае всегда 100 г).

В рамках данного исследования была проанализирована партия отсева, образовавшегося при измельчении елового баланса в дисковой рубительной машине. Были проведены 3 серии опытов по 10 повторностей в каждом. Продолжительность фракционирования навески составила соответственно: в первой серии – 30 с, во второй серии – 60 с, в третьей серии – 90 с.

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам проведенного исследования установлено, что фракция 10 в проанализированной партии отсева, образовавшегося при измельчении елового баланса в дисковой рубительной машине, не содержится. Фракция 7 была выявлена в одном из тридцати опытов, что в среднем даёт значение около трёх сотых процента. Среднее содержание в исследуемом материале фракции 0,5 и фракции 0,25 также оказалось менее процента вне зависимости от продолжительности просеивания, хотя единичные опыты давали результат, незначительно превышающий 1 % (в пяти случаях из тридцати для фракции 0,5 и в четырёх случаях из тридцати для фракции 0,25). Фракция 0 не была выявлена при ситовом анализе, продолжавшемся в течение 30 и 60 секунд. Ситовой анализ, продолжавшийся в течение 90 секунд, выявил среднее содержание фракции 0 не более трёх десятых процента.

На основании приведенных выше результатов при оценке влияния продолжительности просеивания на точность определения фракционного состава результаты по фракциям 10; 7, а также 0,5; 0,25 и 0 не учитывались ввиду их незначительности. К рассмотрению были приняты результаты, полученные для фракций 5; 3; 2 и 1.

Средние арифметические значения содержания фракций 5; 3; 2 и 1 представлены в таблице. Анализ результатов показал увеличение массовых долей фракций 2 и 1 при увеличении продолжительности фракционирования. Массовая доля фракции 5 с увеличением продолжительности фракционирования снижается. Особый интерес представляет поведение фракции 3. Эта наиболее многочисленная фракция показывает наибольший результат при продолжительности просеивания 60 с. Такая тенденция может объясняться тем, что за 30 с вся масса частиц фракции 3 не успевает «добиться» до дна сита с отверстиями диаметром 5 мм. В то же время при продолжительности фракционирования 90 с частицы фракции 3 игольчатой формы могут принимать вертикальное положение вблизи дна сита с отверстиями диаметром 3 мм и проникают через него в расположенное ниже сито, переходя во фракцию 2.

Средние значения остатки на ситах для 30, 60 и 90 секунд просеивания

Фракция	Массовая доля, %, при продолжительности фракционирования, с		
	30	60	90
5	14,8	7,43	3,82
3	51,12	53,48	50,82
2	20,9	24,45	26,82
1	10,94	12,26	16,07

Поскольку средние значения не содержат полной информации о варьировании признаков, необходимо установить или отбросить связь между фактором времени и разницей остатков на ситах посредством дисперсионного анализа и в случае, если разница не случайна, оценить особенности распределения единичных значений по размаху вариации, среднеквадратическому отклонению и его динамике от опыта к опыту.

Результаты исследования, подлежащие дисперсионному анализу, были сгруппированы в равномерные однофакторные дисперсионные комплексы. Для каждого из комплексов оценивалось действие одного регулируемого фактора – продолжительности просеивания – на результативный при-

знак – массовую долю фракции в полидисперсной смеси, определяемую по остатку на сите. Количество дисперсионных комплексов соответствует количеству фракций (в нашем случае 4). Дисперсионное отношение (критерий Фишера – F), полученное в процессе вычисления, было сравнено со стандартным значением критерия Фишера (F_{st}). В результате вычислений установлено: для фракции 5 – $F = 43,54$, для фракции 3 – $F = 6,78$, для фракции 2 – $F = 33,22$, для фракции 1 – $F = 20,12$. Стандартное значение критерия Фишера в нашем случае $F_{st} = 5,48$ для уровня значимости 0,01. В связи с тем, что во всех случаях дисперсионное отношение больше стандартного значения критерия Фишера, можно сделать вывод о том, что разница между массовыми долями фракций, полученными при разных продолжительностях фракционирования, не случайна. То есть влияние продолжительности фракционирования на массовую долю фракции (остаток на сите) является статистически достоверным.

Единичные значения процентного содержания частиц из размерного промежутка (5; 7), фракция 5, представлены крайне нестабильным распределением, характеризующимся наибольшими, а значит наихудшими, во всем исследовании размахом вариации $R = 12,6\%$ и среднеквадратическим отклонением $S_x = 3,86$, полученными при тридцатисекундном просеивании, при 90 секундах ряд варьирует меньше. Наилучшие показатели получены при просеивании в течение 60 секунд: $R = 5,6\%$, $S_x = 1,63$. Размерные группы (3; 5), (2; 3) и (1; 2), определённые как остатки на ситах с диаметром отверстий 3, 2 и 1 мм соответственно, имеют наиболее нестабильные результаты при 90 секундах, а при шестидесятисекундном просеивании, наоборот, отмечаются минимальные показатели, так же как и в случае с фракцией (5; 7).

Таким образом, наибольшая кучность распределения единичных значений и минимальное варьирование всех рассмотренных рядов были выявлены при анализе результатов просеивания при 60 секундах.

Учитывая вышеприведённые результаты, продолжительность просеивания отсева на анализаторе щепы АЛГ-М принимается равной 60 секундам.

Вывод

В качестве процедуры для определения фракционного состава древесных частиц с наибольшим размером менее 10 мм, образовавшихся в результате измельчения круглых лесоматериалов в щепу, может быть использована стратификация частиц

с использованием круговых колебаний. Параметры процесса должны быть следующими: радиус круговых колебаний – 20 мм, частота круговых колебаний – 3,5 оборота в секунду, продолжительность фракционирования – 60 секунд. Для фракционирования навески массой 100 г следует использовать комплект сит с отверстиями диаметром 1; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5; 0,25 мм и поддон. Сита могут быть выполнены в виде цилиндрической ёмкости, внутренний диаметр которой 200 мм, высота – 25 мм. Поддон должен быть выполнен в виде цилиндрической ёмкости со сплошным дном, внутренний диаметр которой 200 мм, высота – 25 мм. Предложенное устройство и метод его использования могут быть применены для оценки крупности древесных частиц, используемых в качестве заполнителя древесно-композиционных материалов, топлива, сырья для производства плитных материалов.

Работа выполнена в рамках реализации комплекса научных мероприятий Программы стратегического развития ПетрГУ на 2012–2016 гг.

Список литературы

1. Андреев А.А., Колесников Г.Н. Совершенствование технологии использования отходов лесопильных предприятий в производстве древесно-цементных материалов для малоэтажного строительства // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 6–6. – С. 1139–1143.
2. Борисов А.Ю., Колесников Г.Н. Особенности заготовки древесины осины и использование отходов ее переработки на складах лесозаготовительных предприятий // *Современные проблемы науки и образования*. – 2015. – № 1. – С. 244.
3. Васильев С.Б. Комплексные исследования процесса производства щепы // *Resources and Technology*. – 2003. – Т. 4. – С. 13–15.
4. Влияние фракционного состава отсева на прочностные характеристики материала из древесно-цементного композита / М.Ю. Городничина, С.А. Титова, С.Б. Васильев, И.О. Цулая // *Деревянное малоэтажное домостроение: экономика, архитектура и ресурсосберегающие технологии: сборник статей научно-практической конференции (23–27 июня 2014 г.)*. – 2015. – С. 56–60.
5. Девятникова Л.А. Потенциал ресурсосбережения в технологии подготовки круглых лесоматериалов к переработке на щепу // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного*. – 2013. – Т. 88. – С. 188–206.
6. Запруднов В.И. Зависимость упругих постоянных древесно-цементного материала от объёмного содержания компонентов // *Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник*. – 2015. – Т. 19. – № 1. – С. 21–23.
7. Технологические решения для реализации потенциала ресурсосбережения при переработке круглых лесоматериалов на щепу / С.Б. Васильев, Л.А. Девятникова, Г.Н. Колесников, И.В. Симонова. – Петрозаводск, 2013. – 92 с.
8. Титова С.А., Кузьменков А.А. Измельчённая древесина: опыт и перспективы применения (на примере республики Карелия) // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 10–10. – С. 2174–2177.
9. Титова С.А. Влияние крупности древесных частиц на плотность и теплопроводность щепоцементных блоков для малоэтажного строительства // *Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика*. – Воронеж: Воронежская государственная лесотехническая академия, 2014. – Т. 2, № 3–2(8–2). – С. 441–444. – ISSN 2308-8877.
10. Уточнённая модель влияния длины баласа, измельчаемого в дисковой рубительной машине, на размеры частиц древесной щепы / Г.Н. Колесников, Л.А. Девятникова, Н.А. Доспехова, С.Б. Васильев // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. – 2015. – № 105. – С. 413–425.

References

1. Andreev A.A., Kolesnikov G.N. Fundamental research – Sovershenstvovanie tehnologii ispolzovaniya othodov lesopilnykh predpriyatij v proizvodstve drevsesno- cementnykh materialov dlja malojetazhnogo stroitelstva, 2014, no. 6–6, pp. 1139–1143.
2. Borisov A.Ju., Kolesnikov G.N. Modern problems of science and education – Osobennosti zagotovki drevsesiny osiny i ispolzovanie othodov ee pererabotki na skladah lesozagotovitelnykh predpriyatij, 2015, no. 1, pp. 244.
3. Vasilyev S.B. Resources and Technology – Kompleksnye issledovaniya processa proizvodstva shhepy, 2003, no. 4, pp. 13–15.
4. Gorodnichina M.Ju., Titova S.A., Vasilyev S.B., Culaia I.O. Derevjannoe malojetazhnoe domostroenie: jekonomika, arhitektura i resursosberegajushhie tehnologii – Vlijanie frakcionnogo sostava otseva na prochnostnye harakteristiki materiala iz drevsesno- cementnogo kompozita, 2015, pp. 56–60.
5. Devjatnikova L.A. Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University – Potencial resursosberezhenija v tehnologii podgotovki kruglykh lesomaterialov k pererabotke na shhepu, 2013, no. 88, pp. 188–206.
6. Zaprudnov V. I. Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik – Zavisimost uprugih postojannykh drevsesno- cementnogo materiala ot objomnogo soderzhanija komponentov, 2015, vol.19, no. 1, pp. 21–23.
7. Vasilyev S.B., Devjatnikova L.A., Kolesnikov G.N., Simonova I. V. Tehnologicheskie reshenija dlja realizacii potenciala resursosberezhenija pri pererabotke kruglykh lesomaterialov na shhepu, 2013, p. 92.
8. Titova S.A. Kuzmenkov A.A. Fundamental research – Izmelchjonnaja drevsesina: opyt i perspektivy primenenija (na primere respubliky Karelija), 2013, no. 10–10, pp. 2174–2177.
9. Titova, S.A. Aktualnye napravlenija nauchnykh issledovanij XXI veka: teorija i praktika – Vlijanie krupnosti drevsesnykh chastic na plotnost i teploprovodnost shhepoce mentnykh blokov dlja malojetazhnogo stroitelstva, 2014, vol. 2, no. 3–2 (8–2), pp. 441–444.
10. Kolesnikov G.N., Devjatnikova L.A., Dospheva N.A., Vasilyev S. B. Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University – Utochnennaja model vlijanija dliny balansa, izmelchaemogo v diskovoj rubitelnoj mashine, na razmery chastic drevsesnoj shhepy, 2015, no. 105, pp. 413–425.

Рецензенты:

Петров А.Н., д.т.н., профессор, зав. кафедрой архитектуры и геотехники, Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск;
Колесников Г.Н., д.т.н., профессор, зам. директора по НИР Института рационального природопользования на Европейском Севере, Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск.

УДК 621.391:519.21

АНАЛОГО-ЦИФРОВАЯ ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ В СФЕРЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Глухов О.А., Глухов Д.О., Смотрин К.А.

ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», Йошкар-Ола,
e-mail: gluhovoa@volgatech.net, gluhovdo@volgatech.net, smotrinka@volgatech.net

Для анализа техносферной безопасности предлагается применить имитационное моделирование на основе аналого-цифровых электронных схем в программе Multisim-12. Предложенная модель объединяет в себе математическую модель марковских процессов и логические модели на основе деревьев событий. Структурная схема имитационной модели включает набор генераторов псевдослучайных последовательностей (ГСПП), счетчиков для оценки интенсивностей потоков событий и поле для логической схемы, моделирующей причинно-следственные связи сценариев развития угроз безопасности. Необходимое для моделирования количество некоррелированных друг с другом ГСПП реализуется совокупностью аналоговых линий задержки с нелинейными обратными связями. В качестве исходного источника потока случайных событий используется генератор теплового шума с пороговой обработкой. Отличительными преимуществами аналого-цифровой имитационной модели случайных процессов являются: асинхронный режим работы ГСПП, сжатие масштаба времени реальных случайных процессов в техносферной безопасности; простое и наглядное создание и изменение сложных логико-вероятностных структур, описывающих различные сценарии возникновения угроз безопасности; возможности экспорта экспериментальных данных в Labview, Mathcad, MathLab, Excel.

Ключевые слова: случайные процессы, безопасность, имитационное моделирование, аналого-цифровые схемы, псевдослучайные последовательности

ANALOG-DIGITAL IMITATION MODEL FOR RESEARCH STOCHASTIC PROCESSES IN VIEW OF SAFETY

Glukhov O.A., Glukhov D.O., Smotrin K.A.

Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola,
e-mail: gluhovoa@volgatech.net, gluhovdo@volgatech.net, smotrinka@volgatech.net

This study invited to apply imitation modeling based on analog-digital circuitry in the program Multisim 12 for industrial safety analysis. The proposed model combines mathematical model of markovian processes and logical model based on fault tree analysis. Block diagram of the simulation model includes a set of pseudo-random sequence generators (PRSG), counters of the events flow density and a field for logic circuitry modeling causal relationships of security threats scenarios. The uncorrelated PRSGs, required for modeling, are implemented by a set of analog delay lines with non-linear feedbacks. As an initial pseudo-random sequence generator used the thermal noise source with threshold treatment. Distinctive advantages of analog-to-digital simulation models of stochastic processes are: asynchronous mode PRSG, real-time compression of stochastic processes in industrial safety; simple and intuitive creation and modification of complex logical structure describes various scenarios of safety threats; export possibilities of experimental data to Labview, Mathcad, MathLab, Excel.

Keywords: stochastic process, safety, imitation modeling, analog-digital circuitry, pseudo-random sequence

Исследование безопасности в техносфере тесно связано с изучением случайных процессов. Наиболее адекватным методом их описания является применение дискретных по значению и непрерывных во времени случайных процессов, моделирующих потоки событий, формирующих предпосылки и условия возникновения опасных проявлений техносферы. По аналогии с цифровой техникой при таком подходе момент перехода некоторой случайной функции времени от низкого уровня к высокому будет соответствовать моменту возникновения события, длительность этого состояния – длительности существования события, переход от высокого уровня к низкому – моменту его устранения.

В силу сложности вопросов безопасности в качестве инструмента исследования целесообразно применить имитационное моделирование. В общем случае имитационная модель – это логико-математическое описание объекта, которое может быть использовано для экспериментирования на компьютере в целях проектирования, анализа и оценки функционирования объекта. Такую модель можно «проиграть» во времени как для одного испытания, так и заданного их множества. При этом результаты будут определяться совокупностью процессов, имеющих случайный характер. По этим данным можно получить достаточно устойчивую статистику.

В анализе безопасности достаточно распространены методы, основанные

на применении графических структур типа деревьев событий (неисправностей и т.п.) [5]. Принципиально общим у этого направления является использование логических функций булевой алгебры (И, ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ исключающее ИЛИ), которые легко реализуются в программах схемотехнического моделирования.

Для имитационного моделирования авторы предлагают использовать аналого-цифровые электронные схемы, созданные в среде Multisim. Простота и наглядность процедуры изменения структуры дерева событий путем устранения или добавления логических элементов в программе «Multisim» обеспечивает эффективность предлагаемой структуры имитационной модели. Аналогично можно использовать и MicroCAP, Labview и другие программные продукты, предназначенные для схемотехнического моделирования.

В качестве модели источника случайных событий предлагается использовать генератор псевдослучайных чисел, отличительной особенностью которого является большая средняя частота появления сигналов – в зависимости от решаемой задачи её можно выбрать в диапазоне десятков-сотен мегагерц. В итоге реальные события, возникающие в интервалах тысяч – миллионов часов моделируются за доли секунды. На практике степень сжатия во времени определяется взаимодействием компьютера и сложностью цифровой логической схемы, моделирующей структуры деревьев событий, описывающих различные сценарии возникновения угроз безопасности.

Как отмечалось выше, в анализе безопасности широко применяются бинарные состояния типа «исправен-неисправен». Случайные процессы с «качественными» состояниями относятся к категории марковских процессов с непрерывным временем и дискретными состояниями. Понятие «со-

стояние» является качественным и позволяет анализировать самые различные физические процессы. Неотъемлемой частью описания состояния дискретного случайного процесса является понятие «события», под которым будем понимать любой переход из одного состояния в другое. При анализе безопасности событиями являются не только факт возникновения угроз безопасности, но и факт их устранения, поэтому существенно важным является длительность нахождения в этом угрожающем состоянии. Таким образом, имеем два качественных состояния – «0» и «1», соответствующие соответственно состояниям «исправен» и «неисправен». Данный простейший случай двух состояний рассмотрен в [1], где приведены следующие формулы:

$$p_0(t) = \frac{\mu}{\mu + \lambda} + \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \cdot e^{-(\mu + \lambda)t};$$

$$p_1(t) = \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \cdot (1 - e^{-(\mu + \lambda)t}),$$

где λ – интенсивность отказов (переход из состояния 0 в состояние 1); μ – интенсивность восстановления (переход из состояния 1 в состояние 0).

Рассматриваемый поток событий получаем после пороговой обработки случайного процесса, имитируемого генератором теплового шума, схема которого приведена на рис. 1.

Значение интенсивности потока событий задается уровнем порога их обнаружения и определяется количеством пересечений заданного порога за время наблюдения. Таким образом, в предлагаемой модели объединяются два подхода к исследованию случайных процессов в сфере безопасности: на основе теории марковских процессов и с применением логических моделей, описывающих причинно-следственные связи между событиями, формирующими угрозы безопасности.

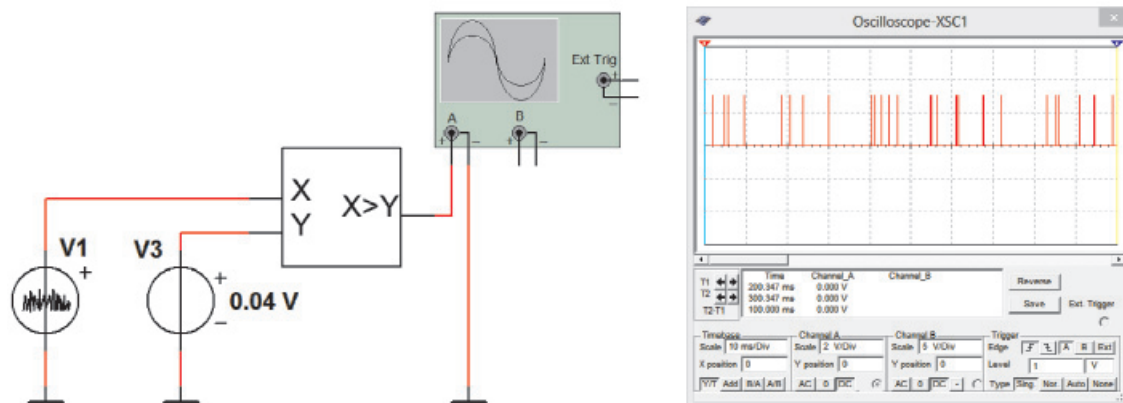


Рис. 1. Схема задающего генератора случайного потока импульсов и генерируемый им поток событий

Важнейшей задачей при реализации аналого-цифровой модели случайных процессов является получение нескольких – в общем случае n – статистически независимых источников потоков случайных событий, то есть случайных последовательностей. Как известно, для получения настоящих случайных последовательностей используют физические источники энтропии – например флуктуации тока в резисторе (тепловой шум), дробовой шум в электронно-вакуумных приборах, детекторы событий ионизирующей радиации или космического излучения и т.п. [2, 4]. В криптографии псевдослучайная цифровая последовательность чаще всего формируется последовательными регистрами сдвига с линейной обратной связью (РСЛОС). Для получения сигнала обратной связи используется элемент «исключающее ИЛИ», реализующий операцию XOR над некоторыми битами регистра, определяемыми последовательностью отводов обратной связи [3, 4]. Этот алгоритм имеет большую скорость работы и генерирует последовательности, статистически неотличимые от случайных. Однако любой генератор псевдослучайных чисел (ГПСЧ) с ограниченными ресурсами рано или поздно закликивается – начинает повторять одну и ту же последовательность чисел. Если порождаемая последовательность ГПСЧ сходится к слишком коротким циклам, то такой ГПСЧ становится предсказуемым и непригодным для практических приложений.

Линейные кодовые последовательности имеют относительно низкую структурную

скрытность. Под скрытностью в криптографии понимают способность противостоять мерам радиотехнической разведки: обнаружению сигнала и определению его структуры на основе оценки ряда его параметров [2]. В нашем случае надо понимать этот термин в широком смысле – как меру хаотичности и случайности. Более высокую структурную скрытность – то есть непредсказуемость – имеют нелинейные последовательности, которые формируются регистрами сдвига с нелинейными обратными связями, например схемой «И». Нелинейная обратная связь допускает нахождение всех разрядов регистра сдвига в нулевом состоянии и обеспечивает выход генератора из него. Это принципиально важно при моделировании редко повторяющихся событий, характерных для сферы безопасности, то есть когда основным состоянием процесса является отсутствие событий.

При предлагаемой имитационной модели в качестве исходного генератора событий предлагается использовать ГСПЧ, реализованный на встроенном в программе Multisim источнике теплового шума V1 и компараторе, реализующем пороговую обработку (рис. 1). При изменении напряжения опорного источника V3, определяющего порог срабатывания компаратора, изменяется интенсивность потока событий.

Получение необходимого количества некоррелированных друг с другом ГСПЧ реализуется схемами задержки с нелинейными обратными связями, имеющими ответвления между двумя линиями задержки (ЛЗ) со случайно выбранными длительностями.

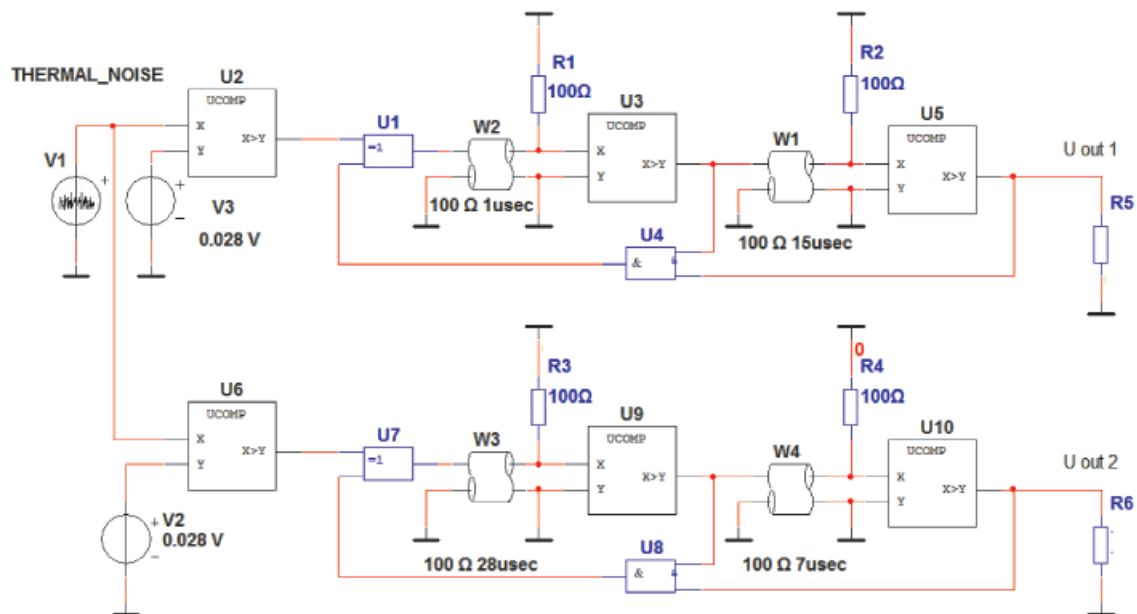


Рис. 2. Схема двух каналов ГСПЧ

Новизной в предлагаемой модели является применение вместо регистров сдвига совокупности ЛЗ. В общем случае количество отрезков линий задержки и соответственно количество ответвлений обратной связи может быть достаточно большим, причем обратные связи могут представлять собой как нелинейные на элементах «И», так и линейные на элементах «исключающее ИЛИ». Параметры ЛЗ задаются перед началом моделирования и их числовые значения являются случайными. Комбинации отношений длительности задержки обеспечивают различные параметры полученных ГСПЧ. Преимущества такого решения заключаются в возможности простого и наглядного изменения параметров ГСПЧ имитационной модели. В минимальной конфигурации достаточно иметь две ЛЗ, что показано на схеме двух каналов ГСПЧ на рис. 2.

Применение ЛЗ обеспечивает асинхронный режим работы источника случай-

ного потока событий, что принципиально отличает предложенную схему от ГПСЧ, применяемых в криптографии, где передача данных происходит по сигналам тактирующего генератора.

Специфика и отличие от ГПСЧ, применяемых в криптографии, заключается также в том, что встроенный в программе Multisim источник теплового шума выполняет функцию как начальной кодовой последовательности, которая постоянно меняется, так и шифруемого сообщения. Начальная кодовая последовательность у всех ГСПЧ получается одинаковой, так как исходный источник теплового шума один, но после прохождения через линии задержки со случайными ответвлениями нелинейной обратной связи эти сигналы становятся некоррелированными. На рис. 3 показаны результаты моделирования при различных параметрах ЛЗ, демонстрирующие возможности разработанной схемы.

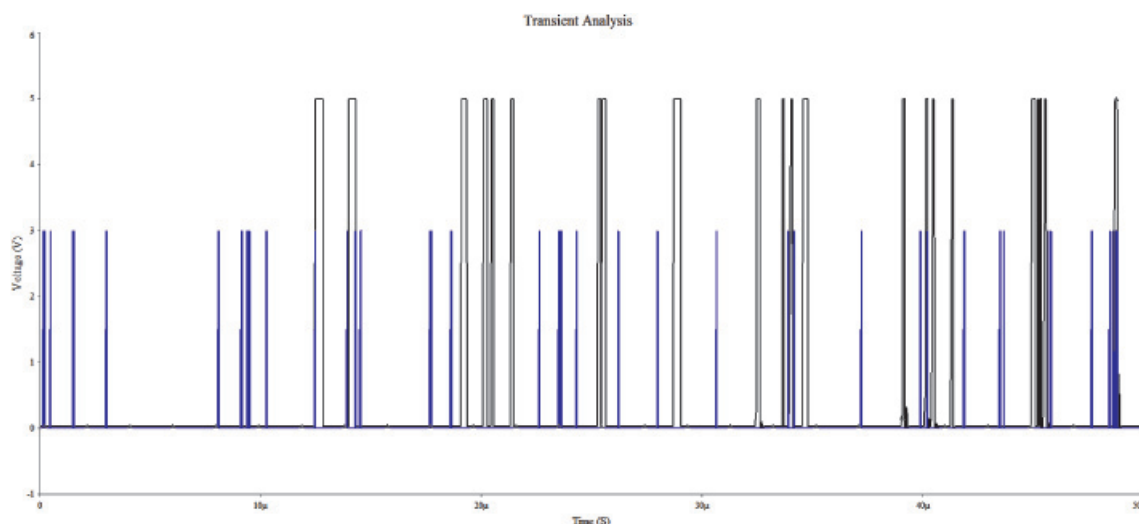


Рис. 3. Пример результатов моделирования в Multisim в режиме Transient analysis

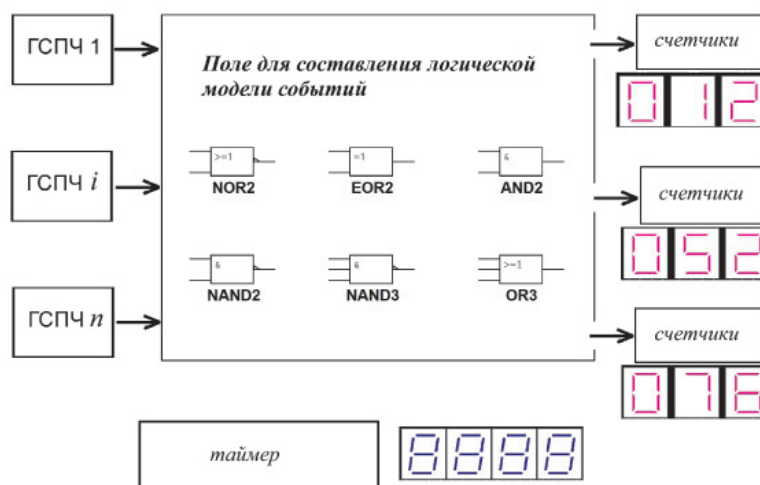


Рис. 4. Структурная схема имитационной модели

Исходный поток событий от задающего генератора случайного потока импульсов одинаков для всех каналов и на осциллограммах показан меньшей амплитудой. Выходной поток показан импульсами черного цвета с большей амплитудой.

Структурная схема имитационной модели приведена на рис. 4. Поле «логическая модель событий» предназначено для построения схемы из логических элементов и связей между ними на основе имеющейся в библиотеке Multisim элементной базы в соответствии с поставленной задачей моделирования. Очевидно, что основными элементами, необходимыми для построения деревьев событий, будут «И» и «ИЛИ», как это и рассмотрено в [5]. В то же время возможности схемотехники Multisim позволяяют моделировать сценарии развития событий, включающие обратные связи, задержки, формирование заданных длительностей существования событий на основе одновибраторов, случайное или детерминированное перераспределение потоков случайных событий по различным вероятным сценариям на основе асинхронных мультиплексоров. Указанные возможности существенно расширяют диапазон применений разработанной модели при анализе безопасности.

Выходными параметрами модели являются счетчики количества событий, подключаемые в необходимые точки логической модели, а также таймер, определяющий интервалы времени от начала моделирования до его завершения. Управление таймером (сигнал «стоп») может осуществляться из любой точки логической схемы. Фактически таймер может измерять время не в секундах, а в количестве тактирующих импульсов, параметры которых задаются при начале моделирования с помощью опций источника «pulse voltage source». Параметры этих импульсов можно интерпретировать как события в реальной жизни: например при анализе пожарной безопасности типичным для объекта является интенсивность потока событий, приводящих к возникновению пожара, составляет порядка $10^{-5} \dots 10^{-7}$ год⁻¹, а в предложенной имитационной модели этот поток будет моделироваться за единицы секунд. Счетчики реализуются на общеизвестных схемах и имеют выход на соответствующие сегментные индикаторы. Таймер реализуется генератором импульсов и счетчиком.

Выводы

Предложенная модель объединяет в себе математическую модель марковских процессов с непрерывным временем

и дискретными состояниями и логические модели, описывающие деревья событий и наиболее полно соответствующие реальным физическим процессам в сфере безопасности.

Отличительными преимуществами аналого-цифровой имитационной модели случайных процессов являются:

- сжатие масштаба времени реальных случайных процессов в техносферной безопасности (например, при анализе рисков пожара) в миллионы – миллиарды раз;
- простое и наглядное создание и изменение сложных логико-вероятностных структур (деревья событий, деревья отказов и т.п.), описывающих различные сценарии возникновения угроз безопасности;
- широкие возможности для обработки полученных экспериментальных статистических данных с возможностью их экспорта в специализированные программы для дальнейшей математической обработки (Labview, Mathcad, MathLab, Excel).

Список литературы

1. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. – М.: Высш. шк., 2000. – 383 с.: ил.
2. Помехозащищенность радиосистем со сложными сигналами / Г.И. Тузов, В.А. Сивов, В.И. Прытков. – М.: Радио и связь, 1985. – 264 с.
3. Сизоненко А.Б. Многоканальный цифровой источник шума на основе рекуррентного регистра сдвига // Спецтехника и связь. – 2012. – № 3. – С. 51–54.
4. Horowitz, Paul, and Winfield Hill. The Art of Electronics. – 2nd ed. – Vol. 2. Cambridge: Cambridge UP, 1989. Print.
5. IEC 31010:2009 Risk management – Risk assessment techniques.

References

1. Vencel E.S., Ovcharov L.A. Teorija sluchajnikh processov i ejo inzhenernye prilozhenija (Theory of stochastic process and engineering applications). Moscow, High school Publ., 2000. 383 p.
2. Tuzov G.I., Sivov V.A., Prytkov V.I. Pomekhozashchishhonnost radiosistem so slozhnymi signalami (Jamming protection of radio systems with complex signals). Moscow, Radio and Comm. Publ., 1985. 264 p.
3. Sizonenko A.B. Mnogokanalnyy tsifrovoy istochnik shuma na osnove rekurrentnogo registra sdviga // Spetstekhnika i svyaz no. 3, 2012, pp. 51–54.
4. Horowitz, Paul, and Winfield Hill. The Art of Electronics. 2nd ed. Vol. 2. Cambridge: Cambridge UP, 1989. Print.
5. IEC 31010:2009 Risk management – Risk assessment techniques.

Рецензенты:

Рябов И.В., д.т.н., профессор, Поволжский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола;

Скулкин Н.М., д.т.н., профессор, Поволжский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола.

УДК 004.896

РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ КИНЕМАТИКИ ДЛЯ МАНИПУЛЯЦИОННОГО РОБОТА МЕТОДОМ ШТРАФНЫХ ФУНКЦИЙ

Дыда А.А., Оськин Д.А.

Дальневосточный федеральный университет, Владивосток;
Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского,
Владивосток, e-mail: adyda@mail.ru, daoskin@mail.ru

Решение обратной задачи кинематики является одной из традиционных проблем для робототехнических систем. Суть ее заключается в нахождении обобщенных координат манипуляционного робота, при которых схват манипулятора находится в заданной точке рабочего пространства с заданной ориентацией. В большинстве случаев обратная задача кинематики не имеет единственного решения. В настоящей работе для приближенного решения обратной задачи кинематики многозвенового манипулятора применен метод штрафных функций. Заданное пространственное положение схвата манипуляционного робота рассматривается как ограничение и учитывается как штрафная функция в дополнение к исходной целевой функции. Получена схема решения задачи минимизации расширенного критерия и, следовательно, обратной задачи кинематики, основанная на градиентном методе. Приводятся и обсуждаются результаты компьютерного моделирования.

Ключевые слова: манипуляционный робот, обратная задача кинематики, метод штрафных функций

INVERSE KINEMATICS PROBLEM FOR MANIPULATOR ROBOT BY PENALTY FUNCTION METHOD

Dyda A.A., Oskin D.A.

Far Eastern Federal University, Vladivostok;
Admiral Nevelskoy Maritime State University, Vladivostok, e-mail: adyda@mail.ru, daoskin@mail.ru

A solution of inverse kinematics problem is one of traditional problems of robotic system. Its essence consists in finding of robot generalized coordinates which provide a given position and orientation of manipulator end-effector in a workspace. In most cases, an inverse kinematics problem has not a unique solution. In this paper, a penalty function method is applied for solving of inverse kinematics problem for manipulator robot. Given space position of robot end-effector is considered as constrain and taken into account as additional term for optimization function. The gradient method-based scheme to minimize an extended criterion and, hence, inverse kinematics problem is derived. Results of computer experiments are given and discussed.

Keywords: robot manipulator, inverse kinematics problem, penalty function method

При синтезе систем управления манипуляционными роботами (МР) требуется решать задачи кинематики. Различаются прямая и обратная задачи кинематики (ОЗК). Прямая задача кинематики состоит в определении пространственного положения и ориентации характерной точки (схвата МР) по известным значениям обобщенных координат. Обратная задача кинематики робота-манипулятора заключается в определении обобщенных координат (ОК) МР по известному угловому и линейному местоположению схвата манипулятора. Прямая задача решается однозначно, в то время как ОЗК, представляющая собой противоположную задачу, как правило, не имеет единственного решения [3–5].

Формулировка ОЗК

По заданному (6×1) вектору линейных координат положения и угловых координат ориентации схвата МР

$$S_c = (x_c, y_c, z_c, \varphi_c, \theta_c, \psi_c)^T$$

вычисляется $(n \times 1)$ вектор обобщенных координат звеньев

$$q = (q_1, q_2, \dots, q_n)^T,$$

где x_c, y_c, z_c – пространственные координаты положения схвата МР; $\varphi_c, \theta_c, \psi_c$ – угловые координаты ориентации схвата МР, $q_i, i = 1 \dots n$ – обобщенные координаты звеньев МР [1].

Методы решения ОЗК для МР можно разделить на точные (аналитические) и приближенные (итерационные). В результате использования точных методов вектор ОК удастся получить в виде аналитической зависимости геометрических параметров кинематической схемы МР. В этом случае процесс нахождения искомого вектора ОК по вектору положения и ориентации схвата МР при известной кинематической схеме сводится к вычислению значений заранее полученных аналитических зависимостей. Но точное решение удастся получить не для любой кинематической схемы манипулятора.

Приближенные методы – это методы численного решения уравнений связи. Они оказываются работоспособными для любых кинематических схем. Однако это связано с использованием рекуррентных процедур. Среди них можно выделить группу методов, основанных на использовании матрицы Якоби: метод Ньютона, метод Гаусса – Ньютона, метод Левенберга – Марквардта [1].

Метод штрафных функций для решения ОЗК

В статье развивается новый метод решения обратных задач кинематики роботоманипуляторов, основанный на использовании метода штрафных функций. Метод штрафных функций относится к группе не прямых методов решения задач нелинейного программирования [2].

Рассмотрим методику применения метода штрафных функций на примере нахождения ОК для трехзвенного планарного манипулятора.

Координаты положения схвата МР (x_c, y_c) для приведенной конфигурации (рис. 1) определяются из соотношений

$$x_c = \sum_{i=1}^n l_i \cdot \cos q_i; \quad y_c = \sum_{i=1}^n l_i \cdot \sin q_i, \quad (1)$$

где $l_i, i = 1 \dots 3$ – длины звеньев МР.

Рассмотрим критерий

$$J = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n q_i^2 \rightarrow \min. \quad (2)$$

Введем расширенный критерий

$$J_p = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n q_i^2 + \frac{1}{2} \mu_1 \left(x_c - \sum_{i=1}^n l_i \cdot \cos q_i \right)^2 + \frac{1}{2} \mu_2 \left(y_c - \sum_{i=1}^n l_i \cdot \sin q_i \right)^2 \rightarrow \min, \quad (3)$$

где μ_1, μ_2 – весовые коэффициенты.

Для минимизации расширенного критерия воспользуемся методом градиента. Для этого вычислим частные производные по обобщенным координатам:

$$\frac{\partial J_p}{\partial q_i} = q_i + \mu_1 \left(x_c - \sum_{i=1}^n l_i \cdot \cos q_i \right) \cdot l_i \cdot \sin q_i + \mu_2 \left(y_c - \sum_{i=1}^n l_i \cdot \sin q_i \right) \cdot (-l_i \cdot \cos q_i). \quad (4)$$

Таким образом, значения обобщенных координат определяются из соотношения

$$\dot{q}_i = -\gamma \frac{\partial J_p}{\partial q_i}, \quad (5)$$

где $\gamma > 0$ – коэффициент, определяющий скорость настройки.

Приведенный алгоритм реализован в среде Matlab. При проведении численных экспериментов рассматривались два варианта движения МР:

– выход схвата в точку с заданными координатами $(x_c, y_c) = (0,24 \text{ м}; 0,12 \text{ м})$. На рис. 2 приведены решения дифференциальных уравнений (5) при различных значениях весовых коэффициентов μ_1, μ_2 . Также приведены величины отклонений между установившимся и желаемым положением характерной точки МР $e_x = x_{\text{уст}} - x_c, e_y = y_{\text{уст}} - y_c$;

– движение схвата МР по заданной программной траектории

$$\begin{cases} x_c(t) = A_x \sin(\omega t); \\ y_c(t) = A_y(1 + \sin(\omega t)), \end{cases}$$

где $A_x = 0,12 \text{ м}, A_y = 0,24 \text{ м}, \omega = 0,75 \text{ рад/с}$.

На рис. 3 приведены программные траектории движения схвата МР при различных значениях весовых коэффициентов μ_1, μ_2 . Также приведены величины максимальных отклонений при движении по программной траектории $e_{x\text{max}}, e_{y\text{max}}$.

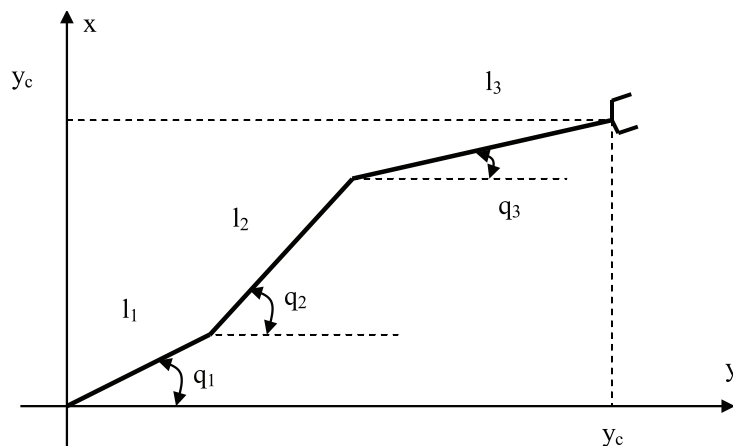


Рис. 1. Трехзвенный манипулятор

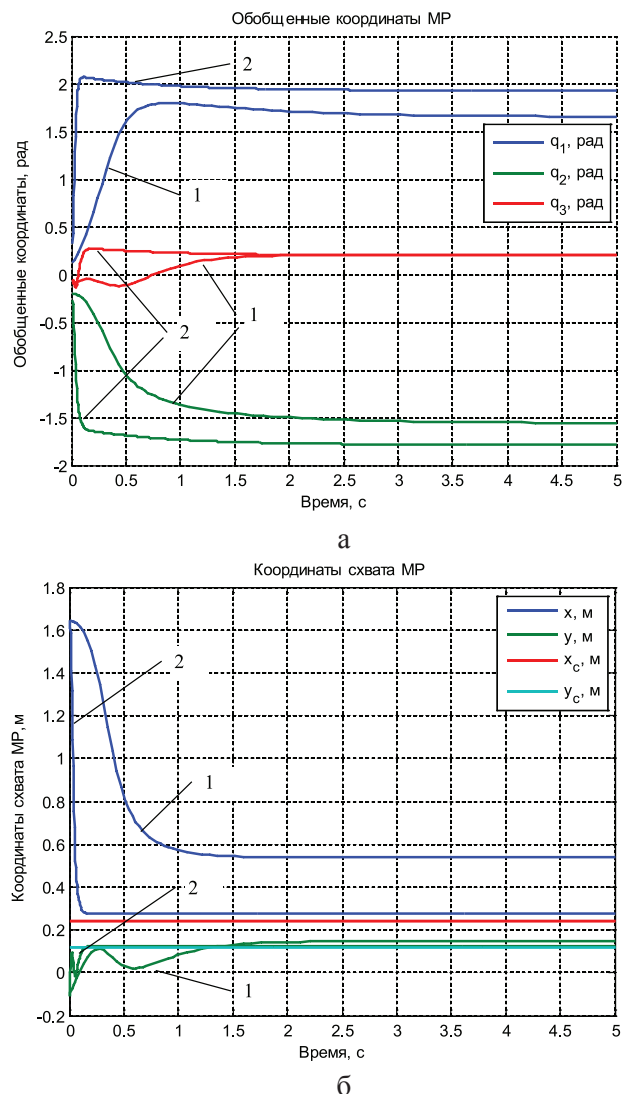


Рис. 2. Обобщенные координаты МР (а), координаты схвата МР (б).
 Моделирование при $1 - \mu_1 = \mu_2 = 1$. Расхождение $e_x = 0,2995$ м, $e_y = 0,0264$ м;
 $2 - \mu_1 = \mu_2 = 10$. Расхождение $e_x = 0,0360$ м, $e_y = 0,0038$ м

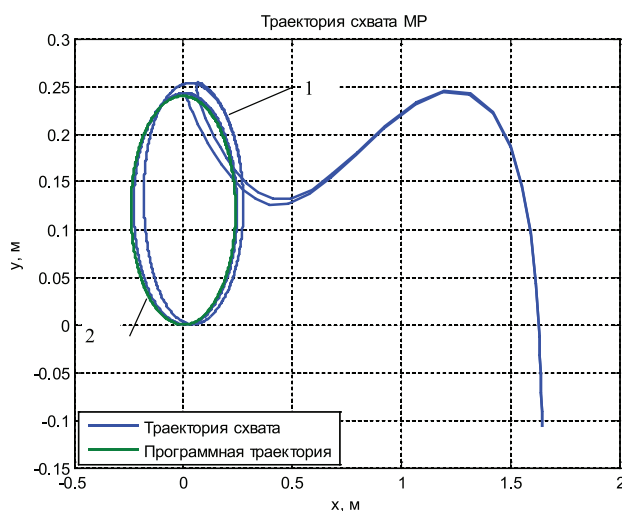


Рис. 3. Программная траектория движения схвата МР.
 1 – моделирование при $\mu_1 = \mu_2 = 5$. Расхождение $e_{x\max} = 0,114$ м, $e_{y\max} = 0,0023$ м.
 2 – моделирование при $\mu_1 = \mu_2 = 50$. Расхождение $e_{x\max} = 0,0135$ м, $e_{y\max} = 0,003$ м

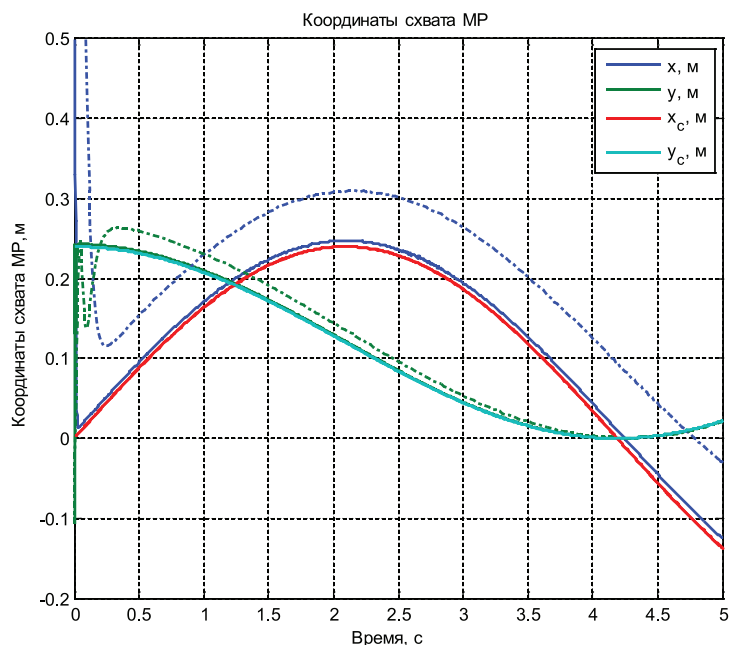


Рис. 4. Координаты схвата МР.

1 – моделирование при $\mu_1 = \mu_2 = 5$ (штрихпунктирные линии).
2 – моделирование при $\mu_1 = \mu_2 = 50$ (сплошные линии)

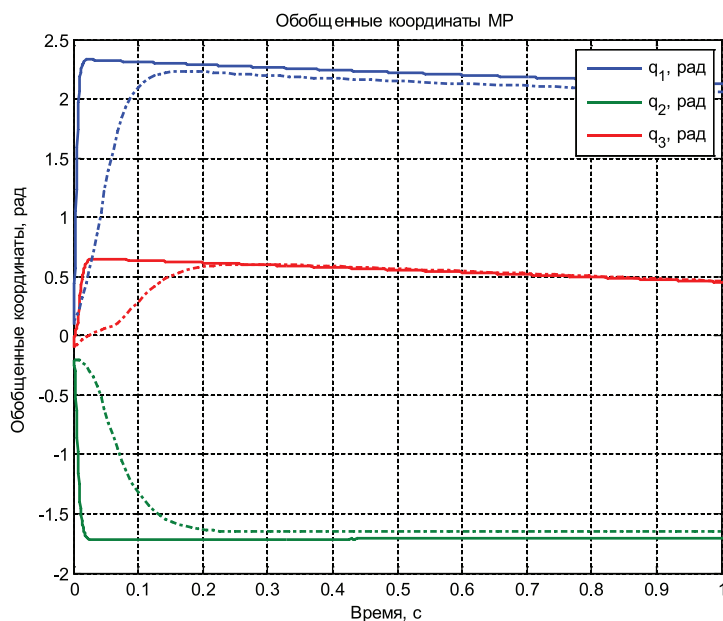


Рис. 5. Обобщенные координаты схвата МР.

1 – моделирование при $\mu_1 = \mu_2 = 5$ (штрихпунктирные линии).
2 – моделирование при $\mu_1 = \mu_2 = 50$ (сплошные линии)

На рис. 4, 5 приведены графики, показывающие переходные процессы координат схвата и обобщенных координат МР.

Как видно из приведенных графиков, с течением времени происходит стабилизация решений дифференциальных уравнений и их стремление к установившимся значениям за конечное время. Также необ-

ходимо отметить, что увеличение значений весовых коэффициентов μ_1 , μ_2 приводит к ускорению схождения решения.

Заключение

В результате численного решения дифференциальных уравнений для любых начальных значений обобщенных координат

МР из их рабочих диапазонов его обобщенные координаты примут в конечный момент времени значения, соответствующие требуемому положению схвата МР, и, следовательно, приведут к решению ОЗК.

Достоинства используемого метода заключаются в единственности решения для заданной кинематической схемы МР и начального состояния манипулятора, высокой точности решения и быстрого действия.

Работа поддержана Министерством науки и образования Российской Федерации, Государственный контракт 02G25.31.0025.

Список литературы

1. Ростов Н.В. Анализ алгоритмов решения обратных задач кинематики в системах управления движением роботов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2014. – Вып. 5(205). – Р. 93–99.
2. Трифонов А.Г. Постановка задачи оптимизации и численные методы ее решения [электронный ресурс] // SoftLine Co. Свободный режим доступа: http://matlab.exponenta.ru/optimiz/book_2/index.php (дата обращения: 12.10.2015).
3. Фу К., Гонсалес Р., Ли К. Робототехника: пер. с англ.; под ред. В.Г. Градецкого. – М.: Мир, 1989. – 624 с.
4. Шахинпур М. Курс робототехники: пер. с англ.; под ред. С.Л. Зенкевича. – М.: Мир, 1990. – 527 с.

5. Юревич Е.И. Основы робототехники: учеб. для вузов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.

References

1. *Rostov N.V.* Analiz algoritmov resheniya obratnykh zadach kinematiki v sistemax upravleniya dvizheniem robotov, Nauchno-texnicheskie vedomosti SPbGPU. Informatika. Telekommunikacii. Upravlenie, 2014, vypusk 5(205), 93–99.
2. *Trifonov A.G.* Postanovka zadachi optimizacii i chislennye metody ee resheniya [elektronnyj resurs] A.G. Trifonov. SoftLine Co. Svobodnyj rezhim dostupa: http://matlab.exponenta.ru/optimiz/book_2/index.php (data obrashheniya: 12.10.2015).
3. *Fu K., Gonsales R., Li K.* Robototexnika. Per. s angl. pod red. V.G. Gradeckogo. M.: Mir, 1989. 624 p.
4. *Shaxinpur M.* Kurs robototexniki. Per. s angl. pod red. S.L. Zenkevicha. M.: Mir, 1990. 527 p.
5. *Yurevich E.I.* Osnovy robototexniki: ucheb. dlya vuzov. SPb.: BHV-Peterburg, 2005. 416 p.

Рецензенты:

Завьялов В.В., д.т.н., профессор кафедры технических средств судовождения, Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского, г. Владивосток;

Верёвкин В.Ф., д.т.н., профессор кафедры электрооборудования и автоматики судов, Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского, г. Владивосток.

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЗАКАЧКИ АЗОТА В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Игнатьев Н.А., Синцов И.А.

ФГБОУ ВО «Тюменский государственный нефтегазовый университет»,
Тюмень, e-mail: punker91@list.ru

В данной статье рассматривается возможность применения азота для закачки в нефтяные и газоконденсатные залежи для увеличения нефте- и конденсатоотдачи на основе исследований зарубежных ученых. За счет своей широкой распространенности, дешевизны и отсутствия корродирующего эффекта азот является наиболее предпочтительным агентом закачки среди неуглеводородных газов. Азот обладает низкой способностью смешиваться с нефтью, однако достаточно успешно испаряет углеводородную жидкость в пластовых условиях и может применяться для гравитационного вытеснения. Азот может служить продавочным агентом при закачке в залежи метана и углекислого газа. Реализация закачки азота на месторождениях США и стран Ближнего Востока позволила увеличить текущую нефтеотдачу. В текущих макроэкономических условиях закачка азота является реальной альтернативой сайклинг-процессу.

Ключевые слова: закачка азота, повышение нефтеотдачи, несмешивающееся вытеснение, поддержание пластового давления

EXPERIENCE AND PROSPECTS OF NITROGEN INJECTION IN OIL&GAS INDUSTRY

Ignatev N.A., Sintsov I.A.

Federal Budget Educational Institution of Higher Education
«Tyumen State Oil and Gas University», Tyumen, e-mail: punker91@list.ru

This article reviews the studies of foreign scientists dedicated to the application of nitrogen injection into oil and gas condensate reservoirs in order to increase hydrocarbon recovery factor. Being widespread, of low cost, and lacking corrosive effect, nitrogen is the preferred injection agent among non-hydrocarbon gases. Nitrogen has poor miscibility with oil; however, it effectively vaporizes the hydrocarbon liquid at reservoir conditions, and can be applied for gravity drainage. Nitrogen can serve as a displacement agent for injection into deposits of methane and carbon dioxide. The implementation of nitrogen injection at the oil and gas fields of the United States and the Middle East has increased current oil recovery. In the current macroeconomic environment, nitrogen injection is a viable alternative to cycling process.

Keywords: nitrogen injection, enhanced oil recovery, immiscible displacement, reservoir pressure maintenance

В настоящее время растворенные в газе жидкие углеводороды (конденсат, пропан-бутановая фракция) являются ценнейшим сырьем для нефтехимической промышленности и уже рассматриваются не менее важным целевым продуктом, чем природный газ. В связи с этим увеличение объемов добычи конденсата становится все более актуальной задачей. Основной причиной снижения коэффициента извлечения конденсата (КИК) является выпадение тяжелых углеводородных компонентов газа в жидкую фазу при снижении давления в залежи ниже давления насыщения. Одним из способов увеличения нефте- и конденсатоотдачи пластов является поддержание пластового давления путем закачки неуглеводородных газов.

Задачей выбора рабочего агента является достижение баланса позитивных и негативных факторов, сопровождающих закачку в пласт конкретного газа в специфических условиях выбранного месторождения. Несмотря на высокие показатели

вытеснения нефти при закачке углекислого газа, использование CO_2 ограничено ввиду его дороговизны и высокой степени коррозионного влияния на скважинное оборудование. Лучшей альтернативой метану среди неуглеводородных газов является азот. Огромные запасы азота присутствуют в атмосферном воздухе, а методы его получения достаточно просты, дешевы и хорошо изучены. Азот обладает низкой коррозионной активностью, что очень важно для бесперебойной работы скважинного оборудования. Физико-химические свойства N_2 также хорошо сочетаются со свойствами пластовых флюидов. К недостаткам применения азота стоит отнести плохую смешиваемость с нефтью, тем не менее его использование при правильном подходе к управлению разработкой технологически и экономически оправдано [4].

Возможность использования неуглеводородных газов для повышения нефте- и конденсатоотдачи активно рассматривается зарубежными нефтегазовыми компаниями

с начала 1970-х годов [5]. В промышленной практике азот применяется как:

- агент продавки при закачке порций углекислого газа, природного газа и других компонентов при смешиваемом вытеснении. CO_2 и природный газ характеризуются высоким коэффициентом вытеснения нефти, однако ввиду их растущей стоимости и возможного отсутствия необходимых для прокачки объемов использование дополнительных продажных объемов азота считается приемлемым способом повышения нефтеотдачи;

- альтернатива природному газу при поддержании пластового давления путем нагнетания в газовую шапку нефтяной залежи. Суть данного метода заключается в замене добываемого на промысле углеводородного газа более дешевым азотом. Кроме того, за счет внутрипластовой сегрегации азот постепенно становится барьером между нефтяной и газовой частями залежи, в результате чего, ввиду плохой смешиваемости с нефтью, минимизирует риски прорыва к забою добывающих скважин и обеспечивает так называемое «гравитационное вытеснение»;

- вытеснение «целиков» высоковязкой нефти при реализации заводнения. В ситуации, когда имеет место защемление мало-подвижной нефти в структурных поднятиях залежи, бурение дополнительных добывающих скважин несет в себе серьезные риски для экономики проекта. В данном случае азот используется для понижения вязкости нефти и гравитационного вытеснения при закачке в отдельную скважину;

- вытеснение газа газовой шапки. При наличии значительных запасов газа в газовой шапке и значительной выработке нефтяной части залежи азот может применяться для доизвлечения объемов природного газа путем прокачки дополнительных объемов азота;

- смешиваемое вытеснение нефти. Данный метод применим при наличии резервуара с маловязкой нефтью, способной смешиваться с азотом при пластовых давлениях и температуре;

- поддержание пластового давления в газоконденсатной залежи.

Широкий спектр применения азота связан с положительными результатами многочисленных лабораторных исследований [2]. Эксперименты по контактному испарению (CVD) углеводородной жидкости при нагнетании N_2 показали, что при заполнении азотом 50 % порового объема коллектора происходит испарение до 16 % жидкой фазы из смеси. Анализ опытов по прокачке азота через керн, насыщенный «тяжелой» нефтью, свидетельствует о том, что смешивания углеводородов с агентом не происходит, однако при эквивалентных пластовым

давлению и температуре азот достаточно инертен, и его свойства сопоставимы со свойствами пластового флюида, что положительно сказывается на процессе фильтрации в поровом пространстве.

Процесс производства азота из воздуха делится на пять стадий:

- 1) сжатие воздуха до 0,6–0,7 МПа при помощи компрессоров осевого или центробежного типа;

- 2) удаление примесей (водяной пар, углекислый газ и др.) механическим способом за счет их адсорбции в теплообменнике при низких температурах;

- 3) охлаждение в теплообменнике блочного типа до температуры -196°C ;

- 4) разделение азота и кислорода за счет низкотемпературной дистилляции;

- 5) сжатие азота до необходимого давления закачки при помощи центробежных насосов или насосов возвратно-поступательного действия.

В состав установки по производству азота входят газовая турбина, компрессор, рабочий двигатель, адсорбционные емкости, теплообменник, молекулярные сита для удаления примесей, резервуары для дистилляции [9]. На сегодняшний день имеется несколько модификаций станций для производства азота, наибольшей популярностью пользуются станции адсорбции мембранного типа. Большинство месторождений Российской Федерации расположены в северных районах с суровыми климатическими условиями, поэтому необходимость в дополнительной холодильной камере для азотной установки отсутствует. В настоящее время ряд российских производителей предлагает азотные установки блочного типа, которые отличаются компактностью и простотой конструкции, но при этом значительно уступают зарубежным по объемам производства – до 60 тыс. $\text{м}^3/\text{сут}$, тогда как крупнейшая азотная установка в США может производить до 120 тыс. $\text{м}^3/\text{сут}$. Некоторые отечественные компании-операторы используют самоходные азотные установки для проведения освоения скважин, однако данные установки также характеризуются малой производительностью (до 40 тыс. $\text{м}^3/\text{сут}$).

Несмотря на большое число предпосылок к использованию азота для увеличения нефтеотдачи, ни один из проектов не обходится без тщательного анализа технико-технологических и экономических показателей. Одним из примеров применения азота является Fordoche Field – нефтегазоконденсатное месторождение в штате Луизиана, США [7]. Коллектор представляет собой песчаник со средней проницаемостью 6 мД, пористостью 20 %, характер насыщения –

легкая маловязкая нефть и газоконденсатная шапка. На этапе подбора агента вытеснения были исключены вода (негативное влияние на ОФП по нефти) и природный газ (как продукт для реализации). Лабораторные исследования и данные 3D-моделирования показали высокую эффективность азота при несмешивающемся вытеснении нефти, и было принято решение реализовать закачку смеси из 70% азота и 30% метана в купольную часть залежи (рис. 1).

После этого закачка азота была прекращена, а поддержание давления осуществлялось осушенным природным газом.

Необходимо отметить, что реализация закачки азота в нефтяные залежи всегда сопровождается особым комплексом мероприятий по управлению закачкой и тщательным мониторингом работы добывающего фонда. Частые исследования состава продукции на концентрацию азота необходимы для своевременного выявления

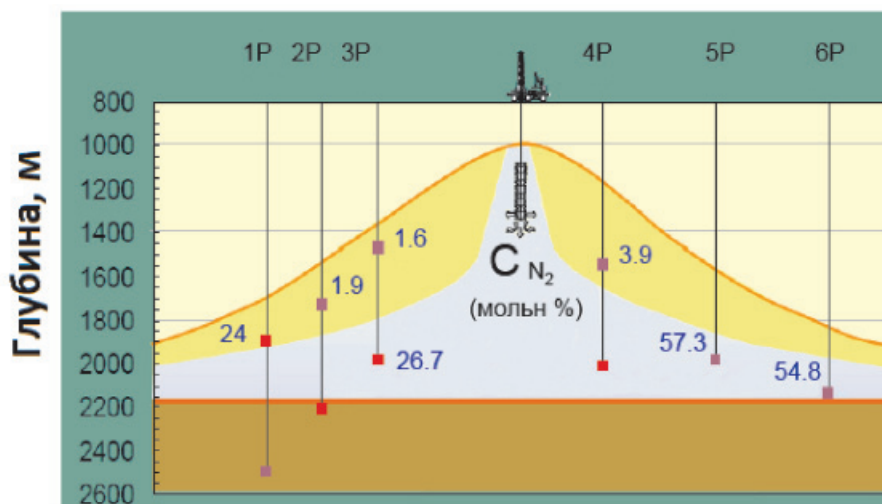


Рис. 1. Концентрации азота при закачке в купольную часть залежи, Fordoche Field

Реализация закачки смеси N_2 и CO_2 с 1979 года на протяжении двух лет позволила увеличить текущую нефтеотдачу пласта при незначительной степени истощения, однако ввиду ряда экономических проблем, среди которых присутствует снижение стоимости продукции, реализация проекта была остановлена раньше намеченных сроков. Отмечается, что прорывы азота в добывающие скважины не были зафиксированы, однако концентрация азота возросла в среднем на 4% в год.

Закачка азота была реализована на кластере месторождений штата Вайоминг, США. Рассматриваемая газоконденсатно-нефтяная залежь Rocky Mountains представляет песчаный пласт с высокой степенью слоистой неоднородности и низкой проницаемостью (2 мД). Истощение залежи на момент реализации составляло 40%, при этом было достигнуто давление насыщения. Прокачка смеси из 35% азота и 65% метана позволила поддерживать постоянную добычу конденсата на протяжении нескольких лет, но после закачки азота свыше 0,6 порового объема залежи доля жидких углеводородов стала резко снижаться. Данный факт совпал с увеличением концентрации азота в продукции скважин до 90% по газовой

и предотвращения прорывов нагнетаемого агента, регулирования процесса закачки, изменения соотношения при закачке смеси газов [1]. Особенности применения азота для поддержания пластового давления также могут внести коррективы в размещение проектного фонда месторождения.

В современных условиях низкой рыночной стоимости нефти закачка азота в нефтяные залежи может не только не оправдать затрат на дополнительное оборудование, но и серьезно ухудшить экономику проекта. В то же время текущая ситуация не повлияла на цену газового конденсата, в связи с чем азот можно рассматривать для увеличения КИК на крупных газоконденсатных месторождениях севера Тюменской области.

Несмотря на продолжающиеся исследования в данном направлении, основным способом повышения конденсатоотдачи пластов до сих пор считается обратная закачка газа в залежь для поддержания пластового давления выше давления насыщения. В работах зарубежных авторов [8, 6] приведен анализ возможности применения азота в качестве агента закачки. Лабораторные исследования показали, что закачка азота в залежь позволяет снизить давление

насыщения и продлить таким образом стабильную добычу конденсата. Одной из проблем является высокая степень дисперсии между молекулами азота и жирного газа в пластовых условиях. Данный факт зависит от геологического строения залежи: высокая степень дисперсии характерна для однородных коллекторов; в гетерогенном коллекторе дисперсия зависит от скорости нагнетания вытесняющего агента и определяется значением числа Рейнольдса. При высоких значениях числа Рейнольдса, которые характерны для закачки в пластовых условиях, дисперсионное взаимодействие азота и конденсата практически не оказывает влияния на конечную конденсатоотдачу. Опытным путем установлено, что при взаимодействии закачиваемого азота с молекулами конденсата выпавшая жидкость может занимать до 25 % объема (у метана этот показатель равен 18–20 %). Тем не менее, при прокачке азота на уровне 120 % от объема породы наблюдается положительный эффект в виде значительного увеличения коэффициента конденсатоотдачи – до 90 %. Проведенные в работе А.Ю. Юшкова экономические исследования показали, что сайклинг-процесс с использованием осушенного природного газа является экономически неэффективным, в связи с чем рассмотрение азота в качестве альтернативного агента является в большей степени актуальным вопросом. Принципиальная схема реализации закачки азота на газоконденсатном промысле представлена на рис. 2. Перечень

необходимого оборудования для получения азота и последующего отделения от продукции скважин одинаков для нефтяных и газоконденсатных месторождений.

Возможное применение азота для поддержания пластового давления рассматривалось на нескольких газоконденсатных месторождениях ОАЭ [3]. Месторождение Middle East представляет собой крупный однородный газоконденсатный резервуар антиклинального строения. Средняя пористость 18 %, латеральная проницаемость – 10 мД. Разработка месторождения велась с 1974 года, дополнительные мощности для реализации обратной закачки начали строиться с 2001 года. На начальном этапе был проведен ряд РVT-исследований, которые выявили небольшое повышение давления насыщения при взаимодействии азота с пластовым газом. Построение и настройка гидродинамической модели пласта позволили оценить динамику выпадения жидкой фазы в пласте при прокачке природного газа и его смеси с N_2 (рис. 3).

Несмотря на стабилизацию процессов выпадения конденсата, конечная конденсатоотдача при реализации закачки азота всего на 2 % превышает показатели при закачке природного газа. При этом отмечается прорыв азота к ближайшим добывающим скважинам уже через год после начала закачки. Данный проект рассматривается в долгосрочной перспективе с учетом текущих экономических предпосылок. При условии стабильных цен на необходимое оборудование и продукцию реализация проекта возможна в 2020-х годах.

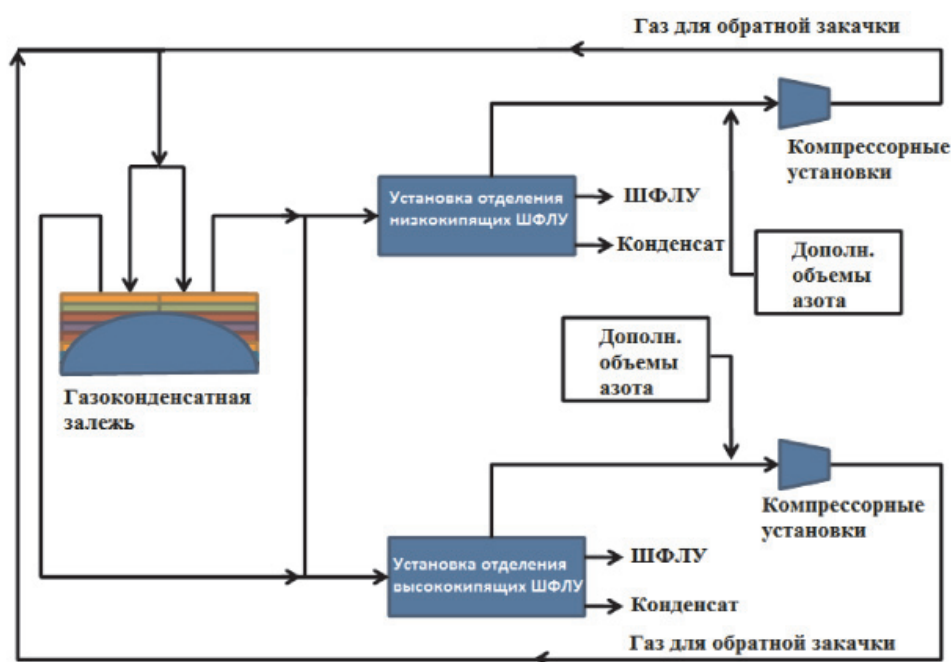


Рис. 2. Схема закачки азота на газоконденсатном промысле

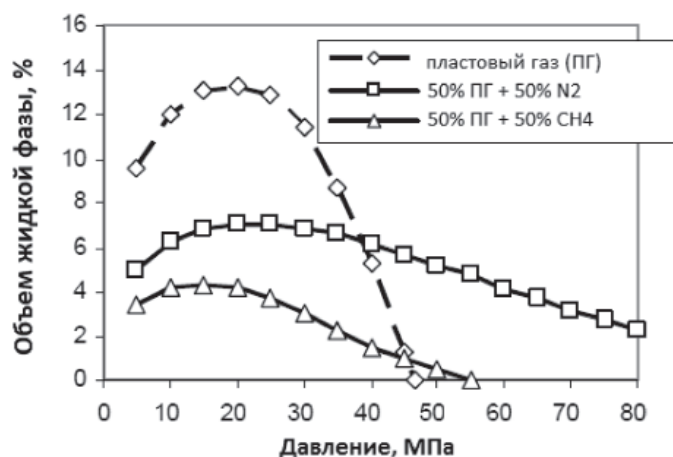


Рис. 3. Выпадение конденсата при прокачке смесей газов

Исследования возможности использования азота также проводились для месторождения Cantarell и юго-восточных активов ОАЭ. Были определены минимальные давления смешивания для конкретных пластов, проведено сравнение с метаном и углекислым газом, по результатам которого азот признан подходящим агентом закачки с учетом технико-технологических и экономических показателей. Однако стоит отметить, что для каждого конкретного месторождения результаты могут быть неодинаковыми вследствие дифференциации по термобарическим условиям и составу пластовых флюидов.

Проведенный обзор отечественных и зарубежных источников позволяет сформулировать следующие выводы:

1) физико-химические свойства азота и его распространенность делают его одним из наиболее доступных и в достаточной степени эффективных агентов для повышения нефте- и конденсатоотдачи пластов;

2) существующие методы получения азота и его отделения от продукции скважин характеризуются высокой степенью изученности, простотой и доступностью;

3) практический опыт вкупе со значительным объемом теоретических исследований свидетельствует о положительном влиянии закачки азота на разработку месторождений углеводородов;

4) наличие в РФ крупных месторождений со значительными запасами конденсата увеличивает важность поиска эффективных методов увеличения конденсатоотдачи, одним из которых может стать закачка азота для поддержания давления в газоконденсатной залежи/шапке.

Список литературы/References

1. Abdulwahab H., Belhaj H. Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference. "Managing the breakthrough of injected nitrogen at a gas condensate reservoir in Abu Dhabi". Abu Dhabi, UAE, 2010.
2. Arevalo J.A., Samaniego F., Lopez F.F., Urquieta E. International Petroleum Conference & Exhibition of Mexico. "On the exploitation conditions of the Akai reservoir considering gas cap nitrogen injection". Villahermosa, Mexico, 1996.
3. Belhaj H., Abu Khalifesh H., Javid K. North Africa Technical Conference & Exhibition. "Potential of nitrogen gas miscible injection in South East Assets, Abu Dhabi". Cairo, Egypt, 2013.
4. Clancy J.P., Philcox J.E., Watt J., Gilchrist R.E. 36th Annual Technical Meeting of the Petroleum Society. "Cases and economics for improved oil and gas recovery using nitrogen". Edmonton, Canada, 1985.
5. Huang W.W., Bellamy R.B., Ohnimus S.W. International Meeting of Petroleum Engineers. "A study of nitrogen injection for increased recovery from a rich condensate gas/volatile oil reservoir". Beijing, China, 1986.
6. Linderman J., Al-Jenaibi F., Ghorri S., Putney K., Lawrence J., Gallet M., Hohensee K. Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference. "Substituting nitrogen for hydrocarbon gas in a gas cycling project". Abu Dhabi, UAE, 2008.
7. Mayne C.J., Pendleton R.W. International Meeting of Petroleum Engineers. "Fordoch: an enhanced oil recovery project utilizing high-pressure methane and nitrogen injection". Beijing, China, 1986.
8. Sanger P.J., Bjornstad H.K., Hagoort J. SPE 69th Annual Technical Conference and Exhibition. "Nitrogen injection into stratified gas-condensate reservoirs". New Orleans, LA, USA, 1994.
9. Tiwari S., Kumar S. SPE Middle East Oil Show. "Nitrogen injection for simultaneous exploitation of gas cap". Bahrain, 2001.

Рецензенты:

Грачев С.И., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», Институт геологии и нефтегазодобычи, ФГБОУ ВО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень;

Сохошко С.К., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Моделирование и управление процессами нефтегазодобычи», Институт геологии и нефтегазодобычи, ФГБОУ ВО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень.

УДК 004.42:614.8

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ БАЗА ДАННЫХ ПО ФОРМИРОВАНИЮ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ СЛУЖБЫ МЕДИЦИНЫ КАТАСТРОФ

Карякин А.А., Карякина О.Е., Мартынова Н.А.

*ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»,
Архангельск, e-mail: biophyzica@gmail.com, novogil@mail.ru*

В статье представлены результаты разработки автоматизированной базы данных, реализующей формирование еженедельных статистических отчетов о деятельности Территориального центра медицины катастроф Архангельской области с указанием количества чрезвычайных ситуаций различного характера, числа пострадавших, погибших и госпитализированных пациентов, что позволяет целенаправленно осуществлять организационно-методическую, аналитическую работу по вопросам прогнозирования и предупреждения чрезвычайных ситуаций на территории области. Достоинством разработанной системы является возможность статистического анализа динамики чрезвычайных и нештатных ситуаций различного характера, систематизации имеющихся данных, выделения основных районов их возникновения и распространения. Использование в деятельности службы медицины катастроф разработанной автоматизированной базы данных позволит осуществлять планирование медико-санитарного обеспечения населения и мероприятий по медицинской защите населения от последствий в чрезвычайных и нештатных ситуациях.

Ключевые слова: медицина катастроф, база данных, чрезвычайные ситуации

THE AUTOMATED DATABASE ON FORMATION STATISTICAL REPORTING OF DISASTER MEDICINE DEPARTMENT

Karyakin A.A., Karyakina O.E., Martynova N.A.

*FSAEI HVE Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk,
e-mail: biophyzica@gmail.com, novogil@mail.ru*

The article presents the results of the automated database, realizing the formation of weekly statistical reports on the activities of the Territorial Emergency Medicine Center of the Arkhangelsk region, indicating the number of emergencies of different nature, the number of victims, killed or hospitalized patients. The automated database allow purposefully to implement organizational and methodical, analytical work on prediction and prevention of emergencies in the region. The advantage of the developed system is the possibility of a statistical analysis of the dynamics emergency and abnormal situations of various character, the systematization of existing data, highlight the main areas of their emergence and spread. Using a software developed in the work of disaster medicine service developed an automated database will allow for planning health care for the population and of measures to protect the public health from the effects of contingency and emergencies.

Keywords: emergency medicine, database emergencies, emergencies

Служба медицины катастроф является неотъемлемой составной частью здравоохранения с собственными органами управления, силами, средствами, обеспечивающими своевременное оказание медико-санитарной помощи населению в чрезвычайных ситуациях [3, 4]. Одним из приоритетных направлений деятельности службы медицины катастроф является создание внештатных и штатных филиалов территориальных центров, которые выполняют функции штабов службы на территориальном уровне и осуществляют организационно-методическое руководство службой медицины катастроф местного уровня [5].

Архангельский областной Центр медицины катастроф создан приказом Департамента здравоохранения администрации Архангельской области от 9 ноября 2000 г. Целью деятельности Территориального центра медицины катастроф является организация предупреждения и ликвидации ме-

дико-санитарных последствий чрезвычайных ситуаций природного, техногенного, социального и биолого-социального характера на территории области, обеспечение готовности областной службы медицины катастроф к своевременному и эффективному оказанию лечебно-профилактической и санитарно-эпидемиологической помощи населению при стихийных бедствиях, катастрофах, эпидемиях и социальных конфликтах [1]. Следует отметить, что к числу основных задач в рамках аналитической деятельности центра медицины катастроф относится сбор, обобщение и детальный статистический анализ информации о произошедших на территории Архангельской области чрезвычайных и нештатных ситуациях, а также их прогнозирование и оценка медико-санитарных последствий. В настоящее время формирование статистической отчетности о деятельности Территориального центра медицины катастроф ведётся

с использованием программного пакета приложений «Microsoft Excel», что затрудняет процесс быстрого формирования отчётов о произошедших чрезвычайных ситуациях и автоматизированную обработку данных.

Цель исследования. Учитывая вышеизложенное, разработка автоматизированной базы данных по оперативному формированию статистической отчетности деятельности Территориального центра медицины катастроф является востребованной и актуальной.

Материалы и методы исследования

При разработке автоматизированной базы данных были использованы сводные статистические отчеты о произошедших на территории Архангельской области чрезвычайных и несчастных ситуациях за период с 2010 по 2014 гг. Анализ динамики основных видов чрезвычайных ситуаций за исследуемый период осуществляли путем расчета показателей оценки временных рядов (абсолютный прирост (убыль), темп прироста (убыли)). Автоматизированная база данных разработана с использованием языка программирования C# в визуальной среде программирования Microsoft Visual Studio 2013 по лицензии C(A)ФУ имени М.В. Ломоносова – Microsoft MSDN AA (Microsoft Dreamspark Standart), идентификатор подписчика – 1204002043, с технологией доступа к данным «ActiveX Data Objects» (ADO). Хранение исходной информации реализовано с применением системы управления базами данных «Microsoft Access».

Результаты исследования и их обсуждение

Архангельская область относится к потенциально катастрофичным регионам, где возможно возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного, природного, социального и экологического характера с большей вероятностью [2].

В рамках настоящего исследования была проанализирована динамика основных видов чрезвычайных ситуаций, произошедших на территории Архангельской области за период 2010–2014 гг. Наибольшее число пострадавших наблюдается в ДТП, при пожарах и вследствие различных биолого-социальных ситуаций.

Ежегодное количество пострадавших в ДТП составило в среднем (367 ± 83) человек ($\bar{T}_{\text{пр}} = 1,0 \%$), погибших – (53 ± 12) ($\bar{T}_{\text{пр}} = 35,0 \%$), госпитализированных (180 ± 54) человек ($\bar{T}_{\text{пр}} = 15,0 \%$) соответственно. Стремительно растёт количество детей, госпитализированных в тяжёлом состоянии с темпом прироста 93 %, число госпитализированных взрослых в состоянии лёгкой степени тяжести ($\bar{T}_{\text{пр}} = 89 \%$). На рис. 1 представлена динамика количества пострадавших в ДТП в Архангельской области за период 2010–2014 гг.

Можно отметить незначительное снижение темпов роста числа пожаров на территории Архангельской области ($\bar{T}_{\text{уб}} = 10,0 \%$) (рис. 2), при этом ежегодно среднее число пострадавших в пожарах остается примерно постоянным и составляет (95 ± 21) , из них погибших – (58 ± 9) , госпитализированных в состоянии различной степени тяжести – (19 ± 5) человек соответственно.

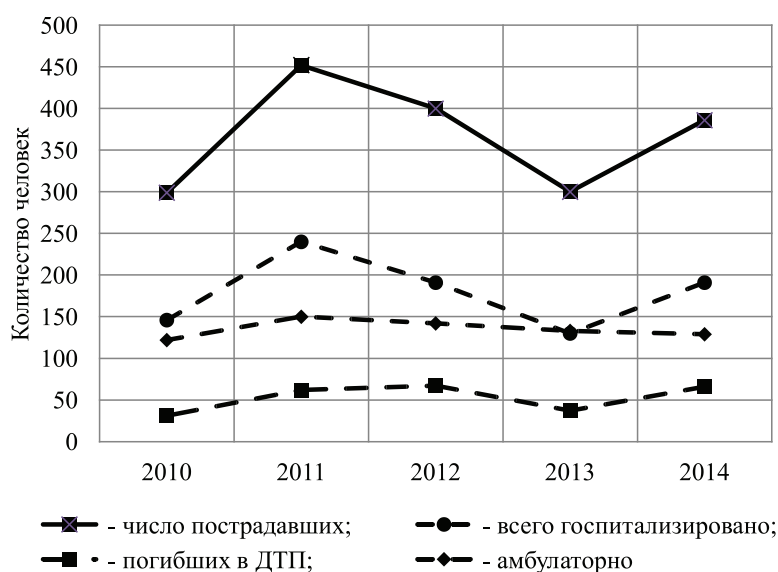


Рис. 1. Динамика количества пострадавших в ДТП за период 2010–2014 гг.

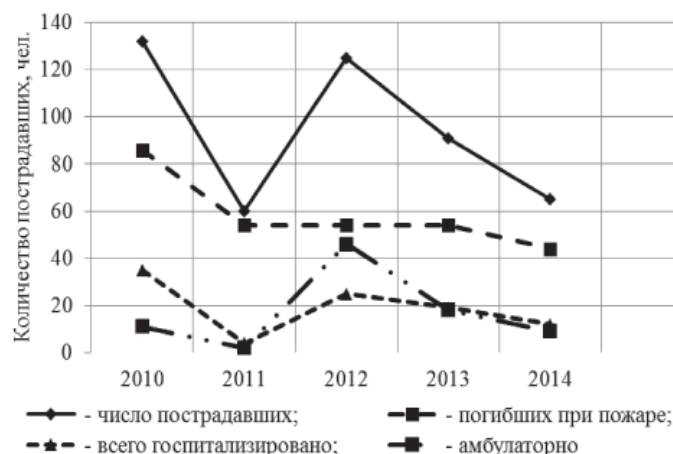


Рис. 2. Динамика количества пострадавших при пожарах за период 2010–2014 гг.

Среди биолого-социальных чрезвычайных ситуаций наибольшее распространение имеют вспышки острых кишечных инфекций, отравления, пневмония и ротавирусная инфекция. Можно отметить тенденцию снижения числа пострадавших ($\bar{T}_{yb} = -20,1 \%$), госпитализированных ($\bar{T}_{yb} = -24,5 \%$) и проходящих лечение амбулаторно ($\bar{T}_{yb} = -26,0 \%$), количество биолого-социальных чрезвычайных ситуаций за анализируемый период имеет тенденцию к снижению.

Ежедневно на пост диспетчера Территориального центра медицины катастроф поступают сведения о произошедших чрезвычайных ситуациях, количестве пострадавших и их распределении по степени тя-

жести, видам оказанной помощи и исходам лечения. Полученную информацию необходимо подвергнуть оперативной обработке и систематизации с целью координации работы подразделений службы медицины катастроф Архангельской области по предупреждению и ликвидации медико-санитарных последствий чрезвычайных ситуаций. Это становится возможным только при использовании современных автоматизированных систем сбора и хранения имеющихся сведений.

В ходе анализа первичных данных были выявлены информационные объекты создаваемой реляционной базы данных, содержащие данные об основных объектах предмета автоматизации. Связи между хранимыми в базе данных отношениями (таблицами) приведены на рис. 3.



Рис. 3. Схема взаимосвязи таблиц в автоматизированной базе данных по формированию статистической отчетности службы медицины катастроф

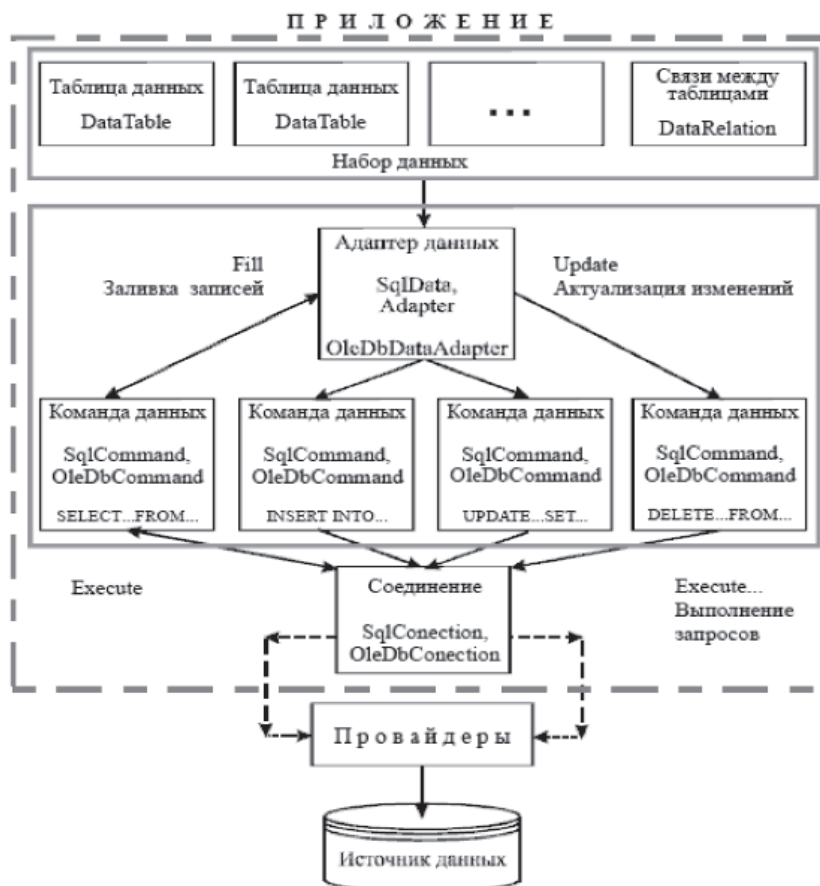


Рис. 4. Структура компьютерной базы данных в ADO.NET

Главный отчёт по ЧС и НС на территории АО в 2015 г.

МЕДИЦИНА
КАТАСТРОФ

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ ЦЕНТР МЕДИЦИНЫ КАТАСТРОФ
163045 г. Архангельск, пр. Ломоносова, 252, тел: 8 (8182) 27 60 11, факс: 8 (8182) 24 23 41 E-mail: aostmk@mail.ru
Сводный отчёт по ЧС, НС и происшествиям на территории Архангельской области в 2015 г.

Дата начала	Дата конца	ДТП	Пострадавших всего:	из них детей	в т.ч. погибло	из них детей	в т.ч. госпитализировано	из них детей	Пожар взрывы
13.04.2015	19.04.2015	13	15	0	2	0	8	0	33
20.04.2015	26.04.2015	13	15	0	2	0	8	0	33
27.04.2015	03.05.2015	13	15	0	2	0	8	0	33
04.05.2015	10.05.2015	13	15	0	2	0	8	0	33
01.01.2015	11.01.2015	27	37	7	6	1	15	5	48
12.01.2015	18.01.2015	11	13	2	1	0	5	2	44
02.05.2015	10.05.2015	13	15	0	2	0	8	0	33
19.01.2015	25.01.2015	13	15	0	2	0	8	0	33
19.01.2015	25.01.2015	13	15	0	2	0	8	0	33
26.01.2015	01.02.2015	5	3	0	1	0	2	0	4
02.02.2015	08.02.2015	3	4	1	2	0	2	1	22
09.02.2015	15.03.2015	7	2	0	2	0	0	0	8
09.02.2015	15.03.2015	7	2	0	2	0	0	0	8
09.02.2015	15.03.2015	7	2	0	2	0	0	0	8
16.02.2015	22.02.2015	13	15	0	2	0	8	0	33
23.02.2015	01.03.2015	13	15	0	2	0	8	0	33
06.04.2015	12.04.2015	13	15	0	2	0	8	0	33
*		197	213	10	36	1	104	8	472

Добавить сводный отчет Экспорт в Word

1 для 17

Рис. 5. Диалоговое окно «Главный отчёт по чрезвычайным и нештатным ситуациям на территории Архангельской области»

Разработанные таблицы были адаптированы для дальнейшего создания программного обеспечения в среде программирования «Microsoft Visual Studio». Центральной структурой разработанной базы данных является набор данных ADO.NET, представляющий собой хранящуюся в памяти реляционную структуру и включающий в себя заданное число таблиц данных – объектов типа «DataTable». Структура компьютерной базы данных в ADO.NET представлена на рис. 4.

Главное окно автоматизированной системы содержит три основных раздела (рис. 5): «Сводный отчет по чрезвычайным и нештатным ситуациям, происшествиям в муниципальных образованиях Архангельской области», «Сведения о чрезвычайных ситуациях на территории области и нештатных ситуациях в муниципальных образованиях», «Главный отчет по чрезвычайным и нештатным ситуациям на территории Архангельской области», в которых содержатся сведения о различных видах чрезвычайных ситуаций, количестве пострадавших и погибших людей. Сводный отчет еженедельно направляется в Министерство здравоохранения и социального развития РФ.

Разработанная компьютерная программа позволяет автоматизировать основные операции со статистическими отчетами о произошедших в Архангельской области чрезвычайных и нештатных ситуациях, предоставляет возможность оперативной разработки планов медико-санитарного обеспечения ликвидации последствий таких ситуаций.

Заключение

Разработанная нами автоматизированная база данных для Территориального центра медицины катастроф Архангельской области позволит:

- автоматизировать ведение учета и регистрацию сведений об основных чрезвычайных и нештатных ситуациях, произошедших на территории области;
- эффективно решать вопросы администрирования, сбора статистической информации и формирования плановых отчетов;
- обеспечить защиту информации от несанкционированного доступа и требуемую скорость оперативного реагирования.

Таким образом, использование разработанной автоматизированной базы данных в деятельности службы медицины

катастроф позволит эффективно без существенных финансовых затрат осуществлять своевременный мониторинг чрезвычайных ситуаций на территории Архангельской области, вести оперативный учет темпов роста дорожно-транспортных происшествий, контролировать ежегодную динамику количества пожаров и биолого-социальных происшествий.

Список литературы

1. Барачевский Ю.Е., Соловьев А.Г., Коряковский Л.Н. Служба медицины катастроф Архангельской области, организация управления и взаимодействия // Экология человека. – 2006. – № 5. – С. 6–11.
2. Вальков А.В. Планирование медико-санитарного обеспечения населения в Архангельской области в чрезвычайных ситуациях: учебно-методич. рекомендации. – Архангельск: Минздравсоцразвития Архангельской области. Центр медицины катастроф ГБУЗ АО «Архангельская областная клиническая больница», 2011. – 31 с.
3. Гончаров С.Ф. Управленческая деятельность Штаба Всероссийской службы медицины катастроф // Медицина катастроф. – 2014. – № 3. – С. 4–10.
4. Евдокимов В.И. Медицина катастроф: наукометрический анализ зарубежных и отечественных журнальных публикаций (2005–2013 гг.) // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2014. – № 2. – С. 90–107.
5. Черняк С.И., Лукина И.Н. Основные направления совершенствования управления службой медицины катастроф регионального уровня // Экология человека. – 2006. – № 5. – С. 3–5.

References

1. Barachevskij Ju.E., Solovjev A.G., Korjakovskij L.N. *Jekologija cheloveka*, 2006, no. 5, pp. 6–11.
2. Valkov A.V. *Minzdravsocrazvitija Arhangelskoj oblasti. Centr mediciny katastrof GBUZ AO «Arhangelskaja oblastnaja klinicheskaja bolnica»*, 2011, 31 p.
3. Goncharov S.F. *Medicina katastrof*, 2014, no. 3, pp. 4–10.
4. Evdokimov V.I. *Mediko-biologicheskie i social'no-psihologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychajnyh situacijah*, 2014, no. 2, pp. 90–107.
5. Chernjak S.I., Lukina I.N. *Jekologija cheloveka*, 2006, no. 5, pp. 3–5.

Рецензенты:

Барачевский Ю.Е., д.м.н., доцент, заведующий кафедрой мобилизационной подготовки здравоохранения и медицины катастроф, ГБОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет», г. Архангельск;

Новожилов Е.В., д.т.н., профессор кафедры биотехнологии и биотехнических систем, ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», г. Архангельск.

УДК 519.816

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ТЯЖЕСТИ СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ КАРДИОХИРУРГИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ

Карякина О.Е., Карякин А.А.

ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»,
Архангельск, e-mail: novogil@mail.ru, biophysica@gmail.com

В статье представлены результаты разработки вероятностно-статистической модели оценки степени тяжести состояния пациентов, перенесших кардиохирургические вмешательства. При создании модели использованы методы многомерной статистической обработки, логистического регрессионного анализа, расчета коэффициентов информативности выделенных предикторов риска неблагоприятного исхода оперативного вмешательства. Полученная модель включает в себя 12 дооперационных, а также 11 интра-/послеоперационных факторов риска. Разработана прогностическая шкала оценки вероятного риска летальности пациентов после кардиохирургических вмешательств, которая была заложена в основу программного модуля, представляющего собой автоматическую систему поддержки принятия решений врача в клинической практике. Прогностическая значимость сформированной модели составила для оценки вероятности выживания 96,4%, летального исхода 98,0%.

Ключевые слова: математическая модель, кардиохирургические вмешательства, риск летальности

SEVERITY ASSESSMENT MODEL AFTER CARDIAC SURGERY

Karyakina O.E., Karyakin A.A.

FSAEI HVE «Northern (Arctic) Federal University»,
Arkhangelsk, e-mail: novogil@mail.ru, biophysica@gmail.com

The article presents the results probabilistic and statistical models for assessing the severity of patients undergoing cardiac surgery. Developed model used methods of multivariate statistical processing, logistic regression analysis, calculating the coefficients of informativeness selected predictors of risk of adverse outcome of surgery. The resulting model includes 12 presurgical and 11 intra/post-operative risk factors. Developed by our group prognostic risk assessment scale of mortality of patients after cardiac surgery, which was laid in the foundation of the program module, is an automated decision support system the physician in clinical practice. Prognostic significance of the model was formed to assess the probability of survival of 96,4 and 98,0% mortality respectively.

Keywords: mathematical model, cardiac surgery, mortality risk

В настоящее время болезни сердечно-сосудистой системы занимают ведущее место по уровню заболеваемости и причинам смертности людей во всем мире. Значительную помощь врачам в своевременной диагностике, лечении сердечно-сосудистых заболеваний, а также в прогнозировании риска летальности пациентов оказывает применение современных компьютерных технологий. Именно поэтому в настоящее время основные акценты делаются на информационную поддержку врача, на создание новой информационной среды его деятельности [1].

Следует отметить, что многообразие и сложность форм клинического проявления заболеваний, трудности в получении представительных выборок для обучения, значительная доля индивидуальных особенностей разных людей и зачастую недопустимость выделения контрольной группы пациентов создает для молодого специалиста серьезные трудности в процессе принятия решений. В подобных случаях ему требуется аргументированная поддержка принятия решения. Кроме того, медицинские данные крайне

изменчивы, подвержены влиянию многих сложных взаимодействующих факторов и, как правило, имеют качественный, а иногда и субъективный характер [4]. Разработка универсальных автоматизированных программ мониторинга качества лечения и поддержки принятия клинических решений для применения их в широкой практике предполагает развитие методологии систематизации клинических событий и ситуаций с целью формализованного представления правил надлежащего оказания медицинской помощи и фактически выполненных медицинских воздействий. Структурированная в электронных базах знаний информация о моделях качественной клинической практики позволяет проводить конструктивный анализ клинических событий, сопоставлять результаты разных подходов к лечению и принимать оптимальные решения по совершенствованию клинической практики [7, 8].

Известно достаточно большое количество прогностических моделей, которые позволяют оценивать тяжесть состояния пациентов и определять вероятность наступления

неблагоприятного исхода (летальность) пациентов после оперативных вмешательств, в том числе и после кардиохирургических вмешательств (Euro Score, SYNTAX Score) [2, 3, 5, 6]. Следует тем не менее отметить, что многие из них трудоемки в определении и не обладают достаточной точностью, поэтому во всем мире выполняется значительное число научных исследований, направленных на выявление факторов, влияющих на продолжительность лечения, на риск возникновения послеоперационных осложнений и наступления неблагоприятного исхода у пациентов. Следует отметить, что разнообразные патологические состояния имеют свои детерминанты исхода заболевания, поэтому для точной оценки риска наступления летального исхода и возможности выздоровления необходимо использовать специфическую прогностическую шкалу, максимально адаптированную для конкретной нозологической формы.

Цель исследования – учитывая вышеизложенное, целью настоящей работы была разработка математической модели оценки тяжести состояния пациентов после кардиохирургических вмешательств, позволяющая выполнить объективизированную оценку и учет комплекса дооперационных и интра-/послеоперационных факторов риска неблагоприятного исхода.

Материалы и методы исследования

Для построения математической модели была сформирована специальная выборка и проведено ретроспективное исследование по схеме «случай-контроль», в ходе которого были проанализированы истории болезни 81 пациента в возрасте от 20 до 89 лет, находившихся на лечении в отделении кардиохирургии Первой городской клинической больницы им. Е.Е. Волосевич г. Архангельска за период с 2012 по 2014 гг. Среди прооперированных пациентов мужчин – (70,0 ± 0,9)%, женщин – (30,0 ± 0,9)%. Статистический анализ показал, что среди всех прооперированных пациентов выжило – (67,9 ± 0,9)%, умерло – (32,1 ± 0,9)%. Для оценки объема оперативного вмешательства условно сформированы три группы с учетом проведения комбинированных кардиохирургических вмешательств: соответственно одно, два, три и более одновременно выполняемых оперативных вмешательств. Статистический анализ результатов исследования проведен с использованием пакета прикладных программ «Microsoft Excel 2003» (США) и «Statistica 7.0» (США). Вычислялась одномерная описательная статистика для каждого из анализируемых показателей, проверка законов распределения выполнялась с использованием статистического критерия Пирсона. Сравнение двух разных групп по количественным признакам проводилось с использованием t-критерия Стьюдента, U-критерия Манна – Уитни. С целью анализа категориальных переменных и изучения частоты совместного появления наблюдений при различных градациях рассматриваемых показателей осуществляли построение таблиц кросстабуляции. Сравнение двух разных групп по

качественным признакам проводилось с использованием статистического критерия χ^2 -Пирсона. Количественную оценку информативности факторов риска осуществляли с использованием статистического метода Шеннона. Результатом разработки математической модели оценки степени тяжести состояния пациентов после кардиохирургических вмешательств является логистическое регрессионное уравнение, значимость коэффициентов которого определяли методом максимального правдоподобия. Значимость логистической регрессионной модели оценивали с помощью χ^2 -критерия, также производили анализ соответствия распределения остатков нормальному закону. Критический уровень значимости (p) принимался равным 0,05. Разработка программного модуля оценки тяжести состояния пациентов после кардиохирургических вмешательств осуществлялась с использованием среды визуального программирования «Borland Delphi 7.0».

Результаты исследования и их обсуждение

Проведенный статистический анализ позволил выявить значимые факторы риска, повышающие риск летальности пациентов после кардиохирургических вмешательств (табл. 1). Для каждого фактора риска дополнительно с помощью метода Шеннона были рассчитаны коэффициенты информативности (KI_i), отражающие вклад индивидуального параметра в оценку неблагоприятного исхода после операции. С учетом абсолютного значения KI_i , частоты встречаемости различных градаций признаков в группе выживших и умерших пациентов каждый фактор риска был ранжирован на диапазоны с присвоением соответствующих баллов.

На следующем этапе для каждого пациента была рассчитана итоговая сумма баллов по всем включенным в математическую модель оценки тяжести состояния дооперационным и интра-/послеоперационным параметрам. Для оценки вероятности неблагоприятного исхода пациентов после оперативных вмешательств на сердце нами была использована модель логистической регрессии. С помощью модуля «Nonlinear Estimation» программы «Statistica 7.0» был проведен логистический анализ, в результате которого получено следующее регрессионное уравнение:

$$\text{Logit} = -6,776 + X \cdot 0,307, \quad (1)$$

где *Logit* – значение логистического регрессионного уравнения; *X* – сумма баллов.

С помощью полученного регрессионного уравнения нами был рассчитан предсказанный риск летальности пациентов (*R*, %) после проведенных кардиохирургических вмешательств по формуле

$$R = \frac{e^{\log it}}{1 + e^{\log it}}. \quad (2)$$

Таблица 1

Ранжирование факторов риска, влияющих на тяжесть состояния пациентов
после кардиохирургических вмешательств

Фактор риска	Баллы				КИ _i
	+3	+2	+1	0	
Дооперационные факторы риска					
Количество сопутствующих заболеваний		≥ 5,0	4,0	< 5,0	0,1
Легочная гипертензия		да		нет	0,2
Постинфарктный кардиосклероз		да		нет	0,1
Ишемическая болезнь сердца	да			нет	0,1
Хроническая болезнь почек			да	нет	0,2
Lactate, моль/л		> 1,6		≤ 1,6	0,1
pH			> 7,45	≤ 7,45	0,1
Hct, %			< 36,0	≥ 36,0	0,1
Hb, г/л			< 110,0	≥ 110,0	0,2
Be, ммоль/л			< −4,0	≥ −4,0	0,1
Сахар, ммоль/л			> 5,50	≤ 5,5	0,1
Индекс массы тела			> 30,0	≤ 30,0	0,1
Интра-/послеоперационные факторы риска					
Количество проведенных кардиохирургических вмеша- тельств		≥ 2		1	0,4
Операция по устранению аневризмы левого желудочка			да	нет	0,2
Аортокоронарное шунтирование			да	нет	0,1
Рестернотомия		да		нет	0,2
Операции на аорте			да	нет	0,1
Длительность искусственного кровообращения, минут		≥ 160		< 160	0,1
Ввод эритроцитарной массы		да		нет	0,3
Диурез, мл	≤ 500			> 500	0,2
Ультрафильтрация, мл		> 2000		≤ 2000	0,1
Lactate, моль/л (30–60 минут)			> 1,6	≤ 1,6	0,2
Инотропная поддержка			да	нет	0,1

Совокупность значений суммарного риска в баллах была разделена на интервалы, отражающие нарастание степени тяжести состояния пациентов после оперативных вмешательств на сердце (табл. 2).

Результаты проведенного математико-статистического моделирования легли

в основу программного модуля прогнозирования риска летальности пациентов после кардиохирургических вмешательств. Главное окно программного модуля оценки тяжести состояния пациентов после кардиохирургических вмешательств приведено на рисунке.

Таблица 2

Шкала градаций вероятного риска летальности пациентов
после кардиохирургических вмешательств

Диапазон, в баллах	Предсказанный риск летальности, %	Градация
< 17	< 17	Очень низкий риск
17–20	18–41	Низкий риск
21–25	42–71	Повышенный риск
26–29	72–89	Высокий риск
> 29	> 90	Очень высокий риск

Прогноз летальности пациентов после кардиохирургических вмешательств

Дооперационные факторы риска

Количество сопутствующих патологий:

Легочная гипертензия:

Хроническая болезнь почек:

Индекс массы тела:

Ишемическая болезнь сердца:

Постинфарктный кардиосклероз:

Лактат, ммоль/л:

Ве, ммоль/л:

Сахар, ммоль/л:

Нб, г/л:

Hct, %:

Ph:

Интра-/операционные факторы риска

Количество проведенных операций:

Операции по устранению аневризмы ЛЖ:

АКШ:

Длительность ИК, мин:

Рестернотомия:

Операции на аорте:

Ультрафильтрация, мл:

Диурез, мл:

Лактат, ммоль/л:

Введение эритроцитарной массы:

Инотропная поддержка:

Вероятность неблагоприятного исхода:

Степень риска:

Расчет

Диалоговое окно программного модуля оценки тяжести состояний пациентов после кардиохирургических вмешательств

При нажатии на кнопку «Расчет» запускается обработчик событий, который выполняет следующий алгоритм: заполненные данные о пациенте обрабатываются программой путем присвоения каждому из выделенных признаков соответствующего балла, вычисленного с учетом абсолютного значения коэффициента информативности и частоты встречаемости различных градаций признаков в группе выживших и умерших пациентов. Ввод дооперационных и интра-/послеоперационных факторов может быть осуществлен путем ввода данных с клавиатуры или выбора из выпадающего списка. Далее рассчитывается итоговая сумма баллов по всем включенным в модель прогнозирования тяжести состояния дооперационным и интра-/послеоперационным факторам риска, которая подставляется в полученное регрессионное уравнение. Полученный результат уравнения соотносится с выведенной шкалой градаций степени риска летальности и представляется пользователю в виде значения вероятности неблагоприятного исхода и отображения степени риска.

Заключение

Для оценки точности разработанной математической модели оценки тяжести состояния пациентов после кардиохирургических вмешательств было проведено

её тестирование на исходных записях базы данных. Прогностическая значимость составила: для оценки вероятности выживания – 96,4 %, летального исхода – 98,0 %, что позволяет судить о достаточно высокой достоверности полученных результатов при их использовании в клинической практике.

В результате проведенного вероятностно-статистического моделирования совокупности предикторов риска у пациентов, перенесших кардиохирургические вмешательства в условиях искусственного кровообращения, были выделены дооперационные и интра-/послеоперационные факторы, влияющие на риск возникновения неблагоприятного исхода, а также разработана прогностическая шкала, которая легла в основу создания программного модуля, обеспечивающего объективизированную оценку тяжести состояния пациентов после кардиохирургических вмешательств.

Список литературы

1. Волкова Н.А. Алгоритм диагностики состояния сердечно-сосудистой системы по результатам многократных измерений артериального давления и пульса // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2015. – № 1. – С. 43–49.
2. Думлер, А.А., Полещук А.Н., Богданов К.В. Опыт создания нейросетевой системы для диагностики сердечно-сосудистых заболеваний // Вестник Пермского университета. – 2011. – № 1. – С. 95–101.

3. Дюк В.А., Курапеев Д.И. Применение методов интеллектуального анализа данных для оценки риска оперативного вмешательства в кардиохирургии // Труды СПИИРАН. – 2009. – № 9. – С. 187–196.

4. Карп В.П., Агарвал Р.К. Новая концепция использования методов искусственного интеллекта в проблеме расширения профессиональных знаний молодых специалистов // Здоровье и образование в XXI веке. – 2012. – № 1. – С. 134–136.

5. Кириков И.А., Колесников А.В., Румовская С.Б. Функциональная гибридная интеллектуальная система для поддержки принятия решений при диагностике артериальной гипертензии // Системы и средства информатики. – 2014. – № 1. – С. 153–179.

6. Клименко Д.Г., Одинак М.М. Прогнозирование ранних исходов лечения ишемических и геморрагических инсультов по данным первичного обследования больных в стационаре // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2008. – № 3. – С. 48–51.

7. Луговкина, Т.К., Тютикова Т.К., Нуриев А.В. Понятийный аппарат для программирования продукта поддержки принятия решений в клинической практике // Системная интеграция в здравоохранении. – 2013. – № 1. – С. 46–54.

8. Садыкова Е.В. Информационные технологии систем поддержки принятия решений врача // Информационно-управляющие системы. – 2012. – № 5. – С. 89–91.

References

1. Volkova N.A. *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Povolzhskij region. Tehnicheskie nauki*, 2015, no. 1, pp. 43–49.

2. Dumler, A.A., Poleshuk A.N., Bogdanov K.V. *Vestnik Permskogo universiteta*, 2011, no. 1, pp. 95–101.

3. Djuk V.A., Kurapeev D.I. *Trudy SPIIRAN*, 2009, no. 9, pp. 187–196.

4. Karp V.P., Agarval R.K. *Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke*, 2012, no. 1, pp. 134–136.

5. Kirikov I.A., Kolesnikov A.V., Rumovskaja S.B. *Sistemy i sredstva informatiki*, 2014, no. 1, pp. 153–179.

6. Klimenko D.G., Odnak M.M. *Vestnik Rossijskoj voenno-medicinskoj akademii*, 2008, no. 3, pp. 48–51.

7. Lugovkina, T.K., Tjutikova T.K., Nuriev A.V. *Sistemnaja integracija v zdavoohranenii*, 2013, no. 1, pp. 46–54.

8. Sadykova E.V. *Informacionno-upravljajushhie sistemy*, 2012, no. 5, pp. 89–91.

Рецензенты:

Мартынова Н.А., д.м.н., профессор кафедры анатомии и оперативной хирургии, ГБОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет», г. Архангельск;

Новожилов Е.В., д.т.н., профессор кафедры биотехнологии и биотехнических систем, ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», г. Архангельск.

УДК 621.929.2/.9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА СМЕСИ СУХОЙ ЙОГУРТНОЙ ОСНОВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ БАРАБАННОГО СМЕСИТЕЛЯ

Комаров С.С.

ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)»
Кемерово, e-mail: office@kemtipp.ru

Представлен барабанный смеситель, обладающий низкой энергозатратностью, эффективностью смешивания, сохранением структуры смешиваемых компонентов при их соотношении в диапазоне от 1:10 до 1:40. На данном аппарате провели эксперименты по выявлению степени влияния конструктивных особенностей исследуемой конструкции на качество сухой йогуртной основы. Определили, что наилучшее качество получается при спиралевидном расположении Г-образных лопастей и коэффициенте заполнения барабана 20%. Выявлено, что при работе барабанного смесителя с расположением Г-образных лопастей в шахматном порядке рекомендуется смешивать ингредиенты сухой йогуртной основы при частоте вращения барабана равной 10 об/мин с коэффициентом заполнения аппарата равным 20%. При смешивании сухой йогуртной основы на барабанном смесителе со спиралевидным расположением Г-образных лопастей следует выбирать частоту вращения барабана, равную 25 об/мин, и коэффициент заполнения аппарата равную 20%.

Ключевые слова: процесс смешивания, барабанный смеситель, молоко, йогуртная основа, конструктивные параметры, технологические параметры

DETERMINING THE QUALITY OF DRY YOGHURT BASIS DEPENDING ON THE DESIGN AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF DRUM MIXER

Komarov S.S.

The Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University),
Kemerovo, e-mail: office@kemtipp.ru

We presented a drum mixer having a low energy-consuming, mixing efficiency, preservation of the structure of the mixed components at a ratio in the range from 1:10 to 1:40. In this unit, we conducted experiments to determine the extent of influence of the design features of the study design quality dry yogurt basis. We have determined that the best quality is obtained by helical arrangement of the Г-shaped blades and a filling factor of 20% of the drum. We have determined that when using a drum mixer with the location of Г-shaped arms staggered recommended to mix the dry ingredients in yoghurt basis drum speed of 10 min⁻¹ with a duty cycle of 20% apparatus. When mixing dry yoghurt bases on a drum mixer with a spiral arrangement of the Г-shaped blades is better to choose the speed of the drum at 25 min⁻¹, and the filling factor of the unit equal to 20%.

Keywords: the process of mixing, drum mixer, milk, yoghurt basis, design parameters, technological parameters

Промышленная переработка молока – это сложный комплекс взаимосвязанных химических, физико-химических, микробиологических, биохимических, биотехнических, теплофизических и других специфических технологических процессов, которые состоят из отдельных технологических операций, выполняющихся на разных машинах и аппаратах, укомплектованных в технологические линии [6, 9, 10].

Цель исследования. В Кемеровской области на ООО «Деревенский молочный завод» применяется резервуарный метод при производстве сладкого йогурта [8]. Стабилизатор в данном случае находится в сухом виде (модифицированный крахмал) и вносится в молоко совместно с сахаром и сухим молоком. Эти ингредиенты в необходимых пропорциях смешиваются в отдельной бачке ручным способом. Качество такого процесса не удовлетворяет современным требованиям [1, 2], в результате чего при внесении сухой йогуртной основы в жид-

кое молоко стабилизатор и сухое молоко слипаются в прочные и нерастворимые конгломераты. В этих условиях готовый продукт не соответствует заданной рецептуре, в результате этого страдает его конечное качество [3, 4].

Материалы и методы исследования

Для устранения данного недостатка и повышения качества производимого йогуртного продукта в лаборатории смесительно-дозировочного оборудования на кафедре «Технологическое проектирование пищевых производств» в КемТИПП был разработан барабанный смеситель [7, 9, 10], обладающий низкой энергозатратностью, эффективностью смешивания, сохранением структуры смешиваемых компонентов при их соотношении в диапазоне от 1:10 до 1:40.

Результаты исследования и их обсуждение

На данном аппарате были проведены эксперименты по выявлению степени влияния частоты вращения барабана n , коэффициента заполнения барабана K и расположения

Г-образных лопастей на качество многокомпонентных смесей (сухая йогуртная основа), оцениваемое коэффициентом вариации V_c .

В ходе экспериментальных исследований изменялась частота вращения барабана n в диапазоне 10–40 об/мин, коэффициент заполнения барабана K в диапазоне 10–30%, расположение Г-образных лопастей. Базовые (нулевые) точки и шаги варьирования приведены в табл. 1.

Рецептура сухой йогуртной основы и физико-механические характеристики смешиваемых компонентов, при которых осуществляется смешивание, представлены в табл. 2.

Экспериментальные данные и расчеты коэффициента неоднородности V_c приведены в приложении 5. Параметры и результаты экспериментов сведены в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что наилучшее качество получается при спиралевидном распо-

ложении Г-образных лопастей. Это объясняется тем, что при данном расположении лопастей осуществляется большая рециркуляция смеси в рабочей зоне аппарата, приводящая к значительному усреднению материальных потоков и увеличению времени пребывания частиц в аппарате. Так же видно, что лучшие результаты получаются при K , равном 20%, это объясняется тем, что при малой степени заполнения не происходит достаточного послойного перемешивания, характерного для барабанных смесителей, а при большой степени заполнения начинает создавать помехи центральный вал, на котором закреплены лопасти.

Для лучшего восприятия полученных данных представим их в виде поверхностей отклика полученных в программе Statistica 8.

Для шахматного расположения Г-образных лопастей поверхность отклика представлена на рис. 1.

Таблица 1

Базовые точки и шаги варьирования

Фактор и его обозначение	Верхний уровень	Нижний уровень	Центр плана	Интервал варьирования
Частота вращения барабана X_1	40	10	25	15
Коэффициент заполнения барабана X_2	30	10	20	10

Таблица 2

Рецептура сухой йогуртной основы

Наименование сырья	Количество сырья в 100 кг молока	Плотность, ρ , кг/м ³	Влажность, %	Диаметр частиц, мкм
Сахар	5,78 кг	900	0,05...0,1	940...960
Сухое молоко	1,66 кг	450	3...4	80...100
Стабилизатор	0,25 кг	560	18...20	150...250

Таблица 3

Варьируемые параметры и значения зависимой переменной V_c

В кодированном виде	В натуральном виде	Коэффициент неоднородности V_c , %			
		n , об/мин	K , заполнение барабана, %	Шахматное расположение лопастей	Спиралевидное расположение лопастей
X_1	X_2				
–	–	10	10	9,61	9,11
+	–	40	10	10,25	8,27
0	–	25	10	11	7,38
–	+	10	30	7,25	7,40
+	+	40	30	8,29	6,5
0	+	25	30	6,89	5,4
–	0	10	20	6,08	6,7
+	0	40	20	9,32	6,12
0	0	25	20	7,54	5,05

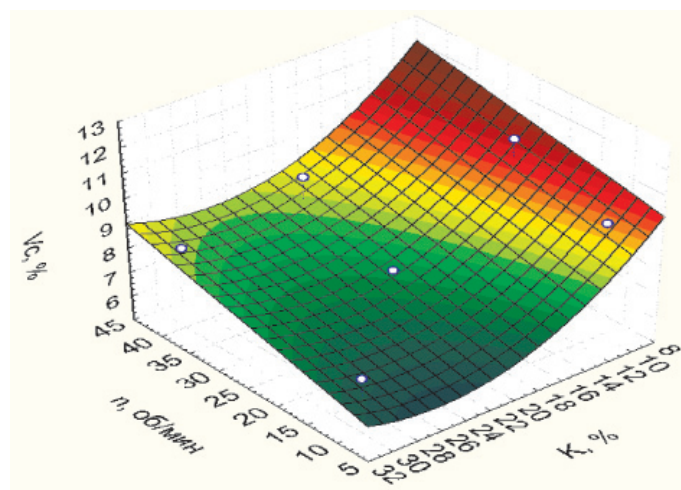


Рис. 1. Зависимость коэффициента неоднородности от частоты вращения и коэффициента заполнения барабана

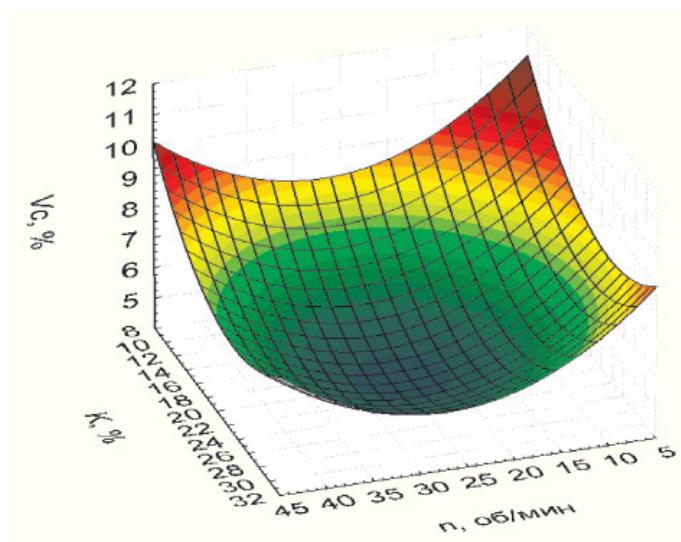


Рис. 2. Зависимость коэффициента неоднородности от частоты вращения и коэффициента заполнения барабана

Из рисунка видно, что чем ближе к темно-зеленому цвету окраска поверхности, тем ближе к нулю (идеальному значению) принимает значение коэффициент неоднородности. Поэтому при работе барабанного смесителя с расположением Г-образных лопастей в шахматном порядке рекомендуется смешивать ингредиенты сухой йогуртной основы при частоте вращения барабана равной 10 об/мин, с коэффициентом заполнения аппарата, равным 20 %.

Для спиралевидного расположения Г-образных лопастей поверхность отклика представлена на рис. 2.

Рис. 2 показывает, что при смешивании сухой йогуртной основы на барабанном смесителе со спиралевидным расположе-

нием Г-образных лопастей следует выбирать частоту вращения барабана, равную 25 об/мин, и коэффициент заполнения аппарата, равный 20 %.

Выводы

В барабанном смесителе новой конструкции изучено влияние конструктивных и технологических параметров на качество получаемой смеси. Анализ полученных результатов показал, что для получения сухой йогуртной основы хорошего качества необходимо смешивать исходные ингредиенты в смесителе с установкой Г-образных лопастей в спиралевидном порядке при n равной 25 об/мин, и коэффициенте заполнения барабана $K = 20$ %.

Список литературы

1. Бородулин Д.М. Применение смесителя непрерывного действия для витаминизации муки / О.В. Салищева, А.А. Андришук // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 9. – С. 58–61.
2. Бородулин, Д.М. Определение сглаживающей способности барабанного смесителя непрерывного действия с регулируемыми лопастями // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 4. – С. 107–112.
3. Бородулин, Д.М. Исследование взаимосвязи критерия сыпучести с динамическими и энергетическими характеристиками в объеме смесителя непрерывного действия / Д.В. Сухоруков, С.С. Комаров // Известия вузов. Пищевая технология. – 2013. – № 5 – 6. – С. 74–78.
4. Бородулин, Д.М. Совершенствование смесительных процессов путем направленного формирования режимов дозирования / В.Н. Иванец, Д.В. Сухоруков // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2 (часть 15). – С. 3263–3266.
5. Журнал ABC / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.abc-gid.ru/news/show/2271/> (дата обращения: 28.10.11).
6. Коровье молоко – очень ценный пищевой продукт / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fatalenergy.com.ru/power/1195768968-0.html> (дата обращения: 1.09.010).
7. Пат. 2508937 Российская Федерация, МПК B01F9/02. Барабанный смеситель / Иванец В.Н. Бородулин Д.М., Комаров С.С. Заявитель и патентообладатель «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», № 2012128003/05, заявл. 03.07.2012; опубл. 10.03.2014, бюл. № 32
8. Технология кисломолочных продуктов / [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://engineertechnolog.jimdo.com/продукты/кисломолочные-продукты/технология-к-п/> (дата обращения: 08.01.14).
9. Ivanets V.N. Intensification of bulk material mixing in new designs of drum, vibratory and centrifugal mixers / V.N. Ivanets, D.M. Borodulin, A.B. Shushpannikov, D.V. Sukhorukov // Foods and Raw Materials. – 2015. – Vol. 3, № 1. – P. 62–69.
10. Ivanets V.N. Design of drum type apparatus for processing of bulk materials / V.N. Ivanec, D.M. Borodulin, D.V. Sukhorukov, A.M. Popov, V.V. Tikhonov // Procedia Chemistry. – 2014. – № 10. – P. 391–399.
2. Borodulin, D.M. Opredelenie sglazhivajushhej sposobnosti barabannogo smesitelja nepreryvnogo dejstvija s reguliruemymi lopastjami // Tehnika i tehnologija pishhevych proizvodstv. 2013. no. 4. pp. 107–112.
3. Borodulin, D.M. Issledovanie vzaimosvjazi kriterija sy-puchesti s dinamicheskimi i jenergeticheskimi harakteristikami v ob#eme smesitelja nepreryvnogo dejstvija / D.V. Suhorukov, S.S. Komarov // Izvestija vuzov. Pishhevaja tehnologija. 2013. no. 5 6. pp. 74–78.
4. Borodulin, D.M. Sovershenstvovanie smesitelnyh processov putem napravlennoogo formirovanija rezhimov dozirovanija / V.N. Ivanec, D.V. Suhorukov // Fundamentalnye issledovanija. 2015. no. 2 (chast 15). pp. 3263–3266.
5. Zhurnal AVS / [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.abc-gid.ru/news/show/2271/> (data obrashhenija: 28.10.11).
6. Kорове молоко оchen cennyj pishhevoj produkt / [Elektronnyj resurs] Rezhim dostupa: <http://fatalenergy.com.ru/power/1195768968-0.html> (data obrashhenija: 1.09.010).
7. Pat. 2508937 Rossijskaja Federacija, MPK B01F9/02. Barabannyj smesitel / Ivanec V.N. Borodulin D.M., Komarov S.S. Zjavitel i patentoobladatel «Kemerovskij tehnologicheskij institut pishhevoj promyshlennosti», no. 2012128003/05, zjavl. 03.07.2012; opubl. 10.03.2014, bjul. no. 32
8. Tehnologija kislomolochnyh produktov / [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa <http://engineertechnolog.jimdo.com/produkty/kislomolochnye-produkty/tehnologija-k-p/> (data obrashhenija: 08.01.14).
9. Ivanets V.N. Intensification of bulk material mixing in new designs of drum, vibratory and centrifugal mixers / V.N. Ivanets, D.M. Borodulin, A.B. Shushpannikov, D.V. Sukhorukov // Foods and Raw Materials. 2015. Vol. 3, no. 1. pp. 62–69.
10. Ivanets V.N. Design of drum type apparatus for processing of bulk materials / V.N. Ivanec, D.M. Borodulin, D.V. Sukhorukov, A.M. Popov, V.V. Tikhonov // Procedia Chemistry. 2014. no. 10. pp. 391–399.

References

Рецензенты:

Попов А.М., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Прикладная механика», ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», г. Кемерово;

Петрик П.Т., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «ЭПХиНТ», Кузбасский государственный технический университет, г. Кемерово.

УДК 004.89

ПОСТРОЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДИНАМИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ ЗА СОСТОЯНИЕМ ЗДОРОВЬЯ СПОРТСМЕНОВ

¹Лебедев Г.С., ²Лидов П.И., ¹Котов Н.М.

¹ФГОУ ВПО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова», Москва, e-mail: msmsu@rambler.ru;

²АНО «Научно-производственный институт экстремальной биологии и медицины», Москва, e-mail: emib@yandex.ru

Рост нагрузок в спорте, приводящий к повышению уровня физического и психоэмоционального стресса, отражается на показателях здоровья. Поэтому чрезвычайно важную роль в спорте играет ранняя многокомпонентная диагностика и формирование программ профилактики и лечения, основанных на динамическом анализе всей текущей и предшествующей информации о здоровье и отклонениях. Создание интеллектуальной информационной системы, основанной на знаниях, включающей в свой состав электронный паспорт здоровья спортсмена и базу знаний в области состояния здоровья спортсменов, обеспечивающей повышение эффективности детского, юношеского, массового и профессионального спорта РФ, является актуальным. На основании опыта построения такой системы авторами сформулированы основные требования к системе, ее структуре и требования к функционированию. Предлагается структура электронного паспорта здоровья спортсмена, порядок его ведения и использования.

Ключевые слова: информатизация здравоохранения, медицинские информационные системы, электронная медицинская карта, электронный паспорт здоровья спортсмена

BUILDING OF INFORMATION SYSTEM DYNAMIC MONITORING OF THE HEALTH OF ATHLETES

¹Lebedev G.S., ²Lidov P.I., ¹Kotov N.M.

¹Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, e-mail: msmsu@msmsu.ru;

²Scientific and Production Institute extreme biology and medicine, Moscow, e-mail: emib@yandex.ru

Height loads in sports leads to increased levels of physical and emotional stress in athletes, and is reflected in the health indicators. Therefore, an extremely important role sport plays in the early diagnosis and the formation of a multi-component prevention and treatment programs. Such an approach could be based on the dynamic analysis of all current and previous information on health and deviations from it. Create intelligent information system based on knowledge, including in its membership the electronic health passport athlete and knowledgebase in the health of the athletes for improved performance of children, youth, amateur and professional sports of Russia is important. Structure of the electronic health passport athlete, the rules for its maintenance and its use is proposed.

Keywords: health informatics, medical information systems, electronic health record, sportsman electronic health passport

Рост нагрузок в спорте, приводящий к повышению уровня физического и психоэмоционального стресса, отражается на показателях здоровья. Согласно последним данным, показатели заболеваемости профессиональных спортсменов по основным нозологическим группам (сердечно-сосудистые заболевания, болезни органов дыхания, болезни нервной системы, травмы и т.д.) в 1,5–3 раза выше среднестатистических цифр, а в ряде случаев доходят до 8-кратного размера. И это при том, что данная группа является самой здоровой частью популяции. Многие заболевания протекают в скрытой форме и диагностируются только на позднем этапе, когда патологические изменения носят необратимый характер и становятся причиной вынужденного завершения спортивной карьеры. Поэтому чрезвычайно важную роль в спорте играет ранняя многокомпонентная диагностика

и формирование программ профилактики и лечения, основанных на динамическом анализе всей текущей и предшествующей информации о здоровье и отклонениях. Создание информационной системы, основанной на знаниях, включающей в свой состав электронный паспорт здоровья спортсмена и базу знаний в области состояния здоровья спортсменов, обеспечивающей повышение эффективности детского, юношеского, массового и профессионального спорта РФ, является, несомненно, обоснованным и актуальным направлением исследований.

Обоснование создания системы

В настоящее время в России отсутствует целостная система динамического наблюдения за состоянием здоровья и работы физиологических систем спортсменов специализированного детско-юношеского и профессионального спорта (далее

спортсменов). Превалирует ручной способ анализа, что отнимает много времени и нередко приводит к серьезным ошибкам, утрате информации о здоровье, допуску спортсмена с серьезными отклонениями к тренировочно-соревновательному процессу, приводящий в ряде случаев к трагическим последствиям. Тренировочный процесс осуществляется на глазок, что приводит к функциональным спадам и спортивным провалам. Ручной способ анализа ограничивает возможности обработки информации в больших группах спортсменов. Такое положение дел является существенным препятствием для развития спортивной медицины.

Динамическое наблюдение за состоянием спортсменов сегодня можно реализовать с помощью современных информационно-коммуникационных технологий. Возрождение врачебно-физкультурной службы России требует создания информационной модели мониторинга здоровья с формированием унифицированных механизмов и объемов периодической оценки здоровья и текущих медицинских наблюдений. Реализация нового направления «Научный медико-биологический кластер» требует создания информационной модели контроля выносливости, скоростно-силовых и биомеханических характеристик, уровня стрессоустойчивости.

Сложность рассматриваемой системы требует создания, помимо информационно-аналитических задач, задач, реализующих методы искусственного интеллекта, в части автоматического вывода экспертных заключений, рекомендаций по лечению, профилактике, реабилитации, объемам и интенсивности тренировочного процесса, рационам питания и пищевым ограничениям.

Современный уровень развития профилактического здравоохранения и медицины характеризуется все большим влиянием генетической диагностики. На основании комплексного анализа данных анкетирования, генетических, лабораторных, инструментальных исследований появляется возможность прогнозировать появление и предупреждать развитие заболеваний, персонализировать меню, оттачивать объемы и интенсивность физических нагрузок, наконец, проводить спортивную и медицинскую селекцию в детско-юношеском спорте. Зачастую только совокупность знаний при интерпретации результатов исследований и их грамотное аналитическое сопровождение, не требующие физического контакта узкопрофильного специалиста и спортсмена, дают полную картину состояния спортсмена, прогноз на будущее и определяют

тактические способы коррекции. Особую актуальность имеет текущий контроль состояния спортсмена врачом спортивных команд с помощью информационно-коммуникационных технологий, позволяющий на сборах в условиях ограниченного времени исполнить все предписания профильных медицинских специалистов.

Современные средства передачи и визуализации данных позволяют передать все требуемые формализованные протоколы обследований и видеоизображений, находясь в любой точке мира, используя Интернет. Кроме того, появление большого числа мобильных телекоммуникационных устройств, позволяющих осуществлять персональный мониторинг состояния здоровья человека и возможность общения спортсмена с врачом в режиме телеконференции, позволяют перейти к новому уровню наблюдения за спортсменом без его физического присутствия в медицинской организации.

Таким образом, крайне актуальной представляется разработка информационной модели динамического наблюдения за состоянием здоровья спортсменов детского, юношеского, массового и профессионального спорта и реализация ее в виде Информационно-аналитической системы спортивной медицины (далее – ИАССМ)

Основу реализации ИАССМ будет составлять специализированное хранилище данных – электронный паспорт здоровья спортсмена (далее – ЭПЗС), позволяющий обеспечить хранение динамической информации о состоянии здоровья всех спортсменов России. Данная система будет служить основой для анализа состояния здоровья спортсменов, как в смысле «коллективного здоровья», так и в смысле «индивидуального здоровья».

Описание структуры и функций ИАССМ

Основу ИАССМ составляет ЭПЗС, который содержит всю информацию о состоянии здоровья спортсмена, его физических нагрузках, восстановительных процедурах, мероприятиях по подготовке к соревнованиям, питании и образе жизни.

Паспорт здоровья спортсмена – это совокупность персональных данных о здоровье спортсмена, позволяющих спортивному врачу или тренеру объективно оценить состояние его здоровья и возможность участия в соревнованиях.

Электронный паспорт здоровья спортсмена – это совокупность персональных данных о здоровье спортсмена, представленных в виде формализованных электронных медицинских (и не только) записей,

позволяющих активно отображать текущую интегрированную оценку состояния здоровья.

ЭПЗС содержит исчерпывающий структурированный объем общих персональных, клинических, генетических, биометрических, социальных, экономических, финансовых, страховых и других данных о спортсмене.

Структура ЭПЗС приведена на рис. 1.

спортсмена к тем или иным физическим нагрузкам; психогенетической карты личностных характеристик и уровня стрессоустойчивости; нутригеномная карта метаболизма организмом того или иного вида пищи; фармакогенетической карты скорости метаболизма организмом того или иного фармакологического препарата.

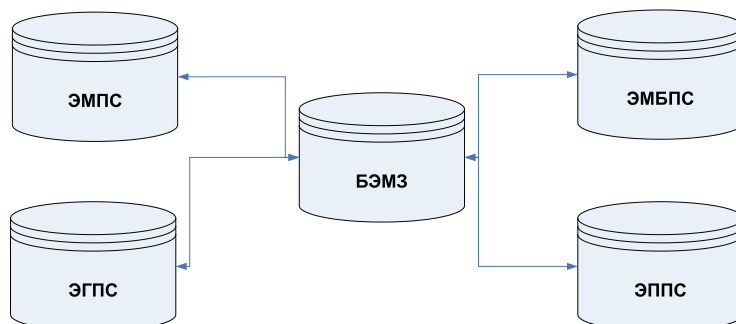


Рис. 1

В состав ЭПЗС входят:

- Электронный медицинский паспорт спортсмена (ЭМПС).
- Электронный генетический паспорт спортсмена (ЭГПС) [1].
- Электронный медико-биологический паспорт спортсмена (ЭМБПС).
- Электронный паспорт питания спортсмена (ЭППС).
- База экспертных медицинских знаний (БЭМЗ).

ЭМПС представляет из себя модернизированную ЭМК [2, 4, 6] и содержит все ее основные разделы, включая формализованное описание анамнеза и клинических данных. ЭМПС включает в себя специализированные карты: кардиологическую, неврологическую, пульмонологическую и т.п. При этом источником данных может быть как непосредственно система ввода данных ИАССМ, так и интегрированная электронная медицинская карта (ИЭМК) Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ). Взаимодействие с ИЭМК дает возможность аккумулировать в ЭПЗС данные всех случаев обращения спортсмена за медицинской помощью в различные медицинские организации Российской Федерации, что позволит спортивному врачу более точно определять возможности спортсмена и его допуск к нагрузкам и соревнованиям.

ЭГПС представляет из себя хранилище врожденных показателей и состоит из: медико-генетической карты вероятности развития заболеваний в той или иной функциональной системе организма; спортивно-генетической карты предрасположенности

ЭМБПС представляет из себя совокупность электронных записей, описывающих физические нагрузки в процессе тренировок и соревнований. ЭМБПС состоит из карты аэробной выносливости динамики показателей мышечной работы при помощи кислорода; карты анаэробной выносливости динамики мышечной работы без доступа кислорода; карты скоростно-силовых показателей, карты равновесия, карты скорости реакции, карты полей зрения и т.д.

ЭППС содержит совокупность данных, описывающих индивидуальные показатели пищевого статуса, антропометрических показателей, плотности костной ткани, формализованные рекомендации по гигиене питания в зависимости от вида спорта и спортивной дисциплины, возраста, весовой категории и стадии учебно-тренировочного процесса.

В совокупности с ЭМПС, ЭМБПС, ЭППС и ЭГПС формирует уникальную систему соединения врожденных и динамических параметров, позволяющую в ускоренном режиме объективизировать результаты обследований и развивать предиктивную биологию и медицину.

БЭМЗ содержит правила принятия врачебных решений на основании обработки данных ЭМПС, ЭГПС, ЭМБПС и ЭППС. Основу БЭМЗ составляют следующие группы таблиц решений:

1. Таблицы решений по допуску спортсмена к спортивно-тренировочному процессу в зависимости от состояния здоровья, специфики спорта, а в ряде случаев возраста спортсмена. Кроме того, данные

таблицы прописывают алгоритм обследования, являясь фактически инструкциями для спортивных врачей по тактике построения диагностического процесса. Таблицы группируются по возрасту спортсменов, по полу, по уровню спортивных нагрузок, уровню соревнований и видам спорта. Каждая таблица имеет рейтинг доверия, который может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от достижения или недостижения результата за счет применения метода обратной связи.

2. Таблицы решений по профилактическим мероприятиям у спортсменов с отклонениями в состоянии здоровья в зависимости от окружающих факторов риска, не связанных со спортом (особенности окружающей среды; характер питания, сопутствующие заболевания, взаимоотношения в команде и т.д.).

3. Таблицы решений по выбору вариантов рационов питания в системе общепита и схем функционального питания у спортсменов с патологиями.

4. Таблицы принятия решений по выбору методов постнагрузочного восстановления и медицинской реабилитации после травм и болезней у спортсменов с различными патологиями.

ших достижений спортсменов с различными патологиями.

Таблицы принятия решений могут представлять из себя, например, аппликативные фреймы [2, 3], каждый из которых содержит аргументы (входные данные), целевой атрибут (принимаемое решение) и функцию отображения (аппликацию), связывающую значения аргументов фрейма и целевой атрибут.

Совокупно модель принятия решения представляет из себя аппликативно-фреймовую модель, в которой аппликативные фреймы связаны между собой и представляют формализованный алгоритм принятия врачебного решения по подготовке спортсмена.

Для обеспечения ИАССМ будет состоять из четырех основных подсистем:

- Система ввода данных спортсменов.
- Система ввода результатов подготовки и соревнований.
- Система поддержки принятия врачебных решений.
- Система управления базой знаний здоровья спортсменов.

Все системы будут обеспечивать доступ к реестру электронных паспортов здоровья спортсменов (рис. 2).

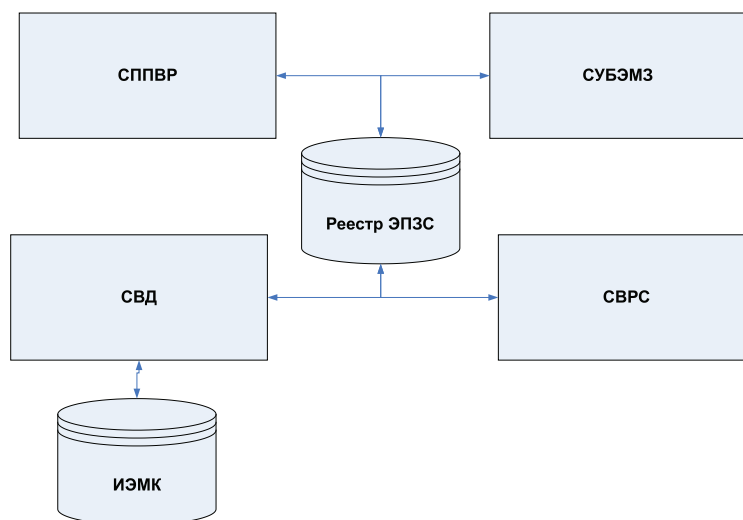


Рис. 2

5. Таблицы принятия решений по интенсификации, кратности, специфике нагрузок в процессе тренировочного процесса.

6. Таблицы принятия решений по применению методов фармакотерапии в процессе подготовки спортсменов с различными патологиями.

7. Таблицы принятия решений о возможности занятий тем или иным видом спорта, возможности выхода к спорту выс-

Система ввода данных спортсменов предназначена для ввода следующих данных:

- Анамнеза жизни спортсменов.
- Данных объективных обследований (включая данные из ИЭМК, данные с мобильных датчиков и других средств измерения показателей состояния здоровья).
- Данных о питании спортсменов.
- Данных о нагрузках и тренировочном процессе.

Эти данные будут аккумулироваться в ЭПЗС, и на их основании будут приниматься врачебные решения.

Система ввода результатов подготовки и соревнований будет использоваться для ввода данных о проведенных соревнованиях или другого тестирования результатов подготовки. Фактически эта система обеспечивает обратную связь между принятым решением и степенью его достижения и позволяет влиять на степень доверия к таблице принятия решений (рис. 3).

ИАССМ будет интегрироваться с информационной системой спортивно-тренировочного процесса, которая не имеет отношения к спортивной медицине. Данная интеграция будет использоваться для обеспечения обратной связи между принятым

решением и степенью его достижения и позволяет влиять на степень доверия к таблице принятия решений.

ИАССМ может включать в свой состав медицинскую информационно-аналитическую систему спорта (МИАСС); медико-биологическую информационно-аналитическую систему спорта (МБИАСС); информационно-аналитическую систему питания спортсмена (ИАСПС), каждая из которых обеспечивает доступ и ведение соответствующего раздела ЭПЗС.

ИАССМ будет представлять из себя распределенную систему федерального уровня с региональными сегментами. Пользователями ИАССМ будут следующие участники, каждый из которых имеет доступ к необходимой информации (рис. 4).

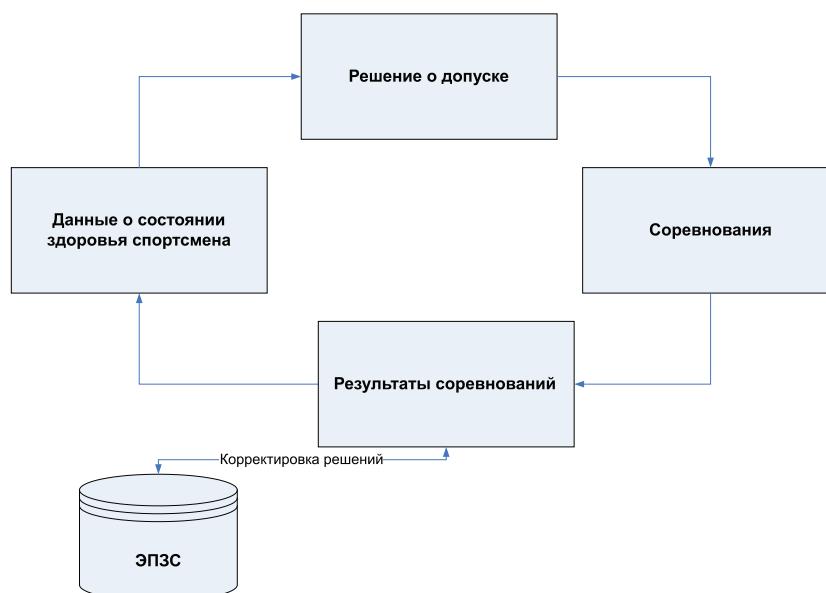


Рис. 3

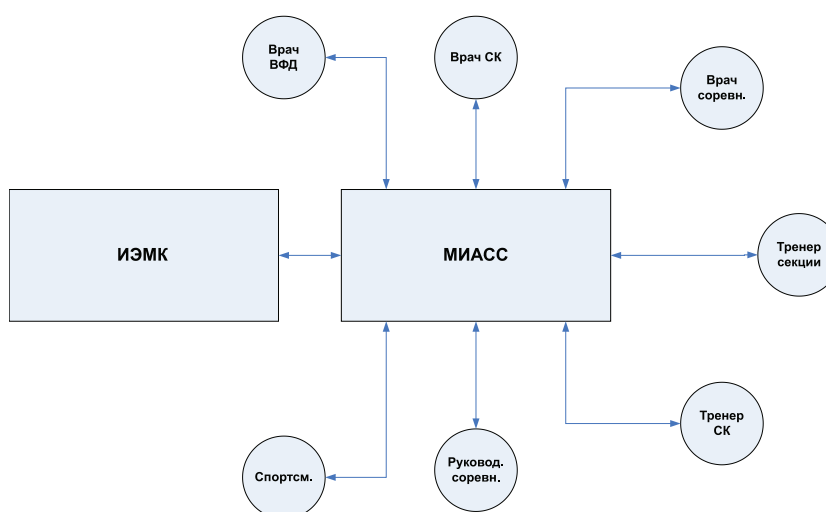


Рис. 4

• Врачи по спортивной медицине врачебно-физкультурных диспансеров, к которым прикреплены спортсмены.

- Врачи сборных команд по видам спорта.
- Врачи соревнований.
- Тренеры спортивных секций.
- Тренеры сборных команд по видам спорта.
- Руководители соревнований.
- Непосредственно спортсмены или их представители (родители, опекуны).

ИАССМ взаимодействует с ИЭМК в ЕГИСЗ и получает из нее необходимую структурированную информацию в утвержденном формате [6].

Заключение

Результаты разработки являются принципиально новыми с научной и практической точки зрения для создания многокомпонентных медицинских информационно-аналитических систем, совмещающих генетические (врожденные) характеристики предрасположенности к ряду болезней, ассоциированных со спортом, так и динамические характеристики традиционной медицины (лабораторная, инструментальная диагностика, осмотры и пр.) отклонений и патологических проявлений, позволяющих с высокой долей вероятности прогнозировать появление и развитие болезни и оценивать частоту и характер патологических проявлений в зависимости от спортивной дисциплины, пола и возраста, антропометрических показателей индивидуума, а также предвидеть эффективность схем лечения и профилактики.

С практической стороны применение системы позволит сформировать и развить научно-профилактическое направление медицинской деятельности врачебно-физкультурной службы, связанное с формированием в автоматическом режиме персонифицированных программ диетического и функционального питания, фармообеспечения, изменения образа жизни, плана динамического обследования.

Одной из областей информационной системы, полученной в рамках настоящего проекта, являются углубленные, дополнительные и специализированные обследования спортсменов, результаты которых в настоящее время анализируются вручную с большими погрешностями. Достигнутые результаты медицинской информатизации позволяют сделать вывод о перспективности разработки для существенного ускорения, улучшения качества и точности лечебно-диагностического процесса с разработкой научно обоснованных практических рекомендаций.

По результатам научного исследования может быть создан Федеральный центр мониторинга за лицами, занимающимися физкультурой и спортом, на базе МГМСУ им. А.И. Евдокимова.

Таким образом, применение результатов разработанной системы в интересах здраво-

охранения будет иметь важный социально-экономический эффект [7].

Список литературы

1. Глотов, О.С. Состояние и перспективы генетического тестирования в спорте. Генетический паспорт спортсмена становится реальным / О.С. Глотов, А.С. Глотов, В.С. Баранов // Молекулярно-биологические технологии в медицинской практике. Сб. статей. – Новосибирск. – 2009. – В. 13. – С. 17–35.
2. Емелин И.В., Зингерман Б.В., Лебедев Г.С. О стандартизации структуры электронных медицинских данных // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2010. – № 12. – т. 8. – С. 18–24.
3. Лебедев Г.С., Мажирин И.В., Тронин Ю.Н., Яцук В.Я. Об одном подходе к реализации компонентов машины знаний средствами аппликативной компьютерной логики // Всесоюзная конференция по искусственному интеллекту: тезисы докладов. Том 3. – Переславль-Залесский, 1988. – С. 314–317.
4. Лебедев Г.С., Тихонова Ю.В. Требования к архитектуре, определению, области применения и контексту электронной медицинской карты // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2010. – № 12, т. 8. – С. 25–37.
5. Лебедев Г.С., Тронин Ю.Н. Реализация моделей представления знаний интеллектуальных систем графами потоков данных // Интеллектуальное программное обеспечение ЭВМ: тезисы докладов Всесоюзного научно-практического семинара. Часть 1. – Ростов-на-Дону – Терскол, 1990. – С. 59, 60.
6. Основные разделы ЭМК. Утверждены Министром здравоохранения РФ 11.11.2013 г. (Письмо Заместителя Министра здравоохранения Российской Федерации от 14.11.2013 г. № 18-1/10/2-8443 об утверждении основных разделов ЭМК).
7. Шаврин Ю.А., Лебедев Г.С., Тихонова Ю.В. Методика оценки экономической эффективности работ по созданию информационной системы ведения паспортов здоровья граждан // Электронный журнал Социальные аспекты здоровья населения. – 2013. – № 3 (31); URL: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/487/30/lang.ru/> (дата обращения 22.07.2013).

References

1. Glotov, O.S. Sostojanie i perspektivy geneticheskogo testirovaniya v sporte. Geneticheskij pasport sportsmena stanovitsja realnym / O.S. Glotov, A.S. Glotov, V.S. Baranov // Molekularno-biologicheskie tehnologii v medicinskoj praktike. Sb. statej. Novosibirsk. 2009. Vol. 13. pp. 17–35.
2. Emelin I.V., Zingerman B.V., Lebedev G.S. O standartizacii struktury jelektronnyh medicinskih dannyh // Informacionno-izmeritelnye i upravljajushhie sistemy. no. 12, t.8, 2010 pp. 18–24.
3. Lebedev G.S., Mazhirin I.V., Tronin Ju.N., Jacuk V.Ja. Ob odnom podhode k realizacii komponentov mashiny znaniy sredstvami aplikativnoj kompjuternoj logiki // Vsesojuznaja konferencija po iskusstvennomu intellektu. Tezisy dokladov. Tom 3. Pereslavl-Zalesskij, 1988, pp. 314–317.
4. Lebedev G.S., Tihonova Ju.V. Trebovanija k arhitekture, opredeleniju, oblasti primeneniya i kontekstu jelektronnoj medicinskoj karty // Informacionno-izmeritelnye i upravljajushhie sistemy. no. 12, t. 8, 2010. pp. 25–37.
5. Lebedev G.S., Tronin Ju.N. Realizacija modelej predstavlenija znaniy intellektualnyh sistem grafami potokov dannyh // Intellektualnoe programnoe obespechenie JeVM: Tezisy dokladov Vsesojuznogo nauchno-prakticheskogo seminar. Chast 1.-Rostov-na-Donu Terskol, 1990, pp. 59, 60.
6. Osnovnye razdely JeMK. Utverzhdeny Ministrom zdavoohranenija RF 11.11.2013 g. (Pismo Zamestitelja Ministra zdavoohranenija Rossijskoj Federacii ot 14.11.2013 g. no. 18-1/10/2-8443 ob utverzhdenii osnovnyh razdelov JeMK).
7. Shavrin Ju.A., Lebedev G.S., Tihonova Ju.V. Metodika ocenki jekonomicheskoi jeffektivnosti rabot po sozdaniyu informacionnoj sistemy vedenija pasportov zdorovja grazhdan // Jelektronnyj zhurnal Socialnye aspekty zdorovja naselenija. 2013. no. 3 (31); URL: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/487/30/lang.ru/> (data obrashhenija 22.07.2013).

Рецензенты:

Куляница А.Л., д.т.н., советник генерального директора, ОАО «Прогноз», профессор кафедры АСУ МГТУ, г. Москва;
Бурый А.С., д.т.н., заместитель директора департамента общероссийских классификаторов технической, экономической и социальной информации, Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия» (ФГУП «Стандартинформ»), г. Москва.

УДК 004.891, 618

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБОСТРЕНИЯ ГЕРПЕСВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ ПОЛОВЫХ ОРГАНОВ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНЫХ НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ

Лукашов М.И.

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

В работе рассматриваются вопросы получения решающих правил для прогнозирования обострения генитального герпеса с целью выбора рациональных схем профилактики этого заболевания. Математические модели прогнозирования заболевания построены на основе гибридных нечетких решающих правил. Предложена процедура синтеза прогностических решающих правил обострения герпесвирусной инфекции половых органов, включающая построение математической модели агрегирования различных составляющих уверенности в правильном прогнозе по выделенным группам информативных признаков. Задача прогнозирования определялась как задача разделения двух классов: обострение генитального герпеса в ближайшей перспективе не ожидается; в течение восьми дней ожидается обострение заболевания. В качестве претендентов на информативные признаки были выбраны: относительные отклонения сопротивлений биологически активных точек от своих номинальных значений; опросник с семью вопросами и двоичными ответами; уровень психоэмоционального напряжения; уровень утомления, уровень защиты организма от рецидивов герпесвирусной инфекции. На репрезентативной контрольной выборке показывается, что с использованием технологии мягких вычислений достигаются приемлемые для медицинской практики результаты.

Ключевые слова: генитальный герпес, гибридные нечеткие модели, классификация, герпесвирусная инфекция

PREDICTION OF ACUTE HERPES GENITAL INFECTIONS BASED ON HYBRID FUZZY MODEL

Lukashov M.I.

Southwest State University, Kursk, e-mail: kstu-bmi@yandex.ru

In work are considered questions of the reception solving rules for forecasting of the intensification genitalherpes for the reason choice of the rational schemes of the preventive maintenance of this disease. The Mathematical models of the forecasting of the disease are built on base hybrid ill-defined solving rules. The Offered procedure of the syntheses forecasting solving rules of the intensification herpesvirus to infections sexual organ, including building to mathematical model integration different forming confidence in correct forecast on chosen group information sign. The Problem of the forecasting was defined as problem of division two classes: intensification : genitalherpes in nearest prospect is not expected; intensification of the disease is expected during eight days. As pretender on information signs were chose: relative deflections of the resistances biologically active point from their own nominal importances; test with family by questions and binary answer; the level of psychic emotional condition; the level of the fatigue, level of protection of the organism from relapse herpesvirus to infections. In a representative to checking sample appears that with use of technologies of the soft calculations are reached acceptable for medical practical persons results.

Keywords: genitalherpes, hybridfuzzymodels, classification, herpesvirus infection

Вопросам использования технологии мягких вычислений для прогнозирования обострения генитального герпеса посвящен ряд работ ученых Юго-Западного государственного университета [1, 12, 15].

Для оценки практической эффективности математических моделей, полученных в этих работах, нами были проведены соответствующие статистические испытания на репрезентативных контрольных выборках. В ходе этих испытаний было установлено, что предложенные математические модели имеют относительно «широкую» зону неопределенности в принимаемых решениях, что в ряде случаев затрудняет выбор схем профилактических мероприятий.

С целью устранения этого недостатка нами, в соответствии с рекомендациями работ [2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11], был проведен разведочный анализ с целью изучения структуры данных, описывающих классы

состояний пациентов с обострившимся генитальным герпесом.

В ходе разведочного анализа перед экспертами была поставлена задача уточнить список информативных признаков, использованных в работах [1, 12, 15], для чего были привлечены аппараты экспертного оценивания и теории измерения латентных переменных, а также определялась информативная мера по Кульбаку I_k . Как и в работах [1, 12, 15], задача прогнозирования определялась как задача разделения двух классов: ω_0 – обострение генитального герпеса в ближайшей перспективе не ожидается; ω_{08} – в течение 8 дней ожидается обострение заболевания. В качестве претендентов на информативные признаки были выбраны: относительные отклонения сопротивлений биологически активных точек (БАТ) F11, VC1, VC7, VG1 и P7 от своих номинальных значений [13]; опросник

с семью вопросами и двоичными ответами $b_1, \dots, b_7$ [15]; уровень психоэмоционального напряжения UP [17]; уровень утомления (UU) [16], уровень защиты организма от рецидивов герпесвирусной инфекции (UZ) [14, 18].

Оценка информативной ценности по Кульбаку и группе экспертов приведена в табл. 1.

Таблица 1
Информативная ценность БАТ

БАТ	Класс	Информативность по классу (Кульбак)	Общая информативность I_k	Экспертная оценка ценности точки
F11	ω_0	5	9	0,1
	$\omega_{об}$	4		
VC1	ω_0	12	22	0,2
	$\omega_{об}$	10		
VC7	ω_0	14	31	0,35
	$\omega_{об}$	17		
VG1	ω_0	10	18	0,25
	$\omega_{об}$	8		
P7	ω_0	10	25	0,3
	$\omega_{об}$	15		

Информативная ценность других типов информативных признаков представлена в табл. 2.

Как и при оценке БАТ, в качестве порогового значения была выбрана величина $I_k = 20$. Каждый из признаков b_i такой информативностью не обладает, однако их совокупность позволяет получить $I_k = 21$.

Уточнение информативности признаков производилось с использованием теории измерения латентных переменных по модели Г. Раша с использованием пакета RUMM2020 [19, 24, 25].

Для использования пакета RUMM 2020 по выборке значений, используемых прогностических признаков сформирована таблица исходных данных, фрагмент которой приведен в табл. 3.

Обобщенной характеристикой соответствия между интегральной латентной переменной и системой индикаторов служат гистограммы распределения интегрального показателя «уверенности» в прогнозе обострения генитального герпеса (рис. 1) [19].

Анализ данного графика показывает наличие трёх довольно чётко выраженных состояний обследуемых, которые инте-

грируются как низкая, средняя и высокая уверенность в обострении генитального герпеса что позволяет сделать вывод о том, что система критериев соответствует измеряемой латентной переменной – «Уверенность» в прогнозе обострения генитального герпеса и набор используемых индикаторных переменных является эффективным для целей измерения обобщенной латентной переменной.

Процедура синтеза прогностических решающих правил была реализована на основе общих рекомендаций, разработанных в Юго-Западном государственном университете [3, 10, 20, 21, 22, 23].

Таблица 2
Информативная ценность пространства прогностических признаков

Признак	Класс	Информативность по классу	Общая информативность I_k	Экспертная оценка прогностической ценности
UP	ω_0	12	23	0,24
	$\omega_{об}$	11		
UU	ω_0	14	29	0,3
	$\omega_{об}$	15		
UZ	ω_0	16	36	0,4
	$\omega_{об}$	20		
b_1	ω_0	1,5	3	0,04
	$\omega_{об}$	1,5		
b_2	ω_0	1,5	3	0,04
	$\omega_{об}$	1,5		
b_3	ω_0	1,5	3	0,04
	$\omega_{об}$	1,5		
b_4	ω_0	1,5	3	0,04
	$\omega_{об}$	1,5		
b_5	ω_0	1,5	3	0,04
	$\omega_{об}$	1,5		
b_6	ω_0	1,5	3	0,04
	$\omega_{об}$	1,5		
b_7	ω_0	1,5	3	0,04
	$\omega_{об}$	1,5		
Общая по группе b_i	ω_0	10	21	0,28
	$\omega_{об}$	11		

Таблица 3

Значения индикаторных переменных для латентной переменной «Уверенность» в прогнозе обострения генитального герпеса (UOG)

Индикаторные переменные							
δR_{VC1}	δR_{VC7}	δR_{VG1}	δR_{p7}	UP	UU	UZ	$\sum b_i$
5,2	10,1	8,1	3	0,15	0,1	0,8	2
2,3	8,2	7,3	1,8	0,1	0,2	0,83	1
6,5	7,5	8,5	5,1	0,2	0,25	0,9	1
3,9	6,5	6,5	4,2	0,15	0,22	0,91	0
4,2	8,2	15,2	2,15	0,3	0,1	0,85	0
7,1	10,5	10,1	3,5	0,15	0,26	0,87	0
5,3	7,3	14,1	5,1	0,12	0,13	0,75	0

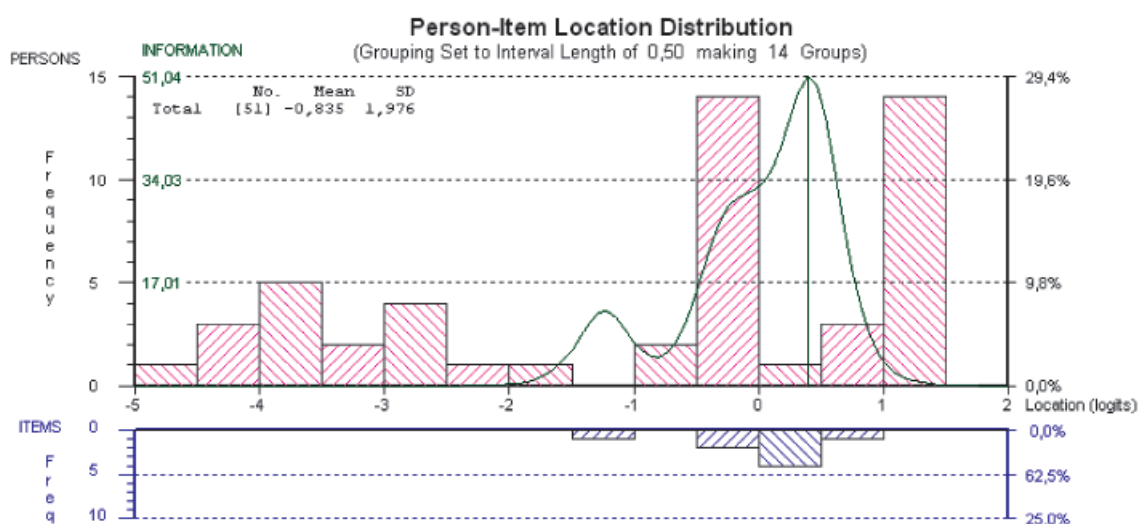


Рис. 1. Распределение интегрального показателя «Уверенность» в прогнозе обострения генитального герпеса

В результате процедуры синтеза получена прогностическая модель вида

$$YPZ = \max[0, (YPF - UZ)], \quad (1)$$

где YPF – уверенность в обострении генитального герпеса без оценки уровня защитных свойств UZ .

Величина YPF определяется нечеткой интеграционной формулой вида

$$YPF = YPB + YPO + YPU - YPB \cdot YPO - YPB \cdot YPU - YPO \cdot YPU + YPB \cdot YPU \cdot YPO. \quad (2)$$

Нечеткие составляющие модели (2) определяются системой математических моделей вида

$$\begin{aligned} &\text{ЕСЛИ } [(\delta R_{p7} > 15\%) \text{ И } (\delta R_{VC7} > 15\%)] \\ &\text{ТО } \{YPB(i+1) = YPB(i) + \mu_{\omega_{06}}(\delta R_{i+1})[1 - YPB(i)]\} \\ &\text{ИНАЧЕ } \{YPB = 0\}. \\ &YPO = f_B(b_1, \dots, b_6) \\ &YPU = \mu_{\omega_{06}}(UP) + \mu_{\omega_{06}}(UU)[1 - \mu_{\omega_{06}}(UP)], \end{aligned} \quad (3)$$

где YPB – частная уверенность в $\omega_{об}$ по величине электрической реакции БАТ; $\mu_{об}(\delta R_{j+1})$ – функция принадлежности к классу $\omega_{об}$ с базовыми переменными по шкалам отклонения электрических сопротивлений БАТ δR_{j+1} , связанных с заболеваниями кожи от своих номинальных значений; $YPB(1) = \mu_{об}(\delta R_{P7})$; $\delta R_2 = \delta R_{VC7}$; $\delta R_3 = \delta R_{VC1}$; $\delta R_4 = \delta R_{VG1}$; YPO – частная уверенность в $\omega_{об}$ по данным опроса по опроснику $B(b_1, \dots, b_7)$: в анамнезе ОРВИ грипп или другие болезни, ослабляющие иммунную систему (b_1); переохлаждение организма (b_2); перегрев организма (b_3); медицинские манипуляции на половых органах (b_4); злоупотребление алкоголем (b_5); чрезмерное пребывание на солнце или злоупотребление солярием (избыточные дозы ультрафиолетового излучения) (b_6); в анамнезе микрохирургические вмешательства на тройничном нерве (b_7); $f_B(b_1, \dots, b_7)$ – функция агрегации опросника B ; $\mu_{об}(UP)$ и $\mu_{об}(UU)$ функции принадлежности к классу $\omega_{об}$ с базовыми переменными уровень ПЭН (UP) и уровень хронического утомления (UU).

Уровень защиты определяется математической моделью вида

$$UZ = F_Z[AP, \mathcal{E}P, f(a_j)], \quad (4)$$

где AP – адаптационный потенциал; $\mathcal{E}P$ – энергетический разбаланс общесистемных БАТ; $f(a_j)$ – функция принадлежности к $\omega_{об}$ с базовыми переменными по данным лабораторного анализа; a_1 – иммунорегуляторный коэффициент $CD4+/CD8+$ (индекс); a_2 – $CD4 + 25 + T$ -лимфоциты, экспрессирующие рецепторы к IL2 (процент от $CD4+$ T-клеток); a_3 – активированные NK-клетки (экспрессирующие HLA-DR-мо-

лекулы) (процент от NK-клеток); a_4 – Фенопик NK-клеток $CD3-16 + 56$ – (высокая) (процент); F_Z – функция агрегации составляющих модели (4).

Для оценки качества работы прогностических решающих правил начиная с 2005 года проводились наблюдения за больными генитальным герпесом в Курском областном кожно-венерологическом диспансере с фиксацией факта обострения заболеваний с момента проведения замеров значений признаков, описанных в предыдущих разделах. Фиксировались случаи заболевания через день после измерений, через два дня и т.д. вплоть до двух недель. На рис. 2 приведен график изменения показателей прогностической значимости для моделей (1).

Тенденция изменения показателей качества такова, что на седьмой – десятый день после начала наблюдений качество классификации стабилизируется и в дальнейшем существенно не изменяется. Это и послужило основой для выбора экспертами времени рационально прогноза $T_0 = 8$ дней, причем реальное качество классификации несколько выше, чем дают эксперты, что позволяет рекомендовать полученные решающие правила к использованию в медицинской практике.

Таким образом, предложена процедура синтеза прогностических решающих правил обострения герпесвирусной инфекции половых органов, включающая построение математической модели агрегирования различных составляющих уверенности в правильном прогнозе по выделенным группам информативных признаков. Результаты математического моделирования синтезированных решающих правил и экспертного оценивания показали, что при максимальных значениях всех частных

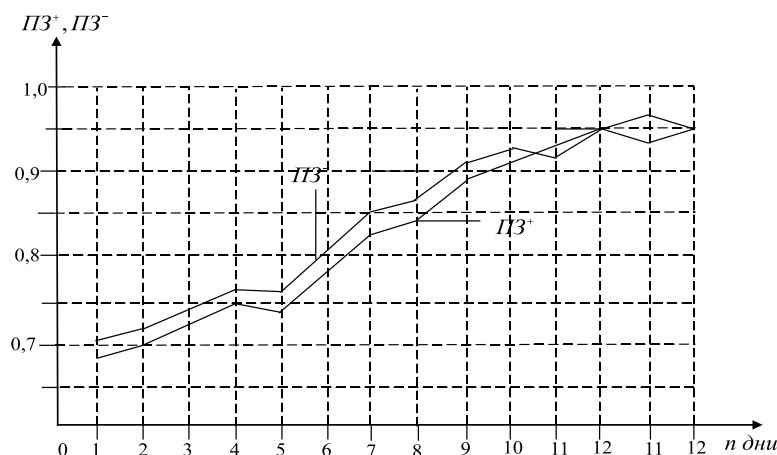


Рис. 2. График изменения показателей $ПЗ^+$ и $ПЗ^-$ для шкалы YPZ в зависимости от времени наблюдения

составляющих модели (1) $YPZ = 0,9$, а для наиболее часто встречающихся значений факторов риска уверенность в правильном прогнозе составляет 0,85, что для прогнозистических медицинских задач считается хорошим результатом.

Список литературы

1. Еремин А.В. Методы модели и алгоритмы нечеткого прогнозирования обострения и оценки степени тяжести больных генитальной вирусной инфекцией: дис. ... канд. техн. наук: 05.11.17. – СПб., 2010. – 135 с.
2. Корневский Н.А. Проектирование нечетких решающих сетей, настраиваемых по структуре данных для задач медицинской диагностики // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – М., 2005. – Т. 4. – № 1. – С. 12–20.
3. Корневский Н.А. Использование нечеткой логики принятия решений для медицинских экспертных систем // Медицинская техника. – 2015. – № 1(289). – С. 33–35.
4. Корневский Н.А. Метод синтеза гетерогенных нечетких правил для анализа и управления состоянием биотехнических систем // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2013. – № 2. – С. 99–103.
5. Корневский Н.А. Интерактивный метод классификации в задачах медицинской диагностики / Н.А. Корневский, С.В. Дегтярев, С.П. Серегин, А.В. Новиков // Медицинская техника. – 2013. – № 4. – С. 1–3.
6. Корневский Н.А., Крупчатников Р.А. Информационно-интеллектуальные системы для врачей рефлексотерапевтов: монография. – Старый Оскол: ТНТ, 2013. – 424 с.
7. Корневский Н.А. Синтез нечетких сетевых моделей обучаемых по структуре данных для медицинских экспертных систем / Н.А. Корневский, Р.А. Крупчатников, С.А. Горбатенко // Медицинская техника. – 2008. – № 2. – С. 18–24.
8. Корневский Н.А. Синтез коллективов гибридных нечетких моделей, оценки состояния сложных систем / Н.А. Корневский, К.В. Разумова // Наукоемкие технологии. – 2014. – Т. 15. – № 12. – С. 31–40.
9. Корневский Н.А. Синтез нечетких классификационных правил в многомерном пространстве признаков для медицинских приложений / Н.А. Корневский, К.В. Разумова // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2012. – № 2. – С. 223–227.
10. Корневский Н.А. Метод прогнозирования и диагностики состояния здоровья на основе коллективов нечетких решающих правил / Н.А. Корневский, Р.В. Руцкой, С.Д. Долженков // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2013. – Т. 12. – № 4. – С. 905–909.
11. Корневский Н.А. Геометрический подход к синтезу нечетких решающих правил для решения задач прогнозирования и медицинской диагностики / Н.А. Корневский, С.А. Филист, А.Г. Устинов, Е.Б. Рябкова // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2012. – № 4. – С. 20–25.
12. Лукашов М.И. Синтез решающих правил прогнозирования обострения заболеваний на примере генитального герпеса / М.И. Лукашов, А.Г. Устинов, И.И. Хрипина, С.В. Солошенко // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2014. – № 3. – С. 70–80.
13. Лукашов М.И. Использование методов рефлексодиагностики при ведении больных генитальным герпесом / М.И. Лукашов, Н.А. Корневский, А.В. Еремин, Р.А. Круп-

чатников // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2009. – Т. 8. – № 4. – С. 869–872.

14. Лукашов М.И. Оценка уровня психоэмоционального напряжения и его роль в появлении и развитии психосоматических заболеваний / М.И. Лукашов, Н.А. Корневский, О.И. Филатова // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2009. – Т. 8. – № 3. – С. 603–607.

15. Лукашов, М.И. Использование информационных технологий для прогнозирования и диагностики инфекционных заболеваний (на примере генитального герпеса): монография / М.И. Лукашов, Н.А. Корневский, В.И. Серебровский и др. – Курск: Изд-во Курск. гос. с-х. ак., 2011. – 123 с.

16. Лукашов, М.И. Определение уровня длительного физического утомления как факторов риска рецидивов хронических заболеваний / М.И. Лукашов, Н.А. Корневский, А.В. Еремин, О.И. Филатова // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2009. – № 5. – С. 10–15.

17. Лукашов М.И. Нечеткая оценка степени психоэмоционального напряжения и ее роль в прогнозировании и диагностике заболеваний / М.И. Лукашов, В.А. Буняев, В.В. Буняев, В.И. Афанасьев // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. – 2009. – № 5. – С. 27–31.

18. Шуткин А.Н. Использование технологии мягких вычислений для оценки защитных механизмов организма / А.Н. Шуткин, Е.А. Бойцова, Л.П. Лазурина, М.В. Писарев // Известия Юго-Западного государственного университета: Серия Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2015. – № 2. – С. 62–72.

19. Шуткин А.Н. Применение теории измерения латентных переменных для формирования пространства информативных признаков в задачах оценки функционального состояния человека / А.В. Бойцов, Л.П. Лазурина, С.Н. Корневская, А.Н. Шуткин // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2014. – № 6. – С. 52–58.

20. Korenevskiy N.A. Design of network-based fuzzy knowledge bases for medical decision-making support systems [text] / N.A. Korenevsky, S.A. Gorbatenko, R.A. Krupchatnikov, M.I. Lukashov // Biomedical Engineering. – 2009. – Vol. 43. – № 4. – P. 187–190.

21. Korenevskiy N.A. Use of an Interactive Method for Classification in Problems of Medical Diagnosis / N.A. Korenevsky, S.V. Degtyarev, S.P. Seregin, A.V. Novikov // Biomedical Engineering November. – 2013. – Vol. 47, Issue 4. – P. 169–172.

22. Korenevskiy N.A., Krupchatnikov R.A., Gorbatenko S.A. Generation of fuzzy network models taught on basic of data structure for medical expert systems, Biomedical Engineering Journal. – 2008. – Vol. 42, № 2 – P. 67–72.

23. Korenevskiy N.A. Application of Fuzzy Logic for Decision-Making in Medical Expert Systems // Biomedical Engineering. – May 2015. – Vol. 49, Issue 1. – P. 46–49.

24. Rasch G. Probabilistic models for some intelligence anent tests (Expanded edition, with foreword and afterword by Benjamin D. Wright). – Chicago: University of Chicago Press, 1980. – 199 p.

25. Smith E.V., Smith M.S. Introduction to Rasch Measurement. Theory, Models and Applications. – Marle Grove, Minnesota: JAM Press, 2004. – 689 p.

References

1. Eremin, A.V. Metody modeli i algoritmy nechetkogo prognozirovaniya obostreniya i otsenki stepeni tyazhesti bolnykh genitalnoj virusnoj infektsiej: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.11.17. SPb., 2010. 135 p.
2. Korenevskij, N.A. Proektirovanie nechetkikh reshayushikh setej, nastraivaemykh po strukture dannykh dlya zadach meditsinskoj diagnostiki. N.A. Korenevskij Sistemnyj analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh, M., 2005. T.4. no. 1. pp. 12–20.

3. Korenevskij, N.A. Ispolzovanie nechetkoj logiki prinyatiya reshenij dlya meditsinskikh ehkspertnykh sistem. N.A. Korenevskij Meditsinskaya tekhnika, 2015, no. 1(289). pp. 33–35.
4. Korenevskij, N.A. Metod sinteza geterogennykh nechetkikh pravil dlya analiza i upravleniya asostoyaniem biotekhnicheskikh sistem / N.A. Korenevskij Izvestiya YU go-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika, informatika. Meditsinskoe priborostroenie. 2013. no. 2. pp. 99–103.
5. Korenevskij, N. A. Interaktivnyy metod klassifikatsii v zadachakh meditsinskoj diagnostiki N.A. Korenevskij, S.V. Degtyarev, S.P. Seregin, A.V. Novikov Meditsinskaya tekhnika. 2013. no. 4. pp. 1–3.
6. Korenevskij N.A., Krupchatnikov R.A. Informatsionno-intellektualnye sistemy dlya vrachej refleksoterapevtov: monografiya N.A. Korenevskij, R.A. Krupchatnikov. StaryjOskol: TNT, 2013. 424 p.
7. Korenevskij, N.A. Sintez nechetkikh setevykh modelej obuchaemykh po structure dannykh dlya meditsinskikh ehkspertnykh sistem N.A. Korenevskij, R.A. Krupchatnikov, S.A. Gorbatenko Meditsinskaya tekhnika. 2008. no. 2. pp. 18–24.
8. Korenevskij, N.A. Sintez kolektivov gibridnykh nechetkikh modelej, otsenki sostoyaniya slozhnykh sistem N.A. Korenevskij, K.V. Razumova Naukoemkie tekhnologii. 2014. T.15. no. 12. pp. 31–40.
9. Korenevskij, N.A. Sinteznechetkikh klassifikatsionnykh pravil v mnogomernom prostranstve priznakov dlya meditsinskikh prilozhenij N.A. Korenevskij, K.V. Razumova Izvestiya YUgo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: upravlenie, vychislitel'nayatekhnika, informatika. Meditsinskoe priborostroenie. 2012. no. 2. CH1. pp. 223–227.
10. Korenevskij, N.A. Metod prognozirovaniya i diagnostiki sostoyaniya zdorovya na osnove kolektivovnechetkikh reshayushchikhpravil N.A. Korenevskij, R.V. Rutskej, S.D. Dolzhenkov Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh 2013. T.12. no. 4. pp. 905–909.
11. Korenevskij, N.A. Geometricheskij podkhod k sintezu nechetkikh reshay ushchikh pravil dlya resheniya zadach prognozirovaniya i meditsinskoj diagnostiki Korenevskij, N.A., Filist S.A., Ustinov A.G., Ryabkova E.B. Biomeditsinskaya radioehlektronika. 2012. no. 4. pp. 20–25.
12. Lukashov M.I. Sintez reshayushchikh pravil prognozirovaniya obostreniya zabolevanij na primere genitalnogo gerpesa M.I. Lukashov, A.G. Ustinov, I.I. KHripina, S.V. Soloshenko Izvestiya YUgo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'nayatekhnika, informatika. Meditsinskoe priborostroenie. 2014. no. 3. pp. 70–80.
13. Lukashov M.I. Ispolzovanie metodov refleksodiagnostiki pri vedenii bolnykh genitalnym herpesom M.I. Lukashov, N.A. Korenevskij, A.V. Eremin, R.A. Krupchatnikov Sistemnyy analizupravlenie v biomeditsinskikh sistemakh. 2009. T.8 no. 4. pp. 869–872.
14. Lukashov M.I. Otsenka urovnya psikhoehmotsionalnogo napryazheniyai ego rol v poyavlenii i azvitiipсихосоматических заболеваний M.I. Lukashov, N.A. Korenevskij, O.I. Filatova Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh. 2009. T.8. no. 3. pp. 603–607.
15. Lukashov, M.I. Ispolzovanie informatsionnykh tekhnologij dlya prognozirovaniya i diagnostiki infektsionnykh zabolevanij (naprimeregitalnogogerpesa): Monografiya M.I. Lukashov, N.A. Korenevskij, V.I. Serebrovskij dr. Kursk. izd-vo Kursk. gos. s-kh. ak., 2011. 123 p.
16. Lukashov, M.I. Opredelenie urovnya dlitelnogo fizicheskogo utomleniya kak faktorov riska retsidivov khronicheskikh zabolevanij M.I. Lukashov, N.A. Korenevskij, A.V. Eremin, O.I. Filatova Biomeditsinskaya radioehlektronika, 2009. no. 5. pp. 10–15.
17. Lukashov M.I. Nechetkaya otsenka stepeni psikhoehmotsionalnogo napryazheniya i eerol v prognozirovanii i diagnostike zabolevanij M.I. Lukashov, V.A. Bunyaev, V.V. Bunyaev, V.I. Afanasev Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Seriya: Tekhnicheskienauki. 2009. no. 5. pp. 27–31.
18. SHutkin, A.N. Ispolzovanie tekhnologii myagkikh vychislenij dlya otsenki zashhitnykh mekhanizmov organizma / A.N. SHutkin, E.A. Bojtsova, L.P. Lazurina, M.V. Pisarev // IzvestiyaYUgo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta: Seriya Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika, informatika. Meditsinskoe priborostroenie, no. 2, 2015. pp. 62–72.
19. SHutkin, A.N. Primenenie teorii izmereniya latentnykh peremennykh dlya formirovaniya prostranstva informativnykh priznakov v zadachakh otsenki funktsionalnogo sostoyaniya cheloveka / A.V. Bojtsov, L.P. Lazurina, S.N. Korenevskaya, A.N. SHutkin // Izvestiya YUgo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta, no. 6, 2014. pp. 52–58.
20. Korenevskiy N.A. Design of network-based fuzzy knowledge bases for medical decision-making support systems / N.A. Korenevsky, S.A. Gorbatenko, R.A. Krupchatnikov, M.I. Lukashov // Biomedical Engineering. 2009. Vol.43. no. 4. pp. 187–190.
21. Korenevskiy N.A. Use of an Interactive Method for Classification in Problems of Medical Diagnosis // N.A. Korenevsky, S.V. Degtyarev, S. P. Seregin, A. V. Novikov //Biomedical Engineering November 2013, Vol. 47, Issue 4, pp. 169–172.
22. Korenevskiy, N.A., Krupchatnikov, R.A., Gorbatenko, S.A. Generation of fuzzy network models taught on basic of data structure for medical expert systems, Biomedical Engineering Journal, 2008, Vol.42, no. 2, pp. 67–72.
23. Korenevskiy N.A., Application of Fuzzy Logic for Decision-Making in Medical Expert Systems N. A. Korenevsky Biomedical Engineering, May 2015, Vol. 49, Issue 1, pp. 46–49.
24. Rasch G. Probabilistic models for some intelligence anent tests (Expanded edition, with foreword and afterword by Benjamin D. Wright). Chicago: University of Chicago Press, 1980. 199 p.
25. Smith E.V., Smith M.S. Introduction to Rasch Measurement. Theory, Models and Applications. Marle Grove, Minnesota: JAM Press, 2004. 689 p.

Рецензенты:

Ключиков И.А., д.т.н., главный научный сотрудник НИИЦ, ФГУП «18 ЦНИИ» МО РФ, г. Курск;

Сергеев С.П., д.м.н., зав. урологическим отделением № 2, ОБУЗ «Курская городская клиническая больница скорой медицинской помощи», г. Курск.

УДК 502.3: 621.311.23

ЭМИССИЯ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПРИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Маслеева О.В., Пачурин Г.В., Крюков Е.В.

*ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»,
Нижний Новгород, e-mail: pachuringv@mail.ru*

Снижение углеродоёмкости экономики России, создание условий для перехода на низкоуглеродный или энергоэффективный путь развития отраслей приведет к сокращению объема выбросов парниковых газов. Одним из вариантов решения этой проблемы является применение возобновимых источников энергии, у которых отсутствует эмиссия парниковых газов в процессе эксплуатации. Метод «оценки жизненного цикла» позволяет провести комплексную экологическую оценку, в том числе выбросы парниковых газов. Были выполнены исследования выбросов парниковых газов в процессе жизненного цикла возобновляемых энергоустановок – ветровой, солнечной, мини-ГЭС, биогазовой, на твердооксидных топливных элементах и, для сравнения, традиционной газопоршневой энергоустановки. Выявлено, что основной вклад в выбросы парниковых газов вносит процесс сжигания топлива на газопоршневых энергоустановках, который в 800 раз выше, чем при производстве энергоустановок. Минимальные удельные выбросы парниковых газов имеют мини-ГЭС. Поэтому применение нетрадиционных источников энергии позволит уменьшить объем парниковых газов.

Ключевые слова: энергоэффективность, углеродоёмкость экономики, возобновляемые источники энергии, парниковые газы, экологическая оценка, жизненный цикл, газопоршневая энергоустановка, нетрадиционные источники энергии

GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN THE ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF RENEWABLE ENERGY SOURCES

Masleeva O.V., Pachurin G.V., Kryukov E.V.

*Nizhny Novgorod State Technical University R.E. Alekseev,
Nizhny Novgorod, e-mail: pachuringv@mail.ru*

Reduced uglerodoemkosti the Russian economy, the creation of conditions for the transition to low-carbon or energy-efficient way of development of industries will reduce greenhouse gas emissions. One solution to this problem is the use of renewable energy sources, which do not have emission of greenhouse gases during operation. The method of «life cycle assessment» allows you to carry out a comprehensive environmental assessment, including greenhouse gas emissions. Studies were performed in greenhouse gas emissions during the life cycle of renewable power plants – wind, solar, mini-hydro, biogas, on solid oxide fuel cells and, for comparison, conventional gas piston power plant. It was revealed that the main contribution to greenhouse gas emissions makes the process of combustion in the gas turbine power plants, which is 800 times higher than in the production of power plants. Minimum specific emissions of greenhouse gases have a mini-hydro. Therefore, the use of alternative energy sources will reduce the amount of greenhouse gases.

Keywords: energy efficiency, carbon intensity of the economy, renewable energy, greenhouse gases, environmental assessment, life cycle, gas-piston power plant, alternative energy sources

В апреле 2015 г. Председатель Правительства РФ Дмитрий Медведев утвердил Концепцию формирования системы мониторинга, отчетности и проверки объема выбросов парниковых газов в РФ [2]. Данное распоряжение направлено на снижение углеродоёмкости российской экономики, в том числе на создание условий для перехода на низкоуглеродный (энергоэффективный) путь развития отраслей национальной экономики на период до 2020 года и с перспективой до 2030 года.

В целях реализации мероприятий по обеспечению к 2020 г. сокращения объема выбросов парниковых газов до уровня не более 75 % объема указанных выбросов в 1990 г. распоряжением Минприроды от 16.04.2015 № 15-р введены «Методические рекомендации по проведению доброволь-

ной инвентаризации ПГ объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации» [5]. Методические рекомендации включают оценки выбросов парниковых газов для секторов «Энергетика», «Промышленные процессы и использование продукции», «Сельское хозяйство» и «Отходы».

Одним из путей снижения эмиссии парниковых газов является более широкое применение альтернативных источников энергии, таких как ветровые, солнечные энергоустановки, мини-ГЭС [4, 9].

Для сравнения альтернативных и традиционных источников энергии по воздействию на окружающую среду возможно применение метода оценки жизненного цикла (ОЖЦ). ОЖЦ распространяется на экологические аспекты и потенциальные

воздействия на окружающую среду на всех этапах жизненного цикла продукции от добычи сырья, производства и использования до переработки по окончании срока службы, повторного использования и заключительной утилизации [3, 8, 10].

Схема жизненного цикла представлена на рис. 1.

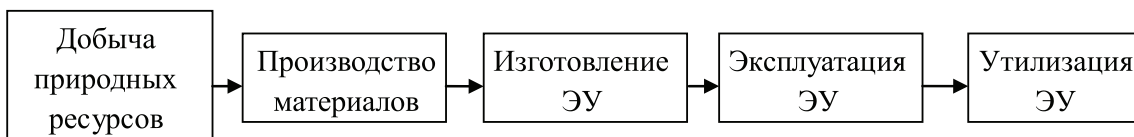


Рис. 1. Схема жизненного цикла ЭУ

Входные данные могут включать в себя данные об использовании минеральных ресурсов и поставке энергии.

Категории воздействия на окружающую среду при ОЖЦ могут быть следующие: химическое загрязнение атмосферы, гидросферы и литосферы, физическое загрязнение.

Комплексная экологическая оценка жизненного цикла включает в себя рассмотрение потребления природных ресурсов, потребления электроэнергии и уровень загрязнения окружающей среды. Одной из составляющих оценки загрязнения окружающей природной среды является эмиссия парниковых газов на всех этапах жизненного цикла возобновляемых источников энергии. При оценке учитывается эмиссия парниковых газов: углекислого газа (CO_2), оксидов азота (NO_x), метана (CH_4), фторидов (CF_4 , C_2F_6) [1]. Расчет эмиссии парниковых газов был выполнен в соответствии с методикой [5]. Для расчета эмиссии парниковых газов, образующихся при сжигании топлива для энергетических целей, используется сектор «Энергетика». При расчете учтены следующие парниковые газы: углекислый газ, закись азота и метан.

Выбросы двуокиси углерода при стационарном сжигании топлива являются результатом высвобождения углерода из топлива в ходе его сгорания и зависят от содержания углерода в топливе. Расчет эмиссии CO_2 для каждого вида топлива производится по формуле

$$E = M \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot 44/12, \quad (1)$$

где E – годовой выброс CO_2 (т/год); M – фактическое потребление топлива за год (т/год); K_1 – теплотворное значение топлива, для природного газа $K_1 = 0,03371 \cdot 10^{12}$ Дж/т, для биогаза $K_1 = 0,022 \cdot 10^{12}$ Дж/т; K_2 – коэффициент эмиссии углерода, для природного газа и биогаза $K_2 = 14,96$ т/10¹² Дж; K_3 – коэффициент окисления углерода в топливе (для учета неполного сгорания топлива),

для природного газа и биогаза $K_3 = 0,995$; 44/12 – коэффициент пересчета углерода в углекислый газ.

Расчет эмиссии метана и закиси азота для каждого вида топлива производится по формуле

$$E_i = M \cdot K_1 \cdot K_4, \quad (2)$$

где E_i – годовой выброс парникового газа (т/год); M – фактическое потребление топлива за год (т/год); K_1 – теплотворное значение топлива (Дж/т); K_4 – коэффициенты эмиссии парниковых газов, для CH_4 $K_4 = 5$ кг/10¹² Дж и для N_2O $K_4 = 0,1$ кг/10¹² Дж.

Для сектора «Производственные процессы» расчет выбросов парниковых газов выполняется по формуле

$$E_i = M_i \cdot K_i$$

где E_i – годовой выброс в атмосферу i -го газа (т/год); M_i – данные о деятельности (количественная характеристика деятельности, приводящей к выбросу за определенный период, обычно за год) (т/год); K_i – коэффициент выброса (удельный выброс i -го парникового газа на тонну продукции).

При расчете эмиссии парниковых газов учитывается потенциал глобального потепления для каждого вещества. Потенциал глобального потепления оценивает радиационное (разогревающее) воздействие молекулы парникового газа относительно двуокиси углерода, осредненное за выбранный период времени после эмиссии. Потенциалы глобального потепления для парниковых газов приведены в табл. 1.

Таблица 1
Потенциалы глобального потепления (ПГП) для парниковых газов

Газ	Химическая формула	ПГП-100
Двуокись углерода	CO_2	1
Метан	CH_4	21
Закись азота	N_2O	310
ПФУ		
• Перфторметан	CF_4	6500
• Перфторэтан	C_2F_6	9200

В нефтегазовой отрасли учету подлежат все выбросы, образующиеся при разведке (бурение и опробование скважин), добыче (включая обслуживание действующих скважин), первичной переработке/подготовке, транспортировке, хранении, переработке, распределении и использовании нефти и природного газа, а также перегонке нефти и распределении нефтепродуктов. Выбросы определяются как произведение соответствующих данных о деятельности на коэффициент выбросов (формула (2)). Коэффициенты выбросов представлены в табл. 2.

Источниками выбросов в черной металлургии являются: предприятия по производству агломерата и окатышей, по производству чугуна и стали; вторичные предприятия по производству стали из стального лома; по производству доменного кокса, по производству ферросплавов. Выбросы парниковых газов в металлургии состоят из выбросов от использования топлива в качестве исходного сырья и выбросов от промышленных процессов (углерод используется в качестве восстанавливающего агента при производстве металлов). Оценка выбросов выполняется по формуле (2). Коэффициенты выбросов представлены в табл. 2.

Основными источниками выбросов парниковых газов в цветной металлургии яв-

ляется производство первичного алюминия и производство свинца.

Основной объем выбросов парниковых газов в алюминиевой промышленности связан с производством первичного алюминия электролитическим способом. Источники выбросов включают:

- выбросы CO_2 в результате реакции углерода электродов с оксидом алюминия в процессе электролиза с образованием металлического алюминия;
- выбросы перфторуглеродов в результате анодных эффектов, возникающих при нарушении нормального процесса электролиза и вызываемого взаимодействием анодов с расплавом криолита;
- косвенные выбросы при выработке электроэнергии, потребляемой при производстве первичного алюминия.

Производство первичного свинца включает в себя этапы подготовки и обогащения руды, агломерации, плавления и очистки продукции. Процесс плавки свинца представляет собой реакцию восстановления оксида свинца с образованием выбросов CO_2 .

При производстве стекла в процессе плавки основным источником выделившегося CO_2 является исходное сырье, которое состоит из известняка (CaCO_3), доломита $\text{Ca, Mg} (\text{CO}_3)_2$ и кальцинированной соды (Na_2CO_3).

Таблица 2

Удельные выбросы парниковых газов
для различных материалов и этапов жизненного цикла

Материал	Этап	Удельные выбросы парниковых газов, т/т продукции				
		CO_2	NO_x	CH_4	CF_4	C_2F_6
Сталь	Производство	1,06		0,00003		
	Утилизация	0,08				
Чугун	Производство	1,35				
	Утилизация	0,08				
Медь	Производство	1				
Свинец	Производство	0,52				
	Утилизация	0,2				
Алюминий	Производство	1,8			0,0004	0,00004
Стекло	Производство	0,21				
	Утилизация	0,21				
Кремний	Производство	4,3		0,0012		
Пластмасса	Добыча нефти			0,000066		
	Производство	1,73		0,003		
Цирконий	Производство	4,3		0,0012		
Никель	Производство	6				
Марганец	Производство	1,6				
Газ	Добыча			0,0004		
	Транспортировка			0,00042		
	Эксплуатация	1,84	0,00000337	0,000169		
Биогаз	Эксплуатация	2,46	0,0000202	0,000337		

Эмиссия парниковых газов при добыче полезных ископаемых определяется выбросами применяемого транспорта и в данном расчете не учитывалась, поскольку имеет значительно меньшее значение.

Удельные выбросы парниковых газов [6, 7] для различных материалов и этапов жизненного цикла приведены в табл. 2.

В данной работе был проведен анализ выбросов парниковых газов в процессе жиз-

ненного цикла возобновляемых источников энергии и газопоршневой ЭУ, технические характеристики которых приведены в табл. 3.

Исходными данными для расчета выбросов парниковых газов являются массы материалов, составляющих энергоустановок, и объемы отходов, образующихся при металлообработке и производстве этих материалов. Расчет вели по формулам (1) и (2) с учетом коэффициентов удельных выбросов.

Таблица 3

Технические характеристики рассматриваемых ЭУ

Тип энергоустановки	Марка	Характеристика	Масса 1 шт., кг
Ветровая ЭУ	«Муссон»	Мощность 30 кВт	3180
	Аккумулятор Volta ST-200	Напряжение 12 В (13 шт.)	60
Солнечная ЭУ	Saana 250 LM3 MBW	Суммарная мощность 30 кВт (120 модулей по 0,25 кВт)	21,1
	Аккумулятор Volta ST-200	Напряжение 12 В (13 шт.)	60
Мини-ГЭС	ИНСЭТ Пр 30	Мощность 30 кВт	$2 \cdot 10^3$
Биогазовая ЭУ	БИОЭН-1		$12 \cdot 10^3$
	Caterpillar DM8660	Мощность 103 кВт	4830
Газопоршневая электростанция на природном газе	Caterpillar G3406	Мощность 125 кВт Расход газа 371 тыс. м ³ /год	4928
ЭУ на ТОТЭ	—	Мощность 2 кВт	322

Таблица 4

Выбросы парниковых газов в процессе жизненного цикла ЭУ, т

Тип ЭУ	Этап жизненного цикла	CO ₂	NO _x	CH ₄	CF ₄	C ₂ F ₆
ВЭУ	Добыча	—	—	$6,97 \cdot 10^{-5}$	—	—
	Производство	4,81	—	$5,35 \cdot 10^{-4}$	—	—
	Утилизация	0,35	—	—	—	—
	Всего	5,15	—	$6,05 \cdot 10^{-4}$	—	—
СЭУ	Добыча	—	—	$2,62 \cdot 10^{-6}$	—	—
	Производство	11,10	—	$7,52 \cdot 10^{-4}$	$1,42 \cdot 10^{-4}$	$1,42 \cdot 10^{-5}$
	Утилизация	0,58	—	—	—	—
	Всего	11,68	—	$7,52 \cdot 10^{-4}$	$1,42 \cdot 10^{-4}$	$1,42 \cdot 10^{-5}$
Мини-ГЭС	Производство	2,73	—	$7,59 \cdot 10^{-5}$	—	—
	Утилизация	0,16	—	—	—	—
	Всего	2,89	—	$7,59 \cdot 10^{-5}$	—	—
Биогазовая ЭУ	Производство	24,46	—	$5,19 \cdot 10^{-4}$	$2,11 \cdot 10^{-4}$	$2,11 \cdot 10^{-5}$
	Эксплуатация	$9,72 \cdot 10^3$	0,08	1,33	—	—
	Утилизация	1,30	—	—	—	—
	Всего	$9,75 \cdot 10^3$	0,08	1,33	$2,11 \cdot 10^{-4}$	$2,11 \cdot 10^{-5}$
Газопоршневая ЭУ	Добыча	—	—	1,96	—	—
	Производство	8,18	—	$5,86 \cdot 10^{-5}$	$2,10 \cdot 10^{-4}$	$2,10 \cdot 10^{-5}$
	Эксплуатация	$8,19 \cdot 10^3$	0,01	0,75	—	—
	Утилизация	0,35	—	—	—	—
	Всего	$8,2 \cdot 10^3$	0,01	2,72	$2,10 \cdot 10^{-4}$	$2,10 \cdot 10^{-5}$
ЭУ на ТОТЭ	Добыча	—	—	0,05	—	—
	Производство	1,19	—	$1,28 \cdot 10^{-5}$	—	—
	Утилизация	0,01	—	—	—	—
	Всего	1,21	—	0,05	—	—

Таблица 5

Эквивалентные суммарные выбросы парниковых газов
в процессе жизненного цикла ЭУ, т

Тип ЭУ	Эквивалентные суммарные выбросы парниковых газов, т	Эквивалентные суммарные выбросы парниковых газов, т/кВт	Эквивалентные суммарные выбросы парниковых газов в процессе эксплуатации ЭУ, т
ВЭУ	5,19	0,173	
СЭУ	12,76	0,425	
Мини-ГЭС	2,89	0,096	
Биогазовая ЭУ	27,33	0,273	9777
Газопоршневая ЭУ	10,10	0,081	8274
ЭУ на ТОТЭ	1,20	0,401	

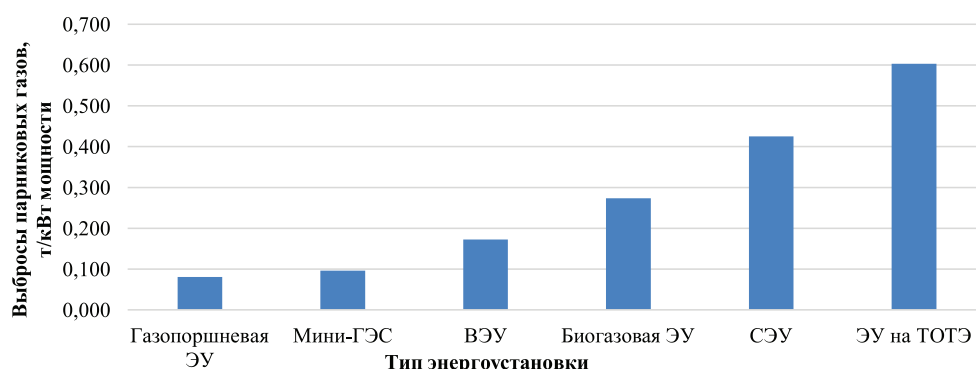


Рис. 2. Удельные выбросы парниковых газов ЭУ, т/кВт мощности

Результаты проведенного исследования эквивалентных суммарных выбросов для всех видов энергоустановок представлены в табл. 4, 5.

В процессе эксплуатации биогазовых, газопоршневых ЭУ происходят значительные выбросы парниковых газов за счет сжигания топлива, которые при эксплуатации остальных ЭУ отсутствуют.

На рис. 2 представлены суммарные выбросы парниковых газов (т/кВт мощности) на всех этапах жизненного цикла без учета процесса эксплуатации ЭУ.

Выводы

Результаты исследования показали, что:
– основной вклад в выбросы парниковых газов при ОЖЦ вносит процесс сжигания топлива на биогазовых и газопоршневых энергоустановках, который практически в 350–800 раз выше, чем при производстве энергоустановок,

– максимальные выбросы парниковых газов с учетом процесса эксплуатации ЭУ соответствуют жизненному циклу биогазовых и газопоршневых энергоустановок,

– минимальные удельные выбросы парниковых газов без учета процесса эксплуатации имеют газопоршневые ЭУ и мини-

ГЭС, максимальные – ЭУ на ТОТЭ, за счет высокой эмиссии парниковых газов при производстве составляющих материалов,

– сокращение выбросов парниковых газов жизненного цикла энергоустановок возможно двумя путями: за счет сокращения выбросов при сжигании топлива, что в ближайшем будущем маловероятно, и применение нетрадиционных источников энергии.

Список литературы

1. Голубев Г.Н. Основы геоэкологии: учебник. – 2-е изд., стер. – М.: КНОРУС, 2013. – 352 с.
2. Концепция формирования системы мониторинга, отчетности и проверки объема выбросов парниковых газов в Российской Федерации (утв. распоряжением Правительства РФ от 22.04.2015 N 716-р).
3. Маслеева О.В., Пачурин Г.В. Комплексная экологическая оценка жизненного цикла малой распределенной и возобновляемой энергетики // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 8 – С. 81–86.
4. Маслеева О.В., Воеводин А.Г., Пачурин Г.В. Тепловое воздействие альтернативных источников на окружающую среду // Современные наукоемкие технологии. – 2015. – № 3. – С. 51–54.
5. Методические рекомендации по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации (утв. распоряжением Минприроды России от 16.04.2015 № 15-р).

6. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990–2010 гг. Часть 1. – М.: Росгидромет, Институт Глобального климата и экологии Росгидромета и РАН, 2012. – 386 с.

7. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГИЭК / под ред. С. Иглестона. Т. 2: Энергетика. – Хаяма (Япония): ИГЕС, 2006. – 321 с.

8. Соснина Е.Н., Маслеева О.В., Пачурин Г.В., Крюков Е.В. Экологическая оценка процесса производства возобновляемых источников энергии // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6. – С. 174–180.

9. Соснина Е.Н., Маслеева О.В., Пачурин Г.В., Кечкин А.Ю., Головкин Н.Н. Экологические проблемы возобновляемых источников энергии: монография / Е.Н. Соснина [и др.]; под общей ред. Г.В. Пачурина; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2014. – 164 с.

10. Соснина Е.Н., Маслеева О.В., Крюков Е.В. Сравнительная экологическая оценка установок нетрадиционной энергетики // Теплоэнергетика. – 2015. – № 8. – С. 3–10.

References

1. Golubev G.N. Osnovy geojekologii: uchebник. 2-e izd., ster. M.: KNORUS, 2013. 352 p.

2. Koncepcija formirovaniya sistemy monitoringa, otchetnosti i proverki obema vybrosov parnikovyh gazov v Rossijskoj Federacii (utv. rasporjazheniem Pravitelstva RF ot 22.04.2015 N 716-r).

3. Masleeva O.V., Pachurin G.V. Kompleksnaja jekologicheskaja ocenka zhiznennogo cikla maloj raspredelennoj i vozobnovljaemoj jenergetiki // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamentalnyh issledovanij. 2014. no. 8 pp. 81–86.

4. Masleeva O.V., Voevodin A.G., Pachurin G.V. Teplovoe vozdejstvie alternativnyh istochnikov na okruzhajushuju sredy // Sovremennye naukoemkie tehnologii. 2015. no. 3. pp. 51–54.

5. Metodicheskie rekomendacii po provedeniju dobrovolnoj inventarizacii obema vybrosov parnikovyh gazov v subektah Rossijskoj Federacii (utv. rasporjazheniem Minprirody Rossii ot 16.04.2015 no. 15-r).

6. Nacionalnyj doklad o kadastre antropogennyh vybrosov iz istochnikov i absorbcii poglotiteljami parnikovyh gazov, ne reguliruemym Monrealskim protokolom za 1990–2010 gg. Chast 1. M.: Rosgidromet, Institut Globalnogo klimata i jekologii Rosgidrometa i RAN, 2012. 386 p.

7. Rukovodjashhie principy nacionalnyh inventarizacij parnikovyh gazov MGIJeK / pod red. S. Iglestona. T. 2: Jenergetika. Hajama (Japonija): IGES, 2006. 321 p.

8. Sosnina E.N., Masleeva O.V., Pachurin G.V., Krjukov E.V. Jekologicheskaja ocenka processa proizvodstva vozobnovljaemyh istochnikov jenerгии // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2013. no. 6. pp. 174–180.

9. Sosnina E.N., Masleeva O.V., Pachurin G.V., Kechkin A.Ju., Golovkin N.N. Jekologicheskie problemy vozobnovljaemyh istochnikov jenerгии: monografija / E.N. Sosnina [i dr.]; pod obshhej red. G.V. Pachurina; Nizhegorod. gos. tehn. un-t im. R.E. Alekseeva. Nizhnij Novgorod, 2014. 164 p.

10. Sosnina E.N., Masleeva O.V., Krjukov E.V. Sravnitel'naja jekologicheskaja ocenka ustanovok netradicionnoj jenergetiki // Teplojenergetika. 2015. no. 8. pp. 3–10.

Рецензенты:

Кузьмин Н.А., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Автомобильный транспорт», Институт транспортных систем, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород;

Лоскутов А.Б., д.т.н., профессор, директор Научно-технологического парка, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород.

УДК 621.396

ВНУТРИКОСТНАЯ ЛАЗЕРОТЕРАПИЯ В РАЗРАБОТКАХ ОАО «ЗАВОД ЭЛЕКОН»

¹Мингалиев Р.К., ¹Макшаков С.Б., ²Айдаров В.И., ³Хизбуллин Р.Н.

¹ОАО «Завод Электон», Казань, e-mail: mingaliev_ravil@mail.ru;

²ГАОУ «Республиканская клиническая больница» Министерства здравоохранения
Республики Татарстан, Казань, e-mail: aidarov_vladimir@mail.ru;

³ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический институт»,
Казань, e-mail: robert.khizbullin@mail.ru

В статье описаны результаты совместной работы специалистов-разработчиков ОАО «Завод Электон» г. Казани и ученых-медиков ГАОУ «Республиканская клиническая больница» Министерства здравоохранения Республики Татарстан. Дана принципиальная схема и описан метод внутрикостной лазеротерапии, защищенный 3 патентами РФ. Созданный авторами и апробированный в клинических условиях компактный и мобильный лазерный аппарат производства ОАО «Завод Электон» (г. Казань) успешно эксплуатировался в течение 10 лет в клинике при лечении заболеваний и последствий травм опорно-двигательного аппарата. Совместные усилия производителей и медиков Республики Татарстан позволили реализовать новый оригинальный метод внутрикостной лазеротерапии и соответствующую приборную лазерную базу с уникальной оснасткой, обеспечивающую высокую эффективность этого метода. Актуальность в разработках приборов и устройств лазеротерапии подтвердили многочисленные положительные результаты при лечении заболеваний и патологий в различных областях медицины.

Ключевые слова: внутрикостная лазеротерапия, светопоглощение

INTRAOSSUEOUS LASER THERAPY IN THE DEVELOPMENT OF JSC «PLANT ELECON»

¹Mingaliev R.K., ¹Makshakov S.B., ²Aydarov V.I., ³Khizbullin R.N.

¹Open Joint Stock Company «Zavod Elecon», Kazan, e-mail: Mingaliev_ravil@mail.ru;

²GAUSE «Republican Clinical Hospitals» of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan,
Kazan, e-mail: aidarov_vladimir@mail.ru;

³FGBOU VPO «Kazan State Power Engineering Institute», Kazan, e-mail: robert.khizbullin@mail.ru

The article describes the results of the joint work of experts development of JSC «Zavod Elecon» Kazan scientists and medical Gause «Republican Clinical Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan». Dana concept and describes the method of intraosseous laser 3 protected by patents of the Russian Federation. Created by the author and tested in a clinical setting compact and mobile laser unit of production of JSC «Zavod Elecon» Kazan successfully operated for 10 years in the clinic for the treatment of diseases and trauma locomotor system. The joint efforts of producers and physicians of the Republic of Tatarstan allowed to implement a new original method of intraosseous laser laser instrument and the corresponding base with unique equipment, providing high efficiency of this method. The urgency in the development of devices and laser devices, were the numerous positive results in the treatment of diseases and abnormalities in various fields of medicine.

Keywords: intraosseous laser therapy, light absorption

В отечественной и зарубежной литературе достаточно полно освещены основные механизмы взаимодействия лазерного излучения с биотканью, которые являются фундаментальной базой для разработок лазерной терапевтической аппаратуры.

Тем не менее хотелось еще раз подчеркнуть, что поглощение лазерного излучения биологическими тканями является, как и для большинства других лечебных факторов, обязательным начальным звеном, предшествующим цепи изменений, развивающихся в облучаемом организме [1, 2]. Проникновение лазерного излучения и поглощение его тканями организма важны в практическом отношении, т.к. ими определяются границы возможного применения лазерных аппаратов

в клинической практике. Светопоглощение зависит от структуры и состава биологических тканей, а также спектральных характеристик излучения лазера.

Одной из важнейших характеристик лазерного излучения (ЛИ) при низкоинтенсивной лазерной терапии, запускающей механизм свободнорадикальных реакций, является спектральная характеристика ЛИ (рис. 1) [3].

В УФ области спектра при $\lambda = 200$ нм энергия фотонов составляет 6,2 эВ. Фотоны ЛИ с такой энергией приводят к разрушению ковалентных связей в молекулах.

Характер и направленность упомянутых молекулярных процессов определяет в итоге формирование конечных биологических эффектов лазерной терапии (ЛТ).



Рис. 1. Энергия фотонов и энергия химических связей биосубстрата

Цель работы – разработать и внедрить в отечественную практическую медицину компактный и мобильный аппарат для внутрикостной лазеротерапии.

Материалы и методы исследования

Совместная работа специалистов-разработчиков ОАО «Завод Электрон» (г. Казань) и ученых-медиков НИЦТ «Восстановительная травматология и ортопедия» и ГАУЗ «Республиканская клиническая больница» Министерства здравоохранения Республики Татарстан позволила реализовать новый оригинальный метод внутрикостной лазеротерапии и соответствующую приборную лазерную базу с уникальной оснасткой, обеспечивающей высокую эффективность этого метода. Патент РФ № 2040285 МКИ А 61 N 5/06 [4].

Свыше 10 лет врачами-травматологами использовались оригинальные аппараты внутрикостной лазеротерапии ТПЛА. За этот период свыше 1000 пациентов прошли успешный курс предложенной терапии. Возраст пациентов обоего пола колебался от 18 до 65 лет.

Известно, что внутренняя полость костных тканей в большинстве случаев недоступна для лазерной терапии в том числе для инфракрасных длин волн. Этот недостаток мешает лечению дегенеративно-дистрофических и посттравматических заболеваний органов опорно-двигательной системы. Авторами предложен инновационный метод внутрикостной лазеротерапии с помощью разных длин волн, в том числе и красного излучения, обладающего бактерицидными свойствами. Сущность метода показана на рис. 2.

Разработанный авторами комплект для внутрикостной лазеротерапии используется в медицинской практике с минимальной травматичностью.

Детали комплекта стерилизуют, металлические детали изготовлены из нержавеющей марки стали. Мандрен 7 вводят в канал 2 иглы 1 так, чтобы лыски 11 оказались помещенными в паз 5. Хвостовик 9 зажимают в патроне ручной или низкооборотной электродрели. На месте предполагаемого введения иглы обрабатывают кожу, производят ею микроинцизию, прокалывают подлежащие ткани и устанавливая заточку 8 на кости. Посредством дрели погружают иглу 1 в кость на необходимую глубину. Мандрен 7 извлекают из иглы 1, в канал 2 вводят световод 12 с надетой на переднюю часть наконечника 13 прокладкой 18. На выступающую из канюли 4 часть наконечника 13 надевают резбовую втулку 15 и закручивают ее на резьбе 6. Затем поджимают бурт 14 до уплотнения зазора между дном канюли 4 и буртом 14 за счет

размещенной между ними прокладки 18. К выступающему из канала 16 концу наконечника 13 со световодом 12 подключают оптический соединитель с центратором, передающим лазерный свет от генератора.

По окончании сеанса оптический соединитель отключают. Световод 12 остается в игле вместе с наконечником 13, поджатым втулкой 15 чем, за счет прокладки 18, достигается герметичная изоляция просвета иглы 2 от внешней среды. Вокруг иглы 1 на коже укладывают повязку, орошаемую антисептиками.

Таким образом, комплект для внутрикостной лазеротерапии (рис. 2) созданный авторами и эффективно используемый в медицинской практике, имеет новизну по сравнению с известными устройствами.

Разработанный комплект отличается от аналогов тем, что комплект дополнительно содержит цилиндрический наконечник, втулку и эластичную кольцевую прокладку. На наружной поверхности иглы выполнена резьба, на торце канюли расположен паз, проходящий диаметрально через ее боковую стенку, на внутренней поверхности которой выполнена резьба. Мандрен выполнен с трехгранной заточкой рабочей части, причем передняя часть его хвостовика оснащена лысками, расстояние между которыми соответствует ширине паза канюли. Цилиндрический наконечник выполнен с продольным каналом и буртиком, отделяющим переднюю меньшего диаметра часть наконечника от задней. Втулка содержит канал диаметром, соответствующим диаметру задней части наконечника, и резьбу на внешней поверхности, ответную резьбе канюли, при этом длина втулки меньше длины задней части наконечника. Световод закреплен в канале наконечника так, что рабочий конец световода выступает из наконечника, а другой конец световода размещен заподлицо с торцом наконечника. Эластичная кольцевая прокладка выполнена с отверстием, соответствующим диаметру передней части наконечника.

На рис. 3 показан специально разработанный ОАО «Завод Электрон» для травматологических клиник переносной мобильный лазерный аппарат с красным диапазоном излучения – ТПЛА.

Результаты исследования и их обсуждение

Особенным преимуществом аппарата является его мобильность, т.е. он легко доставляется лечащим врачом по палатам с тяжелобольными. С аппаратом ТПЛА достаточно просто реализовать внутрикостную лазеротерапию в палатах, что приводит к более комфортному лечению больных.

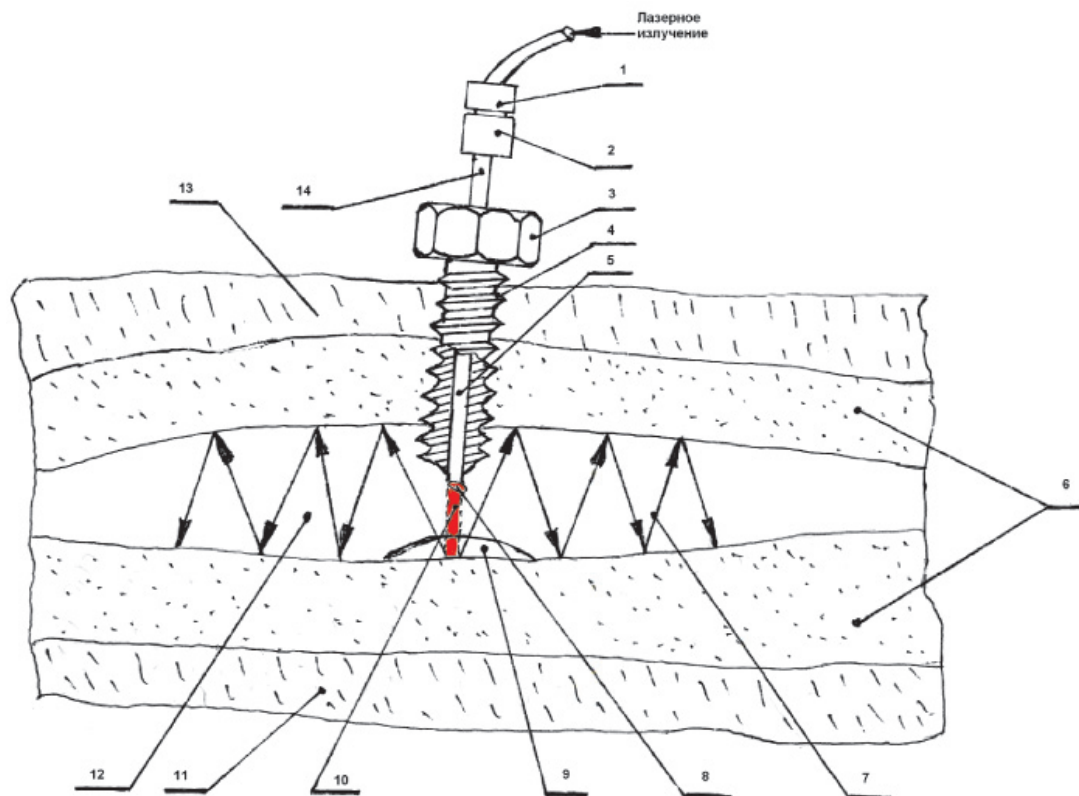


Рис. 2. Сущность метода внутрикостной лазеротерапии, где лазерное излучение 10 – вводимое непосредственно в световодное волокно – 5, 14 через внутреннюю полость мандрена – 3 и оказывающее лечебное воздействие на очаг патологии 9 и внутрикостную полость за счет отражений лазерного излучения 7; 11, 13 – мягкие кожно-мышечные ткани; 6 – костные ткани; 12 – внутренняя полость кости; 8 – выход световода внутри костной полости; 3 – резьбовой ввинчиваемый в костную ткань мандрен; 5 – внутренняя полость мандрена с размещенным световодом 14; 14 – световод; 4 – наружная резьбовая часть мандрена; 1, 2 – розетка и вилка разъемного оптического соединителя, для отсоединения световода лазерного аппарата после окончания лечебных процедур

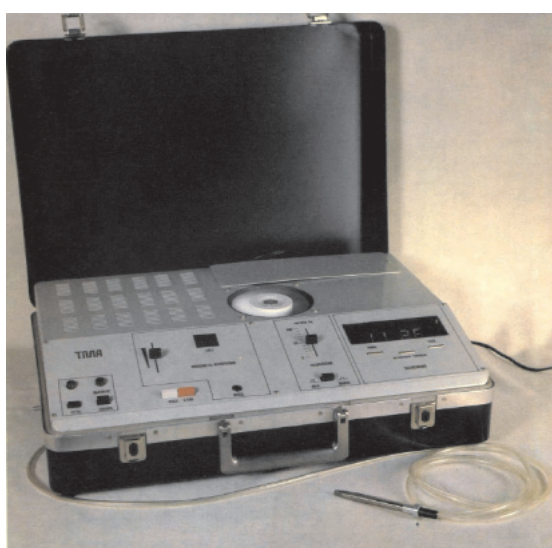


Рис. 3. Переносной лазерный аппарат производства ОАО «Завод Электрон» (г. Казань). Патент РФ № 41764

Отличительной технической особенностью аппарата ТЛПА является применение специально разработанного для данной конструкции лазерного излучателя ЛГН-117 с многопроходным резонатором который не имеет аналогов. Это позволило создать отечественный малогабаритный лазерный аппарат красного спектра типа «дипломат» [5].

Радио-технический отдел ОАО «Завод Электрон» также разработал и внедрил в производство лазерный передвижной аппарат ЛЕЕР. Патент РФ № 40588 [6].

Оба аппарата относятся к новому поколению лазерной терапевтической аппаратуры и отвечают самым разнообразным требованиям врачей различных специальностей. Учтены требования клиницистов по минимальным для данного класса лазеров массогабаритным характеристикам, мощность излучения (25, 20, 15 мВт соответственно), регулировки мощности излучения и индикации, удобство работы с таймером

и установкой времени экспозиции. К каждому аппарату прикладывается комплект инструментов (ВОК насадок).

Приведенные выше лазерные терапевтические аппараты производства ОАО «Завод Электрон» использовались авторами при проведении новой методики внутрикостной лазеротерапии, а также для ряда других лечебно-терапевтических манипуляций. Данные аппараты не претендуют на исключительность при лечении патологий органов опорно-двигательной системы, и возможны применения аппаратов других производителей.

Заключение

Применение разработанной методики внутрикостной лазеротерапии в комплексном лечении ортопедо-травматологических больных позволило повысить эффективность оказания помощи ортопедо-травматологическим больным с 70 до 80–85%, а также уменьшение рецидивов и увеличение сроков ремиссии на 15–20%, что подтверждает медицинскую и социально-экономическую значимость проведенных нами исследований и наблюдений.

Для реализации данной методики был разработан комплект для внутрикостной лазеротерапии, который защищен патентом РФ [4].

Выводы

Рассмотренная выше методика значительно расширяет роль применения лазеров в травматологической практике, а именно: исключение инфицирования, угнетение патогенной инфекции, отсутствие аллергических реакций, включение в организме разнообразных биохимических реакций с образованием вторичных эффектов, направленных на стимуляцию и восстановление биопроцессов, и т.д.

Таким образом, в результате внедрения инновационных высоко технологичных аппаратных методик лечения с применением отечественных лазерных аппаратов, которые не уступают лучшим мировым образцам, отечественная медицина может достичь того надлежащего качества медицинского обеспечения, которого ждут российские пациенты.

Список литературы

1. Галкин М.А., Хизбуллин Р.Н., Новиков В.А., Мишанин Е.А., Температурный отклик электро-лазерного воздействия на организм // Научно-технический журнал «Фотоника». – 2009. – № 6. – С. 28–30.
2. Ларюшин А.И., Галкин М.А., Хизбуллин Р.Н., Новиков В.А., Измерение температурной реакции органов человека на электро-лазерное воздействие // Мир измерений. – 2010. – № 3. – С. 21–25.
3. Ларюшин А.И., Никитина М.В., Хизбуллин Р.Н. Компактные оптико-электронные устройства на основе светодиодов для локальной физиотерапии: научное издание. – Казань: КГЭУ, 2003. – С. 159.
4. Макшаков С.Б., Ларюшин А.И., Никитина М.В., Хизбуллин Р.Н. и др. – Патент РФ № 2040285 МКИ А 61 N 5/06. Комплект для внутрикостной лазеротерапии.
5. Ларюшин А.И., Никитина М.В., Хизбуллин Р.Н. и др. Патент РФ № 41764 Лазерный переносной лазерный аппарат.
6. Ларюшин А.И., Никитина М.В., Хизбуллин Р.Н. и др. Патент РФ № 40588 Лазерный передвижной аппарат ЛЕЕР.

References

1. Galkin M.A., Hizbullin R.N., Novikov V.A., Mishanin E.A., Temperaturnyy otклик jelektro-lazernogo vozdejstvija na organizm // Nauchno-tehnicheskij zhurnal «Fotonika». 2009. no. 6. pp. 28–30.
2. Larjushin A.I., Galkin M.A., Hizbullin R.N., Novikov V.A., Izmerenie temperaturnoj reakcii organov cheloveka na jelektro-lazernoe vozdejstvie // Mir izmerenij. 2010. no. 3. pp. 21–25.
3. Larjushin A.I., Nikitina M.V., Hizbullin R.N. Kompaktnye optiko-jelektronnye ustrojstva na osnove svetodiodov dlja lokalnoj fizioterapii: nauchnoe izdanie. Kazan: KGJeU, 2003. pp. 159.
4. Makshakov S.B., Larjushin A.I., Nikitina M.V., Hizbullin R.N. i dr. Patent RF no. 2040285 MKI A 61 N 5/06. Komplekt dlja vnutrikostnoj lazeroterapii.
5. Larjushin A.I., Nikitina M.V., Hizbullin R.N. i dr. Patent R.F. no. 41764 Lazernyj perenosnoj lazernyj apparat.
6. Larjushin A.I., Nikitina M.V., Hizbullin R.N. i dr. Patent RF no. 40588 Lazernyj peredvizhnoj apparat LEER.

Рецензенты:

Ибрагимов Я.Х., д.м.н., профессор кафедры травматологии и ортопедии, ГБОУ ДПО «Казанская государственная медицинская академия» МЗ РФ, г. Казань;

Гарифуллин М.Ш., д.т.н., доцент кафедры ЭСиС, ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань;

Мишин В.М., д.т.н., к.ф.-м.н., профессор, старший научный сотрудник, ФГБОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Пятигорск.

УДК 669.15

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ И ПАРАМЕТРОВ ВАННЫ РАСПЛАВА НА ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНА ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКЕ

Муратов В.С., Морозова Е.А.*ФГБОУ ВПО «Самарский государственный технический университет»,
Самара, e-mail: mtm@samgtu.ru*

На основе решения тепловой задачи, базирующей на гидродинамическом процессе, при подвижном линейном источнике тепла рассмотрен характер распределения температурных полей в различных состояниях материала (твердом и жидком) при лазерном упрочнении поверхности технически чистого титана, а также изучена кинетика процесса формирования ванны расплава при наличии фазового перехода. Приведены результаты расчета параметров, характеризующих форму ванны расплава технически чистого титана при подвижном лазерном источнике для постоянной плотности мощности лазерного излучения $q = 3,2 \cdot 10^8$ Вт/м² и скорости перемещения лазерного источника V_n , изменяющейся в диапазоне (0,00166–0,015) м/с, а также для $V_n = 0,0083$ м/с и изменяющейся в диапазоне $(1,68 \cdot 10^8 - 8,1 \cdot 10^8)$ Вт/м² плотности мощности лазерного излучения q .

Ключевые слова: лазерная термическая обработка, температурное поле, параметры ванны расплава, титан

TEMPERATURE PATTERNS AND MOLTEN POOL PARAMETERS THE TITANIUM SURFACE TEST IN THE CONTINUOUS LASER TREATMENT

Muratov V.S., Morozova E.A.*Samara State Technical University, Samara, e-mail: mtm@samgtu.ru*

The article discusses the temperature pattern in the commercially pure titanium surface laser hardening. Here we consider solid and liquid material state. The heat problem solution on the basis hydrodynamics process with move linear heat source is used. Kinetics of molten pool formation with phase transition was studied. Results of molten pool parameters calculation for commercially pure titanium with move heat source, constant laser radiation power density $q = 3,2 \cdot 10^8$ W/m² and laser source travel speed V_L from 0,00166 to 0,015 m/s are listed. Results of molten pool parameters calculation for commercially pure titanium with constant laser source travel speed $V_L = 0,0083$ m/s and laser radiation power density q from $1,68 \cdot 10^8$ to $8,1 \cdot 10^8$ W/m² are listed.

Keywords: laser heat treatment, temperature pattern, molten pool parameters, titanium

Эксплуатационные показатели изделий, обрабатываемых лазерным лучом, во многом зависят от формы расплавленной области тела, называемой ванной расплава [2]. Изменение формы ванны расплава в процессе лазерного воздействия оказывает существенное влияние на окончательные геометрические и физические характеристики обрабатываемой поверхности. Температурные поля важны и при других видах тепловой обработки изделий [1, 3].

За основу при разработке модели взаимодействия лазерного луча и поверхности изделия приняты методические подходы Н.Н. Рыкалина [4] и известное решение квазистационарной задачи, предложенное А.А. Угловым и Д.И. Чередниченко [5], описывающей образование жидкой фазы подвижным линейным источником теплоты в виде полосы, перемещающейся по поверхности полубесконечного тела с постоянной скоростью.

Схема к определению основных параметров ванны расплава в различных сечениях координатных плоскостей при лазерной

термической обработке (ЛТО) подвижным тепловым источником приведена на рис. 1.

На приведенной схеме система координат $OXYZ$ жестко связана с движущимся тепловым источником – лазерным лучом. Начало координат (точка 0) этой системы совмещено с передней кромкой источника. Ось OX расположена на поверхности тела параллельно вектору скорости движения лазерного луча (V_n) в противоположную сторону. Ось OY расположена на поверхности тела перпендикулярно оси OX , а ось OZ направлена вглубь тела перпендикулярно осям OX и OY .

На поверхности полубесконечного тела ($Z \geq 0$) действует ленточный источник длиной ℓ с постоянной плотностью теплового потока q . Предполагая отсутствие теплообмена через поверхность тела, можно сделать заключение о том, что изометрические поверхности являются поверхностями вращения с осью OX . Это позволяет считать задачу сферически-симметричной, т.е. картина распределения температурного поля описывается распределением температуры

в любой плоскости, проходящей через ось OX . В качестве такой плоскости взята плоскость поверхности тела $Z = 0$. Таким образом, за счет симметрии достаточно изучить температуру в плоскости $Z = 0$ и по ней восстанавливать температуру в пространстве, т.е. трехмерная задача нагрева полубесконечного тела становится двумерной.

дой фазы процесс разобьем на три стадии: 1 – материал нагревается до точки плавления (твердая фаза); 2 – материал находится в жидкой фазе; 3 – материал находится в стадии затвердевания.

Рассмотрим квазистационарный процесс, при котором материал прогревается до температуры меньше температуры плавления.

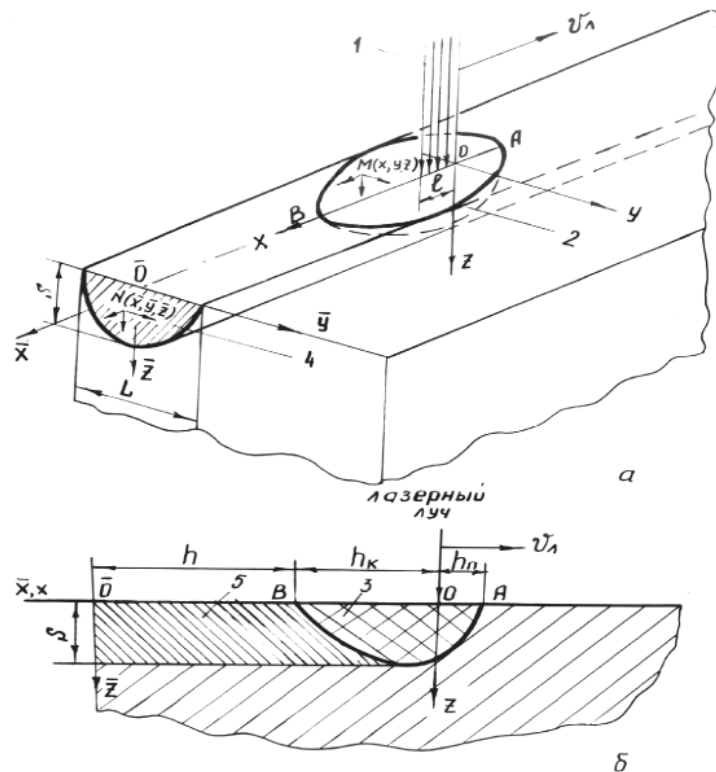


Рис. 1. Схема образования ванны расплава на поверхности образца при воздействии лазерного источника (а) и ее сечение в плоскости $Y = 0$ (б): лазерный луч (1); изотермическая поверхность $T = T_{пл}$ (2); сечение ванны расплава в плоскости $Y = 0$ (3); сечение закристаллизовавшейся зоны расплава в плоскостях $x_0 y_0 z_0$ (4); сечение закристаллизовавшейся зоны расплава в плоскости $Y = 0$ (5)

Рассматриваемый процесс является квазистационарным. Это означает, что температура любой точки, жестко связанной с источником, не меняется во времени, т.е. в подвижной системе координат, связанной с источником тепла, температура точки $M(x, y, z)$ не меняется со временем. Вместе с тем температура фиксированных точек $N(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})$, жестко связанных с подвижным телом, меняется во времени. В связи с движением источника имеет место температурная анизотропия, т.е. неодинаковость теплового влияния источника в различных направлениях.

Для определения температурного поля, т.е. функции распределения температуры $T(X, Y)$ в точках с координатами (x, y) в подвижной системе координат в жидкой и твер-

Для начальной стадии нагрева принимается математическая модель, состоящая в том, что функция $T(X, Y)$ удовлетворяет уравнению [4]:

$$\frac{V}{a} \frac{\partial T}{\partial x} = \frac{\partial^2 T}{\partial y^2}, \quad (1)$$

где V – скорость движения лазерного луча (м/с); $a = \lambda / c \gamma$ – коэффициент температуропроводности ($\text{м}^2/\text{с}$); λ – коэффициент теплопроводности ($\text{Вт}/\text{м} \times \text{К}$); c – удельная теплоемкость ($\text{Дж}/\text{кг} \times \text{К}$); γ – плотность ($\text{кг}/\text{м}^3$).

Граничные условия для уравнения (1) имеют вид

$$-\lambda \frac{\partial T}{\partial y} \Big|_{y=0} = q; \quad (2)$$

$$T(x, y) \Big|_{x, y \rightarrow \infty} = T_0, \quad (3)$$

где q – плотность потока (Вт/м²).

Второе граничное условие связано с неограниченностью тела и сводится к предположению о том, что далекие от источника тепла точки тела имеют начальную температуру T_0 .

Полагая, что температурное поле обладает автомодельностью, для решения уравнения (1) с граничными условиями (2) и (3) введем переменную ξ

$$\xi = \frac{y}{2} \left(\frac{v}{ax} \right)^{1/2} \quad (4)$$

и новую функцию

$$\theta(\xi) = T - T_0. \quad (5)$$

Уравнение (1) в новых переменных примет вид

$$\frac{d^2\theta}{d\xi^2} + 2\xi \frac{d\theta}{d\xi} = 0 \quad (6)$$

$$\text{или} \quad \theta'' + 2\xi\theta' = 0. \quad (7)$$

Граничное условие (2) с учетом, что при $Y = 0$, $\xi = 0$ (4), получим

$$-\lambda \frac{d\theta}{d\xi} = 2q \left(\frac{ax}{v} \right)^{1/2} \Big|_{\xi=0}. \quad (8)$$

С учетом (5) граничное условие (3) примет вид

$$\theta = T - T_0 \Big|_{\xi=\infty} = T_0 - T_0' = 0$$

$$\text{или} \quad \theta \Big|_{\xi=\infty} = 0; \quad \theta \Big|_{\xi \rightarrow \infty} = 0. \quad (9)$$

Решение уравнения (1) при использовании новых переменных ξ и функции $\theta(\xi)$ имеет вид

$$\frac{\theta(\xi)}{\theta_m} = \frac{\alpha}{\beta} (\chi)^{1/2} \operatorname{erfc}(\xi), \quad (10)$$

где $\alpha = \frac{q}{L_m \gamma} \left(\frac{\ell}{av} \right)^{1/2}$; $\beta = \frac{Q_m \lambda}{L_m \gamma \alpha \sqrt{\pi}}$; L_m – теплота плавления (Дж/кг); $Q_m = T_m - T_0$ (К); T_m – температура плавления (К); T_0 – начальная температура (К); $\chi = \frac{x}{\ell}$.

Предполагаем наличие в теле изотермической поверхности, точки которой имеют температуру $T = T_m$ – температуру плавления. Ясно, что внутри этой изотермической поверхности тело будет находиться в жидкой фазе и иметь свои теплофизические характеристики a_1 , λ_1 и т.д.

Указанная изотермическая поверхность ($T = T_m$) соответствует значению функции

$\theta(\xi) = \theta_m = T_m - T_0$. Поскольку $\theta(\xi)$ является функцией одной переменной ξ , то существует ее значение $\xi = \xi_s$, при котором $\theta(\xi_s) = \theta_m$. Значение переменного $\xi = \xi_s$ соответствует тем значениям переменных X и Y по формуле (4), при которых точка с координатами (X, Y) принадлежит изотермической поверхности – $T = T_m$.

Решение задачи (1) с граничными условиями (2) и (3) (с использованием новых переменных и функции) имеет вид

$$\frac{\theta_1(\xi)}{\theta_m} = 1 + \frac{\alpha}{\beta} \sqrt{\frac{a_1}{a}} \frac{\lambda}{\lambda_1} \left(\frac{x_1}{\ell} \right)^{1/2} \times \left\{ \operatorname{erf} \left(\xi_s \sqrt{\frac{a}{a_1}} \right) - \operatorname{erf} \left(\xi \sqrt{\frac{a}{a_1}} \right) \right\}. \quad (11)$$

Полученное выражение (11) позволяет определить характер распределения температуры внутри ванны расплава.

Вне ванны расплава, т.е. вне изотермической поверхности $T = T_m$, что соответствует значению переменной $\xi = \xi_s$, распределение температурного поля будет удовлетворять уравнению (7), в котором: $\theta(\xi)$ – температура точек тела, расположенных вне ванны расплава; ξ – переменная, которая определяется из (4).

Первое граничное условие состоит в том, что распределение температуры в точках фазового перехода постоянно $T = T_m$, т.е. при $\xi = \xi_s$ $\theta(\xi_s) = T_m - T_0 = \theta_m$.

Второе граничное условие выражает тот факт, что в достаточно удаленных точках массивного тела температура равна начальной температуре $T = T_0$. Из этого следует, что при $\xi = \infty$ $\theta(\infty) = T_0 - T_0 = 0$.

Таким образом, граничные условия примут вид

$$\theta(\xi) \Big|_{\xi=\xi_s} = \theta_m; \quad \theta(\xi) \Big|_{\xi=\infty} = 0. \quad (12)$$

В результате задача нахождения распределения температуры в твердой фазе свелась к нахождению решения уравнения (7), удовлетворяющего граничным условиям (12).

Общее решение уравнения (7) имеет вид

$$\theta(\xi) = \theta(0) + \theta'(0) \frac{\sqrt{\pi}}{2} \operatorname{erf}(\xi). \quad (13)$$

Это позволяет получить решение (7) и (12)

$$\theta(\xi) = \theta_m \frac{\operatorname{erfc} \xi}{\operatorname{erfc} \xi_s}, \quad (14)$$

которое определяет распределение температурного поля в твердой фазе вне ванны расплава.

Используя уравнение теплового баланса на границе фазового перехода, то есть значением переменной $\xi = \xi_s$ и уравнения (11) и (14), можно получить трансцендентное уравнение, связывающее при фиксированном значении $x = \text{const}$ переменную

$$\xi_s = \frac{Y_s}{2} \left(\frac{v}{ax} \right)^{1/2}. \quad (15)$$

Это уравнение имеет вид

$$\left\{ \frac{\alpha}{\beta} \left[\chi_m^{1/2} + \chi^{1/2} \left(1 - \ell^{\frac{\xi_s^2 a}{a_1}} \right) \right] - \frac{\xi_s}{\beta} \right\} \text{erfc} \xi_s \ell^{\xi_s^2} = 1. \quad (16)$$

Глубина ванны расплава в плоскости $x = \text{const}$ (в силу предположения о симметрии относительно оси OX) определяется из выражения

$$S = Y_s = 2\xi_s \left(\frac{ax}{v} \right)^{1/2}, \quad (17)$$

где ξ_s является решением уравнения (16).

Результаты расчета параметров, характеризующих форму ванны расплава технически чистого титана (BT1-0) при подвижном лазерном источнике для постоянной $q = 3,2 \cdot 10^8 \text{ Вт/м}^2$ и $V_{\text{л}}$ изменяющейся в диапазоне $(0,00166-0,015) \text{ м/с}$, а также для $V_{\text{л}} = 0,0083 \text{ м/с}$ и изменяющейся в диапазоне $(1,68 \cdot 10^8-8,1 \cdot 10^8) \text{ Вт/м}^2$ q приведены на рис. 2 и 3.

Увеличение скорости лазерного источника приводит к уменьшению глубины ванны расплава и длины зоны плавления. На рис. 2 видно, что при увеличении скорости движения лазерного излучения фронт плавления (координаты точек начала плавления (h_n)) и кристаллизации (координаты точек кристаллизации (h_k)) смещается в противоположную сторону относительно направления движения лазерного луча.

Результаты влияния плотности мощности лазерного излучения на характеристики формы ванны расплава титана при подвижном тепловом источнике приведены на рис. 3.

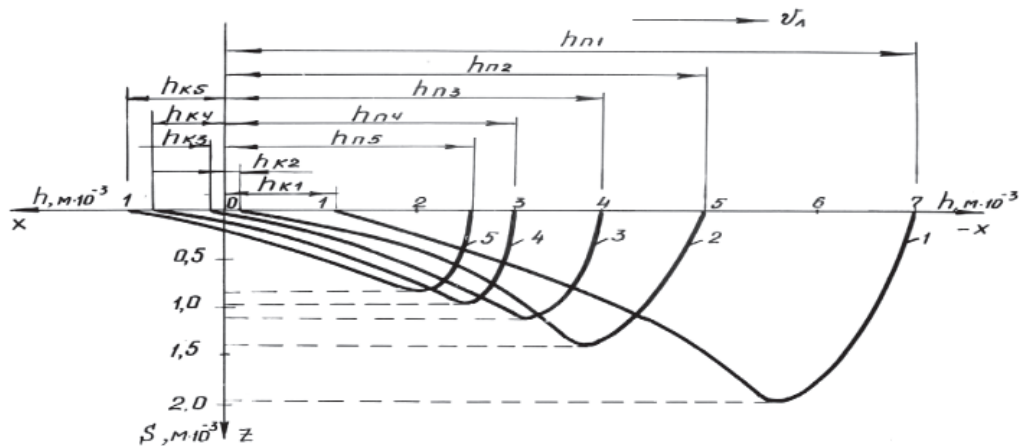


Рис. 2. Формы ванн расплава при $q = 3,2 \cdot 10^8 \text{ Вт/м}^2$ в плоскости $Y = 0$ при различных скоростях лазерного излучения: 0,0016 (1); 0,005 (2); 0,0083 (3); 0,0116 (4) и 0,015 (5) м/с

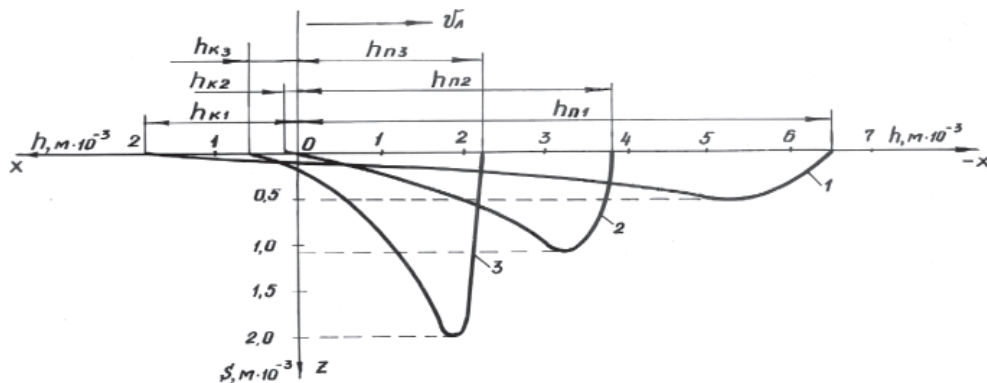


Рис. 3. Формы ванн расплава при $V_{\text{л}} = 0,0083 \text{ м/с}$ в плоскости сечения $Y = 0$ при различных плотностях мощности лазерного излучения: $1,68 \cdot 10^8$ (1); $3,2 \cdot 10^8$ (2) и $8,1 \cdot 10^8$ (3) Вт/м²

Изменение плотности мощности лазерного луча в процессе исследований осуществлялось путем варьирования диаметра пучка лазера за счет изменения фокусного расстояния при неизменной мощности лазера, которая составляла 160 Вт. Полученные результаты показывают, что увеличение плотности мощности лазерного излучения от $q = 1,68 \cdot 10^8$ до $q = 8,1 \cdot 10^8$ Вт/м² при постоянной скорости перемещения лазерного источника приводит к росту глубины ванны расплава и соответствующему уменьшению площади зоны плавления.

Экспериментальные исследования выполнены при тех численных значениях режимных параметров, которые были использованы в расчетах по определению характеристик ванн расплава.

Металлографическим путем определялась максимальная глубина ванны расплава, полученная при различных режимных параметрах лазерного излучения.

Принятые в экспериментальных исследованиях численные значения скоростей перемещения лазерного излучения при неизменной плотности мощности теплового потока ($q = 3,2 \cdot 10^8$ Вт/м²) обеспечивают следующие величины максимальных глубин ванн расплава: $6,0 \cdot 10^{-5}$ м; $5,0 \cdot 10^{-5}$ м; $3,7 \cdot 10^{-5}$ м; $2,9 \cdot 10^{-5}$ м и $2,0 \cdot 10^{-5}$ м для указанных на рис. 2 значений V_d соответственно. Плотности мощности лазерного излучения при неизменной скорости перемещения лазерного луча ($V_d = 0,0083$ м/с) формируют ванны расплава со следующими максимальными глубинами: $q = 1,6 \cdot 10^8$ Вт/м² – $2,0 \cdot 10^{-5}$ м, $q = 3,2 \cdot 10^8$ Вт/м² – $3,7 \cdot 10^{-5}$ м и $q = 8,1 \cdot 10^8$ Вт/м² – $6,0 \cdot 10^{-5}$ м.

Сопоставление расчетных и экспериментальных характеристик ванн расплава указывает на их качественное соответствие. Некоторые количественные расхождения в расчетах и экспериментальных значениях глубин зон расплава связаны, прежде всего, с неопределенностью коэффициента отражения, представляющего собой отношение интенсивностей отраженной и падающей волн.

Таким образом, проведенный анализ по определению температурных полей и параметров ванны расплава титана при непрерывном лазерном излучении может быть использован для определения физических

характеристик процесса ЛТО. Он позволяет путем целенаправленного воздействия режимными параметрами лазерного излучения прогнозировать основные характеристики получаемого упрочненного слоя и, прежде всего, глубину ванны расплава.

Список литературы

1. Закопец О.И., Муратов В.С., Морозова Е.А. Структура и свойства форсированно охлажденного после кристаллизации литейного сплава системы Al-Si-Mg // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 82.
2. Муратов В.С., Морозова Е.А. Лазерное легирование поверхности титана медью // Успехи современного естествознания. – 2009. – № 11. – С. 71.
3. Муратов В.С., Святкин А.В. Совершенствование технологии изготовления прутков из латуни типа ЛМЦА // Заготовительные производства в машиностроении. – 2007. – № 2. – С. 36–39.
4. Рыкалин Н.Н., Углов А.А., Зуев И.В., Кокора А.Н. Лазерная и электронно-лучевая обработка материалов. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
5. Углов А.А., Чередниченко Д.И. Расчет профиля фазового перехода при поверхностном оплавлении подвижным источником тепла // Физика и химия обработки материалов. – 1980. – № 1. – С. 3–8.

References

1. Zakopets O.I., Muratov V.S., Morozova E.A. Struktura i svoystva forsirovanno okhlazhdennogo posle kristallizatsii liteynogo splava sistemy Al-Si-Mg // Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniy. 2012. no. 4. pp. 82.
2. Muratov V.S., Morozova E.A. Lasernoe legirovanie poverkhnosti titana medyu // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2009. no. 11. pp. 71.
3. Muratov V.S., Svyatkin A.V. Sovershenstvovanie tekhnologii izgotovleniya prutkov iz latuni tipa LMCA // Zagotovitelnye proizvodstva v mashinostroenii. 2007. no. 2. pp. 36–39.
4. Rykalin N.N., Uglov A.A., Zuev I.V., Kokora A.N. Lasernaya i elektronno-luchevaya obrabotka materialov. M.: Mashinostroyeniye, 1985. 496 p.
5. Uglov A.A., Cherednichenko D.I. Raschet profilya fazovogo perekhoda pri poverkhnostnom oplavlenii podvizhnym istochnikom tepla // Fizika i Khimiya obrabotki materialov. 1980. no. 1. pp. 3–8.

Рецензенты:

Амосов А.П., д.ф.-м.н., профессор, зав. кафедрой металловедения, порошковой металлургии, наноматериалов, Самарский государственный технический университет, г. Самара;

Самборук А.Р., д.т.н., зав. опытно-промышленной базой «Петра Дубрава», Самарский государственный технический университет, г. Самара.

УДК 664.143.8

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГРИЛЬЯЖА

Новожинова А.Д., Надыкта А.Н., Никонович С.Н., Черных И.А., Тарасенко Н.А.

ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет»,

Краснодар, e-mail: natagafonova@mail.ru

Во многих производствах пищевой промышленности преобладают многооперационные технологические процессы, состоящие из ряда основных и вспомогательных операций. Основные операции, как правило, механизированы и автоматизированы, а вспомогательные операции, такие как подготовка сырья, выполняются вручную. Наблюдаемая диспропорция между уровнями механизации основных и вспомогательных операций негативно сказывается на показателях работы технологических линий: уменьшается фактическая производительность оборудования, растут энергозатраты на осуществление технологических процессов, снижается качество конечного продукта. С целью совершенствования технологической линии для производства грильяжа на основе разработанной линии производства предложено дополнительно использовать перед пленочным аппаратом просеиватель, дозатор сыпучих компонентов, сортировочный стол, обжарочный барабан, машину для дробления орехов, temperiruyushchy машину. Использование оборудования для подготовки сырья и получения ореховой крупки позволяет гармонизировать работу технологической линии и получить продукцию с необходимыми показателями качества. Предложенная технологическая линия позволяет получить грильяжные конфеты с хорошими потребительскими свойствами, повышенного качества и увеличить производительность труда.

Ключевые слова: совершенствование, технологическая линия, параметры, temperiruyushchy, измельчение, грильяж

IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGICAL LINE FOR PRODUCTION OF CANDIED ROASTED NUTS

Novozhenova A.D., Nadykta A.N., Nikonovich S.N., Chernykh I.A., Tarasenko N.A.

FGBOU VPO «Kuban state technological university», Krasnodar, e-mail: natagafonova@mail.ru

In many productions of the food industry the multioperational technological processes consisting of a number of the main and auxiliary operations prevail. The main operations are, as a rule, mechanized and automated, and auxiliary operations such as preparation of raw materials are carried out manually. The observed disproportion between levels of mechanization of the main and auxiliary operations negatively affects indicators of work of technological lines: the actual productivity of the equipment decreases, energy consumption on implementation of technological processes grows, quality of the final product decreases. For the purpose of improvement of the technological line for production of dietary wafers on the basis of the developed production line it is offered to use in addition in front of the film device a proseivatel, the batcher of loose components, a sorting table, an obzharochny drum, the car for crushing of nuts, the temperiruyushchy car. Use of the equipment for preparation of raw materials and receiving a nut krupka allows to harmonize work of the technological line and to receive production with necessary indicators of quality. The offered technological line allows to receive grilyazhny candies with good consumer properties, the increased quality and to increase labor productivity.

Keywords: improvement, technological line, parameters, tempering, crushing, candied, roasted nuts

Развитие агропромышленного комплекса и реализация продовольственной программы на современном этапе основываются на ускорении научно-технического прогресса и мощной материально-технической базе. Среди первоочередных и важнейших задач агропромышленного комплекса следует выделить производство высококачественных продуктов на индустриальной основе. Дальнейшее развитие производства продукции невозможно без его технического перевооружения. Наряду с количественным ростом поставляемой техники должно улучшаться и ее качество. Это должны быть высокопроизводительные универсальные агрегаты, выполняющие целый комплекс основных и вспомогательных операций, которые также должны обладать большим запасом технологической гибкости. Отсюда очевидна проблема создания надежно-

го и эффективного оборудования и линий с различными физико-механическими свойствами; оптимальный вариант будет характеризоваться наименьшей стоимостью и наивысшим экономическим эффектом.

Во многих производствах пищевой промышленности преобладают многооперационные технологические процессы, состоящие из ряда основных и вспомогательных операций. Основные операции, как правило, механизированы и автоматизированы, а вспомогательные операции, такие как подготовка сырья, выполняются вручную [5, 6].

Наблюдаемая диспропорция между уровнями механизации основных и вспомогательных операций негативно сказывается на показателях работы технологических линий: уменьшается фактическая производительность оборудования, растут энергозатраты на осуществление технологических

процессов, снижается качество конечного продукта [2, 5].

Таким образом, можно видеть практическую необходимость разработки и совершенствования технологической линии для производства грильяжных конфет.

Известна линия для производства грильяжной крошки и грильяжа, включающая дробилку, вибробункер, просеиватель, гибкий шнек подачи сахара, подъемный механизм, транспортер между формующим устройством и охлаждающим тоннелем, машину приготовления грильяжной массы, конвейер предварительного формирования, бак с насосом и дозатором, установку для резки грильяжа, тоннель охлаждающий, столы охлаждающие для грильяжа [1].

Недостатком этой линии является то, что данная линия не позволяет получить расплав сахара-песка хорошего качества.

Прототипом разработанной модели является поточно-механизированная линия производства конфет «Грильяж в шоколаде», включающая пленочный аппарат, смеситель, охлаждающую машину, валки, устройство для резки, охлаждающий аппарат, глазировочную машину, охлаждающий шкаф, заверточные автоматы, скребковый транспортер, промежуточный бункер, автовесы, оклеивающую машину [3].

Недостатком полезной модели является то, что данная линия не содержит оборудование для подготовки сырья и получения ореховой крупки, что вызывает необходимость дополнительного подбора и согласования оборудования по производительности. Это не позволяет получать изделия высокого качества.

Задачей является разработка технологической линии для производства грильяжных конфет с лучшими показателями качествами и расширение средств арсенала подобного назначения.

Технический результат разработанной модели заключается в улучшении показателей качества грильяжной массы.

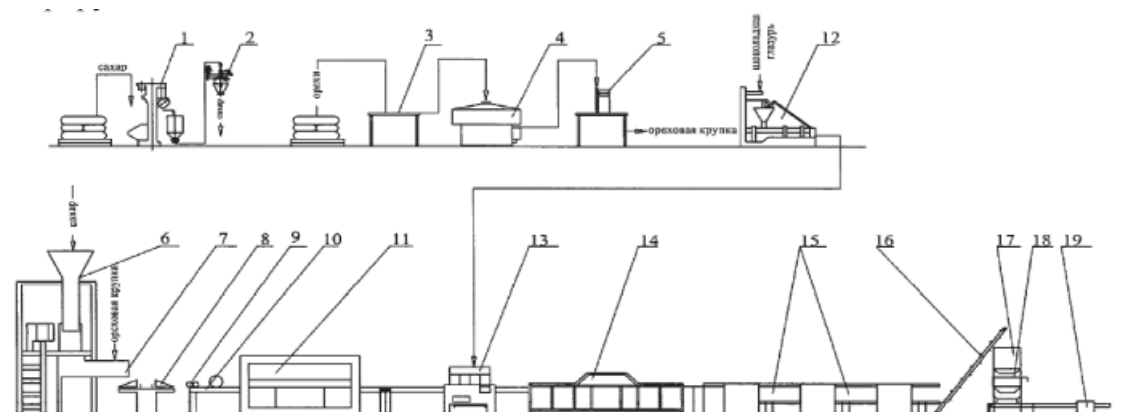
С целью совершенствования технологической линии для производства грильяжа на основе разработанной линии производства [3] предложено дополнительно использовать перед пленочным аппаратом просеиватель, дозатор сыпучих компонентов, сортировочный стол, обжарочный барабан, машину для дробления орехов, temperирующую машину.

Аппаратурно-технологическая линия по производству грильяжа представлена на рисунке (просеиватель 1, дозатор сыпучих компонентов 2, сортировочный стол 3, обжарочный барабан 4, машина для дробления орехов 5, пленочный аппарат 6, смеситель 7, охлаждающая машина 8, валки 9, устройство для резки 10, охлаждающий аппарат 11, temperирующая машина 12, глазировочная машина 13, охлаждающий шкаф 14, заверточные автоматы 15, скребковый транспортер 16, промежуточный бункер 17, автовесы 18, оклеивающая машина 19).

Линия функционирует следующим образом. В кондитерский цех сахар-песок поступает тарно (в мешках). Перед пуском в производство сахар просеивают в просеивателе 1, где происходит очистка от металломагнитных и посторонних механических примесей, затем через дозатор сыпучих компонентов 2 подается на производство.

Орехи перед пуском в производство сортируются от посторонних примесей на сортировочном столе 3, после чего обжариваются в обжарочном барабане 4, затем дробятся в крупку на машине для дробления орехов 5 и подаются на производство.

Подготовленный сахар подается в пленочный аппарат 6. Для этого сахар-песок непрерывно подают дозатором в верхнюю часть вертикального пленочного аппарата. Попадая в щель между горячими стенками и быстро вращающимся ротором, кристаллы сахара-песка плавятся, скребки при вращении счищают расплав, который собирается в нижней конусной части, откуда



Аппаратурно-технологическая линия по производству грильяжа

выходит непрерывным потоком. В верхней части пленочного аппарата поддерживается температура 140°C, в средней части 200...215°C, в нижней 160°C. Расплав сахара-песка – это аморфное вещество красновато-коричневого цвета со специфическим вкусом и ароматом. Кроме сахарозы в расплаве содержатся продукты ее распада – ангидриды сахаров, продукты конденсации, оксиметилфурфурол, органические кислоты, красящие и гуминовые вещества. Они предопределяют аромат, вкус и цвет расплава. Накопление в расплаве продуктов распада сахарозы зависит от времени и температуры нагревания.

Из пленочного аппарата расплав сахара-песка при температуре 160...170°C поступает в смеситель 7, в который подают ореховую крупку, ванилин и сливочное масло. Смешивание компонентов проводят при температуре 150...160°C. Для поддержания необходимой температуры смеситель снабжен паровой рубашкой.

Готовая грильяжная масса при температуре 120...140°C, представляющая собой текучую вязкую жидкость, непрерывно подается на охлаждение в охлаждающую машину 8, представляющую собой вращающийся круглый металлический стол с желобом, облицованный фторопластом. Желоб охлаждается водой. Над желобом установлены три вала 9, охлаждаемые с внутренней поверхности водой, которые служат для охлаждения и предварительного формования пласта. Зазор между дном желоба и поверхностью валков регулируется от 2 до 10 мм. Затем измельченная на валках конфетная масса подается на устройство для резки 10. Нарезанные корпуса охлаждаются в охлаждающем аппарате 11 до температуры 35...40°C, а затем поступают в глазировочную машину 13, где покрываются равномерным слоем шоколадной глазури, предварительно отtemперированной в темперировающей машине 12. Готовые конфеты поступают в охлаждающий шкаф 14, где поддерживается температура воздуха 8...10°C. За время пребывания конфет в охлаждающем шкафу 14 в течение 5...6 мин происходит охлаждение глазури ниже температуры застывания какао-масла, оно из аморфного состояния переходит в кристаллическое, что вызывает структурообразование в глазури. Шоколадная оболочка конфет приобретает свойства твердого тела.

Охлажденные глазированные конфеты поступают на завертку, которая осуществляется с помощью заверточных автоматов 15. После заверточного автомата скребковым транспортером 16 грильяжные конфеты попадают в промежуточный бункер 17, затем на взвешивание на автовесы 18, где взвешивается определенная партия конфет, и попадают в коробки, которые запечатываются и оклеиваются в оклеивающей машине 19.

Использование оборудования для подготовки сырья и получения ореховой крупки позволяет гармонизировать работу технологической линии и получить продукцию с необходимыми показателями качества.

Предложенная технологическая линия [4] позволяет получить грильяжные конфеты с хорошими потребительскими свойствами, повышенного качества и увеличить производительность труда.

Публикация подготовлена в рамках Программы развития деятельности студенческих объединений «Интеграция обучающихся в международное студенчество как инструмент повышения конкурентоспособности России в глобальном мире», реализуемой при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (за 2015 год).

Список литературы

1. Линия для производства грильяжной крошки, грильяжа [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://oborudovanie.myprom.ru/liniya-dlya-proizvodstva-grilyazhnoy-kroshki-grilyazhabu-36320.html> (дата обращения: 20.08.2015 г.).
2. Никонович С.Н., Тарасенко Н.А., Архипов В.Ю. Совершенствование технологической линии для производства пралиновых конфет // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2015. – № 1 (343). – С. 100–102.
3. Олейникова А.Я. Магомедов Г.О. Проектирование кондитерских предприятий: учебник. – 2-е изд., расшир. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2005. – С. 109–112.
4. Поддубровский Д.Р., Тарасенко Н.А., Красина И.Б., Беляева Ю.А. Технологическая линия для производства грильяжных конфет // Патент на полезную модель № 125822 от 15.11.2012 г. Оpubl. 20.03.2013 г. Бюл. № 8.
5. Серда Н.А. Совершенствование манипуляторов для переработки штучных изделий применительно к технологическим линиям пищевых производств // Механика XXI века. – 2013. – С. 97–102.
6. Тарасенко Н.А., Новоженова А.Д., Михайленко М.В. Совершенствование технологической линии для производства пралинов функционального назначения // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2014. – № 4. – С. 107–110.

References

1. Linija dlja proizvodstva griljazhnoj kroshki, griljazha [elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://oborudovanie.myprom.ru/liniya-dlya-proizvodstva-grilyazhnoy-kroshki-grilyazhabu-36320.html> (data obrashhenija: 20.08.2015 g.).
2. Nikonovich S.N., Tarasenko N.A., Arhipov V.Ju. Sovershenstvovanie tehnologicheskoy linii dlja proizvodstva pralinovyh konfet // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Pishhevaia tehnologija. 2015. no. 1 (343). pp. 100–102.
3. Olejnikova A.Ja. Magomedov G.O. Proektirovanie konditeriskih predpriatij: uchebnik. 2-e izd., rasshir. i dop. SPb.: GIOR D, 2005. pp. 109–112.
4. Poddubrovskij D.R., Tarasenko N.A., Krasina I.B., Beljaeva Ju.A. Tehnologicheskaja linija dlja proizvodstva griljazhnyh konfet // Patent na poleznuju model no. 125822 ot 15.11.2012 g. Opubl. 20.03.2013g. Bjul. no. 8.
5. Sereda N.A. Sovershenstvovanie manipulatorov dlja peredachi shtuchnyh izdelij primenitelno k tehnologicheskim linijam pishhevyh proizvodstv // Mehaniki XXI veku. 2013. pp. 97–102.
6. Tarasenko N.A., Novozhenova A.D., Mihajlenko M.V. Sovershenstvovanie tehnologicheskoy linii dlja proizvodstva prjanikov funkcionalnogo naznachenija // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Pishhevaja tehnologija. 2014. no. 4. pp. 107–110.

Рецензенты:

Бережной С.Б., д.т.н., профессор, декан факультета машиностроения и автосервиса, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар;

Тимофеев Т.И., д.т.н., профессор кафедры технологии жиров, косметики, товароведения, процессов и аппаратов, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар.

УДК 621.316.98: 22.193

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ МОЛНИЕЗАЩИТЫ СТАРТОВЫХ ПЛОЩАДОК КОСМОДРОМОВ НА ОСНОВЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

¹Потапенко А.Н., ²Кумар У., ¹Потапенко Т.А., ³Штифанов А.И.

¹ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова», Белгород, e-mail: potapenko@intbel.ru;

²Indian Institute of Science, Bangalore, India, e-mail: uday@hve.iisc.ernet.in;

³ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,
Белгород, e-mail: shtifanov@mail.ru

В статье приведены результаты вычислительных экспериментов определения особенностей электростатических полей объектов, находящихся между грозовым облаком и поверхностью земли. Внешняя краевая задача сведена к внутренней. Распределенным объектом Ω_0 считается ракета-носитель и молниеприемники системы молниезащиты (СМЗ). Представлен метод расчета электростатических полей Ω_0 на основе вычисления удельного распределения линий функции потока (ЛФП) или силовых линий электростатического поля в расчетной области на базе вычислительного эксперимента. В работе определяются зависимости величин удельного распределения ЛФП объекта Ω_0 с учетом изменения дистанций и соотношения высот элементов Ω_0 . На основе полученных нелинейных зависимостей, а именно их экстремальных значений оценивается эффективность перехвата молний исследуемыми схемами внешних СМЗ. Приведены результаты вычислительных экспериментов, их сравнительный анализ и сопоставление полученных данных с известными схемами для стартовых площадок космодромов.

Ключевые слова: электростатическое поле, математическая модель, вычислительный эксперимент, молниеприемники, молниезащита объектов

THE RESEARCH OF DISTRIBUTED LIGHTNING PROTECTION OF THE SPACE-LAUNCH COMPLEX ON THE BASIS OF SIMULATION EXPERIMENT

¹Potapenko A.N., ²Kumar U., ¹Potapenko T.A., ³Shtifanov A.I.

¹Belgorod State Technological University n.a. V.G. Shoukhov, Belgorod, e-mail: potapenko@intbel.ru;

²Indian Institute of Science, Bangalore, India, e-mail: uday@hve.iisc.ernet.in;

³Belgorod National Research University, Belgorod, e-mail: shtifanov@mail.ru

The paper presents the results of computational experiments determining the characteristics of electrostatic fields of the objects, located between thunderclouds and the ground. The outer boundary-value problem is reduced to the inner boundary-value problem. Distributed object Ω_0 as a carrier rocket and lightning terminations is considered. Therewith, the method calculating electrostatic field of the object Ω_0 in the area under study on the basis of determining specified distribution of the flow function lines (FFL) or the lines of electrostatic force is presented. In the contribution the dependencies between values of specified FFL distribution and different distances from the carrier rocket to the lightning terminations are determined. On the basis of the received nonlinear dependencies, namely their extreme values, the effectiveness of a lightning interception by different lightning protection schemes is estimated. The results of computational experiments, their comparative analysis with existing data are presented.

Keywords: electrostatic field, mathematical modeling, computational experiment, lightning rods, lightning protection system

Задачи, связанные с исследованиями атмосферных электростатических полей, содержат одно из граничных условий, задаваемое на бесконечности, поэтому они относятся к внешним краевым задачам [1, 16]. Для расчетов систем молниезащит (СМЗ) стартовых площадок разработано достаточно много подходов. В [12] представлены обзор СМЗ стартовых площадок и возможные подходы к моделированию процессов, например как в [5, 6]. В [13] исследованы особенности СМЗ одного из индийских стартовых комплексов.

Среди существующих нелинейных математических моделей, предназначенных

для исследования процессов образования и встречного движения нисходящего лидера молнии и восходящего лидерного разряда, необходимо отметить разработанные модели Ericsson [10], Delleri и Garbagnati [8, 9], Rizk [17], Becerra и Cooray [4]. В [8] показан пример исследования опор линий электропередач с учетом рельефа местности, причем в виде расчетов каналов разряда, представленных некоторым семейством линий в пространстве от грозового облака до объектов на поверхности земли, но без учета их разветвления. Наряду с этими моделями широко используются упрощенные методики, методы и различные эмпирические

зависимости. Например, анализ основных из них дан в [7] с учетом их особенностей, а также отмечено, что среди существующих методов проектирования СМЗ нет количественного подхода и отмечены недостатки анализируемых методик и методов.

Цель работы связана:

1) с развитием метода расчета электростатических полей для исследуемого распределенного объекта Ω_0 в виде молниеприемников СМЗ и ракеты-носителя на основе вычисления удельного распределения линий функции потока (ЛФП), т.е. силовых линий электростатического поля в расчетной области при проведении вычислительных экспериментов;

2) с выявлением на базе результатов расчета возможных оценочных критериев определения эффективности перехвата молний исследуемыми схемами внешних СМЗ.

Постановка задачи

За основу принята схема расчетной области на базе типовой стартовой площадки космодрома с учетом обзора [12]. Исходная схема в плане имеет вид квадрата или прямоугольника, по углам которого находятся пирамидальные башни с размещенными на их вершинах цилиндрическими стержнями (считается, что стержни являются металлическими, но в [2] в рамках расчета потенциальных полей исследуется возможность их представления в виде изоляторов). Конструкция молниеприемника в целом считается цилиндрической. В [15] на примере расчета трехмерной задачи показано, что внешняя краевая задача с минимальными погрешностями сводится к внутренней. Это распространяется на Ω_0 , находящийся в центральной части области $D(x, y)$ относительно 2-х горизонтальных плоскостей,

а именно нижней части облака $V(x, y)$ и поверхности земли $F(x, y)$.

Схема на рис. 1 представлена в вертикальной плоскости, проходящей через элементы 1, 4 (молниеприемники внешней СМЗ) и 5 (ракета-носитель или технологическая мачта) [1, 16].

Считается, что Ω_0 включает элементы 1, 4 и 5, причем они представляются в виде линий (определяется соотношениями их размеров высоты и боковых габаритов). Границы области $D(x, y)$ следующие: G_1 – граница в виде поверхности земли $F(x, y)$; G_2 – нижняя граница облака $V(x, y)$; G_3, G_4 – границы для искусственного ограничения области $D(x, y)$ путём введения в постановку задачи граничного условия $E_n = 0$ (E_n – напряжённость электростатического поля по нормали к G_3, G_4) [1, 16]. Следует заметить, что в этой задаче не учитывается краевой эффект от $V(x, y)$, как в [15]. Обозначения расстояний на схеме следующие: l_1 – расстояние между молниеприемником 1 и объектом защиты 5; l_2 – расстояние между 5 и одной из боковых границ $D(x, y)$.

Задача решается в два этапа [1, 16]. На первом этапе используется уравнение Лапласа для определения электростатического поля в расчетной области $D(x, y)$. Схема области $D(x, y)$ относительно приближена к реальным соотношениям размеров между нижней границей облака $V(x, y)$ и поверхностью $F(x, y)$ с учетом Ω_0 . Этот этап необходим для масштабирования исследуемого Ω_0 в области $D(x, y)$ с корректным переходом к новой области $D_1(x, y)$ на основе применения модифицированной методики [3] на базе ортогональной сетки семейства эквипотенциальных линий в виде уравнений $\psi_i(x, y) = \text{const}$ и ЛФП в виде уравнений $\mu_i(x, y) = \text{const}$, например, как показано в [1, 16].

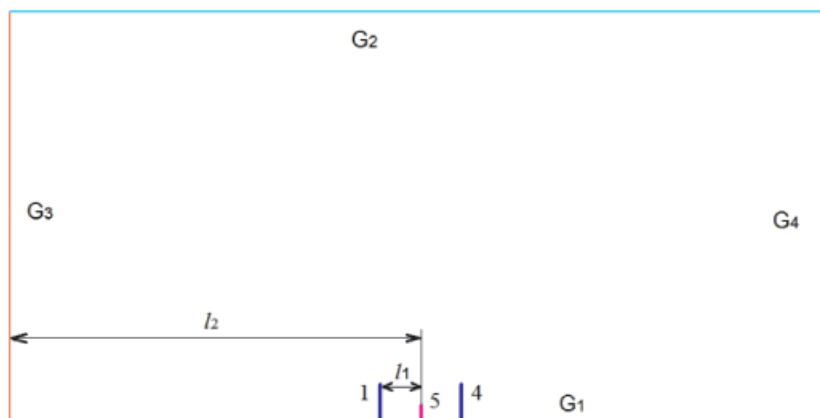


Рис. 1. Схема расчетной области $D(x, y)$ с Ω_0 в виде элементов 1, 4 (молниеприемники) и 5 (ракета-носитель или технологическая мачта)

1. Первый этап. В области $D(x, y)$ из уравнения Лапласа с учетом граничных условий (рис. 1) определяются поле потенциала ψ и семейства $\psi_i(x, y) = \text{const}$ и $\mu_i(x, y) = \text{const}$ [16].

Допущения следующие. Считаем, что $V(x, y)$ – исходное грозное облако. Полагаем, что на G_2 потенциал равен ψ_{01} и исследуется электростатическое поле. Считается, что это поле относительно мало, т.е. подход справедлив до начала коронного разряда в грозных облаках и при отсутствии объёмных электрических зарядов в атмосфере области $D(x, y)$.

В результате расчетов определяется область $D_1(x, y)$ [1, 16] (рис. 2), особенность ее в том, что вместо границы G_2 появляется G_{22} (эквипотенциальная линия $\psi_{k_0}^* = \text{const}$ из семейства $\psi_i(x, y) = \text{const}$ на заданной высоте с учетом применения модифицированной методики [3]). Обозначения границ, как и на рис. 1, но с дополнительным индексом 1.

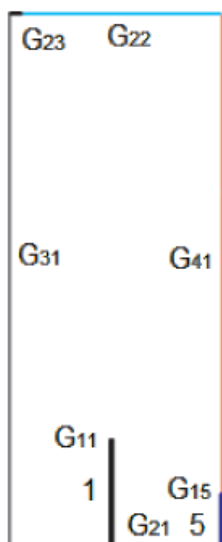


Рис. 2. Схема масштабированной области $D_1(x, y)$ (цифровые обозначения, как на рис. 1)

2. Второй этап. Схема масштабированной области $D_1(x, y)$ показана на рис. 2 с учетом симметрии относительно 5, тогда Ω_0 включает элементы 1 и 5. Поле функции потока μ_i определяется из уравнения эллиптического типа (1), аналогичного уравнению Лапласа с учетом того, что граничные условия для функций μ и ψ различаются:

$$\partial^2 \mu / \partial x^2 + \partial^2 \mu / \partial y^2 = 0; \quad (x, y) \in D_1(x, y). \quad (1)$$

Граничные условия задачи с учётом рис. 2 следующие:

- на границе G_{21} :

$$\partial \mu / \partial n = 0; \quad (x, y) \in G_{21}; \quad (2)$$

- на границах G_{11} (молниеприемник 1) и G_{15} (объект защиты 5):

$$\partial \mu / \partial n = 0; \quad (x, y) \in G_{11}, G_{15}; \quad (3)$$

- на границе G_{31} :

$$\mu(x, y) = \mu_{01}; \quad (x, y) \in G_{31}; \quad (4)$$

- на границе G_{41} :

$$\mu(x, y) = 0; \quad (x, y) \in G_{41}; \quad (5)$$

- на границе G_{22} :

$$\mu(x, y) = 0; \quad (x, y) \in G_{22}; \quad (6)$$

где $D_1(x, y)$ – исследуемая область и ограничена G_{21} , G_{22} , G_{31} , G_{41} , G_{11} , G_{15} .

Для оценки и сравнительного анализа особенностей элементов объекта Ω_0 вводится дополнительная граница G_{23} на краю границы G_{22} . Считаем, что ЛФП (в виде семейства $\mu_i(x, y) = \text{const}$) начинаются с G_{23} . Тогда на ней записывается условие вида

$$\partial \mu / \partial n = 0; \quad (x, y) \in G_{23}. \quad (7)$$

Следовательно, на оставшейся части границы G_{22} выполняется условие (6).

Результаты расчетов и сравнительный анализ

Для краевой задачи с учетом математической модели в виде уравнения эллиптического типа (1) с граничными условиями (2)–(7), с использованием итерационного метода верхней релаксации и на базе программных средств, выполним вычислительные эксперименты для определения удельного распределения ЛФП относительно Ω_0 в масштабированной $D_1(x, y)$. Расчет уединенного стержневого молниеприемника в трехмерной области с использованием итерационного метода верхней релаксаций дан, например, в [15].

Результаты расчетов представляются в безразмерном виде:

$$\mu_i^* = \frac{\mu_i}{\mu_{01}}; \quad l_i^* = \frac{l_i}{H_3}; \quad H_i^* = \frac{H_i}{H_3}. \quad (8)$$

Приняты нормирующие значения: для функции потока – μ_{01} ; для дистанций и высот в области $D_1(x, y)$ – H_3 (высота объекта защиты 5). Остальные величины нормируются аналогичным образом.

Результаты расчета первого этапа даны в [1, 16]. Следует отметить, что высота от $F(x, y)$ до $V(x, y)$ в исходной области $D(x, y)$ принималась $H_1^* = 20$. Например, в абсолютных величинах при $H_3 = 50$ м, тогда высота $H_1 = 1000$ м и расстояние $l_2 = 1000$ м. В области $D_1(x, y)$ с учетом Ω_0 (рис. 2) принимаются следующие условия: дистанция

$l_{1i}^* = \text{var}$. Высота объекта защиты $H_3^* = 1$, относительная высота H_2^* молниеприемника СМЗ принимается в виде 2-х значений $H_{21}^* = 2$ или $H_{22}^* = 3$. Высота $H_4^* = 10$ до некоторой эквипотенциальной линии $\psi_{k0}^* = \text{const}$ (введенной вместо границы G_2 , т.е. $V(x, y)$ в условиях перехода от области $D(x, y)$ к масштабированной $D_1(x, y)$).

При вычислительных экспериментах в условиях изменения независимых переменных l_{1i}^* с шагом Δl_1^* и H_2^* определяется следующее:

1) количество n_i ЛФП в виде некоторого семейства $\mu_i(x, y) = \text{const}$ в области $D_1(x, y)$;

2) удельное распределение ЛФП относительно элементов Ω_0 в $D_1(x, y)$.

Типичный пример результатов расчета ЛФП для $l_{1i}^* = 1$ и при $H_{21}^* = 2$ с условием $n_i = \text{var}$ показан на рис. 3. За основу для последующих расчетов приняты результаты (рис. 3) при $n_{i1} = 100$. Результаты вычисли-

тельного эксперимента, полученные с учетом $l_{1i}^* = \text{var}$ и при $H_{21}^* = 2$, сведены в табл. 1.

Введены следующие обозначения:

1) χ_{1i} – величина удельного распределения ЛФП объекта защиты 5 (соответственно часть Ω_0) также представляется как функция $\chi_{1i} = f(l_{1i}^*, H_{2k}^*)$;

2) χ_{2i} – величина удельного распределения ЛФП по $F(x, y)$ также представляется как $\chi_{2i} = f(l_{1i}^*, H_{2k}^*)$;

3) χ_{3i} – величина удельного распределения ЛФП молниеприемника СМЗ (соответственно часть Ω_0), также представляется как $\chi_{3i} = f(l_{1i}^*, H_{2k}^*)$.

На основе результатов табл. 1 представим особенности характеристик χ_i прежде всего для элементов Ω_0 в виде $\chi_{1i} = f(l_{1i}^*, H_{2k}^*)$ и $\chi_{3i} = f(l_{1i}^*, H_{2k}^*)$ (рис. 4), а также для $F(x, y)$ в виде $\chi_{2i} = f(l_{1i}^*, H_{2k}^*)$ (рис. 5). Эти характеристики показаны в дискретном виде с учетом выполнения закона электростатики.

Таблица 1

Удельное распределение ЛФП χ_i в области $D_1(x, y)$ при $H_{21}^* = 2$ и $l_{1i}^* = \text{var}$

χ_i – величина исследуемого элемента в $D_1(x, y)$	Дистанция l_{1i}^* до молниеприемника СМЗ								
	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0
χ_{1i}	0,030	0,060	0,090	0,120	0,145	0,165	0,180	0,195	0,200
χ_{2i}	0,300	0,230	0,175	0,150	0,145	0,175	0,220	0,285	0,380
χ_{3i}	0,670	0,710	0,735	0,730	0,710	0,660	0,600	0,52	0,420

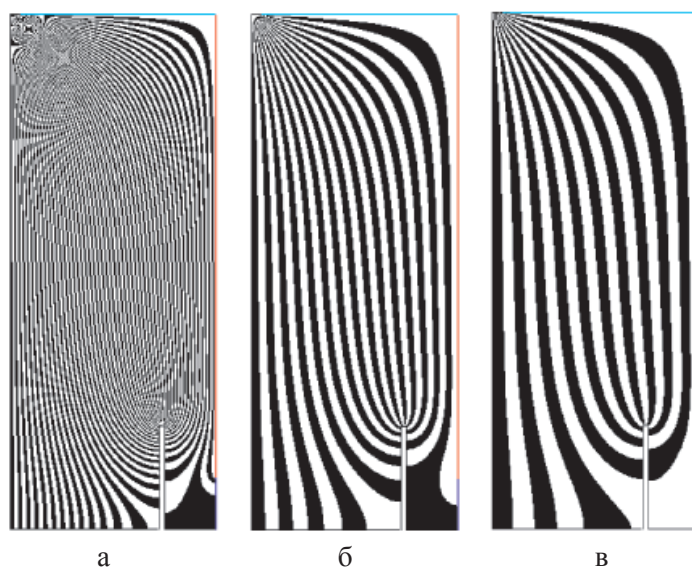


Рис. 3. Результаты расчета семейства $\mu(x, y) = \text{const}$ для $l_1^* = 1$ и $H_{21}^* = 2$: при $n_{i1} = 100$ (а), $n_{i2} = 30$ (б) и $n_{i3} = 20$ (в)

Из анализа характеристики на рис. 4, а следует, что изменение функции вида $\chi_{li} = f(l_{li}^*, H_{21}^*)$ нелинейное, причем минимальное значение $\chi_{li\min} = 0,03$ при $l_{li}^* = 0,8$. Тогда как другие функции в области $D_1(x, y)$, а именно, $\chi_{3i} = f(l_{li}^*, H_{21}^*)$ (рис. 4, б) и $\chi_{2i} = f(l_{li}^*, H_{21}^*)$ (рис. 5) при этих же условиях имеют значительно большие значения в сравнении с $\chi_{li} = f(l_{li}^*, H_{21}^*)$ при $l_{li}^* = 0,8$, например, $\chi_{3i} > \chi_{li}$ (более чем в 20 раз). Учитывая, что $\chi_{li} = f(l_{li}^*, H_{21}^*)$ применяется для оценки объекта защиты на основе удельного распределения ЛФП в $D_1(x, y)$, а $\chi_{3i} = f(l_{li}^*, H_{21}^*)$ – для оценки стержневого молниеприемника, тогда на базе полученных результатов имеется возможность установить оценочный критерий определения эффективности перехвата молний для различных схем СМЗ стартовых площадок в следующем виде.

Чем больше величина удельного распределения ЛФП на молниеприемниках СМЗ и чем она существенно меньше на объектах защиты, тем выше эффективность перехвата молний для исследуемых схем на основе распределенных стержне-

вых молниеприемников СМЗ для ракет-носителей.

По-видимому, для дальнейшего уменьшения l_{li}^* существуют ограничения, как по конструктивным параметрам внешних СМЗ (например, в виде пирамидальных башен с размерами в нижней их части большими, чем в верхней), так и по другим, например по физическим параметрам при ударах молний.

Рассмотрим особенности Ω_0 в условиях увеличения высоты $H_{22}^* = 3$, т.е. в 1,5 раза по сравнению с H_{21}^* . Например, в абсолютных величинах $H_{21}^* = 100$ м, а $H_{22}^* = 150$ м (т.е. это высоты 2-х молниеприемников на космодроме Восточный). Результаты вычислительных экспериментов при $l_{li}^* = \text{var}$ и $H_{22}^* = 3$ сведены в табл. 2.

Из анализа табл. 2 следует, что величина $\chi_{li\min}$ существует при $l_{li}^* = 0,8$, причем она уменьшилась в 10 раз по сравнению с данными при $H_{21}^* = 2$ (практически равна нулю). Важно отметить, что функция $\chi_{3i} = f(l_{li}^*, H_{22}^*)$ при $l_{li}^* = 0,8$ (табл. 2) имеет существенно большее значение в сравнении с $\chi_{li} = f(l_{li}^*, H_{22}^*)$, а также имеет максимум при $l_{li}^* = 1,6$.

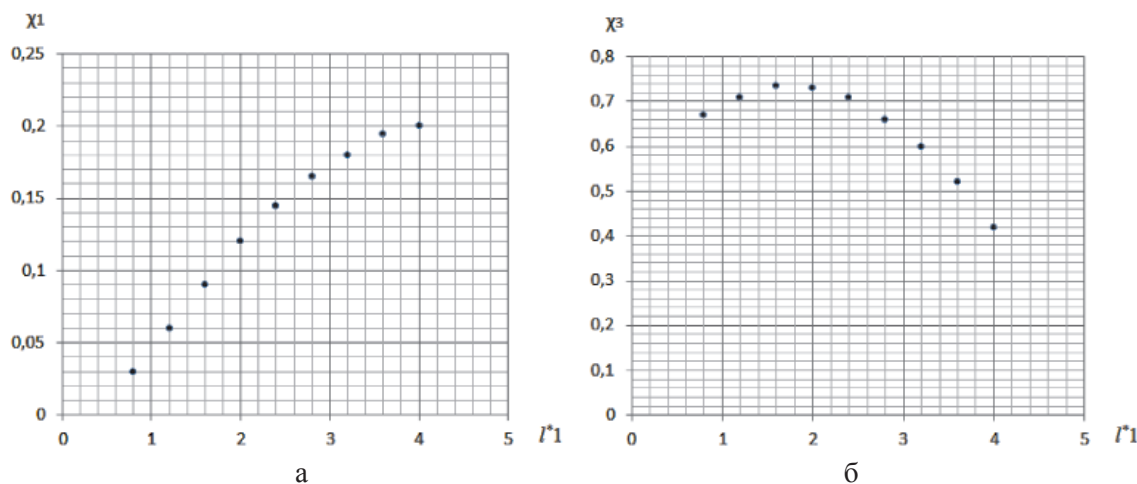


Рис. 4. Результаты расчета удельного распределения ЛФП при H_{21}^* и $l_{li}^* = \text{var}$ ($n_{li} = 100$): величина χ_{li} объекта защиты (а) и величина χ_{3i} молниеприемника СМЗ (б)

Таблица 2

Удельное распределение ЛФП χ_i в области $D_1(x, y)$ при $H_{22}^* = 3$ и $l_{li}^* = \text{var}$ (без учета χ_{2i})

χ_i – величина исследуемого элемента в $D_1(x, y)$	Дистанция l_{li}^* до элемента внешней СМЗ							
	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6
χ_{li}	0,003	0,015	0,045	0,065	0,085	0,095	0,115	0,125
χ_{3i}	0,829	0,865	0,870	0,860	0,835	0,805	0,740	0,655

С учетом оценочного критерия определения эффективности перехвата молний внешними СМЗ этот результат показывает следующее. Если для функции $\chi_{li} = f(l_{li}^*, H_{21}^*)$ существует некоторая величина $\chi_{lmin} = 0,03$ при $l_{li}^* = 0,8$, то тогда для функции $\chi_{li} = f(l_{li}^*, H_{22}^*)$, т.е. при $H_{22}^* = 3$, величина $\chi_{lmin} = 0,03$ будет находиться на дистанции в пределах до $l_{li}^* < 1,6$ (табл. 2). Следовательно, при увеличении высоты молниеприемника в 1,5 раза можно изменить дистанцию l_{li} в пределах до 2-х раз при $\chi_{lmin} = \text{const}$. Это важно в условиях оптимизации параметров молниеприемников СМЗ относительно ракеты-носителя.

В целом анализ данных на рис. 4, 6 показывает, что изменение функции $\chi_{3i} = f(l_{li}^*, H_{21}^*)$ (для молниеприемника СМЗ) является нелинейным и представляется в виде некоторой параболической зависимости, причем с максимумом на дистанции $l_{li}^* = 1,6$. Также из полученных данных следует, что при экстремуме функции $\chi_{3i} = f(l_{li}^*, H_{21}^*)$, тогда на объекте защиты $\chi_1 = 0,09$, т.е. больше, чем χ_{lmin} . Вывод следующий: максимум функции $\chi_{3i} = f(l_{li}^*, H_{21}^*)$ молниеприемника и минимальное значение $\chi_{li} = f(l_{li}^*, H_{21}^*)$ объекта защиты не совпадают. Это связано с тем, что происходит перераспределение исследуемых функций $\chi_{ki} = f(l_{li}^*, H_{21}^*)$ в расчетной области с учетом $F(x, y)$. Аналогично это наблюдается и при изменениях высоты молниеприемника (данные табл. 2).

Сопоставительный анализ показывает, что представленный подход отличается от

нелинейных математических моделей, так как вычислительные эксперименты проводятся в рамках электростатических полей. Однако это дает возможность получать количественные результаты для исследуемых Ω_0 в сравнении с упрощенными подходами, анализ которым дан, например, в [7].

В качестве примера для сравнительного анализа полученных результатов с существующими данными рассмотрим схему стержневых молниеприемников СМЗ для баллистических ракет, применяемую на одном из полигонов США. В этой системе старта ракеты применяются стержневые молниеприемники, устанавливаемые на минимальных дистанциях (в пределах 2–3-х десятков метров от корпуса ракеты), в связи с применением цилиндрической формы молниеприемников [11]. В сравнении с данными [12, 13] эти дистанции на порядок меньше. Это определяется особенностями конструкций стержневых молниеприемников, например на стартовых площадках ракет-носителей с космическими аппаратами применяются составные молниеприемники [12, 13] в виде решетчатых конструкций пирамидального типа с соответствующими габаритами в нижней части. Данные [11] с минимальными дистанциями от стержневых молниеприемников до корпуса ракеты косвенно подтверждают полученные результаты на основе вычислительных экспериментов для стержневых молниеприемников СМЗ стартовых площадок. А именно – при уменьшении дистанции l_{li}^* функция $\chi_{3i} = f(l_{li}^*, H_{2k}^*)$ молниеприемника стремится к некоторому относительно максимальному значению, тогда как определяемая функция $\chi_{li} = f(l_{li}^*, H_{2k}^*)$ объекта защиты стремится к минимуму.

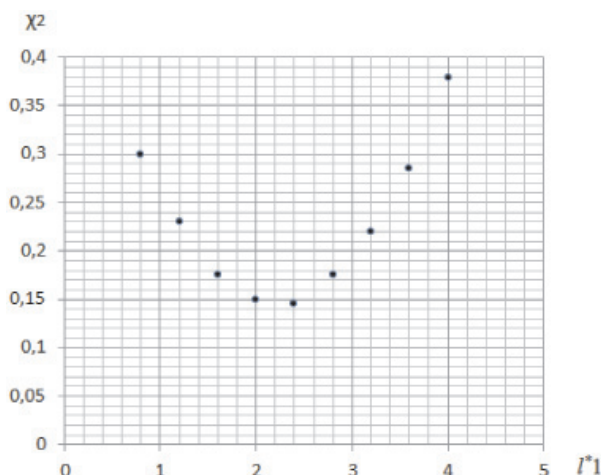


Рис. 5. Результаты расчета удельного распределения ЛФП при H_{21}^* и $l_{li}^* = \text{var} (n_{1l} = 100)$ для $F(x, y)$

По-видимому, расчеты на основе $\chi_{li} = f(l_{li}^*, H_{2k}^*)$ и $\chi_{3i} = f(l_{li}^*, H_{2k}^*)$ могут применяться при анализе и выборе рациональных технических решений для СМЗ стартовых площадок. В целом возможно при проектировании внешних схем СМЗ определять величины χ_{3i} , а расчеты на основе величин χ_{li} необходимо использовать в виде проверочных.

Анализ характеристики (рис. 5) показывает, что изменение функции $\chi_{2i} = f(l_{li}^*, H_{21}^*)$ также имеет вид некоторой параболической зависимости, но с минимумом при $l_{li}^* = 2,4$. Следует заметить, что функция $\chi_{2i} = f(l_{li}^*, H_{21}^*)$ представляет удельное распределение ЛФП по $F(x, y)$, на которой они расположены, поэтому χ_{2i} не представляет важности для исследуемого распределенного объекта Ω_0 . Однако эта функция может применяться для возможного обоснования существования экспериментальных эффектов, связанных с ударами молний не только в вершины объектов, но и в боковые их части, а также в поверхность $F(x, y)$, на которой они расположены.

Например, такой эффект был зафиксирован на космодроме в США, а именно в виде удара молнии в нижнюю часть стартовой площадки с шаттлом [14], причём в условиях применения стержневого молниеприемника СМЗ с высотой, существенно превышающей высоту шаттла на этом космодроме.

Выводы

1. Установлено, что имеется возможность в рамках развиваемой математической модели выполнять сравнительный анализ схем технических решений в виде стержневых молниеприемников СМЗ на основе количественного анализа удельного распределения ЛФП для исследуемых объектов, находящихся в атмосферном электростатическом поле в условиях отсутствия коронных разрядов и объёмных электрических зарядов в расчетной области. Сформулирован оценочный критерий определения эффективности перехвата молний для исследуемых схем СМЗ стартовых площадок.

2. При вычислительных экспериментах показано, что величины удельного распределения ЛФП на объекте защиты и молниеприемнике СМЗ в виде функций $\chi_{ki} = f(l_{li}^*, H_{2k}^*)$, при условии $l_{li}^* = \text{var}$ (от объекта защиты до молниеприемника) являются нелинейными, причем их экстремумы не совпадают.

3. Выявлено, что существует возможность оптимизировать соотношения функций удельного распределения ЛФП на объекте защиты и молниеприемнике СМЗ при изменениях величин l_{li}^* , H_{2k}^* , а также иных, в связи с этим имеется возможность выбора рациональных технических решений для внешних СМЗ стартовых площадок.

Список литературы

1. Потапенко А.Н. Возможный подход для оценки систем молниезащит ракет-носителей на космодромах / А.Н. Потапенко, В. Курей, Т.А. Потапенко // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14, № 4(5). – С. 1380–1385.
2. Потапенко Т.А. Некоторые особенности моделирования систем молниезащит на космодромах / Т.А. Потапенко, В. Курей, А.Н. Потапенко // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14, № 4(5). – С. 1386–1390.
3. Рязанов Г.А. Опыты и моделирование при изучении электромагнитного поля. – М.: Наука, 1966. – 208 с.
4. Becerra M., Cooray V. A self-consistent upward leader propagation model // J. Phys. D: Appl. Phys. – 2006. – Vol. 39, № 16. – P. 3708–3715.
5. Becerra M., Cooray V. A simplified physical model to determine the lightning upward connecting leader inception // IEEE Transactions on Power Delivery. – 2006. – Vol. 21, № 2. – P. 897–908.
6. Becerra M., Cooray V. Time dependent evaluation of the lightning upward connecting leader inception // J. Phys. D: Appl. Phys. – 2006. – Vol. 39, № 21. – P. 4695–4702.
7. D'Alessandro F., Gumley J.R. 'Collection Volume Method' for the placement of air terminals for the protection of structures against lightning // J. of Electrostatics. – 2001. – № 50. – P. 279–302.
8. Deller L., Garbagnati E. Lightning strike simulation by means of the Leader Progression Model: Part I: Description of the model and evaluation of exposure of free-standing structures. IEEE Trans. – Power Delivery, PWRD-5, 1990. – P. 2009–2022.
9. Deller L., Garbagnati E. Lightning strike simulation by means of the Leader Progression Model Part II: Exposure and shielding failure evaluation of overhead lines with assessment of application graphs, IEEE Trans. – Power Delivery, PWRD-5, 1990. – P. 2023–2029.
10. Eriksson A. J. An improved electrogeometric model for transmission line shielding analysis, IEEE Trans. – 1987. – Vol. PWDR-2. – P. 871–877.
11. Orbital Set for Launch to ISS, Launch Week for Antares. URL: <http://innerspace.net/tag/orbital-sciences-corporation/> (дата обращения: 10.11.2015).
12. Kumar U. Lightning protection of satellite launch pads, In a book: Lightning Protection, Series: IET Power and Energy, Series, 58, Edited by V. Cooray. – London: Institution of Engineering and Technology, 2010. – P. 789–819.
13. Kumar U., Joseph N.T. Analysis of air termination system of the lightning protection scheme for the Indian satellite launch pad // In: IEE Proceedings of Science, Measurement and Technology. – 2003. – № 150 (1). – P. 3–10.
14. NASA Facts AC 321/867-2468. Lightning and Space Program. FS-1998-08-16-KSC. August 1998.
15. Potapenko T.A., Kanunnikova E.A., Potapenko A.N. Research of 3-Dexter boundary problems related to electric fields in atmosphere by inversion method // J. Electric Power Systems Research. – 2014. – Vol. 113. – P. 10–14.

16. Potapenko T.A., Shtifanov A.I., Potapenko A.N. Features of estimating of lightning protection and grounding electrode based on the family of lines of force in electric field, 2014 International Conference on Lightning Protection (ICLP). – Shanghai, China. 2014. IEEE. – P. 1786–1792.

17. Rizk F. Modeling of lightning incidence to tall structures Part I: Theory, IEEE Trans. – Power Delivery, PWRD-9, 1994. – P. 162–171.

References

1. Potapenko A.N. Vozmozhnyj podhod dlja ocenki sistem molniezashhit raket-nositelej na kosmodromah / A.N. Potapenko, V. Kurej, T.A. Potapenko // Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. 2012. T. 14, no. 4(5). pp. 1380–1385.

2. Potapenko T.A. Nekotorye osobennosti modelirovaniya sistem molniezashhit na kosmodromah / T.A. Potapenko, V. Kurej, A.N. Potapenko // Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. 2012. T. 14, no. 4(5). pp. 1386–1390.

3. Rjazanov G.A. Opyty i modelirovanie pri izuchenii jelektromagnitnogo polja. M.: Nauka, 1966. 208 p.

4. Becerra M., Cooray V. A self-consistent upward leader propagation model // J. Phys. D: Appl. Phys. 2006. Vol. 39, no. 16. pp. 3708–3715.

5. Becerra M., Cooray V. A simplified physical model to determine the lightning upward connecting leader inception // IEEE Transactions on Power Delivery. 2006. Vol. 21, no. 2. pp. 897–908.

6. Becerra M., Cooray V. Time dependent evaluation of the lightning upward connecting leader inception // J. Phys. D: Appl. Phys. 2006. Vol. 39, no. 21. pp. 4695–4702.

7. DAlessandro F., Gumley J.R. Collection Volume Method for the placement of air terminals for the protection of structures against lightning // J. of Electrostatics. 2001. no. 50. pp. 279–302.

8. Dellera L., Garbagnati E. Lightning strike simulation by means of the Leader Progression Model: Part I: Description of the model and evaluation of exposure of free-standing structures. IEEE Trans. Power Delivery, PWRD-5, 1990. pp. 2009–2022.

9. Dellera L., Garbagnati E. Lightning strike simulation by means of the Leader Progression Model Part II: Exposure and

shielding failure evaluation of overhead lines with assessment of application graphs, IEEE Trans. Power Delivery, PWRD-5, 1990. pp. 2023–2029.

10. Eriksson A. J. An improved electrogeometric model for transmission line shielding analysis, IEEE Trans. 1987. Vol. PWDR-2. pp. 871–877.

11. Orbital Set for Launch to ISS, Launch Week for Antares. URL: <http://innerspace.net/tag/orbital-sciences-corporation/> (дата обращения: 10.11.2015).

12. Kumar U. Lightning protection of satellite launch pads, In a book: Lightning Protection, Series: IET Power and Energy, Series, 58, Edited by V. Cooray. London: Institution of Engineering and Technology, 2010. pp. 789–819.

13. Kumar U., Joseph N.T. Analysis of air termination system of the lightning protection scheme for the Indian satellite launch pad // In: IEE Proceedings of Science, Measurement and Technology. 2003. no. 150 (1). pp. 3–10.

14. NASA Facts AC 321/867-2468. Lightning and Space Program. FS-1998-08-16-KSC. August 1998.

15. Potapenko T.A., Kanunnikova E.A., Potapenko A.N. Research of 3-Dexter boundary problems related to electric fields in atmosphere by inversion method // J. Electric Power Systems Research. 2014. Vol. 113. pp. 10–14.

16. Potapenko T.A., Shtifanov A.I., Potapenko A.N. Features of estimating of lightning protection and grounding electrode based on the family of lines of force in electric field, 2014 International Conference on Lightning Protection (ICLP). Shanghai, China. 2014. IEEE. pp. 1786–1792.

17. Rizk F. Modeling of lightning incidence to tall structures Part I: Theory, IEEE Trans. Power Delivery, PWRD-9, 1994. pp. 162–171.

Рецензенты:

Уваров В.А., д.т.н., профессор, директор АСИ, ФГБОУ «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», г. Белгород;

Логачев К.И., д.т.н., профессор кафедры ТГиВ, «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», г. Белгород.

УДК 622.276

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕСТАЦИОНАРНОГО ЗАВОДНЕНИЯ КАК ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО МЕТОДА УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Романова М.Ю., Синцов И.А.

ФГБОУ ВО «Тюменский государственный нефтегазовый университет»,
Тюмень, e-mail: ivan_sintsov@mail.ru

В данной работе проведен анализ эффективности применения существующей методики нестационарного заводнения. На первом этапе работы было определено, что на месторождениях Западной Сибири данный метод характеризуется невысокой дополнительной добычей. В большинстве случаев нестационарное заводнение применяют совместно с работами по выравниванию профиля приемистости и обработкой призабойной зоны пласта. Это приводит к сложности оценки эффекта от нестационарного заводнения в «чистом» виде. С целью оценки эффективности нестационарного заводнения для конкретных геолого-физических условий была построена гидродинамическая универсальная модель верхнеюрского коллектора в программном комплексе «Tempest More». Рассмотрены коллекторы с различным распределением проницаемости: однородный, послойно-неоднородный, стохастически неоднородный. По результатам расчетов нестационарное заводнение для данных геолого-физических условий не приводит к увеличению нефтеотдачи.

Ключевые слова: нестационарное заводнение, циклическое заводнение, трудноизвлекаемые запасы, гидродинамическое моделирование

ANALYSIS OF EFFICIENCY NON-STATIONARY WATER FLOODING AS A HYDRODYNAMIC ENHANCED OIL RECOVERY METHODS IN WESTERN SIBERIA

Romanova M.Y., Sintsov I.A.

Federal Budget Educational Institution of Higher Education «Tyumen State Oil and Gas University»,
Tyumen, e-mail: ivan_sintsov@mail.ru

In this paper the effectiveness analysis of applying non-stationary water flooding method is described. At the first stage of research was determined that this method is characterized by low increasing of oil production in Western Siberia fields. In most cases non-stationary water flooding is applied jointly with injection of gel forming composition and acid treatment. For this reasons the «clean» effect of the non-stationary water flooding is difficult estimated. Then the sector multi-operated model was created for Upper Jurassic reservoirs in simulation software «Tempest More». The objective of simulation is performance evaluation of non-stationary water flooding for specific geological and physical conditions. The reservoirs with various allocation of permeability were examined: homogeneous, non-homogeneous, stochastic non-homogeneous. The calculations are showed that non-stationary water flooding for these geological and physical conditions didn't lead to increase of oil production.

Keywords: non-stationary water flooding, cyclic water flooding, hard-to-recover reserves, hydrodynamic simulation

В нашей стране около 90% нефтяных месторождений разрабатываются путем заводнения. Для условий, когда коллекторы характеризуются высокой неоднородностью пласта, повышенной вязкостью нефти, низкой проницаемостью, обычное заводнение становится малоэффективным. В таких случаях для увеличения охвата пласта заводнением применяют гидродинамические методы повышения нефтеотдачи пластов. Одним из наиболее доступных является нестационарное (циклическое) заводнение [2].

Для месторождений Западной Сибири данный метод характеризуется невысокой дополнительной добычей. В большинстве случаев нестационарное заводнение применяют совместно с работами по выравниванию профиля приемистости за счет закачки гелеобразующих составов, а также обработкой призабойной зоны пласта кислотными

составами. В связи с этим оценить дополнительную добычу от циклического заводнения в «чистом» виде на основе фактических данных месторождений довольно сложно.

Для оценки эффективности нестационарного заводнения без дополнительных воздействий была построена универсальная гидродинамическая модель верхнеюрского коллектора в программном комплексе «Tempest More 7.0». Параметры универсальной модели были заданы на основании статистического анализа верхнеюрских отложений по 25 месторождениям, находящимся в пределах Нижневартовского свода [5]. Основные характеристики модели:

- пористость – 0,169 д.ед.;
- проницаемость – $25,5 \cdot 10^{-3}$ мкм²;
- эффективная толщина – 8,5 м;
- размер модели – 5000×5000 м;
- количество добывающих скважин – 36;

- количество нагнетательных скважин – 25;
- расстояние между скважинами – 500 м;
- начальное пластовое давление – 26 МПа;
- давление насыщения – 11 МПа;
- начальная нефтенасыщенность – 0,63;
- коэффициент вытеснения – 0,57;
- расчетный период – 15 лет.

С использованием реальных статистических данных были заданы фазовые проницаемости и кривые капиллярного давления [4].

Для проведения гидродинамических расчетов были рассмотрены три модели с различным распределением проницаемости: однородный, послойно-неоднородный и стохастически неоднородный.

На начальном этапе был рассмотрен полностью однородный коллектор, вертикальная и горизонтальная проницаемость пропластков составила $25,5 \cdot 10^{-3}$ и $5 \cdot 10^{-3}$ мкм² соответственно. При этом, согласно универсальной модели, было выделено два пропластка, характеризующие глинистые отложения, с очень низкой проницаемостью (вертикальная – 1 мкм², горизонтальная 0,01 мкм²). Таким образом, толщина нефтенасыщенного пласта составила 8,5 м. Начальная водонасыщенность для проницаемых пропластков составила 37%.

В послойно-неоднородной модели проницаемость для каждого слоя задана различной, при этом слои с большей и меньшей проницаемостью сгруппированы по трем пропласткам, а распределение по слоям произведено по методу Гаусса. Распределение по пропласткам следующее: в первом пропластке проницаемость слоев изменяется от 7 до $13 \cdot 10^{-3}$ мкм², во втором пропластке – от 21,5 до $26,5 \cdot 10^{-3}$ мкм², в третьем пропластке – от 29,5 до $47 \cdot 10^{-3}$ мкм². Такое распределение позволяет увеличить степень неоднородности пласта. Как отмечено в работе [6], циклическое заводнение тем эффективнее, чем неоднороднее пласт.

Параметры стохастически неоднородного коллектора были заданы аналогично послойно-неоднородной модели. Для увеличения зональной неоднородности был использован коэффициент Дикстра – Парсонса, который распределяет проницаемость в пределах каждого слоя стохастическим образом. Для данной модели коэффициент равен 0,15.

Нестационарное заводнение носит циклический характер, при этом полный цикл для одной скважины – это суммарное время работы и остановки скважины. Одним из главных параметров метода циклического заводнения является время периода полуцикла закачки, которое определяется аналитически по следующей формуле [1]:

$$t = \frac{L^2}{2\chi},$$

где L – расстояние между нагнетательной и добывающей скважинами, м; χ – коэффициент пьезопроводности, м²/с.

Считается, что в период первого полуцикла нагнетаемая вода входит в поры низкопроницаемых пропластков. Во втором полуцикле, при снижении давления, вода удерживается за счет капиллярных сил, а нефть вытесняется [1].

Для данных геолого-физических условий период полуцикла рассчитывался при обводненности 90%, поскольку в большинстве случаев на реальных месторождениях данный метод применяют при высокой обводненности на последней стадии разработки. Для расчетов была выбрана площадная пятиточечная система разработки. Сетка скважин – 500 на 500 м, время периода полуцикла составило 7 суток.

Циклическое заводнение тесно связано с переменной направленности фильтрационных потоков. В связи с этим были рассмотрены как классические варианты применения технологии нестационарного заводнения (через одну в ряд, через ряд, блочно-угловое), так и предложены новые схемы, основанные на особенностях геолого-физических свойств коллектора, а также условиях проведения данного метода (блочно-рядное, перекрестное, параллельное, прямоугольное, квадратно-перекрестное, клинообразное, треугольно-перекрестное) [3]. Таким образом, для каждой модели было рассмотрено 15 вариантов различных видов циклического заводнения (рисунок).

Поскольку основным условием начала применения нестационарного заводнения являлось достижение обводненности 90%, то периоды работы и остановки скважин приходится на седьмой год расчетного периода. Длительность проведения также максимально приближена к реальным примерам месторождений Западной Сибири и составляет пять месяцев, поскольку данные работы проводятся преимущественно в теплое время года (с мая по сентябрь). В таблице приведены результаты расчетов накопленной добычи нефти по варианту с постоянной закачкой (базовый) и вариантам с нестационарным заводнением.

Как видно из таблицы, разница добычи нефти по вариантам для каждой модели (однородной, послойно-неоднородной, стохастически неоднородной) незначительна. Как и ожидалось, в целом для неоднородных коллекторов накопленная добыча нефти ниже. Однако необходимо отметить тот факт, что ни в одном из вариантов с нестационарным заводнением накопленная добыча нефти не превысила базовое значение.



Вариант	Накопленная добыча нефти, тыс.м³		
	Однородная модель	Послойно-неоднородная модель	Стохастически неоднородная модель
Базовый	2170,15	2062,98	2068,97
Через одну в ряд	2168,99	2062,04	2067,96
Через ряд	2168,88	2061,97	2067,88
Блочно-угловое	2168,91	2061,87	2067,80
Блочно-рядное (а)	2169,32	2062,37	2068,29
Блочно-рядное (б)	2168,42	2061,32	2067,22
Перекрестное (а)	2167,94	2061,00	2066,88
Перекрестное (б)	2169,56	2062,46	2068,42
Параллельное (а)	2168,37	2061,33	2067,30
Параллельное (б)	2169,04	2062,19	2068,11
Прямоугольное	2169,04	2061,99	2067,93
Квадратно-перекрестное (а)	2168,96	2061,90	2067,84
Квадратно-перекрестное (б)	2167,95	2060,87	2066,79
Клинообразное	2169,53	2062,39	2068,30
Треугольно-перекрестное	2168,92	2061,92	2067,86

Если же сравнивать варианты нестационарного заводнения между собой, то наилучшими показателями характеризуются блочно-рядное, перекрестное и клинообразное.

Нестационарное заводнение является одним из наиболее распространенных методов увеличения нефтеотдачи в нашей стране, однако результаты расчетов показывают, что такой метод может привести и к снижению нефтеотдачи, если дополнительно не проводятся мероприятия по выравниванию профиля приемистости в нагнетательных скважинах. В дальнейшем на основе анализа фактических данных месторождений и с применением гидродинамических моделей реальных месторождений планируется дать более детальный ответ на вопрос об эффективности данного метода увеличения нефтеотдачи.

Выводы

1. Нестационарное заводнение как метод увеличения нефтеотдачи характеризуется низкой дополнительной добычей, при этом проводится в комплексе с мероприятиями по выравниванию профиля приемистости, что не всегда позволяет правильно оценить эффект непосредственно от самого МУН.

2. Проведены гидродинамические расчеты с использованием трех моделей (однородной, послойно-неоднородной, стохастически неоднородной), которые показали, что нестационарное заводнение для данных геолого-физических условий не приводит к увеличению нефтеотдачи.

3. Наиболее эффективные варианты нестационарного заводнения – блочно-рядное, перекрестное и клинообразное.

Список литературы

1. Ибрагимов Н.Г., Хисамутдинов Н.И., Тазиев М.З., Жеребцов Ю.Е., Буторин О.И., Владимиров И.В. Современное состояние технологий нестационарного (циклического) заводнения продуктивных пластов и задачи их совершенствования. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2000. – 122 с.
2. Крянев Д.Ю. Нестационарное заводнение. Методика критериальной оценки выбора участков воздействия. – М.: ОАО «Всерос. нефтегаз. науч.-исслед. ин-т», 2008. – 208 с.
3. Романова М.Ю., Синцов И.А. Оценка эффективности применения нестационарного заводнения для месторождений Западной Сибири // Инновационные технологии в нефтегазовой отрасли: сборник научных трудов IX Международной научно-технической конференции студенческого отделения общества инженеров-нефтяников-Society of Petroleum Engineers (SPE). – Тюмень, 2015. – С. 75–77.
4. Синцов И.А., Евдокимова А.С., Ковалев И.А. Анализ влияния интенсивности систем заводнения на нефтеотдачу

верхнюрских коллекторов // Территория Нефтегаз. – 2014. – № 11. – С. 60–63.

5. Синцов И.А., Александров А.А., Ковалев И.А. Сравнение эффективности применения гидроразрыва пласта и бурения горизонтальных скважин для условий верхнеюрских пластов Нижнеуртовского свода // Нефтепромысловое дело. – 2014. – № 4. – С. 41–44.

6. Сургучев М.Л. Вторичные и третичные методы увеличения нефтеотдачи пластов. – М.: Недра, 1985. – 308 с.

References

1. Ibragimov N.G., Hisamutdinov N.I., Taziev M.Z., Zherbecov Ju.E., Butorin O.I., Vladimirov I.V. Sovremennoe sostojanie tehnologij nestacionarnogo (ciklicheskogo) zavodnenija produktivnyh plastov i zadachi ih sovershenstvovanija (The current state of non-stationary (cyclic) water flooding technology of productive layers and tasks of their improvement). Moscow: JSC «VNIIOENG», 2000. 122 p.
2. Krjanev D.Ju. Nestacionarnoe zavodnenie. Metodika kriterialnoj ocenki vybora uchastkov vozdejstvija (Non-stationary water flooding. Methods of site selection criteria influence estimation). Moscow: JSC « All-Russia Oil and Gas Research Institute », 2008. 208 p.
3. Romanova M.Ju., Sintsov I.A. Ocenka jeffektivnosti primeneniya nestacionarnogo zavpdnenija dlja mestorozhdenij Zapadnoj Sibiri // *Innovacionnye tehnologii v neftegazovoj otrastli: Sbornik nauchnyh trudov IX Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii studencheskogo otdelenija obshhestva inzhenerov-neftjanikov-Society of Petroleum Engineers (SPE)*. (Innovative technologies in the oil and gas industry: Collection of the IX International Scientific Conference studies of the Society of Petroleum Engineers (SPE) student branch). Tyumen, 2015. pp. 75–77.
4. Sintsov I.A., Evdokimova A.S., Kovalev I.A. Analiz vlijaniya intensivnosti sistem zavodnenija na nefteotdachu verhnjurskih kolektorov (Analysis of the intensity waterflood influence on oil recovery upper Jurassic reservoir) // *Oil and Gas territory*. 2014. no. 11. pp. 60–63.
5. Sintsov I.A., Aleksandrov A.A., Kovalev I.A. Sravnenie jeffektivnosti primeneniya gidrorazryva plasta i bureniya gorizontalnyh skvazhin dlja uslovij verhnjurskih plastov Nizhneurtovsckogo svoda (Comparison of efficiency of applying hydraulic fracturing and drilling of the horizontal wells for the conditions of the Upper-Jurassic formations of the Nizhneurtovsck type) // *Oil field business*. 2014. no. 4. pp. 41–44.
6. Surguchev M.L. Vtorichnye i tretichnye metody uvelichenija nefteotdachi plastov (Secondary and tertiary methods of enhanced oil recovery). Moscow: Nedra, 1985. 308 p.

Рецензенты:

Грачев С.И., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», Институт геологии и нефтегазодобычи, ФГБОУ ВО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень;

Сохошко С.К., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Моделирование и управление процессами нефтегазодобычи», Институт геологии и нефтегазодобычи, ФГБОУ ВО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень.

УДК 621.74.045

КОНСТРУКЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТРЕЩИНОСТОЙКИХ КЕРАМИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК В МАШИНОСТРОЕНИИ

^{1,2}Сапченко И.Г., ¹Жилин С.Г., ¹Комаров О.Н., ³Некрасов С.А., ¹Севастьянов Г.М.

¹ФГБУН «Институт машиноведения и металлургии» Дальневосточного отделения

Российской академии наук, Комсомольск-на-Амуре, e-mail: zhilin@imim.ru;

²ФГБОУ ВПО «Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет»,

Комсомольск-на-Амуре, e-mail: igor.sapchenko@mail.ru;

³ОАО «Амурметалл», Комсомольск-на-Амуре, e-mail: mail@imim.ru

В статье рассмотрены варианты улучшения технологических свойств керамических оболочковых форм, используемых для получения отливок в литье по выплавляемым моделям. Приведены факторы образования трещин в керамике, особенности влияния пористости в структуре оболочковой формы на ее физико-механические свойства, теоретически и экспериментально обоснованы преимущества предлагаемого способа распределения пор в структуре керамической формы. В статье рассмотрено положительное влияние использования конструкции зумпфа в виде половины тора на гидродинамическое воздействие струи расплава металла при его заливке в керамическую оболочковую форму. Совместное использование рассмотренных в работе конструктивных особенностей керамической формы на предприятиях машиностроительного комплекса позволяет повысить ее трещиностойкость, снизить материальные затраты на получение литых заготовок без применения опорного наполнителя.

Ключевые слова: керамическая оболочковая форма, отливка, пористость, прочность, физико-механические свойства, гидродинамическое воздействие расплава

DESIGN FEATURES OF FRACTURE TOUGHNESS CERAMIC SHELL FOR LOST WAX CASTING IN MACHINERY

^{1,2}Sapchenko I.G., ¹Zhilin S.G., ¹Komarov O.N., ³Nekrasov S.A., ¹Sevastyanov G.M.

¹Institute of Machinery and Metallurgy of Far Eastern Branch Russian Academy

of Sciences, Komsomolsk-na-Amure, e-mail: zhilin@imim.ru;

²Amur State University of Humanities and Pedagogy, Komsomolsk-na-Amure,

e-mail: igor.sapchenko@mail.ru;

³JSC «Amurmetal», Komsomolsk-na-Amure, e-mail: mail@imim.ru

Preferences of method of producing precision casts against porous investment patterns are under consideration at article. Such models are producing by press forming of powders of homogeneous and heterogeneous lost waxes with different flow rate. Variants of model shaping are given subject to elastic aftereffect, which arise at pressed material. Recommendations on press mold projecting for models production by method of model composition powder pressing are given. The paper deals with the positive effect of using the sprue base made in form of a half of the torus on the hydrodynamic effect of the stream of molten metal during pouring into the ceramic shell mold. Joint use of the design features of a ceramic form, which are described in this work on machine-building enterprises can improve its fracture toughness, reduce material costs of obtaining casting without the use of the filling material.

Keywords: lost wax powder, cast, dimensional-geometrical precision, press mold, porous, investment pattern, hydrodynamic effect of molten metal

В машиностроении при получении литых заготовок повышенной точности с развитой поверхностью представляется предпочтительным использование метода литья по выплавляемым моделям (ЛВМ). Технологический процесс ЛВМ включает изготовление тонкостенных керамических оболочковых форм (КОФ), которые заливаются расплавленным металлом с целью получения отливки. Изготовление КОФ производится посредством послойного нанесения и сушки огнеупорного состава, как представлено на рис. 1. Наиболее трудоемкой и длительной операцией является суш-

ка оболочек [1], в результате которой в ней образуются напряжения. При дальнейшей технологической обработке КОФ прокаливается, т.е. подвергается воздействию высоких температур. Заключительным этапом использования керамической оболочки является ее заполнение расплавом металла. Таким образом, при реализации технологического процесса получения отливок керамическая оболочка подвергается значительным механическим и теплофизическим воздействиям, что нередко приводит к ее растрескиванию или разрушению и, как следствие, к неоправданному браку [5].

Одним из направлений снижения брака, повышения качества и технологических свойств КОФ является управление их структурно-морфологическим строением путем образования пористости определенных параметров и, как следствие, деформационными процессами. Преднамеренное создание достаточно частых трещин в виде пор замедляет растрескивание КОФ на стадиях ее изготовления и технологической обработки. Зародившаяся и развивающаяся трещина останавливается при слиянии с порой, затупляясь в ней. Для дальнейшего продвижения этой трещины необходим дополнительный энергетический импульс.

Важным условием для остановки прогрессирующей трещины является размер поры, который должен превышать радиус скругления острия (кончика) трещины [8]. Понижения скорости распространения трещин можно достичь относительно близким расположением пор. Расстояние между порами в данном случае не должно превышать их размера. Кроме того, данный технологический прием позволяет осуществлять направленное распространение трещин, посредством создания цепочки пор. Увеличение степени пористости в структуре материала понижает его прочностные свойства [6, 7]. При этом важное значение имеет дисперсность пор в структуре изделия, а именно: с уменьшением их размера при увеличении пористости наблюдается менее интенсивное снижение прочности, чем для крупных пор.

Совокупность всех перечисленных факторов снижает склонность изделия к растрескиванию при теплосменах [7]. В данном случае, пористость снижает КТР и модуль упругости изделия. Обуславливается это возможностью достаточно свободного расширения и перемещения элементов структуры посредством наличия пор.

Цель исследования. Таким образом, целью настоящего исследования является теоретическое и экспериментальное определение факторов трещинообразования в КОФ и путей их устранения.

В рамках поставленной цели решаются следующие задачи:

- определение факторов образования трещин в структуре КОФ;
- изучение особенностей влияния пористости в структуре КОФ на ее физико-механические свойства;
- теоретическое и экспериментальное определение вариантов улучшения технологических свойств КОФ, используемых для получения отливок в ЛБМ.

Материалы и методы исследования

В механике разрушения известен акустический метод диагностирования процессов зарождения

и роста трещин в конструкционных материалах, основанный на регистрации импульсов акустической эмиссии (ИАЭ) [7]. При этом чем меньше количество ИАЭ, тем выше сравнительная трещиностойкость конструкционных материалов.

Диагностика зарождения и роста трещин в образцах при определении трещиностойкости производилась с помощью механических или тепловых воздействий [3]. При механическом динамическом воздействии трещиностойкость КОФ, оцениваемая по ИАЭ, зависит от дислокации и степени пористости. В эксперименте пористость создавали в различных сочетаниях внутренних слоев КОФ. Для определения стойкости КОФ к образованию трещин во время заливки расплава осуществляли моделированием процесса. Моделирование заливки пористых форм расплавом осуществлялось направленным воздействием термоудара на образцы с дальнейшим исследованием их физико-механических свойств. Конструкция зумпфа КОФ оказывает заметное влияние на гидродинамический удар струи при заливке оболочек. Исследуемый параметр проводимых экспериментов – сила удара струи моделирующей жидкости при заливке КОФ – пересчитывался согласно тарировке прибора. Процесс заливки КОФ моделировался на воде. Эксперимент проводился с различной конструкцией зумпфа КОФ.

Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 1, а представлена схема расположения пористого слоя в структуре пятислойной КОФ, где 1, 2, 3 – характерные сечения. Результаты сравнительного анализа эпюр нормальных напряжений в КОФ с 70%-ной пористостью 2-го слоя представлены на рис. 1, б и рис. 1, в.

Из сравнения рис. 1, б, в видно, что пористость 2-го слоя заметно снижает напряжения в характерных сечениях КОФ.

На рис. 2. представлены результаты экспериментальной оценки трещиностойкости КОФ с пористостью во 2-м слое при различных механических воздействиях. В данном случае наибольшей трещиностойкостью обладают оболочки с 30–38% мелкодисперсной пористостью структуры, расположенной во втором огнеупорном слое. При увеличении дисперсности пор происходит закономерное снижение устойчивости форм к растрескиванию.

На рис. 3 представлено сравнение экспериментально полученных данных по трещиностойкости КОФ с пористостью во 2-м слое при механическом и тепловом воздействиях с объемной и фронтальной пористостью. Высокотемпературный импульсный нагрев (лазерное воздействие) имеет несколько отличную природу зарождения и распространения трещин в пористых КОФ в сравнении с механическим воздействием. Это обусловлено тем, что температурное расширение элементов структуры, провоцирующее возникновение напряжений в оболочке, является

причиной зарождения и распространения трещин. Пористость в данном случае, не только препятствует распространению трещин, но и снижает температурное напряжение в оболочке, давая возможность свободному прохождению температурного расширения керамических элементов структуры. Значения ИАЭ имеют аналогичное распределение как и при механическом динамическом воздействии.

В совокупности полученные результаты исследований показывают наибольшую стойкость к растрескиванию оболочек с 25–35 % степенью пористости структуры, расположенной во 2-м внутреннем огнеупорном слое структуры.

Сравнительный анализ физико-механических свойств непрокаленных и прокален-

ных оболочек показал, что пористые формы имеют меньшую степень разупрочнения при термообработке, чем традиционные. Более низкими показателями разупрочнения обладает КОФ с пористостью, дислоцированной во втором слое огнеупорного покрытия.

Трещиностойкость прокаленных КОФ при механическом динамическом и высокотемпературном импульсном воздействиях в зависимости от степени пористости находится в соответствии с трещиностойкостью не прокаленных оболочек, т.е. наибольшей сопротивляемостью растрескиванию обладают формы с внутренними, а именно вторым пористым слоем и степенью пористости структуры 25–35 % [6].

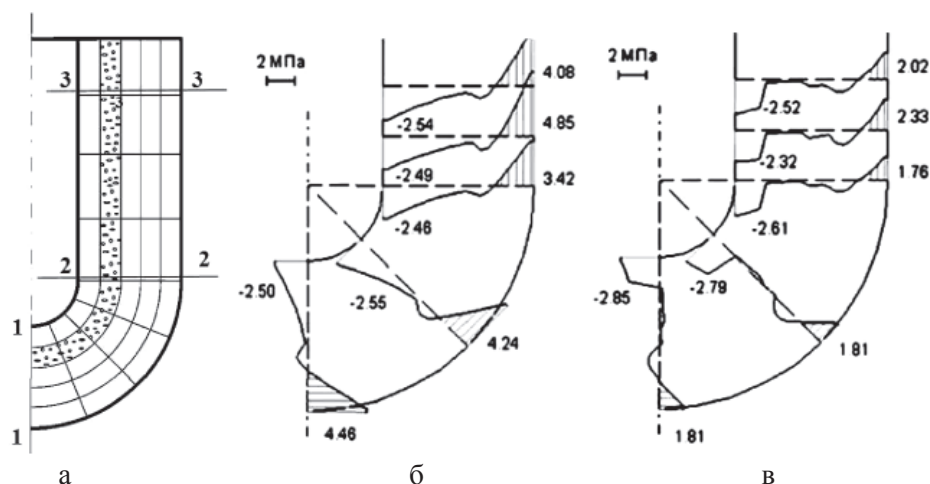


Рис. 1. Тип исследуемой структуры КОФ:
а – с расположением пористого слоя (заштриховано); б – эпюры нормальных напряжений в традиционной КОФ; в – КОФ с 70%-ной пористостью 2-го слоя

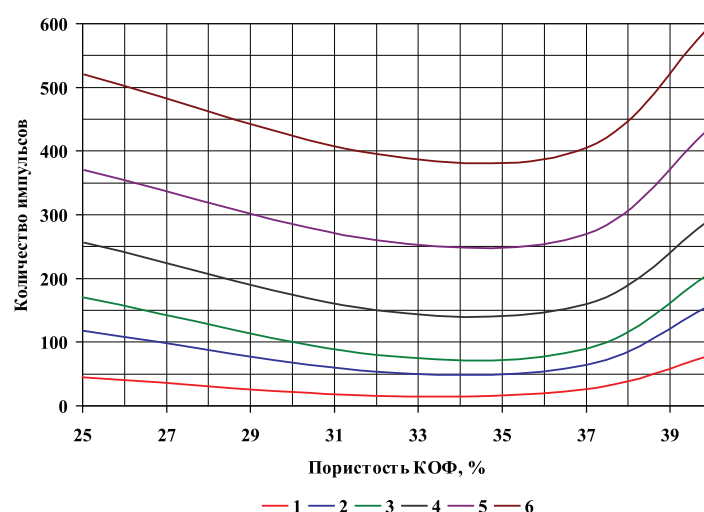


Рис. 2. Прокаленные КОФ с фронтальной пористостью структуры при механическом воздействии:
1 – $P = 1H$; 2 – $P = 3H$; 3 – $P = 5H$; 4 – $P = 10H$; 5 – $P = 20H$; 6 – $P = 40H$

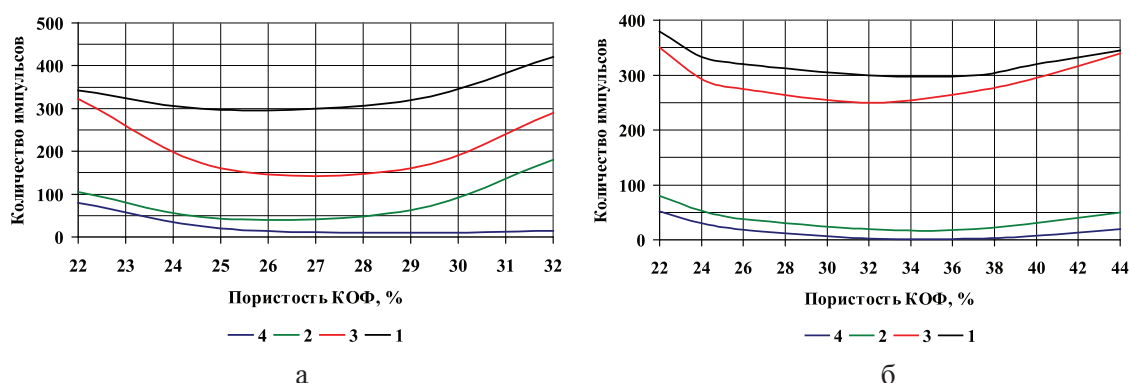


Рис. 3. Трещиностойкость КОФ с пористостью во 2-м слое при механическом и тепловом воздействиях с объемной (а) и фронтальной (б) пористостью:
 1 – непрокаленная КОФ при механическом воздействии ($P = 0, 2H$);
 2 – прокаленная КОФ при механическом воздействии ($P = 0, 2H$);
 3 – непрокаленная КОФ при тепловом воздействии;
 4 – прокаленная КОФ при тепловом воздействии

Сравнение трещиностойкости прокаленных и непрокаленных КОФ показало, что более высокими показателями исследуемых свойств обладают прокаленные образцы. Релаксация напряжений при прокаливании, являющихся следствием неравномерной сушки послойно наносимых слоев, предотвращает вероятность зарождения и роста трещин при их воздействии на образцы.

Полученные при моделировании заливки пористых КОФ [2] расплавом зависимости значений предела прочности при статическом изгибе пористых прокаленных форм, подверженных термоудару, показыва-

ет неоднозначное влияние степени и дислокации пористости на их физико-механические свойства.

Динамическое воздействие на КОФ проявляется в процессе ее заливки расплавленным металлом. В разработке рекомендаций с учетом отмеченных выше недостатков большое внимание уделяется разработке оптимальной конструкции зумпфа КОФ, оказывающей заметное влияние на гидродинамический удар струи при заливке оболочек. Эксперимент проводился с различной конструкцией зумпфа КОФ: цилиндрической, полусферической, и в виде половины тора (рис. 4).

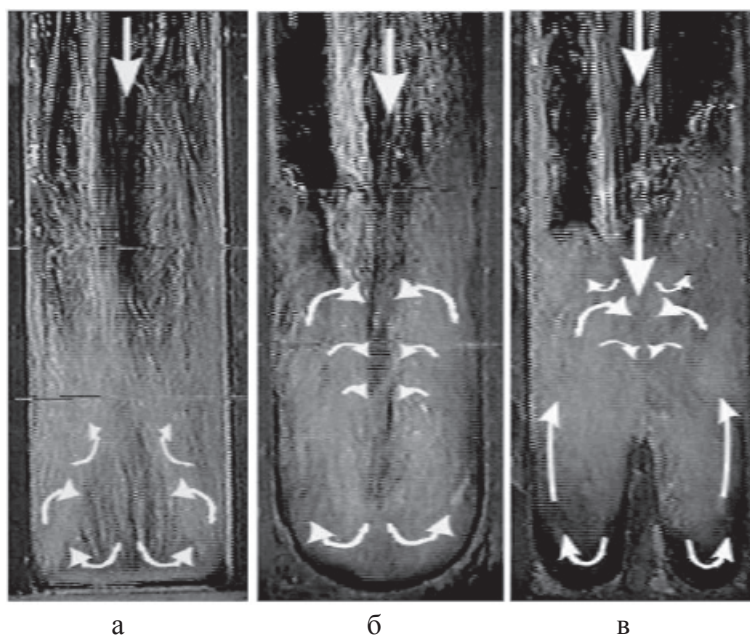


Рис. 4. Конструкции зумпфа КОФ:
 а – цилиндрической; б – полусферической; в – в виде половины тора

При заливке КОФ струей, направленной в центр зумпфа (рис. 4), видно, как отраженная от поверхности зумпфа струя моделирующей жидкости поднимается вверх вдоль боковых стенок стояка и сталкивается с основным потоком; значительная ее часть вторично увлекается падающей струей, приводя к повторному удару. Такой характер изменения гидродинамического давления во время заливки КОФ расплавленным металлом совместно с термодинамическим воздействием может привести к зарождению и развитию микротрещин в ее структуре или разрушению оболочки. Наиболее благоприятным условием заливки оболочки без опорного наполнителя является применение КОФ с зумпфом в виде половины тора, при заливке которой динамическое воздействие струи оказывается минимальным. Ее применение позволило снизить максимальное гидродинамическое давление в КОФ при ее заливке на 62–64% по сравнению с КОФ с полусферическим зумпфом и на 69–72% по сравнению с КОФ с цилиндрическим зумпфом.

Механическое воздействие струи расплава на оболочковую форму, релаксация напряжений возникающих вследствие удара исследовались измерением суммарного количества импульсов акустической эмиссии, возникающих в КОФ при механическом воздействии. Установлено, что пористые КОФ менее подвержены разрушению при ударном воздействии струи расплава.

Теоретическими расчетами [4] и экспериментальными исследованиями установлены оптимальные параметры структур пористых КОФ, а именно: пористость 32–38%, расположенная в 2-х огнеупорных слоях в виде цепочки пор $\varnothing$ 0,6–1,0 мм. Такие КОФ обладают удовлетворительными физико-механическими свойствами, что позволяет получать отливки высокой размерной и геометрической точности заливкой форм без опорного наполнителя.

Выводы

Таким образом, КОФ из кристаллического кварца на этилсиликатной основе с пористой структурой обладают большей трещиностойкостью при механическом, высокотемпературном импульсном воздействиях и в большинстве случаев превышают трещиностойкость традиционных форм в 1,5–2,5 раза.

На основании вышеизложенных положений становится очевидным благоприятное влияние пористости на физико-механические свойства керамических оболочек.

Независимо от разупрочняющего действия пористости, она может применяться для релаксации напряжений, например, в структуре КОФ на стадиях изготовления и технологической обработки. Образование пористости в структуре КОФ представляется целесообраз-

ным. Совместное использование рассмотренных в работе конструктивных особенностей керамической формы на предприятиях машиностроительного комплекса позволяет повысить ее трещиностойкость, снизить материальные затраты на получение литых заготовок без применения опорного наполнителя.

Список литературы

1. Литые по выплавляемым моделям / В.Ф. Гаранин, В.Н. Иванов, С.А. Казеннов и др.; под общ. ред. В.А. Озерова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностр., 1994. – 448 с.: ил.
2. Некрасов С.А., Сапченко И.Г., Жилин С.Г., Комаров О.Н. Влияние конструкции оболочковой формы на гидродинамическое давление расплава // Литейное производство. – 2007. – № 6. – С. 22–24.
3. Сапченко И.Г. Структура и свойства пористых оболочковых форм в литье по выплавляемым моделям. Владивосток: Дальнаука, 2003. 162 с.
4. Сапченко И.Г., Жилин С.Г., Комаров О.Н., Штерн М.В. Математическое моделирование процесса затвердевания отливки в пористой оболочковой форме // Вестник СамГТУ, Вып. 42, Серия «Физ.-мат. науки». – 2006. – С. 193–195.
5. Сапченко И.Г., Некрасов С.А., Жилин С.Г., Штерн М.В. Напряженно-деформированное-состояние оболочковых форм в литье по выплавляемым моделям // Комсомольск-на-Амуре: ИММ ДВО РАН, 2005. – 156 с.
6. Стрелов К.К. Теоретические основы технологии огнеупорных материалов. – М.: Metallurgiya, 1985. – 480 с.
7. Стрелов К.К., Кашеев И.Д., Мамыкин П.С. Технология огнеупоров: Учебник для техникумов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Metallurgiya, 1988. – 528 с.
8. Эванс А.Г., Лэнгдон Т.Г. Конструкционная керамика: пер. с англ. – М.: Metallurgiya, 1980 – 255 с.

References

1. Lite po vyplavlyayemym modelyam / V.F. Garanin, V.N. Ivanov, S.A. Kazennov i dr.; Pod obshch. red. V.A. Ozerova. 4-e izd., pererab. i dop. M.: Mashinostroenie, 1994. 448 p.: il.
2. Nekrasov S.A., Sapchenko I.G., Zhilin S.G., Komarov O.N. Vliyaniye konstruktsii obolochkovoy formy na gidrodinamicheskoye davleniye raspplava // Liteynoye proizvodstvo. 2007, no. 6, pp. 22–24.
3. Sapchenko I.G. Struktura i svoystva poristyykh obolochkovykh form v lite po vyplavlyayemym modelyam. Vladivostok: Dalnauka, 2003. 162 p.
4. Sapchenko I.G., Zhilin S.G., Komarov O.N., Shtern M.V. Matematicheskoye modelirovaniye processa zatverdevaniya otlivki v poristoy obolochkovoy forme // Vestnik SamGTU, Vypusk 42, Seriya «Fiz.-mat. nauki», 2006, pp. 193–195.
5. Sapchenko I.G., Nekrasov S.A., Zhilin S.G., Shtern M.V. Napryazhenno-deformirovannoye-sostoyaniye obolochkovykh form v lite po vyplavlyayemym modelyam // Komsomolsk-na-Amure: IMM DVO RAN, 2005. 156 p.
6. Strelov K.K. Teoreticheskiye osnovy tekhnologii ognеupornykh materialov. M.: Metallurgiya, 1985. 480 p.
7. Strelov K.K., Kashcheev I.D., Mamykin P.S. Tekhnologiya ognеuporov: Uchebnyk dlya tekhnikumov. 4-e izd., pererab. i dop. M.6 Metallurgiya, 1988. 528 p.
8. Ehvans A.G., Lehngdon T.G. Konstruktsionnaya keramika: Per. s angl. M.: Metallurgiya, 1980 255 p.

Рецензенты:

Ким В.А., д.т.н., профессор кафедры «Материаловедение и технология новых материалов», ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», г. Комсомольск-на-Амуре;

Петров В.В., д.т.н., профессор кафедры «Химия и химические технологии», ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», г. Комсомольск-на-Амуре.

УДК 517.911 + 502.5/8

СРАВНЕНИЕ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННО РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОДНОВИДОВОЙ ПОПУЛЯЦИИ ГЛОБАЛЬНО ИНФОРМИРОВАННЫХ И ЛОКАЛЬНО ИНФОРМИРОВАННЫХ ОСОБЕЙ

Сенашова М.Ю.*ФГБУН «Институт вычислительного моделирования» Сибирского отделения
Российской академии наук, Красноярск, e-mail: msen@icm.krasn.ru*

В работе описаны модели динамики одновидовых пространственно распределенных сообществ глобально и локально информированных особей. Считается, что в обеих рассматриваемых моделях особи распределены по двум пространственно удаленным станциям. Особи могут занимать одну из двух станций и совершать перемещения из станции в станцию. Такие перемещения мы будем называть миграцией. Мы рассматриваем модель с оптимизационной миграцией перемещения особей из станции в станцию являются целенаправленными и совершаются при выполнении условий миграции. В модели глобальной информированности предполагается, что особи располагают полной информацией об условиях существования в станциях, численности субпопуляций и о цене перемещения из станции в станцию. Модель с локальной информированностью особей подразумевает, что особи располагают информацией только об условиях проживания и численности в своей станции, а также о цене перемещения из станции в станцию. Проводится сравнение динамики численности популяций в зависимости от типа информированности особей данной популяции. Выполнены численные эксперименты, которые показали, что локальная информированность особей дает существенное преимущество по сравнению с глобальной информированностью.

Ключевые слова: динамика популяции, оптимизационная миграция, глобальная информированность, локальная информированность, уравнение Ферхюльста

COMPARISON OF THE ABUNDANCE DYNAMICS OF A SINGLE-SPECIES POPULATION OF GLOBALLY AND LOCALLY INFORMED BEINGS

Senashova M.Y.*Institute of Computational Modeling of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Krasnoyarsk, e-mail: msen@icm.krasn.ru*

A model of spatially distributed population is provided with global and local information access of the beings. It is believed that individuals in both these models are distributed on two spatially remote stations. Individuals can take one of two stations and transfer from station to station. Both reflexive and non-reflexive subspecies may occupy a station and transfer between them. These transfers are called migration. We study an optimal migration where the migration act is targeted; the migration starts if relevant constraints are met. The global information access model implies, i.e. the beings know everything towards environmental conditions in both stations, subpopulations abundances in both stations, and transfer cost. The global information access model supposes that everything towards environmental conditions in both stations, subpopulations abundances in both stations, and transfer cost are known. The local information access model supposes that environmental conditions, subpopulations abundances, and transfer cost are known only for staying station. A comparison of population dynamics depending on the type of information access of individuals of a given population is carried out. Numerical experiments have shown that the local access of individuals provides a significant advantage over global access.

Keywords: population dynamics, optimization migration, global information access, local information access, Ferchulst equation

Моделирование динамики биологических сообществ имеет большое значение для их исследования. Фундаментальные работы [4, 5] дали толчок развитию математической экологии и математического моделирования динамики популяций. В этих работах популяция рассматривается с точки зрения химической кинетики, как своего рода химический реактор, в котором идут различные «химические» реакции (воспроизведение, смерть и другие виды взаимодействия организмов).

Большинство работ, посвященных моделированию динамики популяций, основываются на модели «реакция – диффузия». Такой подход предъявляет к особям доста-

точно жесткие требования: особи должны передвигаться по пространству случайно и бесцельно, особи не должны обладать памятью и, наконец, подавляющее большинство особей должны совершать малые перемещения в пространстве. Такие условия не выполняются ни для каких реальных биологических сообществ.

Для разрешения этих противоречий должен быть реализован новый класс моделей. Основной принцип, лежащий в их основе, состоит в том, что перемещение особей в пространстве должно удовлетворять условию эволюционной оптимальности и приводить к увеличению жизнеспособности популяции. Для этого особи должны пере-

мещаться по пространству целенаправленно. Это означает, что при перемещении особи максимизируют некоторый показатель, описывающий популяцию в целом; им является коэффициент размножения – среднее на одну особь число потомков в достаточно длинной цепочке поколений [1, 2].

Мы будем рассматривать модель, основанную на эволюционной оптимальности, для пространственно распределенных одновидовых популяций, особи которых обладают различной степенью информированности. Модель глобально информированных особей предполагает, что особям известна вся информация о состоянии окружающей среды в месте их пребывания, а также в станции эмиграции, информация о численностях субпопуляций в обеих станциях и цена перемещения (т.е. затраты на перемещение из станции в станцию, выраженные в долях КР). Локальная информированность подразумевает, что особям известны условия окружающей среды и численность субпопуляции только в станции пребывания. Информацией о станции иммиграции особи не обладают. Кроме того, считаем, что для модели локальной информированности известна также цена перемещения из станции в станцию. Глобально и локально информированные особи принимают решение о миграции из станции в станцию на основании имеющейся и них информации. Здесь следует сделать одну важную оговорку. Строго говоря, миграция является не популяционным, а организменным эффектом: каждая особь индивидуально и самостоятельно принимает решение о том, мигрировать ей или нет. Однако в моделях, рассмотренных ниже, используется специальное приближение, в рамках которого акт миграции представлен популяционным механизмом: сперва определяется доля мигрантов, а затем происходит перераспределение особей между станциями, при этом способы отбора конкретных особей в мигранты не рассматриваются.

В данной работе мы выясним, как степень информированности влияет на динамику популяции.

Модель глобально информированных особей

Рассмотрим одновидовое сообщество, особи в котором распределены по двум станциям. Миграцией будет считаться только перемещение особей из одной станции в другую. Перемещения внутри станций миграцией считаться не будут. Динамику популяции будем рассматривать в дискретном времени, один шаг по времени совпадает с циклом размножения.

Для описания динамики сообщества в каждой из станций (в отсутствие миграции) будем использовать уравнение Ферхюльста:

$$N_{t+1} = N_t(a - bN_t);$$

$$N_{t+1} = M_t(c - dN_t), \quad (1)$$

где $N_t(M_t)$ – численность особей в момент времени t в I (соответственно, во II станции); коэффициенты a и c – количество рождающихся особей, приходящихся на одну особь – родителя, коэффициенты b и d описывают факторы саморегуляции, зависящие от плотности субпопуляции в станции. Выбор именно этого уравнения определяется двумя обстоятельствами: во-первых, это классическое уравнение математической экологии, и его применение позволит сделать результаты моделирования сравнимыми с другими, полученными ранее; во-вторых, это уравнение действительно применимо для описания динамики популяции, пусть и в специальной ситуации (вблизи порога выживания). Выражения в скобках будем называть коэффициентами размножения (КР) для первой и второй станции.

Определим, при каких условиях возникают миграционные потоки между станциями. Миграция происходит тогда и только тогда, когда условия существования в станции иммиграции оказываются лучше, чем в станции пребывания, с учетом цены перемещения p . Величина p ($0 < p \leq 1$) описывает вероятность перемещения из станции в станцию без ущерба для дальнейшего размножения.

Условие возникновения миграционного потока из первой станции во вторую (из второй в первую) выглядит следующим образом:

$$a - bN_t < p(c - dM_t)$$

$$(c - dM_t < p(a - bN_t) \text{ соответственно}). \quad (2)$$

При выполнении условия миграции нужно переместить такое количество особей Δ , которое обратит неравенство (2) в равенство. Предполагаем, что выполняются очевидные условия: $\Delta \leq N_t$ (либо $\Delta \leq M_t$). Если на каком-то шаге t условия миграции выполнены, то миграционный поток Δ определяется одним из двух соотношений:

$$\bar{\Delta} = \min \left(N_t, \frac{a - bN_t + pc - pdM_t}{b + p^2d} \right)$$

либо

$$\bar{\Delta} = \min \left(M_t, \frac{c - dM_t + pa - pbN_t}{d + p^2b} \right). \quad (3)$$

Особо отметим, что в модели глобально информированных особей миграционный

поток на конкретном шаге по времени t может быть направлен только в одну сторону. Встречные потоки миграции отсутствуют.

Опишем теперь подробно, как работает модель. На каждом шаге времени t проверяются условия возникновения миграции, вычисляется величина миграционного потока Δ и происходит перераспределение особей по станциям. Вычисляются новые численности $\tilde{N}_t$ и $\tilde{M}_t$ по следующим формулам:

$$\begin{aligned} \tilde{N}_t &= N_t - \Delta \\ \tilde{M}_t &= M_t + p\Delta, \quad \text{I} \rightarrow \text{II}; \end{aligned}$$

или

$$\begin{aligned} \tilde{N}_t &= N_t + p\Delta \\ \tilde{M}_t &= M_t - \Delta, \quad \text{II} \rightarrow \text{I}. \end{aligned} \quad (4)$$

Для полученных численностей с учетом миграции $\tilde{N}_t$ и $\tilde{M}_t$ вычисляются численности на следующем шаге $t+1$ по формуле (1).

Модель локально информированных особей

В модели локально информированных особей также рассматривается одновидовое сообщество пространственно распределенных особей. Миграции определяются аналогично определению миграции для модели глобально информированных особей. Динамику популяции будем рассматривать в дискретном времени, один шаг по времени совпадает с циклом размножения.

Как было сказано выше, локальная информированность предполагает, что известны только условия существования «здесь». Это означает, что особям известна лишь численность той субпопуляции, которой они принадлежат на данном шаге времени t , и те условия окружающей среды (выраженные параметрами a и b либо c и d соответственно), в которых они существуют в данный момент времени, и цена перемещения p . В отсутствии миграции динамика популяции в каждой из станций описывается уравнением (1).

В случае локальной информированности особи при выборе способа пространственного поведения – мигрировать или оставаться – опираются лишь на ту информацию, которая касается их станции пребывания. Понятно, что конкретный выбор такого рода информации существенно зависит от деталей структуры рассматриваемого биологического сообщества. Тем не менее весьма разумным с биологической точки зрения является механизм, в котором миграции носят пороговый характер: особи эмигрируют, когда плотность популяции

(либо численность в рамках нашей модели) превышает некоторую критическую величину N^* (M^* соответственно).

Напомним, что модели, рассматриваемые в настоящей работе, строятся в одношаговом приближении оптимизации среднего по пространству КР: максимизируется его значение в следующем поколении. Здесь становится естественным следующий подход к выбору критических значений N^* и M^* : эмиграция на шаге времени t начинается тогда, когда численность

$$N_t > \frac{a}{2b} = N^* \quad \text{и} \quad M_t > \frac{c}{2d} = M^*. \quad (5)$$

Такой выбор (5) величины критической численности означает, что миграция начинается тогда, когда в силу динамики складывается численность, при которой число потомков в следующем поколении будет меньше, чем в текущем, из-за внутривидовых эффектов, связанных с перенаселением. Предполагается, что при превышении критического значения численности в какой-либо из станций случайным образом выбираются мигранты, и та доля субпопуляции, которая превышает оптимальную численность, эмигрирует.

Опишем ещё раз кратко работу данной модели. На каждом шаге времени t текущие численности N_t и M_t сравниваются со значениями оптимальных численностей N^* и M^* . Затем, если требуется, происходит акт миграции; особо подчеркнём, что решение о миграции принимается особями каждой из субпопуляций независимо. Это приводит к тому, что численность может измениться (хотя бы в одной станции) и перестать быть оптимальной. Затем происходит размножение в силу уравнений (1) с изменёнными численностями $\tilde{N}_t$ и $\tilde{M}_t$:

$$\begin{aligned} \tilde{N}_t &= \frac{a}{2b} + p \cdot \left(M_t - \frac{c}{2d} \right); \\ \tilde{M}_t &= \frac{c}{2d} + p \cdot \left(N_t - \frac{a}{2b} \right). \end{aligned} \quad (6)$$

Численные эксперименты

Для сравнения динамики численностей глобально и локально информированных особей были проведены численные эксперименты. Проводилось сканирование области параметров для следующих значений: a и c изменялись от 2 до 10 с шагом 0,16, b и d изменялись от 0,0001 до 0,001 с шагом 0,000018, p изменялось от 0,1 до 1 с шагом 0,1. То есть для каждого параметра, кроме p , делалось 50 шагов в интервале его изменения. Для каждого набора параметров

количество шагов по времени равнялось 1000 и начальные численности в каждой из стаций равнялись 1000 особей.

Для каждого значения цены перемещения p перебирались 50^4 наборов параметров a, b, c, d и вычислялись суммарные средние численности по обеим стациям за 1000 шагов по времени. Вычислялись следующие суммарные численности: N – средняя суммарная численность по двум стациям для модели глобально информированных особей, L – средняя суммарная численность по двум стациям для модели локально информированных особей. Исходя из значений N и L для каждого значения p вычислялись следующие показатели: SN – количество наборов параметров, при которых $N > L$, SL – количество наборов параметров, для которых $L > N$ и $SRavn$ – количество наборов параметров, для которых $N = L$. Таким образом, мы выясняли, какой тип информированности особей дает им преимущество по численности для каждого набора параметров. В таблице показано процентное соотношение SN, SL и $SRavn$ к общему количеству наборов параметров (10^5 наборов) для каждого значения.

p	$SN, \%$	$SL, \%$	$SRavn, \%$
0,1	0	96	4
0,2	0	96	4
0,3	0	96	4
0,4	0	95,84	4,16
0,5	0	95,2	4,8
0,6	0	94,4	5,6
0,7	0,96	93,6	5,44
0,8	1,92	92	6,08
0,9	5,12	88,32	6,56
1	6,17	86,55	7,28

Как видно из таблицы, для всех значений параметра p локальная информированность дает преимущество по средним численностям в подавляющем большинстве случаев. Это объясняется тем, что при небольших значениях параметра p миграция в модели локальной информированности является «стоком» для «излишков» особей и позволяет поддерживать в стациях численности, близкие к максимальным. Равенство средних численностей N и L на-

блюдалось в тех случаях, когда миграции между стациями отсутствовали в обеих моделях, то есть для значений параметров $a < 3, c < 3$. Модель глобально информированных особей давала преимущество по средним численностям в тех случаях, когда наблюдались встречные миграции локально информированных особей при больших значениях параметра p . При этом не происходило резкой убыли численности в стациях, заложенной в цене перемещения, и на следующем шаге по времени наблюдалось уменьшение численности, поскольку были превышены оптимальные численности.

Список литературы

1. Горбань А.Н. Системы с наследованием и эффекты отбора // Эволюционное моделирование и кинетика. – Новосибирск: Наука, 1992. – С. 40–71.
2. Садовский М.Г. Математическое моделирование в биологии и химии. Эволюционный подход. – Новосибирск: Наука, 1992. – С. 36–67.
3. Садовский М. Г., Брычев П. А., Сенашова М. Ю. Локальная информированность особей в модели оптимизационной миграции // Доклады АН. – 2009. – Т. 427, № 2. – С. 176–178.
4. Volterra V. Variazioni e fluttuazioni del numero d'individui in specie animali conviventi // Mem. Real Accad. Naz. Lincei. – 1926. – Ser.6. – № 2.
5. Volterra V. Lecons sur la Théorie Mathématique de la Lutte pour la Vie. – Paris: Gauthier-Villars, 931.

References

1. Gorban A.N. Sistemy s nasledovaniem i ehffekty otbora. // Evolyucionnoe modelirovanie i kinetika. Novosibirsk: Nauka, 1992. pp. 40–71.
2. Sadvskiy M.G. Matematicheskoe modelirovanie v biologii i himii. Evolyucionnyy podhod. Novosibirsk: Nauka, 1992. pp. 36–67.
3. Sadvskiy M.G., Brychev P.A., Senashova M.Yu. Lokalnaya informirovannost osobey v modeli optimizatsionnoy migratsii // Doklady AN. 2009. T. 427, no. 2. pp. 176–178.
4. Volterra V. Variazioni e fluttuazioni del numero d'individui in specie animali conviventi. // Mem. Real Accad. Naz. Lincei. 1926. Ser.6, no. 2.
5. Volterra V. Lecons sur la Théorie Mathématique de la Lutte pour la Vie, Paris: Gauthier-Villars, 931.

Рецензенты:

Заворуев В.В., д.б.н., ведущий научный сотрудник, Институт вычислительного моделирования СО РАН, г. Красноярск;

Садовский М.Г., д.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник, Институт вычислительного моделирования СО РАН, г. Красноярск.

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ СТЕФАНА С НЕСКОЛЬКИМИ ГРАНИЦАМИ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ МЕТОДОМ ЛОВЛИ ФРОНТА В УЗЕЛ СЕТКИ

¹Хасанов М.К., ²Столповский М.В.

¹*Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета,
Стерлитамак, e-mail: hasanovmk@mail.ru;*

²*Уфимский государственный нефтяной технический университет,
Уфа, e-mail: s_maxim.pmm@mail.ru*

Представлен алгоритм численного решения задачи Стефана для задачи, в которой фазовые переходы реализуются в протяженной области. Представлено решение задачи об образовании газовых гидратов в пористой среде конечной протяженности при инъекции газа в пласт. Математическая модель процесса тепло-массопереноса сформулирована в терминах «давление-температура», что позволило явно выделить границы фазовых переходов. Необходимость учета массопереноса в указанной задаче приводит к тому, что в отличие от классической задачи Стефана температура фазового перехода зависит от давления. Поскольку рассматриваемая задача определена в областях с неизвестными подвижными границами фазовых переходов, то для их решения использован метод ловли фронтов в узлы пространственной сетки. Для нахождения значений параметров на границах между областями и законов движения этих границ использованы условия баланса массы и энергии на этих границах.

Ключевые слова: задача Стефана, фазовые переходы, метод ловли фронта в узел пространственной сетки

NUMERICAL SOLUTION OF STEFAN PROBLEM WITH MULTIPLE BOUNDARY PHASE TRANSITIONS BY THE METHOD OF CATCHING THE FRONT IN THE GRID NODE

¹Khasanov M.K., ²Stolpovskiy M.V.

¹*Sterlitamak branch of the Bashkir State University, Sterlitamak, e-mail: hasanovmk@mail.ru;*

²*Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, e-mail: s_maxim.pmm@mail.ru*

An algorithm for the numerical solution of the Stefan problem for a problem in which phase transitions are implemented in an extended area. The solution of the problem of the formation of gas hydrates in porous media at a final length of gas injection into the reservoir. A mathematical model of heat and mass transfer process is formulated in terms of «pressure-temperature», allowing to clearly distinguish the boundary of phase transitions. The need to address the problem of mass transport in this leads to the fact that in contrast to the classical Stefan problem the phase transition temperature depends on the pressure. Because the problem in question is defined in regions with unknown moving boundaries of phase transitions, for their solutions used method of fishing in front of the spatial grid nodes. To find the values of the parameters at the boundaries between the regions and the laws of motion of these boundaries used terms of mass and energy balance on these boundaries.

Keywords: Stefan problem, phase transitions, method of catching the front node in the spatial grid

Известно, что большинство численных методов решения задач с фазовым переходом (задач Стефана) условно можно разделить на две группы: схемы сквозного счета и схемы с явным выделением фронта. Алгоритмы сквозного счета особенно широко применяются для многомерных задач, однако точность расчета как значения температуры, так и положения границы раздела фаз сильно зависит от параметра сглаживания, определить который часто довольно непросто.

Примером задачи Стефана является задача об образовании газовых гидратов при инъекции газа в пористую среду. Принципиальная особенность математической модели такой задачи состоит не только в учете фазовых переходов, но и массопереноса в пористой среде. Необходимость учитывать фильтрационные процессы (движение

газа в пористой среде) усложняет задачу, поскольку, хотя она и сводится к задаче Стефана, но в отличие от классической задачи Стефана температура фазового перехода зависит от давления. Эта особенность является существенной, поскольку, как показано в работах [3–5], приводит к возникновению ситуации, когда фазовые переходы реализуются в протяженной области.

В данной работе для решения указанной задачи используется метод ловли фронта в узел пространственной сетки [1, 2].

Постановка задачи и основные уравнения

При описании процесса тепло- и массопереноса в пористых средах, сопровождающихся образованием гидрата при тепловом и депрессионном воздействиях, примем

следующие допущения. Примем однотемпературную модель пористой среды. Будем также считать, что пористость среды постоянна, а ее скелет, гидрат и вода являются несжимаемыми и неподвижными, а газ – калорически совершенным. Гидрат является двухкомпонентной системой с массовой концентрацией газа G .

Рассмотрим горизонтальный пористый пласт протяженности L ($0 \leq x \leq L$), насыщенный в начальный момент времени водой (с объемным содержанием $S_l = S_{l0}$) и газом, давление p_0 и температура T_0 которых соответствует условию существования их в свободном состоянии, т.е. $T_s(p_0) < T_0$, где $T_s(p_0)$ – равновесная температура, соответствующая исходному давлению p_0 . Пусть через левую границу пористого пласта ($x = 0$) начинает закачиваться холодный газ (метан) с температурой T_e ($T_e < T_0$) и давлением p_e , причем $T_e < T_s(p_e)$, где $T_s(p_e)$ – равновесная температура, соответствующая давлению p_e . Будем полагать, что в пласте образуются три области, в которых газ, гидрат и вода находятся в различных состояниях. Так в первой (ближней) области, примыкающей к левой границе пласта, вода полностью перешла в гидратное состояние, поэтому в порах присутствуют только газ и гидрат. Примыкающая к правой границе пласта третья (дальняя) область насыщена газом и водой, а промежуточная область, разделяющая между собой вышеуказанные области, содержит газ, гидрат и воду в состоянии термодинамического равновесия. При этом возникают две подвижные границы $x = x_{(i)}$ ($i = n, d$), разделяющие между собой указанные области, причем граница $x = x_{(n)}$ разделяет между собой ближнюю и промежуточную, а граница $x = x_{(d)}$ – дальнюю и промежуточную области.

Система уравнений тепло-и массопереноса, включающая в себя уравнения сохранения масс (воды и газа) и энергии, закон Дарси и уравнение состояния идеального газа, может быть представлена в виде [3–5]:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t}(mS_g \rho_g) + \frac{\partial}{\partial x}(mS_g v_g \rho_g) &= -mG\rho_h \frac{\partial S_h}{\partial t}; \\ \frac{\partial}{\partial t}(mS_g \rho_g) &= -m(1-G)\rho_h \frac{\partial S_h}{\partial t}; \\ \rho c \frac{\partial T}{\partial t} + c_g \rho_g mS_g v_g \frac{\partial T}{\partial x} &= \\ = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) + m\rho_h L_h \frac{\partial S_h}{\partial t}; \\ mS_g v_g &= -\frac{k_g}{\mu_g} \frac{\partial p}{\partial x}; \quad p = \rho_g R_g T. \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь и далее нижние индексы $j = sk, h, l, g$ относятся к параметрам скелета, гидрата, воды и газа соответственно; t – время; m – пористость; S_j и ρ_j ($j = sk, h, l, g$) – насыщенности пор и истинные плотности j -й фазой ($\sum_j S_j = 1$); p – давление; T – температура; v_g – скорость газовой фазы, величины; R_g – приведенная газовая постоянная ρ_s и λ представляют собой удельную объемную теплоемкость и коэффициент теплопроводности системы «пористая среда – газогидрат»; L_h – удельная теплота гидратообразования; p_{s0} – равновесное давление, соответствующее исходной температуре, T_* – эмпирический параметр, зависящий от вида гидрата; μ_g – коэффициент динамической вязкости газа; k_g – коэффициент проницаемости для газа, зависящий от текущей газонасыщенности на основе формулы Козени:

$$k_g = k_0 S_g^3,$$

где k_0 – абсолютная проницаемость пласта.

Кроме того, рассмотренные уравнения необходимо дополнить соотношениями на поверхностях разрыва между областями, в которых газ, гидрат и вода находятся в различных состояниях. На них терпят разрыв насыщенности фаз, а также потоки масс и тепла, выполняются следующие соотношения:

$$\begin{aligned} \left[m(\rho_l S_l (v_l - \dot{x}_{(i)}) - \rho_h S_h (1-G) \dot{x}_{(i)}) \right] &= 0; \\ \left[m(\rho_g S_g (v_g - \dot{x}_{(i)}) - \rho_h S_h G \dot{x}_{(i)}) \right] &= 0; \quad (2) \\ \left[\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right] &= [m\rho_h L_h S_h \dot{x}_{(i)}]. \end{aligned}$$

Здесь $[\psi] = \psi^+ - \psi^-$ – скачок параметра ψ ; $\dot{x}_{(i)}$ – скорость движения границы $x = x_{(i)}$ ($i = n, d$); верхние знаки «плюс» и «минус» относятся к параметрам перед и за фронтом соответственно. Давление и температуру на обеих границах фазового перехода будем считать непрерывными величинами.

Так как в исходном состоянии пласт находится под давлением p_0 и температурой T_0 с водонасыщенностью S_{l0} , то начальные условия можно записать в виде

$$p = p_0; \quad T = T_0; \quad S_l = S_{l0} \quad (0 \leq x \leq L, t = 0). \quad (3)$$

Условия на левой границе ($x = 0$) можно представить в виде

$$p = p_e; \quad T = T_e; \quad (x = 0, t > 0). \quad (4)$$

На правой границе пласта ($x = L$) поставим условия, моделирующие отсутствие

через нее потока тепла и давление, равное начальному:

$$p = p_0; \quad \frac{\partial T}{\partial x} = 0 \quad (x = L, \quad t > 0). \quad (5)$$

Границу, на которой справедливы условия (5), будем называть открытой для потока газа.

Алгоритм численного решения задачи

Поскольку рассматриваемые задачи определены в областях с неизвестными подвижными границами фазовых переходов, то для их решения используется метод ловли фронтов в узлы пространственной сетки [1, 2]. Введем на отрезке равномерную пространственную сетку с шагом h : $x_i = ih$, $i = \overline{0, p}$; $x_0 = 0$, $x_p = L$. На сегменте $[0, t_*]$ введем неравномерную сетку: $t_{j+1} = t_j + \tau_{j+1}$, $j = \overline{1, j_0}$; $t_{j_0} = t_*$, $\tau_j > 0$, где t_* – конечный момент времени.

Алгоритм решения заключается в том, что неизвестный временной шаг τ_{j+1} выбирается таким образом, чтобы ближний фронт фазового перехода перемещался по координате x ровно на один шаг, т.е.

$$x_{(n)}(t_{j+1}) - x_{(n)}(t_j) = h.$$

При этом положение дальней подвижной поверхности $x = x_{(d)}$ также будем относить к некоторому узлу пространственной сетки, которое будет определяться уже в ходе решения задачи. Будем обозначать через n – узел пространственной сетки, соответствующий ближней границе $x = x_{(n)}$, а через d – узел, соответствующий границе $x = x_{(d)}$.

Уравнения пьезо- и теплопроводности, а также уравнение для определения гидратонасыщенности, совместно с начальными и граничными условиями (1)–(5), представляются в виде неявных конечно-разностных соотношений [4]. При этом их решение на каждом временном слое осуществляется методом итераций, суть которого заключается в следующем. Пусть известны распределения основных параметров пласта на j -м временном слое. Для нахождения их значений на $(j+1)$ -м временном слое поступаем следующим образом. Задаем счетчику итераций значение $s = 0$, а также значения давления, температуры и временного шага на новом $(j+1)$ -м временном слое: $(p_i)^s$, $(T_i)^s$, $(\tau_i)^s$. Увеличиваем счетчик итераций на единицу. При этом сначала из дискретного аналога системы уравнений (2) определяется «новое» значение гидратонасыщенности на ближней границе $(S_{h(n)})^{s+1}$, а на основании (1) – «новые» значения гидратона-

сыщенности в промежуточной области. При этом очередное положение границы отнесем к узлу, в котором для значения гидратонасыщенности выполняется соотношение: $(S_{h,d})^{s+1} \leq \varepsilon_{sh}$, где $\varepsilon_{sh} \rightarrow 0$ при $h \rightarrow 0$. Затем методом прогонки относительно $(p_i)^{s+1}$ решается записанная в конечно-разностном виде система уравнений для давления (1) с учетом условий на границах фазовых переходов (2). Далее по найденным на «новой» итерации значениям гидратонасыщенности и давления методом прогонки решаются уравнения теплопроводности. Очередное приближение временного шага находим как среднее геометрическое

$$(\tau_{j+1})^{s+1} = \sqrt{\tau_1 \tau_2},$$

где τ_1 и τ_2 определяются из балансовых соотношений (2) на границе $x = x_{(n)}$. Процесс итераций на каждом временном слое продолжается до достижения заданной точности как по давлению, температуре, так и гидратонасыщенности, после чего переходим к рассмотрению очередного временного слоя.

Результаты расчетов

На рис. 1 для плоскоодномерного случая представлены распределения температуры и гидратонасыщенности при продувке пласта длины $L = 2$ м газом под давлением $p_e = 7$ МПа температурой $T_e = 276$ К. Начальные давление $p_0 = 3$ МПа, температура $T_0 = 280$ К и водонасыщенность $S_{j0} = 0,2$. Для остальных параметров, характеризующих систему, приняты следующие значения:

$$m = 0,1, \quad G = 0,12,$$

$$T_* = 10 \text{ К}, \quad p_{s0} = 5,5 \text{ МПа},$$

$$k_0 = 10^{-13} \text{ м}^2, \quad R_g = 520 \text{ Дж/(К·кг)},$$

$$\rho_h = 900 \text{ кг/м}^3, \quad \rho_l = 1000 \text{ кг/м}^3,$$

$$c_g = 1560 \text{ Дж/(К·кг)},$$

$$\rho c = 2,5 \cdot 10^6 \text{ Дж/(К·м}^3\text{)},$$

$$\lambda = 2 \text{ Вт/(м·К)}, \quad \mu_g = 10^{-5} \text{ кг(м·с)},$$

удельная теплота гидратообразования $L_h = 5 \cdot 10^5$ Дж/кг. При таких параметрах нагнетаемого газа образование гидрата в начальный момент времени происходит в протяженной области. Из рисунка следует, что с течением времени дальняя граница $x = x_{(d)}$

движется назад, навстречу ближней границе $x = x_{(n)}$. Действительно, в момент времени $t = 1,2$ ч координата дальней подвижной границы была равна $x_{(d)1} \approx 1$ м, а в момент времени $t = 4,4$ ч $x_{(d)2} \approx 0,8$ м. При этом наблюдается падение значения гидратонасыщенности в этой области. Таким образом, в зоне трехфазного равновесия происходит частичное разложение ранее образовавшегося гидрата. Это обусловлено конвективным сносом нагретого газа за счет образования гидрата на границе $x = x_{(n)}$ и его течения в объемной области. В момент времени $t = 15,3$ ч процесс гидратообразования происходит уже на фронтальной поверхности $x = x_{(n)}$.

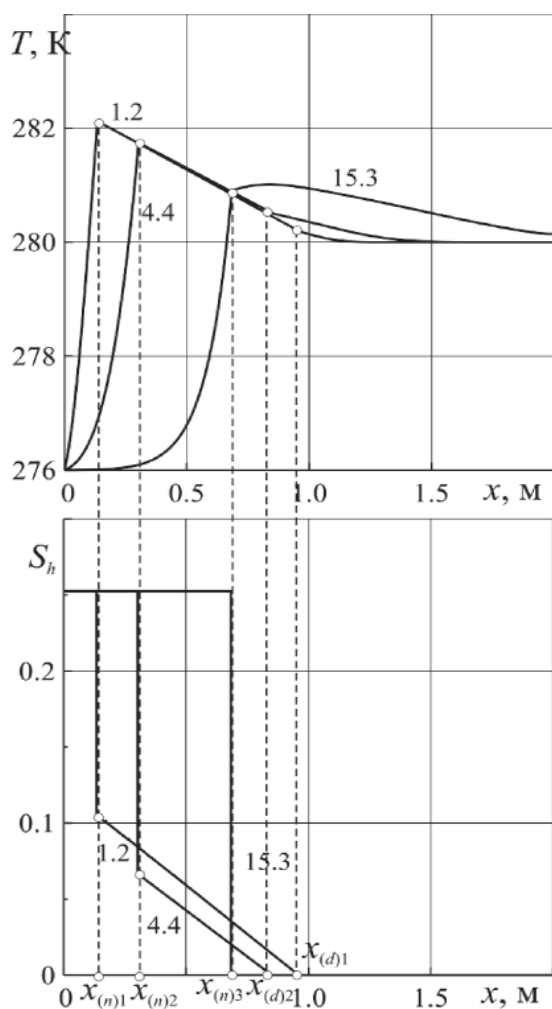


Рис. 1. Распределение температуры и гидратонасыщенности.
Числа на кривых – время в часах

На рис. 2 представлена зависимость значения координат границ фазовых переходов от времени при продувке пласта газом. Сплошная линия соответствует параметрам на ближней границе $x = x_{(n)}$, а пунктирная – на дальней границе $x = x_{(d)}$. Из данного рисунка можно сделать вывод,

что образование гидрата в режиме продувки происходит в три этапа. На первом, быстром по времени, автомодельном этапе, когда влияние правой границы пласта незначительно, в общем случае образуются три области, где газ, гидрат и вода находятся в различных состояниях. Здесь происходит движение вглубь пласта обеих границ фазовых переходов, при этом значения температуры и гидратонасыщенности на них остаются постоянными. На втором этапе происходит вырождение протяженной области во фронтальную поверхность, связанное с движением влево границы фазового перехода $x = x_{(d)}$. Это обусловлено конвективным сносом выделившегося тепла на границе $x = x_{(n)}$ и диссоциацией гидрата, образовавшегося на первом этапе. При таком перемещении влево границы $x = x_{(d)}$ процесс образования гидрата начинает стремиться к фронтальному, чем и обусловлено падение значений гидратонасыщенности на границе $x = x_{(n)}$. На третьем этапе процесс гидратообразования происходит лишь на фронтальной поверхности.

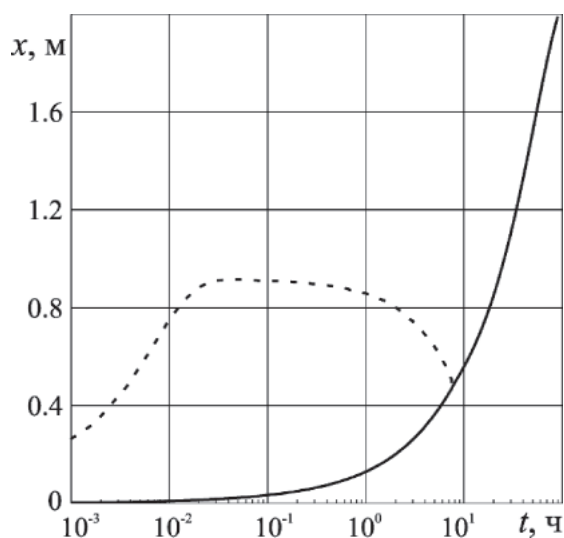


Рис. 2. Зависимость значений координат $x = x_{(n)}$ (сплошная линия) и $x = x_{(d)}$ (пунктирная линия) границ фазовых переходов при нагнетании газа

Выводы

Методом ловли фронта в узел сетки получено численное решение задачи об образовании гидрата в пористой среде. Установлено, что протяженная область фазовых переходов со временем может вырождаться во фронтальную поверхность.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 14-01-31089_мол-а).

Список литературы

1. Васильев В.И., Попов В.В., Тимофеева Т.С. Вычислительные методы в разработке месторождений нефти и газа. – Новосибирск, 2000. – 127 с.

2. Васильев В.И., Максимов А.М., Петров Е.Е., Цыпкин Г.Г. Тепломассоперенос в промерзающих и протаивающих грунтах. – М.: Наука. Физматлит, 1996. – 224 с.

3. Доровская М.С., Хасанов М.К. Математическая модель фильтрации газа с учетом гидратообразования // Сборник научных трудов Sworld. – 2013. – Т. 4, № 4. – С. 3–4.

4. Доровская М.С., Хасанов М.К. Математическое моделирование образования газогидратов в пористой среде // Ломоносовские чтения на Алтае: сборник научных статей международной молодежной школы семинара. – 2013. – Т. 1. – С. 125–128.

5. Хасанов М.К. Инжекция газа в пористую среду, сопровождающаяся образованием газогидрата // Вестник Самарского государственного университета. – 2008. – № 62. – С. 290–297.

References

1. Vasilev V.I., Popov V.V., Timofeeva T.S. Vychislitelnye metody v razrabotke mestorozhdenij nefiti i gaza. Novosibirsk, 2000. 127 p.

2. Vasilev V.I., Maksimov A.M., Petrov E.E., Cypkin G.G. Teplomassoperenos v promerzajushhij i protaivajushhij grun-tah. M.: Nauka. Fizmatlit, 1996. 224 p.

3. Dorovskaja M.S., Khasanov M.K. Matematicheskaja model filtracii gaza s uchetom gidratoobrazovanija // Sbornik nauchnyh trudov Sworld, 2013, Vol. 4, no. 4, pp. 3–4.

4. Dorovskaja M.S., Khasanov M.K. Matematicheskoe modelirovanie obrazovanija gazogidratov v poristoj srede // Sbornik nauchnyh statej mezhdunarodnoj molodezhnoj shkoly seminara «Lomonosovskie chtenija na Altae», 2013, Vol. 1, pp. 125–128.

5. Khasanov M.K. Inzhekcija gaza v poristuju sredu, soprovozhdajushhajasja obrazovaniem gazogidrata // Vest-nik Samarskogo gosudarstvennogo universiteta, 2008, no. 62, pp. 290–297.

Рецензенты:

Мустафина С.А., д.ф.-м.н., профессор, заведующая кафедрой математического моделирования, Стерлитамакский филиал, Башкирский государственный университет, г. Стерлитамак;

Биккулова Н.Н., д.ф.-м.н., профессор кафедры общей и теоретической физики, Стерлитамакский филиал, Башкирский государственный университет, г. Стерлитамак.

УДК 621.791.755

МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОРОШКОВ НА ИНСТРУМЕНТ

¹Хисамутдинов Р.М., ¹Чернова М.А., ¹Звездин В.В., ¹Симонова Л.А., ²Спирин А.А.

¹Набережночелнинский институт (филиал), ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Набережные Челны, e-mail: smilby@mail.ru;

²ООО «Форд Соллерс Холдинг», Набережные Челны, e-mail: aspirin@ford.com

Лазерная наплавка и плазменное напыление являются одними из наиболее распространенных и сложных процессов нанесения износостойких покрытий на инструмент. Одним из важнейших технологических процессов в машиностроении является повышение износостойкости инструментальных сталей. В работе приведены результаты металлографических исследований напыления порошка (сплав ПГ – СР4 – ОМ) и его лазерной наплавки на инструмент (сталь Р18К5Ф2). На основе проведенных экспериментальных исследований получены результаты металлографических исследований микроструктуры, микротвердости и химического состава напыленного слоя, переходной зоны и основного металла. Показано, что для достижения высокого качества технологического процесса необходимо, кроме обеспечения стабильности оптимальных параметров технологического комплекса, а также условий, исключающих окислительные процессы металлов и параметров предварительной подготовки поверхностей, учитывать физические процессы, происходящие при взаимодействии концентрированных потоков энергий с поверхностью металла.

Ключевые слова: лазерная наплавка, лазерное излучение, плазменный факел, инструмент, плотность энергии, технологический комплекс, технологический процесс

METALLOGRAPHIC ANALYSIS OF THE LASER CLADDING OF WEAR-RESISTANT POWDERS ON TOOLS

¹Khisamutdinov R.M., ¹Chernova M.A., ¹Zvezdin V.V., ¹Simonova L.A., ²Spirin A.A.

¹Kazan (Volga Region) Federal University Branch, Naberezhnye Chelny, e-mail: smilby@mail.ru;

²Ford Sollers Holding LLC, Naberezhnye Chelny, e-mail: aspirin@ford.com

One of the most important processes in mechanical engineering is to improve the wear resistance of tool steels. The results of metallographic studies coating powder (alloy PG – CP4 – OM) and laser cladding to the tool (steel R18K5F2). The results of metallographic studies of the microstructure, microhardness and chemical composition of the deposited layer, transition zone and base metal were got. To achieve high quality manufacturing process, it is necessary to ensure stability of the optimal parameters of the technological complex. It is necessary to take into account the conditions precluding oxidation processes and parameters of metal pre-treatment. Wear resistance depends not only on the structure and properties of the tool steel, but also on the properties of the processed material (its hardness), and the coefficient of friction and the external environment in which the processing occurs. On the basis of experimental studies is showed that it is necessary to take into account the physical processes occurring in the interaction of concentrated energy flows to the metal surface.

Keywords: laser cladding, plasma coating, laser irradiation, plasma, tool, power density, technological complex, technological process

Одним из методов повышения качества технологического процесса (ТП) упрочнения поверхности и ее износостойкости является использование высококонцентрированных источников энергии. К ним относятся лазерная наплавка и плазменное напыление [1, 3]. При этом необходимо достижение заданных показателей качества. Данные показатели (глубина модифицированного слоя инструмента, износостойкость, микротвердость, шероховатость поверхности, микроструктура, химический состав зоны нанесенного слоя и т.п.) зависят от параметров технологического комплекса (ТК), к которым относятся плотность энергии, скорость ее перемещения и температура зоны взаимодействия с поверхностью инструмента. Для криволинейных поверхностей (зуб фрезы (рис. 1)) добавляются перпендикулярность и фокус-

ное расстояние оптической системы лазера и потока плазмы.

Цель исследования – на основе полученных результатов упрочнения поверхности проанализировать методы повышения качества технологического процесса.

Для нанесения покрытия инструментальных сталей в основном применяются износостойкие сплавы, например ПГ – СР4 – ОМ, что позволяет получать повышенную износостойкость в условиях сухого трения или со смазкой, при малых и больших давлениях и удельных нагрузках, при низких и высоких скоростях перемещения, при низких и высоких температурах и т.д. Износостойкость является следствием сложных совокупных процессов, которые протекают не только при физическом износе кромок инструмента, ее могут сопровождать пластическая деформация, усталость

и даже диффузионные процессы. Вследствие износа геометрия кромки инструмента изменяется, вырубные и режущие усилия возрастают. При динамическом характере нагрузки и при высокой температуре эксплуатации степень износа возрастает.

Износостойкость зависит не только от структуры и свойств инструментальной стали, но и от свойств обрабатываемого материала (его твердости), а также от коэффициента трения и внешних условий, при которых происходит процесс обработки. Повышение твердости ведет

для зуборезного инструмента. Определение производящей поверхности производится с применением комбинации сечений поверхностями вращения с образующими, описанными в общем случае кусочно-заданными кубическими функциями и сечений торцевыми плоскостями. Применение разработанной математической модели режущих кромок инструмента позволяет оптимизировать условия формообразования его рабочих поверхностей и управлять параметрами ЛТК на разных стадиях технологического процесса в инструментальном производстве [4].

Содержание элементов, % марки стали P18K5Ф2

C	S	P	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	W	Co	Mo	V
0,85	0,007	0,020	0,20	0,27	4,3	0,15	0,11	18,1	4,9	1,0	1,8

к снижению вязкости. Если у инструмента преобладает динамическая нагрузка, то для повышения износостойкости при данной твердости и содержании карбидов требуется большой запас вязкости. Во многих случаях для повышения вязкости необходимо стремиться к снижению твердости, увеличение твердости поверхности ухудшает износостойкость [5].

При проведении лазерной наплавки и плазменного напыления металлов необходима защита зоны воздействия потока энергии от атмосферных газов. Кислород, азот и водород проникают в жидкий металл и ухудшают качество ТП. При высоких температурах углекислый газ может восстанавливаться до кислорода и углерода, что также отрицательно сказывается на качестве наплавки и напыления. При проведении наплавки в атмосфере азота происходит поверхностное азотирование. При проведении ТП наплавки и напыления в качестве защитного газа использовали гелий и аргон.

Режим подачи защитного газа и его количество должны быть оптимальными. Увеличение скорости подачи газа ухудшает защитную атмосферу за счет возникновения турбулентного потока, что вызывает смешивание аргона или гелия с воздухом на выходе из сопла.

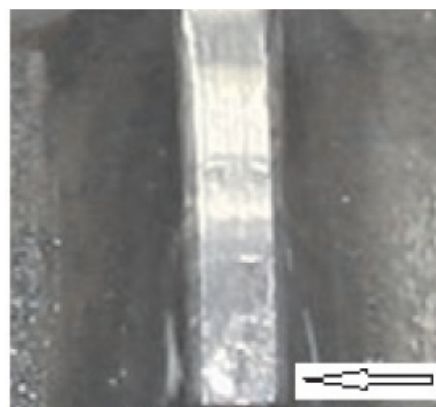
Лазерная наплавка. При получении экспериментальных зависимостей используется моделирование поверхности зуба червячной фрезы и статистическая обработка полученных данных [2]. Моделирование поверхности червячной фрезы необходимо для управления параметрами оптической системы лазерного технологического комплекса (ЛТК) и величиной подрезания ножки зуба шестерни. Построение поверхности выступов и впадин инструмента выполняется по схеме, являющейся универсальной

Химический состав металла детали определялся по ГОСТ 18895-97 на эмиссионном спектрометре «SPECTROMAXx». Результаты химического анализа материала фрезы в процентах представлены в таблице.

Порошок сплава ПГ – СР4 – ОМ в основном применяется для покрытия деталей механизмов, которые подвергаются абразивному изнашиванию с относительно невысокой ударной нагрузкой.

Развитие техники применения твердых сплавов идет по двум направлениям: с одной стороны, совершенствуются и улучшаются составы твердых сплавов и технология их производства; с другой стороны, совершенствуется техника нанесения твердых сплавов на изделия, главным образом техника их наплавки.

На рис. 1 показан фрагмент зуба червячной фрезы с лазерной наплавкой на стали P18K5Ф2 порошка сплава ПГ – СР4 – ОМ. На рис. 2 показан фрагмент (увеличение x10) зоны лазерной наплавки на стали P18K5Ф2 порошка сплава ПГ – СР4 – ОМ.



зона лазерной наплавки

Рис. 1. Фрагмент зуба червячной фрезы с лазерной наплавкой

На рис. 1, 2 виден слой наплавленного порошка, нанесенного порошка сплава ПГ – СР4 – ОМ напылением на флюс АН-43, обеспечивающего получение наплавленного металла с оптимальным содержанием марганца, кремния и других легирующих элементов, а также ограниченным содержанием серы и фосфора. При импульсной лазерной наплавке на зону взаимодействия на металл воздействует тепловая и механическая энергии, которая обусловлена давлением импульсного ЛИ.

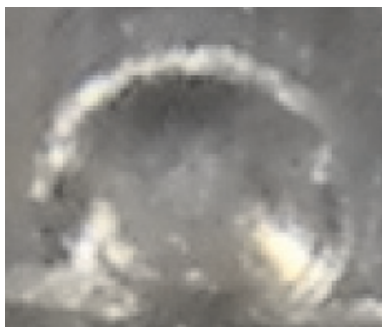


Рис. 2. Фрагмент зуба червячной фрезы с лазерной наплавкой, увеличение $\times 10$

Это наблюдается на рис. 3, где на фотографии видны кольца уплотнения структуры металла. Контур термического влияния ЛИ на зуб червячной фрезы представлен на рис. 4. Глубина термического влияния достигает 0,4 мм, а толщина наплавленного слоя не превышает 0,1 мм, с микротвердостью HV0,05 585 у поверхности и HV0,05 569 на глубине 0,1 мм.

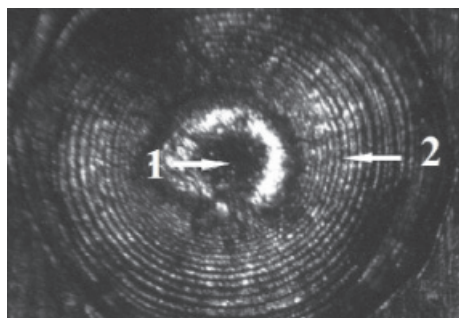


Рис. 3. Фото поверхности стали после воздействия импульсного лазерного излучения:
1 – зона воздействия ($\varnothing$ 0,5 мм, энергия ЛИ – 12 Дж, длительность импульса 3 мс);
2 – кольца уплотнения

Экспериментальные исследования показывают зависимость диаметра зоны взаимодействия от положения фокуса ЛИ и его энергии.

Процесс нагрева металла в зоне взаимодействия показан на рис. 5 и 6, который характеризуется режимами заковки и наплавки.

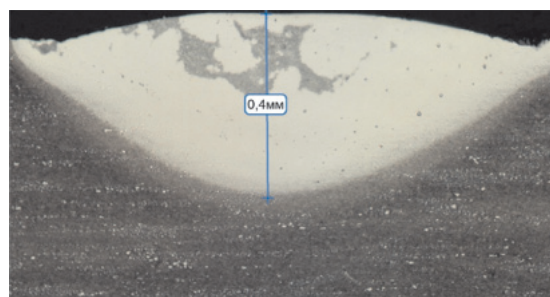


Рис. 4. Контур термического влияния зуба червячной фрезы (увеличение $\times 80$)



Рис. 5. Фотография процесса импульсной лазерной термообработки металла без оплавления поверхности (заковка)



Рис. 6. Фотография процесса импульсной лазерной термообработки металла с оплавлением поверхности (наплавка)

Данные режимы определяются плотностью энергии в зоне термообработки и длительностью импульса ЛИ.

Исследование микроструктуры фрезы проводилось на поперечном, относительно оси симметрии зубьев, микрошлифе участка режущей кромки, упрочнённой ЛИ (рис. 7). График распределения микротвёрдости в единицах HV0,05 по глубине микротвёрдости структуры, представлен на рис. 8.

В левой области снимка (светлая зона) наблюдается микроструктура порошка ПГ – СР4 – ОМ, в правой – неизменная структура стали Р18К5Ф2. Между ними видна переходная зона диффузионных процессов порошка ПГ – СР4 – ОМ и стали

P18K5F2. Микротвердость наплавленного слоя порошка (светлая зона) ЛИ в среде аргона составила 514 HV_{0,05}, а средняя зона после наплавки приобрела структуру игольчатого мартенсита с микротвердостью – 865 HV_{0,05}, при микротвердости фрезы 771 HV_{0,05}. Микротвердость замерена в соответствии с ГОСТ 9450-76.

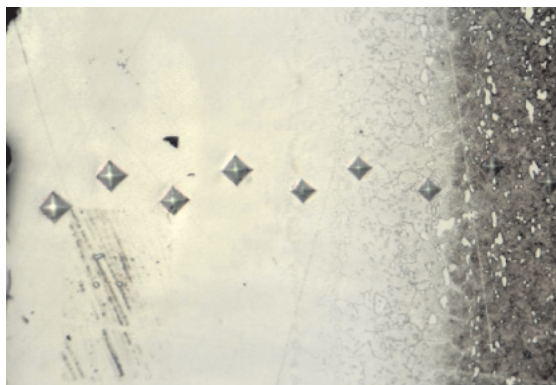


Рис. 7. Микроструктура зуба червячной фрезы с результатами замеров микротвёрдости (увеличение $\times 200$)

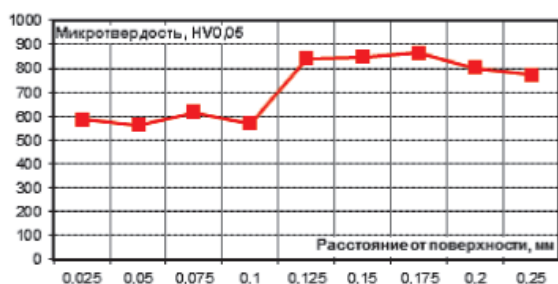


Рис. 8. График результатов замеров микротвёрдости в единицах HV_{0,05} по глубине

Анализ распределения микротвердости по глубине показывает возможность снижения хрупкости режущей кромки зуба фрезы за счет снижения микротвердости наплавленного слоя, но при высокой микротвердости переходного слоя и, соответственно, износостойкости. Однако данный подход требует дополнительной механической обработки.

Химический состав металла червячной фрезы (рис. 10, 11) соответствует зонам, обозначенным на рис. 9.



Рис. 9. Микроструктура зоны наплавки фрезы, с обозначением участков для спектрального анализа

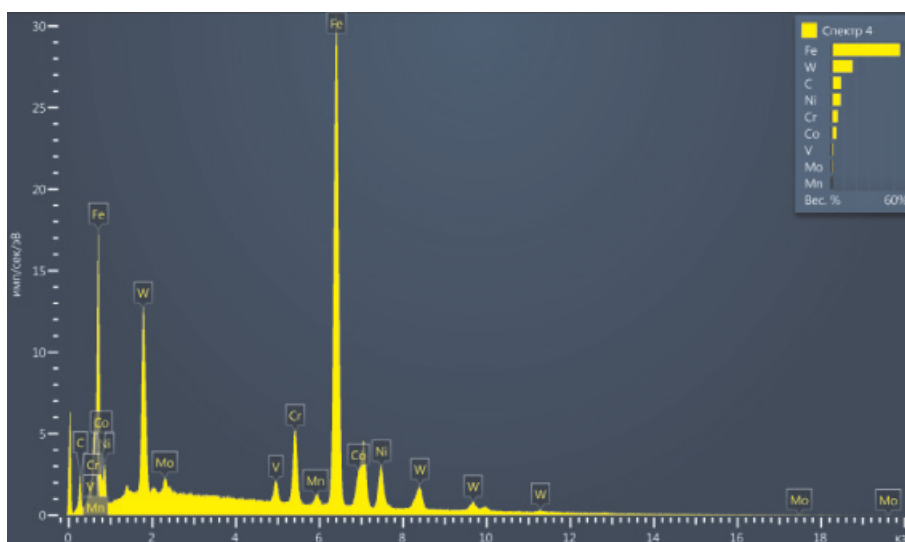


Рис. 10. Химический состав металла на участке «спектр 1». Процентное содержание по весу: V 1,44%; Cr 5,22%; Mn 0,24%; Fe 55,38%; Co 4,08%; Ni 7,49%; Mo 1,21%; W 17,18%

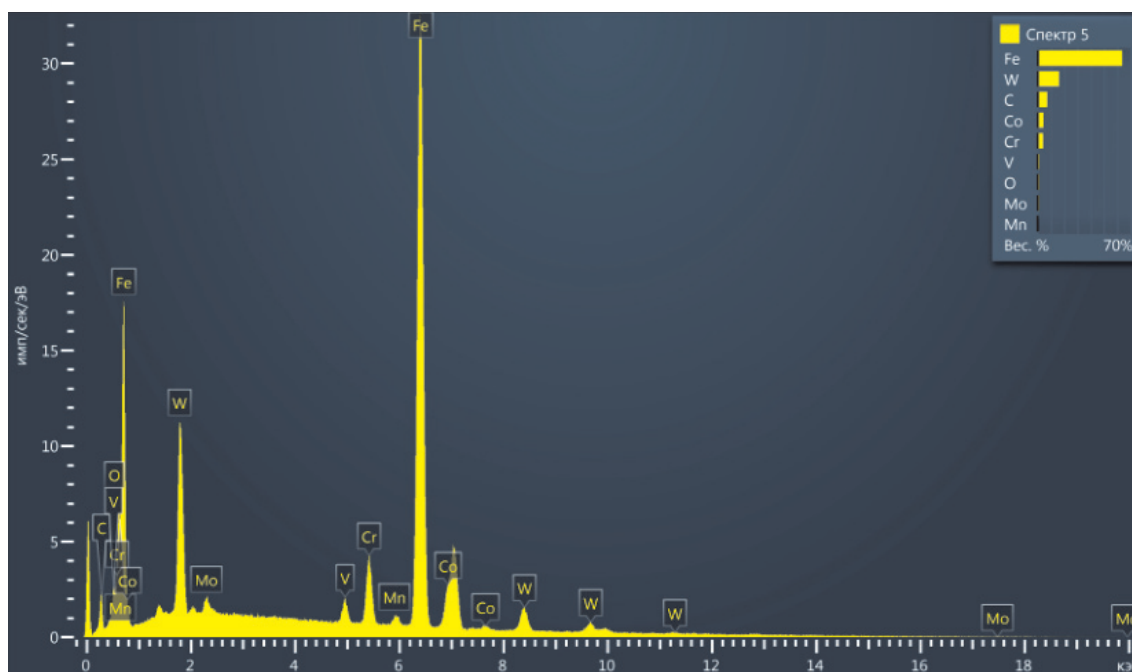


Рис. 11. Химический состав металла на участке «спектр 2».
Процентное содержание элементов по весу:
V 1,34%; Cr 4,16%; Mn 0,26%; Fe 63,82%; Co 4,45%; Mo 1,15%; W 16,24%

По химическому составу наплавленный металл отличается от основного металла фрезы по наличию в нём никеля до 7,49 вес. % в пределах обнаружения рентгеновского энергодисперсионного метода микроанализа.

При микроструктурном исследовании на поверхности рабочей кромки зубьев фрезы выявлено наличие поверхностного упрочнённого слоя с нетравящейся структурой и карбидами. Высокая твердость упрочнённого слоя оказывает положительное влияние на износостойкость фрезы, которое проявляется при высокой температуре кромки инструмента. Большое влияние на износостойкость инструментальной стали оказывает содержание карбидов, количество остаточного аустенита. При высокой температуре износостойкими являются только стали, устойчивые против отпуска. Уменьшение твердости вследствие распада мартенсита сильно снижает износостойкость. При наплавке твердых сплавов нужно снижать до минимума последующую механическую обработку.

Были проведены исследования по лазерной наплавке стали P18K5Ф2. При термообработке в процессе нагрева и охлаждения происходит ряд фазовых превращений и изменений структуры металла, характер которых определяется видом термического цикла. Для наплавки стали не-

обходимо нагреть элемент объема до температуры T_{γ} и затем быстро охладить его до температуры ниже T_{α} . Наплавка происходит в жидком состоянии, когда температура металла и порошка в зоне обработки достигает температуры плавления. Как правило, качество поверхности детали при этом ухудшается, однако становится возможным получение других структур.

Заключение

Основное влияние на процесс лазерной наплавки высокопрочных покрытий с повышенной износостойкостью оказывают физико-химические свойства как самих материалов, так и среды, в которой происходит технологический процесс. Это объясняется отличием распределения теплового поля в различных материалах, характеризующихся различной химической активностью и теплофизическими свойствами. Поэтому температурная зависимость зоны напыления и наплавки в основном характеризуется удельным энерговыделением источника энергии и учетом всех видов воздействия среды на металл. Анализ взаимосвязи параметров технологических комплексов и показателей качества процесса наплавки показал, что большое влияние на качество оказывает их стабильность и оптимальные значения, а все показатели зависят от температуры и физико-химических свойств среды.

Список литературы

1. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки: учеб. пособие для вузов / под ред. Григорьянца А.Г. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 664 с.: ил.

2. Модель формирования микроструктур в металлах при лазерной обработке / В.В. Звездин, А.В. Хамадеев, Р.Б. Каримов, Р.А. Кисаев // Проектирование и исследование технических систем: Межвуз. науч. сборник. – Вып. № 11. – Наб. Челны: Изд-во ИНЭКА, 2008. – С. 150–154.

3. Физические основы лазерной обработки материалов: учебное пособие / Лосев В.Ф., Е.Ю. Морозова, В.П. Ципи-лев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 199 с.

4. Хисамутдинов Р.М., Автоматизация расчетов параметров инструментов червячного типа для компенсации систематической составляющей // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика, телекоммуникации, управление. – 2011, – № 2. – С. 166–168.

5. Хисамутдинов Р.М., Звездин В.В., Песошин В.А., Галанина Н.А. Имитационное моделирование процесса лазерной закалки инструмента // Вестник Чувашского университета. – 2015. – № 3. – С. 193–199.

References

1. Grigoryants A.G., Shiganov I.N., Misyurov A. I. Tekhnologicheskie protsessy lazernoy obrabotki: Ucheb. posobie dlya vuzov / Pod red. Grigoryantsa A.G. M.: Izd-vo MGTU im. N.E. Bauman, 2006. 664 p.: il.

2. Model formirovaniya mikrostruktur v metallakh pri lazernoy obrabotke / Zvezdin V.V., Khamadeev A.V., Karimov R.B.,

Kisaev R.A. // Proektirovanie i issledovanie tekhnicheskikh sistem: Mezhevuz. nauch. sbornik. Vyp. no. 11 Nab. Chelny: Izd-vo INEKA, 2008. pp. 150–154.

3. Fizicheskie osnovy lazernoy obrabotki materialov: uchebnoe posobie / Losev V.F., E.Yu. Morozova, Tsipilev V.P. // Tomsk: Izd-vo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta, 2011. 199 p.

4. Khisamutdinov R.M., Avtomatizatsiya raschetov parametrov instrumentov chervyachnogo tipa dlya kompensatsii i sistematicheskoy sostavlyayuschey // Nauchno- tekhnicheskie vedomosti SPbGPU. Informatika, telekommunikatsii, upravlenie. 2011, no. 2. pp. 166–168.

5. Khisamutdinov R.M., Zvezdin V.V., Pesoshin V.A., Galanina N.A. Imitatsionnoe modelirovanie protsessa lazernoy zakalki i nstrumenta // Vestnik Chuvashskogo universiteta. 2015. no. 3. pp. 193–199.

Рецензенты:

Исрафилов И.Х., д.т.н., профессор, заведующий отделением энергетики и информатизации, заведующий кафедрой высокоэнергетических процессов и агрегатов, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Набережные Челны;

Панкратов Д.Л., д.т.н., профессор кафедры машиностроения, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Набережные Челны.

УДК 621.371.3: 621.396.96

ВЛИЯНИЕ УПАКОВАННЫХ ФОРМАТОВ ПРОТОКОЛОВ ИЗМЕРЕНИЙ НА СКОРОСТЬ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В АДАПТИВНЫХ СИСТЕМАХ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ

Чипига А.Ф., Марков Д.М., Слюсарев Г.В.

ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет»,
Ставрополь, e-mail: director_iitt@ncfu.ru

Использование низкочастотных систем спутниковой связи, обладающих высокими показателями энергетической скрытности, предусматривает наличие подсистем, осуществляющих адаптацию рабочих частот в зависимости от состояния ионосферы. Данные о системе ионосферы принимаются приемником Novatel GPStation-6 и могут выдаваться для обработки в трех различных форматах. Правильный выбор типа сжатых форматов данных обеспечивает сокращение объема, однако приводит к дополнительным накладным расходам по их обработке. Проанализированы сжатые форматы данных приемника GPStation-6 по отношению к эталонному несжатому. Сделаны выводы о целесообразности применения того или иного сжатого формата в зависимости от ограничений платформы, на которой предполагается обработка данных. При выполнении сокращения передаваемых данных и отсутствии ограничений по производительности целесообразно использовать RANGECMP или RANGECP2. Использование RANGECP2 нецелесообразно, так как даёт дополнительный выигрыш 16% в объеме передаваемых данных, но увеличивает число действий, требуемых для их преобразования, а также более чем в два раза превосходит число действий, требуемых для RANGECP. Выбор конкретного формата протокола измерений осуществляется в зависимости от поставленной задачи и применяются форматы RANGE или RANGECP.

Ключевые слова: GPStation-6, RANGE, RANGECP, скорость обработки данных

INFLUENCE OF PACKED FORMAT PROTOCOLS FOR MEASURING THE SPEED OF DATA PROCESSING IN THE ADAPTIVE SATELLITE COMMUNICATION SYSTEMS

Chipiga A.F., Markov D.M., Slyusarev G.V.

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education North Caucasus
Federal University, Stavropol, e-mail: director_iitt@ncfu.ru

Use of the low-frequency satellite communication systems possessing high rates of power reserve provides existence of the subsystems which are carrying out adaptation of working frequencies depending on a condition of an ionosphere. The ionospheres given about system are accepted by the Novatel GPStation-6 receiver and can be given for processing in three various formats. The right choice like the squeezed formats of data provides reduction of volume, however, leads to additional overhead costs on their processing. The squeezed formats of data of the GPStation-6 receiver in relation to the reference uncompressed are analysed. Conclusions are drawn on expediency of application of this or that squeezed format depending on restrictions of a platform on which data processing is supposed. During the performing of reduction of transmitted data and lack of restrictions on productivity it is expedient to use RANGECP or RANGECP2. Use of RANGECP2 isn't expedient as gives an additional prize of 16% in volume of transmitted data, but increases number of the actions demanded for their transformation and also more than twice surpasses number of the actions demanded for RANGECP. The choice of a concrete format of the protocol of measurements is carried out depending on an objective and the RANGE or RANGECP formats are applied.

Keywords: GPStation-6, RANGE, RANGECP, processing speed data

Известен [7, 8] способ обеспечения высокой энергетической скрытности систем спутниковой связи, обеспечивающий защиту информации за счет изменения условий распространения радиоволн [6, 5]. При адаптации процессов перестройки радиочастот нужны постоянный контроль за состоянием ионосферы и постоянная обработка больших объемов данных, поступающих от средств радиоконтроля [2, 3]. Для этих целей может применяться приемник Novatel GPStation-6.

Постановка задачи

Приёмник Novatel GPStation-6 имеет возможность выдавать данные измерений

в трёх форматах, которые могут быть обработаны с помощью специально разработанного программного обеспечения. Использование бинарного формата данных более предпочтительно, так как такие данные компактнее и не требуют дополнительных преобразований при их обработке [1]. Цель работы – проведение сравнения эффективности применения упакованных и неупакованных данных в бинарном формате для одного типа протоколов измерений.

Решение задачи

Приёмник Novatel GPStation-6 имеет возможность выдавать протоколы измерений псевдодальностей RANGE,

RANGECMP и RANGECMP2. Разница между протоколами измерений заключается в том, что RANGECMP и RANGECMP2 являются упакованными вариантами протокола измерений RANGE с разной степенью сжатия. Для сравнения эффективности применения упакованных данных необходимо выполнить сравнение выигрыша от упаковки данных и сравнение изменения числа операций, необходимых для выполнения преобразования данных с целью дальнейшей математической обработки.

Упаковка снижает общий объём передаваемых данных, что в конечном итоге требует дополнительных операций на передающей и принимающей стороне по упаковке и распаковке данных соответственно. Для решения задачи адаптации радиочастоты к условиям распространения радиоволн приёмник GPStation-6 уже запрограммирован производителем и будем считать, что для него не существует разницы в вычислительной сложности при выдаче упакованных и неупакованных протоколов изменений.

Для оценки эффективности упаковки предположим, что есть один спутник и данные о псевдодальностях передаются на одной частоте. Все данные передаются в бинарном формате [1]. Поэтому длина заголовка протокола измерений составляет 28 байт, а длина контрольной суммы 4 байта. Вторым критерием будет сравнение объёма лога для 10 спутников, передающих на одной частоте.

Протокол измерений RANGE после заголовка содержит информацию о количестве каналов наблюдения, которое имеет размер 4 байта. После указания количества измерений в логе идут непосредственно блоки измерений. Согласно документации блок измерений содержит следующие поля, которые имеют следующие размеры:

- номер спутника (2 байта);
- частота для спутников ГЛОНАСС (2 байта);
- кодовые измерения псевдодальности (8 байт);
- среднеквадратическое отклонение кодовых измерений псевдодальности (4 байта);
- фазовые измерения псевдодальности (8 байт);
- среднеквадратическое отклонение фазовых измерений псевдодальности (4 байта);
- доплеровская частота (4 байта);
- отношение сигнал/шум (4 байта);
- время непрерывного наблюдения сигнала (4 байта);
- состояние отслеживания (4 байта).

Таким образом, размер блока, содержащий данные измерений, будет содержать 44 байта. Общий размер протокола изме-

рений RANGE при отслеживании одного спутника на одной частоте будет

$$28 + 4 + 4 + 44 = 80 \text{ байт.}$$

В случае наблюдения 10 спутников, передающих на одной частоте, размер протокола измерений равен

$$28 + 4 + 4 + 440 = 472 \text{ байта.}$$

Формула расчёта размера протокола измерений для произвольного числа спутников и передаваемых частот

$$S = 28 + 4 + 4 + N \cdot 44,$$

где N – общее количество каналов наблюдения.

Лог RANGECMP, так же как и лог RANGE, после заголовка содержит информацию о количестве измерений и под это поле выделено также 4 байта. Блок данных измерений упакован в одно поле и имеет фиксированный размер в 24 байта. Таким образом, размер протокола измерений при отслеживании одного спутника на одной частоте

$$28 + 4 + 4 + 24 = 60 \text{ байт.}$$

В случае, если наблюдается 10 спутников, передающих на одной частоте, размер лога равен

$$28 + 4 + 4 + 240 = 276 \text{ байт.}$$

Формула расчета размера протокола измерений для произвольного числа спутников и передаваемых частот

$$S = 28 + 4 + 4 + N \cdot 24,$$

где N – общее количество каналов наблюдения.

Протокол измерений RANGECMP2 организован иначе, чем лог RANGECMP и RANGE: после заголовка идёт не количество наблюдений, а количество байт, которые содержатся в единственном упакованном блоке данных. Этот блок данных необходимо разобрать согласно формату, указанному в документации [4]. Согласно анализу таблицы, описывающей формат данных, блок измерений для спутника делится на две части:

1) заголовочная часть, в которой описывается спутниковая система и номер спутника (10 байт);

2) измерения на конкретном канале (12 байт).

Таким образом, при измерении для одного спутника на одной частоте размер протокола

$$28 + 4 + 4 + 22 = 58 \text{ байт.}$$

Для десяти спутников на одной частоте размер равен 256 байт. Согласно формату данных протокол RANGECMP2 даёт выигрыш

в объёме данных при увеличении числа каналов наблюдений для одного спутника, что обусловлено группировкой по спутникам. Группировка данных по спутникам приводит к другой зависимости: при увеличении числа каналов наблюдения, а именно при наблюдении пяти спутников на двух частотах, размер протокола измерений равен

$$28 + 4 + 4 + 10 \cdot 5 + 12 \cdot 10 = 206 \text{ байт.}$$

При этом для протоколов RANGE и RANGECMP2 размер протокола измерений для пяти спутников, наблюдаемых на двух частотах, останется неизменным. Формула расчёта размера протокола измерений для произвольного числа спутников и каналов

$$S = 28 + 4 + 4 + N_s \cdot 10 + N_c \cdot 10,$$

где N_s – число спутников, а N_c – общее число каналов наблюдения.

Для точной количественной оценки выполним сравнительный расчёт для количества спутников и наблюдаемых каналов, которые отражают реальное количество обрабатываемых данных. Экономия от упаковки вычислим в процентном соотношении относительно лога RANGE (табл. 1). Из табл. 1 видно, что лог RANGECMP позволяет снизить объём передаваемых данных на 44 %, а лог RANGECMP2 – на 61 %. Следовательно, если критичен объём передаваемых данных, то предпочтительнее использовать лог RANGECMP2, так как он позволяет уменьшить объём данных более чем в два раза относительно объёма данных лога RANGE.

живания» будет требовать дополнительных действий, потому что является битовым полем [4]. Для преобразования всех полей из формата Novatel в формат для математической обработки требуется одно действие, так как данные хранятся в бинарном формате и требуется их только перенести в соответствующие переменные. Поле «состояние отслеживания» потребует дополнительные семь действий для того, чтобы извлечь значения, которые хранятся в этом поле. Таким образом, потребуется 17 операций для получения данных в виде, удобном для обработки.

Согласно формату RANGECMP для выделения одного блока данных размером в 24 байта потребуется одно действие, далее потребуется девять действий для того, чтобы получить нужные биты для каждого поля, и девять действий для выполнения смещения битов и получить значения. Итого требуется 19 действий для преобразования полученных данных в вид, пригодный для дальнейшей математической обработки «состояние отслеживания».

Для обработки данных формата RANGECMP2 согласно документации потребуется семь действий для выделения одной записи заголовка измерения по одному спутнику и 14 действий для выделения битов данных измерений по выбранному каналу. После выделения отдельных битов необходимо выполнить смещение всех полей для того, чтобы получить настоящие значения, т.е. потребуется ещё 21 дополнительное действие. Таким образом, всего требуется 42 действия для преобразования

Таблица 1

Оценка уменьшения объёма логов RANGECMP и RANGECMP2

Кол-во спутников	Кол-во двух-частотных спутников	Кол-во трех-частотных спутников	RANGE (байт)	RANGECMP		RANGECMP2	
				Размер (байт)	Экономия	Размер (байт)	Экономия
20	15	5	2016	1116	44,64 %	776	61,52 %
15	10	5	1576	876	44,42 %	606	61,53 %
22	20	2	2060	1140	44,66 %	808	60,78 %
20	16	4	1972	1092	44,62 %	764	61,26 %
20	19	1	1840	1020	44,57 %	728	60,43 %
20	10	10	2236	1236	44,72 %	836	62,61 %

Оценим усложнение алгоритма, требуемого для преобразования данных из упакованного формата данных, выдаваемого приёмником, к формату данных, подходящему для математической обработки. Формат RANGE будет эталоном, так как является неупакованным протоколом измерений. Согласно формату данных, приведённых в документации, только поле «состояние отсле-

живания» будет требовать дополнительных действий для математической обработки.

В табл. 2 отражено среднее значение уменьшения размера протокола измерений в зависимости формата сжатого протокола измерений и числа операций, требуемое для преобразования данных в вид, пригодный для математической обработки. Как следует из результатов табл. 2, использование

логов RANGECMP и RANGECMP2 требует выполнения дополнительных операций по преобразованию данных, причём увеличение числа операций пропорционально полученной выгоде от упаковки данных. Следовательно, требуется объективно подходить к выбору конкретного протокола измерений в зависимости от ограничений, которые накладываются на программную или аппаратную платформу, которая будет использоваться для обработки данных.

Таблица 2
Сравнение эффективности сжатия
и количества операций

Протокол измерений	Сжатие данных	Кол-во операций для преобразования
RANGE	0 %	9
RANGECMP	44 %	19
RANGECMP2	61 %	42

Выводы

Таким образом, использование упакованных форматов протоколов измерений даёт уменьшение размера протокола измерений в два раза, но требует увеличения количества действий для преобразования данных в формат для математической обработки.

Если требуется выполнить сокращение передаваемых данных и нет ограничений по производительности, то целесообразно использовать RANGECMP или RANGECMP2. Использование RANGECMP2 с практической точки зрения нецелесообразно, так как даёт дополнительный выигрыш 16% в объёме передаваемых данных, но увеличение числа действий, требуемых для их преобразования, также более чем в два раза превосходит число действий, требуемых для RANGECMP. Следовательно, выбор конкретного формата протокола измерений необходимо осуществлять в зависимости от поставленной задачи и применять форматы RANGE или RANGECMP.

Список литературы

1. Марков Д.М., Топорков К.И., Бондаренко О.С. Анализ скорости обработки форматов данных приёмника GPStation-6 // Фундаментальные и прикладные аспекты компьютерных технологий и информационной безопасности: материалы I Всероссийской научно-технической конференции. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2015, – 465 с.
2. Чипига А.Ф. Анализ энергетической скрытности низкочастотных систем спутниковой связи от обнаружения сигналов // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2014. – № 2 (151). – С. 209–217.
3. Чипига А.Ф., Колков Д.А. Анализ методов случайно-го поиска глобальных экстремумов многомерных функций. // Фундаментальные исследования. – 2006. – № 2. – С. 24.

4. Чипига А.Ф., Лапина М.А., Ляхов А.В., Песков М.В. Принцип построения системы спутниковой связи с повышенной энергетической скрытностью. // Национальная безопасность и стратегическое планирование. – 2013. – № 4 (4). – С. 50–53.

5. Чипига А.Ф., Сенокосова А.В. Защита информации в системе космической связи за счет изменения условий распространения радиоволн // Космические исследования. – 2007. – Т. 45. – № 1. – С. 59–66.

6. Чипига А.Ф., Сенокосова А.В. Способ обеспечения энергетической скрытности систем спутниковой связи // Космические исследования. – 2009. – Т. 47. – № 5. – С. 428–433.

7. Чипига А.Ф., Шевченко В.А., Сенокосова А.В., Дагаев Э.Х. Математическая модель трансионосферного канала с учетом поглощения и многолучевости принимаемого сигнала // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2011. – № 1. – С. 24–31.

8. Novatel. OEM6® Family Firmware Reference Manual. January 2015, <http://www.novatel.com/assets/Documents/Manuals/om-20000129.pdf>.

References

1. Markov D.M., Toporkov K.I., Bondarenko O. S. Analiz skorosti obrabotki formatov dannyh prijemnika GPStation-6 // Fundamentalnye i prikladnye aspekty kompiu-ternykh tehnologij i informacionnoj bezopasnosti: materialy I Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii. Rostov-na-Donu: Izd-vo JuFU, 2015, 465 p.
2. Chipiga A.F. Analiz jenergeticheskoy skrytnosti nizkochastotnyh sistem sputniko-voj svjazi ot obnaruzhenija signalov // Izvestija JuFU. Tehnicheskie nauki. 2014. no. 2 (151). pp. 209–217.
3. Chipiga A.F., Kolkov D.A. Analiz metodov sluchajного поиска globalnyh jekstremu-mov mnogomernyh funkcij. // Fundamentalnye issledovanija. 2006. no. 2. pp. 24.
4. Chipiga A.F., Lapina M.A., Ljahov A.V., Peskov M.V. Princip postroenija sistemy sputnikovoj svjazi s povyshennoj jenergeticheskoy skrytnostju. // Nacionalnaja bez-opasnost i strategicheskoe planirovanie. 2013. no. 4 (4). pp. 50–53.
5. Chipiga A. F., Senokosova A. V. Zashhita informacii v sisteme kosmicheskoy svjazi za schet izmenenija uslovij rasprostranenija radiovoln // Kosmicheskie issledovanija. 2007. T. 45. no. 1. pp. 59–66.
6. Chipiga A.F., Senokosova A.V. Sposob obespechenija jenergeticheskoy skrytnosti si-stem sputnikovoj svjazi // Kosmicheskie issledovanija. 2009. T. 47. no. 5. pp. 428–433.
7. Chipiga A.F., Shevchenko V.A., Senokosova A.V., Dagaev Je.H. Matematicheskaja model transionosfernogo kanala s uchetom pogloshhenija i mnogoluchevosti prinimaемого сигнала // Vestnik Severo-Kavkazskogo federalnogo universiteta. 2011. no. 1. pp. 24–31.
8. Novatel. OEM6® Family Firmshare Reference Manual. January 2015, <http://shhshhshh.novatel.com/assets/Documents/Manuals/om-20000129.pdf>.

Рецензенты:

Кандаурова Н.В., д.т.н., профессор, проректор по науке и развитию, ЧОУ ВО «Ставропольский университет», г. Ставрополь;

Лубенцов В.Ф., д.т.н., профессор, заместитель директора по научной работе, Невинномысский технологический институт (филиал), ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Невинномысск.

УДК 631.145

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРОДУКТОВЫХ ПОДКОМПЛЕКСОВ АПК СИБИРИ ПРИ РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

Бессонова Е.В., Утенкова Т.И.

*ФГБНУ «Сибирский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства»,
Новосибирск, e-mail: utain@mail.ru*

Рассмотрены приоритетные направления развития продуктовых подкомплексов АПК Сибири в условиях импортозамещения. Определены этапы развития и выделены регионы Сибири с благоприятными потенциальными возможностями для производства продовольствия с целью самообеспечения и межрегионального продуктообмена. Урегулирование территориально-отраслевой структуры АПК связано с оптимизацией регионального районирования и размещения производительных сил сельского хозяйства в условиях усиливающегося влияния рынка и экономической глобализации. В этих условиях необходимо переломить сложившуюся в настоящее время в регионах тенденцию повсеместного самообеспечения продовольствием независимо от имеющихся природно-климатических условий и эффективности производства. Направления урегулирования производственной структуры АПК заключаются в повышении объемов и качества продукции, повышении эффективности производства, увеличении доли добавленной стоимости выпускаемой продукции за счет развития глубокой переработки сельхозсырья на основе внедрения современных технологий. Разработана схема специализации сельскохозяйственного производства Сибири, систематизированы и представлены в виде схемы приоритетные направления развития продуктовых подкомплексов в Сибири.

Ключевые слова: стратегия, подкомплекс, продовольственный рынок, государственная поддержка, размещение, специализация, потребление, направления, территориально-отраслевая структура

AREAS OF FOOD SUBCOMPLEX SIBERIA IN ADDRESSING IMPORT SUBSTITUTION

Bessonova E.V., Utenkova T.I.

*Federal State Scientific Institution «Siberian Research Institute of Agricultural Economics»,
Novosibirsk, e-mail: utain@mail.ru*

Considered priorities for the development of food subcomplex Siberia under import substitution. The stages of development and allocated us regio-Siberia with favorable potential for the production of Sale-discontent with the aim of self-sufficiency and inter-regional exchange of goods. Settlement of territorial and sectoral structure of the AIC is connected with the optimization of regional paradise-tinging and distribution of productive forces in agriculture in an increasingly-schegosya impact of market and economic globalization. In these circumstances, it is necessary Fracture-Mit's present regional trend everywhere samoobespe-cheniya food regardless of the existing climatic conditions and ef ciency of production. Areas settlement of the production structure of AIC is to improve the volume and quality of products, improve efficiency-sti production, increasing the share of value-added products through the development of deep processing of agricultural products through the introduction of modern technologies. The scheme specialization of agricultural production in Siberia, systematized and presented in the form of a scheme of priorities grocery subcomplex-owls in Siberia.

Keywords: strategy, the sub-complex, food market, government support, placement, specialization, consumption, directions, territorially-branch structure

Приоритетные направления развития продуктовых подкомплексов в условиях импортозамещения должны учитывать преимущества двух групп факторов – внутренних и внешних, что особенно важно при функционировании в рамках мирового сообщества.

Первая группа факторов – внутренние факторы, они должны включать следующие направления:

- урегулирование структуры АПК как в целом по стране, так и в ее регионах;
- повышение доходности отраслей продуктового подкомплекса как основы для увеличения инвестиций;
- рост материального благосостояния сельских товаропроизводителей;

– повышение качества жизни на селе.

Вторая группа – внешние факторы, они должны быть направлены на использование преимуществ международного разделения труда и расширение возможностей привлечения ресурсов мирового рынка.

Урегулирование структуры АПК включает, прежде всего, оптимизацию производственной и территориально-отраслевой структуры.

Оптимизация производственной структуры предполагает повышение объемов и качества продукции, рост эффективности производства, увеличение доли добавленной стоимости выпускаемой продукции за счет развития глубокой переработки сельхозсырья на основе внедрения современных

технологий, обеспечивающих комплексную и безотходную его переработку. Путь к решению этих задач лежит через инновации.

Оптимизация территориально-отраслевой структуры предполагает оптимизацию регионального районирования и размещения производительных сил сельского хозяйства в условиях усиливающегося влияния рынка и экономической глобализации. В этих условиях необходимо отказаться от сложившейся в настоящее время в регионах тенденции повсеместного самообеспечения продовольствием независимо от имеющихся природно-климатических условий и эффективности производства.

Углубление территориально-отраслевого разделения труда должно строиться на следующих основных принципах:

- концентрация производства сельскохозяйственной продукции в тех регионах, где обеспечивается максимум выхода продукции высокого качества при минимуме затрат на ее производство и доставку до потребителя;

- формирование специализированных зон товарного производства отдельных видов сельскохозяйственной продукции, имеющих ограниченные ареалы размещения;

- самообеспечение теми видами продукции, производство которых в регионе обходится дешевле по сравнению с расходами на покупку и доставку из других регионов;

- развитие межрегионального обмена продукцией АПК, расходы на транспортировку и хранение которой ниже межрегиональных различий в издержках производства;

- соблюдение экологических требований к специализации производства и ее соответствие интересам социально-экономического развития регионов – снабжения их населения малотранспортабельными и скоропортящимися продуктами, обеспечения занятости и др.;

- приближение первичной переработки продукции к местам производства или потребления в зависимости от удельных расходов на доставку сырья и готовой продукции.

Целью исследования является разработка направлений развития продуктовых подкомплексов АПК Сибири при решении проблемы импортозамещения. Задачи продовольственного обеспечения каждого региона существенно различаются. Они в значительной степени зависят от потенциала, под которым следует понимать совокупность природно-климатических, организационно-экономических и научно-технических условий и соответствующей инфраструктуры.

В связи с этим аграрная политика продовольственного обеспечения должна строиться на дифференцированном подходе

в разных районах разными темпами, исходя из реальных условий на местах. Иначе говоря, это курс на решение задачи импортозамещения и продовольственной безопасности «по ключевым звеньям» – за счет районов, обладающих максимумом благоприятных условий для наиболее эффективного роста производства продовольственных ресурсов путем целенаправленного привлечения капитала и инвестиций именно в эти районы. Это подтверждает опыт зарубежных стран, где дают положительные результаты действующие проекты создания поясов высококачественной, конкурентоспособной продукции сельского хозяйства. Это, например, пояса специализированных сортов кукурузы и пшеницы в Америке, виноградный пояс во Франции. Упор делается на специализацию производства отдельного района, или пояса, на одном виде продукции (пшеница, рис, кукуруза, соевые бобы и т.д.) на основе современной материально-технической базы, современной науки, современных методов хозяйствования, управления, способных обеспечить производство конкурентоспособной продукции высокого качества и низкой себестоимости. По такому пути пошел, например, Китай и добился хороших результатов в решении проблемы продовольственной безопасности.

В результате исследований учеными ФГБНУ СибНИИЭСХ выделены регионы Сибири с благоприятными потенциальными возможностями для производства продовольствия с целью самообеспечения и межрегионального продуктообмена [1, 2, 3, 4, 6, 7]. Это Алтайский и Красноярский края, Новосибирская, Омская и Тюменская области. На их долю приходится 83,2% зерна, 65,8% картофеля, 66% овощей, 69,3% молока, 65,6% мяса, 71,8% яиц, производимых в Сибири. Удельный вес указанных регионов в общероссийском производстве зерна составляет 15,3%, картофеля – 14,1%, овощей – 9,2%, мяса – 10,9%, молока – 13,5%, яиц – 12,9%.

Обладая сравнительными преимуществами в сочетании с серьезной государственной поддержкой, районы крупного товарного сосредоточения способны наращивать производственный потенциал и объемы товарной сельхозпродукции опережающими темпами с наименьшими затратами, т.е. на основе роста эффективности производства. При этом упор необходимо делать на крупнотоварное производство, одновременно поддерживая фермерские хозяйства и частные индивидуальные предприятия.

Согласно рекомендациям ученых, возделывание качественного продовольственного зерна преимущественно сильных

и твердых сортов пшеницы целесообразно сосредоточить в районах Кулундинской, Приалейской и Приобской зон Алтайского края, в районах Кулундинской и южной части Барабинской зоны Новосибирской области, в районах степной и южной лесостепной зон Омской области. Часть продовольственной пшеницы следует производить в южных районах Красноярского края. При этом посевы сильных сортов пшеницы могут занимать 4–4,5 млн, а твердой – 0,4–0,5 млн га. Производство товарного зерна сильных сортов пшеницы может составить не менее 1,5 млн т, а твердых – 0,5 млн т [5].

ных севооборотах на пашне и с естественных кормовых угодий, не в ущерб производству товарного зерна сильной и твердой пшеницы. Зерновое хозяйство Кемеровской, Томской, Иркутской областей, Республики Бурятия, северных, лесостепных, предгорных, таежных и подтаежных районов Омской, Новосибирской областей, Алтайского, Красноярского и Забайкальского краев требуется полностью ориентировать на выращивание товарного кормового зерна.

Регионы Сибири обладают мощным экспортным потенциалом. В Алтайском крае, Новосибирской, Омской областях –

Рекомендуемая структура зерновых и зернобобовых культур в Сибири, %

	Пшеница	Овес	Ячмень	Зернобобовые
Южная тайга, подтайга	15–20	40–45	30–35	8–10
Северная лесостепь	30–35	30–35	25–30	8–10
Центральная лесостепь	40–45	20–25	25–30	8–10
Южная лесостепь, степь	50–55	20–25	20–25	5–6

В Томской, Кемеровской, северо-лесостепных, предгорных, таежных и подтаежных районах Омской, Новосибирской, Иркутской областей, Алтайского и Красноярского краев целесообразно усилить концентрацию и расширить посевы ржи с тем, чтобы в перспективе увеличить производство товарного зерна с учетом не только местных потребностей, но и в целях межрегионального обмена. Общий объем ее производства в округе следует довести до 680–800 тыс. т [5], т.е. в 2,4–2,8 раза больше фактического производства. Производство проса целесообразно сосредоточить в степных районах Омской, Новосибирской областей, Алтайского и Красноярского краев. Ареал возделывания фуражных культур (овес и ячмень) охватывает всю территорию, пригодную для выращивания пшеницы, а также подтаежную и южно-таежную земледельческие зоны. Согласно рекомендациям ученых СО Россельхозакадемии [8].

Углубленная специализация зернового производства потребует уточнения сети хозяйств определенного производственного направления. В степных районах это сельхозорганизации, в которых структура использования пашни и комплекс агротехнических и организационных мер должны быть направлены преимущественно на производство высококачественного зерна сильных и твердых сортов пшеницы. Развитие скотоводства в этих хозяйствах должно иметь мясо-молочное направление, базирующееся на отходах зернового хозяйства и кормах, получаемых в специализирован-

это производство зерна, семян и муки твердой и ценной пшеницы, макаронных изделий, продукции сыроделия, льнопереработки, меда. В Республике Алтай – производство продукции переработки пантов маралов, в Томской области – производство семян льна.

На основе различий по наличию в регионах природных ресурсов, производственного потенциала, трудовых навыков населения и других факторов учеными ФГБНУ СибНИИЭСХ разработана схема специализации сельскохозяйственного производства Сибири [8].

Важное место в урегулировании территориально-отраслевой структуры АПК отводится организационно-хозяйственному механизму. Это прежде всего введение гарантированных закупочных цен и государственных заказов в районах специализации сельхозпродукции, имеющих стратегическое значение для обеспечения продовольственной безопасности. Для Сибири это специализированные зоны производства зерна, молока, мяса.

Важным направлением в решении задач урегулирования структуры АПК и его подкомплексов является стимулирование развития многоукладности. Многоукладность сельского хозяйства как в России в целом, так в Сибири сохранится на длительный период. При явном преимуществе крупнотоварного производства, где более интенсивно и эффективно используются земля, труд, основные фонды, более рационально используются ресурсы и обеспечивается оптимальное сочетание отраслей, ЛПХ

и фермерские хозяйства также займут свою нишу на продовольственном рынке сибирского региона. А симбиоз крупного и мелкого хозяйства позволит создать устойчивую структуру в сельских поселениях.

За последние пять лет в регионах Сибири удельный вес категорий хозяйств в общем производстве продукции сельского хозяйства сложился таким образом, что основными производителями сельскохозяйственной продукции являются коллективные хозяйства и личные хозяйства населения. В отдельных регионах, преимущественно Восточной Сибири, удельный вес хозяйств населения в общем производстве сельхозпродукции достигает 70–80 %.

В основных товаропроизводящих регионах (Новосибирская и Омская области, Алтайский и Красноярский края) от 40 до 60 % продукции сельского хозяйства сосредоточено в коллективных хозяйствах. Здесь необходимо сохранять, поддерживать и развивать крупнотоварное производство как основу для создания специализированных зон товарного сосредоточения продукции. Будущее сельхозорганизаций этих районов связано с интеграцией. Только крупные предприятия и объединения, агрофирмы и агрохолдинги в состоянии обеспечить производство продукции, обладающей высокой эффективностью и конкурентоспособностью на внутреннем и мировом рынках продовольствия. При тесном сотрудничестве и поддержке со стороны коллективных хозяйств мелкотоварный сектор здесь также займет свою нишу в поставках продукции на продовольственный рынок. В таких регионах Сибири, как республики Тыва, Алтай, Бурятия, Забайкальский край, сельхозпроизводство представлено в основном мелкотоварными хозяйствами – крестьянскими (фермерскими) хозяйствами, личными хозяйствами населения), удельный вес сельхозорганизаций в общем объеме производства составляет всего 11–17 %. В этих регионах необходимо стимулировать развитие кооперации, создавать широкую сеть потребительских кооперативов. Как показывает опыт зарубежных стран, кооперация на селе позволяет частным товаропроизводителям занять прочные позиции на рынке продовольствия и иметь надежную защиту своих экономических и социальных интересов. Сельские территории, где процесс интеграции и кооперации проходит быстрыми темпами, становятся более предпочтительными для привлечения крупных инвестиций.

Большая роль в урегулировании структуры АПК отводится развитию инфраструктуры рынка, созданию оптовых рынков

разного уровня, развитию широкой сети розничных рынков. Это обеспечит сельхозтоваропроизводителям выход напрямую на продовольственный рынок, минуя посредников, что позволит значительно увеличить доходность от реализации сельхозпродукции.

В развитых странах накоплен положительный опыт развития инфраструктуры продовольственного рынка и создания сети оптово-розничных рынков разного уровня. За счет хорошо развитой инфраструктуры рынка, дорожно-транспортной системы сельхозтоваропроизводители из самых удаленных районов имеют быстрый и беспрепятственный доступ на оптовые рынки крупных городов. Особенно это важно для скоропортящейся продукции (свежее мясо, молоко). Перевозимая продукция освобождается от всевозможных дорожных сборов и местных административных барьеров.

Открытие доступа к рынку создает условия для роста доходов от реализации сельхозпродукции за счет разумных рыночных цен и стимулирует развитие сельского хозяйства. Повышение доходности отраслей продуктового подкомплекса будет способствовать оживлению инвестиционной деятельности, увеличению прямых финансовых вложений в производство.

Приближение уровня доходов и качества жизни сельского и городского населения – залог успеха проводимой аграрной политики. Необходимо пересмотреть подход к роли экспорта-импорта сельскохозяйственной продукции, как в целом по стране, так и в ее регионах. В Сибири имеются благоприятные условия для роста экспорта такой продукции как зерно, семена и мука твердой и ценной пшеницы, макаронные изделия, продукция сыроделия, мед, лен и льнопродукция, продукция птицеводства. Республика Алтай может поставлять на мировой рынок продукцию переработки пантов маралов. Широкие возможности имеют регионы по расширению экспорта такой нетрадиционной продукции, как сушеные ягоды, овощи и грибы, кедровые орехи, лекарственные и парфюмерные растения и т.д.

В связи со сложной экологической обстановкой большинства стран и нехватки ресурсов для производства сельхозпродукции (земли, пресной воды и т.д.), регионы Сибири могли бы выйти на продовольственный рынок с экологически чистым продовольствием.

Выводы

Сибирь имеет огромные территории сельскохозяйственных угодий и при этом не так густо заселена, как европейская

часть России. Преимущество крупнотоварного производства для Сибири бесспорно. В сельскохозяйственных предприятиях более интенсивно и эффективно используются земля, труд, основные фонды, более рационально используются ресурсы и обеспечивается оптимальное сочетание отраслей. В то же время производство сельхозпродукции в Сибири представлено тремя основными укладами: коллективные сельхозпредприятия, фермерский сектор и частное подворье, представляющее собой хозяйство населения.

В Сибири имеются благоприятные условия для роста экспорта такой продукции, как зерно, семена и мука твердой и ценной пшеницы, макаронные изделия, продукция сыроделия, мед, лен и льнопродукция, продукция птицеводства. В свою очередь, необходимо активно использовать преимущества международного разделения труда, результаты участия страны в мирохозяйственных связях.

С целью повышения конкурентоспособности продукции продуктовых подкомплексов и продовольственного обеспечения населения Сибири необходимо реализовать следующие направления развития агропромышленного производства:

- оптимизировать производственную и территориально-отраслевую структуры АПК;
- повысить инвестиционную привлекательность отраслей продуктового подкомплекса за счет повышения их доходности;
- усилить позиции сельскохозяйственных предприятий наряду с развитием многоукладности;
- стимулировать развитие процессов интеграции и кооперации всех участников агропродовольственной цепочки – от производителя сырья до потребителя конечного продукта;
- совершенствовать регулирование рынков сельскохозяйственного сырья и продовольствия и развивать рыночную инфраструктуру;
- развивать межрегиональные и межгосударственные продовольственные связи.

Приоритетные направления развития продуктовых подкомплексов для решения задачи импортозамещения должны найти свое отражение в программах регионов Сибири.

Список литературы

1. Афанасьев Е.В., Головатюк С.М., Рудой Е.В., Утенкова Т.И. Агропродовольственный рынок Сибири: особенности формирования и перспективы развития // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2010. – № 12. – С. 89–97.
2. Бессонова Е.В. Территориально-отраслевой подход в государственном регулировании АПК региона // Вестник НГАУ, № 3(28) 2013. – С.115–121.
3. Бессонова Е.В. Организационно-экономические основы эффективного развития молочно-подкомплексов Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2012. – № 3. – С. 101–109.
4. Грибовский С.А., Гантимуров Н.И., Бессонова Е.В. Повышение эффективности зернового производства в Сибири // Вестник НГАУ. – 2012. – № 1–2. – С. 151–156.
5. Межрегиональная схема специализации сельскохозяйственного производства в субъектах Российской Федерации Сибири федерального округа. – Новосибирск, 2008. – 165 с.
6. Першукевич П.М. Развитие АПК Сибири с учетом межгосударственных продовольственных связей // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2011. – № 3. – С. 26–30.
7. Попова Л.Р., Бессонова Е.В., Утенкова Т.И. Приоритетные направления развития продуктовых подкомплексов АПК Сибири в условиях ВТО / под науч. ред. П.М. Першукевича // ГНУ СибНИИЭСХ Россельхозакадемии. – Новосибирск, 2014. – 56 с.
8. Стратегия социально-экономического развития агропромышленного комплекса Сибири до 2025 г. / Рос. акад. с.-х. наук Сиб. отд.-ние. – Новосибирск, 2009. – 133 с.
1. Afanasev E.V., Golovatjuk S.M., Rudoj E.V., Utenkova T.I. Agroprodovolstvennyj rynek Sibiri: osobennosti formirovaniya i perspektivy razvitiya // Sibirskij vestnik selskohozjajstvennoj nauki. 2010. no. 12. pp. 89–97.
2. Bessonova E.V. Territorialno-otraslevoj podhod v gosudarstvennom regulirovanii APK regiona // Vestnik NGAU, no. 3(28) 2013. pp. 115–121.
3. Bessonova E.V. Organizacionno-jekonomicheskie osnovy jeffektivnogo razvitiya molочно-gopodkompleksav Sibiri // Sibirskij vestnik selskohozjajstvennoj nauki. 2012. no. 3. pp. 101–109.
4. Gribovskij S.A., Gantimurov N.I., Bessonova E.V. Povyshenie jeffektivnosti zernovogo proizvodstva v Sibiri // Vestnik NGAU. 2012. no. 1–2. pp. 151–156.
5. Mezhregionalnaja shema specializacii selskohozjajstvennogo proizvodstva v sub#ektah Rossijskoj Federacii Sibirskogo federalnogo okruga. Novosibirsk, 2008. 165 p.
6. Pershukevich P.M. Razvitie APK Sibiri s ucheto mezhgosudarstvennyh prodovolstvennyh svjazej // Jekonomika selskohozjajstvennyh i pererabatyvajushih predpriatij. 2011. no. 3. pp. 26–30.
7. Popova L.R., Bessonova E.V., Utenkova T.I. Prioritetnye napravleniya razvitiya produktovyh podkompleksov APK Sibiri v uslovijah VTO / pod nauch. red. P.M. Pershukevicha // GNU SibNIIESSH Rosselhozakademii. Novosibirsk, 2014. 56 p.
8. Strategija socialno-jekonomicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Sibiri do 2025 g. / Ros. akad. s.-h. nauk Sib. otd.-nie. Novosibirsk, 2009. 133 p.

References

Рецензенты:

Гриценко Г.М., д.э.н., профессор, зам. директора, ФГБНУ «Сибирский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства», п. Краснообск;

Борисова О.В., д.э.н., доцент, главный научный сотрудник, ФГБНУ «Сибирский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства», п. Краснообск.

СПЕЦИФИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Брыжко В.Г., Пшеничников А.А.

ФГБОУ ВПО «Пермская государственная сельскохозяйственная академия
имени академика Д.Н. Прянишникова», Пермь, e-mail: zemproekt@yandex.ru

В статье сформулированы ключевые специфические характеристики прогнозирования использования земельных ресурсов в современных экономических условиях. Обоснована необходимость воссоздания единой системы прогнозирования использования земель в стране. Отмечено, что после 2001 г. сбалансированная система прогнозирования использования земельных ресурсов полностью разрушена. Это следует учитывать при разработке мероприятий по улучшению ситуации в сфере прогнозирования. Доказана необходимость согласования процесса прогнозирования использования земель с планами и программами социально-экономического развития территорий и отраслей с учетом внешнеполитической конъюнктуры. В качестве особенности прогнозирования выделена необходимость учета многофункциональности земельных ресурсов и рыночного механизма землепользования. Установлена потребность в выделении государственных, общественных приоритетов при прогнозировании использования земель. Доказана необходимость комплексного обоснования прогнозных разработок по экономическим, экологическим, социальным показателям. Предлагается учитывать сформулированные особенности в целях совершенствования практики прогнозирования использования земельных ресурсов. Установлено, что совершенствование практики прогнозирования должно способствовать рациональному и эффективному использованию земель.

Ключевые слова: земельные ресурсы, прогнозирование использования земель, специфика прогнозирования землепользования

SPECIFICS OF PREDICTION OF LAND RESOURCES USE

Bryzhko V.G., Pshenichnikov A.A.

Perm State Agricultural Academy n.a. D.N. Pryanishnikov, Perm, e-mail: zemproekt@yandex.ru

The article defines the key characteristics of specific prediction of land resources in the current economic conditions. The necessity of rebuilding a unified system of prediction of land use in the country. It was noted that after 2001 the balanced system of forecasting of land resources completely destroyed. This should be considered when developing measures to improve the situation in the field of forecasting. The necessity of harmonizing the prediction of land use plans and programs of socio-economic development of territories and sectors, taking into account the foreign policy situation. As a particular prediction highlighted the need to consider multi-functional land use and land use of the market mechanism. Established the need for the allocation of state, public priorities in predicting land use. The necessity of comprehensive study of forecast developments in economic, environmental, social indicators. It is proposed to take into account the peculiarities set forth in order to improve forecasting practices of land use. It was found that the improvement of forecasting practices should contribute to rational and efficient use of land.

Keywords: land resources, forecasting of land use, land-use forecasting specifics

Земля является необходимым материальным условием любого производственного процесса, жизни и хозяйственной деятельности людей. Без земли невозможна ни жизнь людей, ни их производственная деятельность. Хозяйственное и иное использование земель регулируется нормами земельного права. Согласно этим нормам земельное законодательство регулирует земельные отношения, под которыми понимаются отношения по использованию и охране земель в Российской Федерации как основы жизни и деятельности народов, проживающих на соответствующей территории [5].

В качестве основного принципа современного земельного законодательство декларирует учет значения земли как основы жизни и деятельности человека, согласно которому регулирование отношений по использованию и охране земли осуществляется исходя из представления о земле как о природном

объекте, охраняемом в качестве важнейшей составной части природы, природным ресурсом, используемом в качестве средства производства в сельском и лесном хозяйстве и основы осуществления хозяйственной и иной деятельности на территории Российской Федерации, и одновременно как о недвижимом имуществе, об объекте права собственности и иных прав на землю [5].

В сфере использования и охраны земельных ресурсов важное значение имеют прогнозы, которые должны входить в единую систему прогнозирования и планирования развития и размещения производительных сил страны и ее регионов. Данные прогнозы предназначены для комплексного решения проблем организации использования, повышения уровня почвенного плодородия и охраны земельных ресурсов [3].

Исследования показывают, что специфика прогнозирования использования

земельных ресурсов требует дополнительного изучения применительно к современным экономическим условиям.

Цель исследования – сформулировать особенности прогнозирования использования земельных ресурсов в современных условиях и предложения по их учету.

Материалы и методы исследования

Абстрактно-логический, монографический, логического моделирования.

Результаты исследования и их обсуждение

В целях прогнозирования использования земельных ресурсов в системе отечественного землеустройства предусмотрена разработка программ использования и охраны земель и схем землеустройства различных уровней. В силу различных причин практика разработки названных документов в стране практически прекращена. В то же время сегодня остро назрела необходимость совершенствования государственной земельной политики в целом и землеустроительной практики в частности. По мнению академика РАН С.Н. Волкова, к основным направлениям совершенствования государственной политики в этой сфере следует отнести обеспечение своевременной разработки и реализации федеральных программ использования и охраны земель, Генеральной схемы землеустройства территории Российской Федерации, схем землеустройства территории субъектов Российской Федерации, схем землеустройства муниципальных образований [4]. Реализация этого направления, по нашему мнению, должна способствовать развитию практики прогнозирования использования земельных ресурсов.

Наши исследования свидетельствуют о наличии специфики прогнозирования использования земельных ресурсов в современных условиях.

Прежде всего, следует заметить, что единая, эффективно функционирующая система прогнозирования использования земельных ресурсов в Российской Федерации полностью разрушена в начале нынешнего столетия. Это связано с ликвидацией после 2001 г. сложившейся системы управления земельными ресурсами, землеустроительной службы страны и мощного землеустроительного производства – государственных проектных предприятий системы РосНИИЗемпроект. По мнению академика РАН В.Н. Хлыстуна разрушение системы управления земельными ресурсами обусловлено, в числе других причин, вытеснением таких важных инструментов управления, как прогнозирование и планирование использования и охраны земель, разработка

и реализация проектов землеустройства по установлению и упорядочению оптимальных границ землевладений, устранению недостатков землепользования. Это, по мнению академика, ведет к усилению напряженности земельных отношений и деградации земельных ресурсов страны [6].

Таким образом, в современных условиях в стране не существует единой системы прогнозирования использования земельных ресурсов, что следует учитывать при разработке мероприятий по улучшению ситуации в исследуемой сфере.

Следующей особенностью является необходимость согласования процесса прогнозирования использования земельных ресурсов с планами и программами социально-экономического развития территорий, различных отраслей народнохозяйственного комплекса. Содержание последних, в свою очередь, зависит не только от внутренней политики, но и в значительной степени от внешнеполитической конъюнктуры. Примером могут служить антироссийские санкции ряда западных стран, давшие толчок развитию одних отраслей отечественной экономики и способствовавшие стагнации и угнетению других сфер хозяйственной деятельности. Эту особенность необходимо учитывать в процессе прогнозирования. Земельные прогнозы должны отражать не только стабильно действующие долгосрочные тенденции развития отраслей экономики и территорий, но и тенденции, действие которых связано с резко изменяющимися экономическими условиями в результате внешних угроз. Тогда прогнозирование использования земельных ресурсов будет увязано с экономикой страны, что позволит повысить актуальность и практическую значимость конкретных прогнозных разработок.

Значительную специфику прогнозированию использования земельных ресурсов придает необходимость учета различных функций земли для различного целевого назначения. Известно, что роль земли в различных отраслях экономики различается. Во всех отраслях земля служит материальным условием производства и пространственным операционным базисом. В строительстве, обрабатывающей промышленности, транспортном хозяйстве, электроэнергетике, связи роль земли этим и ограничивается. В горнодобывающей промышленности роль земли расширяется до предмета труда и естественной кладовой минеральных ресурсов; в сельском и лесном хозяйстве – до функции главного средства производства [3]. Это обстоятельство следует учитывать при прогнозировании использования земельных ресурсов.

Кроме того, в процессе прогнозирования необходимо учитывать целевую

установку на развитие рыночного механизма землепользования, многообразия форм собственности на землю и хозяйствования, оборота земель.

В процессе управления сложными экономическими системами государство определяет приоритетные для общества направления, развитию которых необходимо уделить повышенное внимание. Не является здесь исключением и система национального землепользования, которое должно развиваться с соответствующими отраслями отечественной экономики. В процессе прогнозирования использования земельных ресурсов это следует учитывать. В условиях многообразия форм собственности на землю, создания механизма формирования полноценного рыночного оборота земли, массового вовлечения земли в сферу товарно-денежных отношений неизбежно возникает необходимость выделения государственных, общественных приоритетов в области земельных отношений, где сталкиваются интересы Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, муниципальных образований разного уровня, отдельных собственников земли, землевладельцев, землепользователей, арендаторов земельных участков [1]. Данные приоритеты следует учитывать в процессе прогнозирования использования земельных ресурсов.

Следует заметить, что некоторые приоритеты при прогнозировании приобретают характер важнейших принципов. Например, приоритет сельского хозяйства в процессе прогнозирования развития сельскохозяйственного землепользования [2]. Подобные приоритеты должны быть положены в основу любого прогноза в сфере использования и охраны земельных ресурсов.

К особенностям прогнозирования использования земельных ресурсов относится комплексный характер обоснования. Прогнозные разработки, кроме традиционного экономического обоснования, в нашем случае должны быть обоснованы с экологической и социальной позиций. Прогнозы, наряду с экономическими, должны содержать природоохранные мероприятия, способствующие сохранению земельных и других природных ресурсов, окружающей среды в целом: установление и организация водоохраных, защитных, санитарных зон; размещение территорий с особым режимом использования природных ресурсов; размещение и организация зон рекреации, курортных и заповедных территорий и т.д. Кроме того, требуется и социальное обоснование прогнозных разработок. В частности, должны быть предусмотрены территории для занятий спортом и отдыха населения, удовлетворения культурных потребностей, улучшения бытовых условий, решения других социальных проблем. Именно комплексный характер обоснования составляет специфику прогнозиро-

вания использования земельных ресурсов, что позволяет использовать прогнозные разработки в смежных сферах.

Таким образом, к особенностям прогнозирования использования земельных ресурсов в современных условиях относятся: отсутствие единой системы прогнозирования использования земель в стране; необходимость согласования процесса прогнозирования с планами и программами социально-экономического развития территорий и отраслей экономики; учет различных функций земли для различного целевого использования; необходимость выделения государственных, общественных приоритетов в процессе прогнозирования; комплексный характер обоснования прогнозов в сфере использования и охраны земельных ресурсов.

Учет перечисленных особенностей должен способствовать совершенствованию практики прогнозирования использования земель как функции управления земельными ресурсами, организации рационального использования земель во всех отраслях экономики народнохозяйственного комплекса страны, повышению эффективности использования земель в современных экономических условиях.

Список литературы

1. Брыжко В.Г. Механизм экономической защиты земель сельскохозяйственного назначения. — Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2005. — 301 с.
2. Брыжко В.Г., Пшеничников А.А. Назначение и принципы прогнозирования аграрного землепользования в рыночных условиях // Аграрный вестник Урала. — 2010. — № 3 (69). — С. 34–37.
3. Волков С.Н. Землеустройство. Теоретические основы землеустройства. Т.1. — М.: Колос, 2001. — 496 с.
4. Волков С.Н. Совершенствовать государственную земельную политику // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. — 2012. — № 5. — С. 1.
5. Земельный кодекс Российской Федерации от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ.
6. Хлыстун В.Н. О роли землеустройства в реализации земельной политики государства // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. — 2013. — № 9. — С. 10–16.

References

1. Bryzhko V.G. Mechanizm jekonomicheskoy zashhity zemel sel'skohozjajstvennogo naznachenija. Ekaterinburg: Institut jekonomiki UrO RAN, 2005. 301 p.
2. Bryzhko V.G., Pshenichnikov A.A. Naznachenie i principy prognozirovaniya agrarnogo zemlepolzovaniya v rynochnyh uslovijah // Agrarnyj vestnik Urala. 2010. no. 3 (69). pp. 34–37.
3. Volkov S.N. Zemleustrojstvo. Teoreticheskie osnovy zemleustrojstva. T.1. M.: Kolos, 2001. 496 p.
4. Volkov S.N. Sovershenstvovat gosudarstvennuju zemelnuju politiku // Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel. 2012. no. 5. pp. 1.
5. Zemelnyj kodeks Rossijskoj Federacii ot 25 oktjabrja 2001 g. no. 136-FZ.
6. Hlystun V.N. O roli zemleustrojstva v realizacii zemelnoj politiki gosudarstva // Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel. 2013. no. 9. pp. 10–16.

Рецензенты:

Галеев М.М., д.э.н., профессор кафедры товароведения и экспертизы товаров, ФГБОУ ВО «Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова», г. Пермь;

Пыткин А.Н., д.э.н., профессор, директор Пермского филиала, Институт экономики УрО РАН, г. Пермь.

УДК 004.9

СЕМАНТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОММУНИКАЦИИ КАК ОСНОВА ОРГАНИЗАЦИИ КОЛЛЕКТИВНОГО ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Гвоздева Т.В., Рудаков Н.В.

ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет
имени В.И. Ленина», Иваново, e-mail: gvozdevs@inbox.ru

Настоящая статья посвящена исследованию коммуникационных моделей, реализуемых в современных web-ресурсах, обеспечивающих свободную коммуникацию участников в процессе коллективного принятия решений по профессиональным проблемам. Анализ базовой иерархической модели коммуникации выполнен на основе положений, базирующихся на теории систем, теории организации и теории принятия решений. На основе результатов анализа сформулированы основные принципы, которым должна отвечать коммуникационная модель, определяющая такой порядок взаимодействий участников, при котором достигается принятие инновационных решений. В соответствии с принципами и опираясь на фреймологический подход, разработана модель коммуникаций, согласно которой каждый коммуникационный элемент – есть знание, представленное его когнитивной структурой – фреймом и фокусом фрейма. Коммуникационное информационное пространство общения формализовано параметризованным ориентированным графом, что позволило разработать методы и инструменты профессионально-коммуникационного ориентирования участников в процессе общения. Представлена архитектура инструментальной среды, включающая непосредственно коммуникационные среды и авторские сервисы семантического анализа сообщений, формирования и мониторинга фреймов, оценки уровня потенциала участника (онлайн тестирование) и делового ориентирования, реализованные с использованием сервис-ориентированной технологии проектирования.

Ключевые слова: модель коммуникации, инновационная деятельность, фреймы, понятийная структура, терм-множество, управление знаниями

SEMANTIC COMMUNICATION MODEL AS BASIS OF COLLECTIVE DECISION-MAKING ORGANIZATION

Gvozdeva T.V., Rudakov N.V.

State Educational Institution of Higher Professional Education Ivanovo State Power University
named after V.I. Lenin, Ivanovo, e-mail: gvozdevs@inbox.ru

This article is dedicated to research of communication models which are realized in modern web-resources supporting free communication for participants during collective decision-making on professional problems. Analysis of a basic hierarchical communication model is founded upon theses of system theory, organization theory and decision theory. Main principles of communication model which determine the order of interaction for participants in innovative decision-making are rest on the analysis results. According to the principles and frame-based concept the communication model is formulated. Following the model every communicational element is knowledge presented in its cognitive structure – a frame and a frame focus. Communicational information space is formalized as a parametrized oriented graph which let develop methods and tools for professional communication orientation of participants when interacting. Architecture of the tool environment is presented. The architecture includes communication environment itself and authoring services based on service-oriented design technology for message semantic analysis, frame creating and monitoring, evaluation of participants potential level (online test), business orientation.

Keywords: communication model, innovation activity, frames, conceptual structure, term set, knowledge management

Развитие, а следовательно, и функционирование предприятия в социально-экономической системе базируется на адаптационных процессах – выявление текущих проблем, поиск методов и средств (технологий) их устранения и ликвидации проблемы (реализация принятого управленческого решения). Только такая схема функционирования создаёт предприятию конкурентные преимущества в его развитии [6]. Внешние и внутренние воздействия создают условия для непрерывного движения предприятия к экономической целесообразности – удовлетворение собственных потребностей посредством и в условиях потребностей

делового окружения, а также требований регулирующей среды [4]

$$F : (R_z(t), R_p(t), R_s(t)) \rightarrow P(t) | E(t) \rightarrow E_{\max}, \quad (1)$$

где процесс организации рассмотрен как процесс, преобразующий и использующий следующие ресурсы: R_p – сырьевой ресурс, поступающий из внешней среды; R_s – средства труда (организационный ресурс, материально-технический ресурс), преобразующие R_p в P , R_z – информационный ресурс, поступающий по целевому и ресурсному каналу; P – продукт производственной функции F качество которого определяется степенью удовлетворения потребности

социально-экономической среды E . К информационным ресурсам относятся данные, информация и знания, где источником последних выступает организационный ресурс предприятия, вовлечённый в процесс разработки решений по производственным проблемам. В работе [6] показано, что знания, а следовательно, и организационный ресурс формируются в процессе коммуникаций, следовательно, устанавливается закономерность (2)

$$M_o \Leftrightarrow M_k, \quad (2)$$

где M_o – модель организации; M_k – модель коммуникации.

Поиск решений производственных проблем, которые носят преимущественно инновационный характер, является первоочередной задачей развивающегося субъекта экономической деятельности. Инновации есть результат, формируемый в процессе коллективного принятия решений индивидами, каждый из которых обладает личным интеллектуальным потенциалом [8]. Результат, достигаемый вследствие эффекта синергии, во многом зависит от отношений, устанавливающихся в процессе взаимодействия индивидов, то есть основывается на схеме или модели коммуникации. Модель коммуникации определяет порядок взаимодействий участников, при котором достигается принятие инновационных решений, с одной стороны, а с другой – степень свободы в установлении отношений как необходимого условия для инновационной деятельности. Применяемая модель коммуникации определяет формируемую в процессе её реализации модель организации. Справедливо и обратное утверждение, поскольку принятая на предприятии схема организации устанавливает ограничение на возможность применения тех или иных моделей коммуникаций, а следовательно, на возможность взаимодействия индивидов, уменьшая тем самым синергетический эффект.

Реализуемые на практике модели организаций не позволяют достигать эффекта синергии в полной мере, поскольку обладают свойством упорядоченности: организация производства базируется на фиксации статуса сотрудников, устанавливаемых директивой или целевым информационным ресурсом (Д) вышестоящей по иерархии системы (среды)

$$f(D) = M_o; \quad f(M_o) = M_k. \quad (3)$$

Формируемая на основе организационной модели схема коммуникаций, может быть представлена ориентированным графом G :

$$G = \langle S, L \rangle, \quad (4)$$

где S – множество сотрудников предприятия (вершин графа); L – множество отношений

между ними, которые возникают в процессе принятия управленческих решений (дуги) [14].

Исходя из (4), для модели коммуникации получим представление, определяемое проблемой, задающей основу для обсуждения, N участниками (авторами сообщений) и взаимосвязями между ними:

$$M_k^o = \langle W, S/N, L^p \rangle. \quad (5)$$

Взаимосвязи p имеют порядок, определяемый иерархией сообщений, являющихся основой для информационного обмена. В упрощённом виде распространённая модель коммуникаций представляет собой взаимодействие типа «1:1» и может быть выражена следующим образом:

$$M_k^o = \langle W, S_i, S_j, L(S_i, S_j) \rangle. \quad (6)$$

Данное представление характерно для общения сотрудников предприятия по внутрикорпоративной почте, когда переписка полностью скрыта от коллег и p имеет линейный характер, так как на одно сообщение будет дан строго один ответ.

В ситуации коллективного общения по проблеме W при обозначенной формулой (5) схеме коммуникации происходит формирование структуры общения вида «дерево», где исходной вершиной уровня $j+k$ является стартовое сообщение, информирующее о наличии проблемы, а на каждом последующем уровне возникает от 1 до N ответных сообщений. Данная структура отображена на рис. 1, а. При этом каждая вершина древовидного графа станет исходной для формирования аналогичного дерева, то есть будет сформировано теоретически бесконечное множество древовидных графов – «лес» [14]. Следствием этого является увеличение объёма сообщений m в зависимости от уровня дискуссии j

$$m^{j+k} < \dots < m^{j+1} < m^j < m^{j-1} < \dots \quad (7)$$

Постоянно возрастающее количество сообщений в M_k^o имеет два следствия. Во-первых, разнообразие ответов, связанное со специализацией сотрудников (наличием индивидуальной точки зрения), приводит к $H(m) \neq 0$, то есть к иерархически растущей неопределённости

$$H^{j+k} < \dots < H^{j+1} < H^j < H^{j-1} < \dots \quad (8)$$

Во-вторых, работа A_{int} [4], которая затрачивается на преодоление неопределённости и формирование решения проблемы, будет увеличиваться пропорционально увеличению числа сообщений

$$A_{int}^{j+k} < \dots < A_{int}^{j+1} < A_{int}^j < A_{int}^{j-1} < \dots \quad (9)$$

Так как на выполнение данной работы затрачиваются те же ресурсы, что и на решение исходной проблемы, в определённый момент времени t' при достижении уровня $j - k$ выполнение A_{in} становится нерациональным, так как ресурсные затраты превысят имеющиеся у предприятия резервы. Необходимо обеспечить формирование решения до момента t' , что с данной моделью M_k^o невозможно. Существуют два пути преобразования M_k^o : выдвижение лидера, упорядочивающего прирост m , или совершенствование модели коммуникаций.

Появление лидера обсуждения обусловлено теоремой Эрроу, базирующейся на эффекте Кондоре [6, 10]. Согласно теореме, при наличии выбора из трёх и более альтернатив субъект отдаёт предпочтение той альтернативе, которой присущ некоторый позитивный статус или авторитет. В контексте общения с множеством участников это означает, что из $\{m_n\}$ сообщений уровня j с высокой долей вероятности основой для продолжения обсуждения станет лишь одно $m(s_i)$.

При таком подходе к организации коммуникаций снижается количество вершин древовидного графа и количество связей между вершинами. Снижется количество работы A_{in} , связанной с созданием и анализом «пустых» сообщений, не предлагающих идею решения проблемы. Однако неизбежно возникает проблема установленного авторитета, препятствующая формированию инновационного P . При коллективном общении один автор будет рассматриваться как лидер и потенциальный создатель решения в зависимости либо от его места в M_s , либо от содержания предыдущих решений. В первом случае, по причине, например, руководящей роли s_i внутри S , предложения в его сообщениях будут поддерживаться другими участниками не из-за содержания идей, а из-за «места» в организационной структуре, поэтому при его участии решения других s_i , даже если они инновационные, окажутся вне рассмотрения коллективом. Во втором случае при успешном формировании P для проблемы W_A сотрудник рассматривается как эксперт при решении проблемы W_B того же класса, но по причине подобия проблем и эффективности $P(W_A)$ в ходе дискуссии эксперт прежде всего предложит применить P к W_B , то есть порекомендует воспользоваться не инновационным, а типовым решением.

Таким образом, согласно теореме Эрроу, возникновение лидера и последующая реорганизация коммуникаций приводят к уменьшению инновационности решений, то есть к замедлению развития предприятия. Поэтому единственным путём к пре-

одолению высокой неопределённости коллективного общения остаётся изменение структуры M_k . Как было отмечено выше, обязательной составляющей инноваций является опыт и знания (интеллектуальный и коммуникативный потенциал) всех сотрудников, заинтересованных в решении проблемных ситуаций. Поэтому для раскрытия потенциала среда взаимодействия участников, а следовательно, и M_k нового типа должны отвечать следующим принципам:

1) свободное, находящееся в открытом доступе общение, подразумевающее возможность формирования связей типа

$$\forall i, j \in N; \exists L(s_i, s_j) = p; \quad (10)$$

2) отсутствие иерархических проявлений, аналогичных закономерности (7);

3) поддержка семантической иерархии, основанной на смысловой близости содержания $m(s_i)$ и $m(s_j)$, характеризующейся условием

$$m(s_i) \cap m(s_j) = \{n_c\}, \quad (11)$$

где $\{n_c\}$ – терминологическое множество, характеризующее текст;

4) наличие наблюдения за текущим общением и поступление сигналов о повышении уровня энтропии $H(m_{ij})$ согласно условию

$$m(s_i) \cap m(s_j) = \emptyset \rightarrow \Delta H > 0. \quad (12)$$

Построение коммуникационной модели, соответствующей этим принципам, возможно, если каждое сообщение рассматривать в качестве хранилища, содержащего знания, выражаемого его когнитивной структурой или фреймом [3]. Согласно работам И. Гофмана, В.С. Вахштайна, Е. Масленниковой и других ученых фреймологический подход к анализу коммуникаций позволяет рассматривать сообщение как форму систематизации знаний индивидуума, как инструмент представления его знаний, структурированных особым образом [5, 7, 8]. Роль этого сообщения состоит в снятии неопределённости (частично или в полном объеме) в процессе обсуждения проблемы и поиска ее решения

$$\exists K : K = \sum L_{ij} = \{m\};$$

$$W \xrightarrow{K} W = \emptyset : P_w. \quad (13)$$

Отображаемая в (13) проблема согласно системному принципу входит в некоторый класс проблем ($W \in W^k$). При формировании W в среде обсуждения, ей в соответствие ставится статический фрейм, то есть множество ключевых понятий проблемы $\{N_i^{\Phi}\}$. Для класса проблем существует аналогичное множество $\{N^{kj}\}$ с соотношением

$\{N_i^\Phi\} \subset \{N^{kj}\}$. Не все понятия $\{N^{kj}\}$ наследуются фреймом проблемы, так как область знаний, формирующая $\{N_i^\Phi\}$, различна, и за счёт этого формируется некоторое разграничение понятийных множеств проблем внутри класса. Таким образом, задаётся фокус фрейма Φ^Φ или сжатое релевантное представление [13].

Каждое сообщение m является фреймом, поскольку состоит из лексических единиц, связанных грамматическими отношениями, имеющими частотную характеристику употребления [12]

$$\forall m: m = \{n_c, v(n_c)\}. \quad (14)$$

Слова имеют различную роль в грамматических конструкциях, поэтому для структуризации общения необходимо выделить из рассматриваемого сообщения $\{n_c\}$ образ мысли $\{n_c^\Phi\}$, который является фокусом фрейма-сообщения. $\{n_c^\Phi\}$ отображает интеллектуальную составляющую участника обсуждения и при сопоставлении с $\{N^{kj}\}$ позволяет определить значимость сообщения m в контексте W . При этом в зависимости от частотной характеристики понятий $v(n)$ возможно изменение фокуса фрейма посредством добавления новых элементов. Следствием этого будет развитие терминологии, организующей среду обсуждения, адаптирующееся под изменения внешней среды. Появление в момент t часто употребляемых новых понятий в речи специалистов приведёт к закономерности

$$\begin{aligned} \forall n': v(n') > v_{cp}(\{N_i^\Phi\}) \rightarrow (t): (n' \in \{n_c\} \rightarrow \\ \rightarrow n' \in \{n_c^\Phi\}) \rightarrow (t+1): (n' \in \{N_i^\Phi\}). \end{aligned} \quad (15)$$

Из (14) и (15) следует, что в любой момент t любое обсуждение будет представлено множеством фокусов фреймов $\{n_c^\Phi\}$. Объём и частотная характеристика понятий каждого Φ^Φ являются показателями, позволяющими определять достижение принципа (12). Взяв за основу любое сообщение, придерживаясь принципа (11), можно сформировать структуру из семантически близких m , удовлетворяющих задаче, обозначенной выражением (13). Второе преимущество коммуникации, основанной на фреймах, заключается в наличии субъективного фокус-фрейма $\{N_s^\Phi\}$ у каждого участника обсуждения. Сопоставление $\{N_s^\Phi\}$ с $\{N^{kj}\}$ позволяет определить области знаний или классы проблем, в которых деятельность

данного участника будет потенциально полезной и не будет нарушать принцип (12).

По аналогии с (5) для предложенной M_k , основанной на использовании фреймов и выделении фокуса фрейма, можно представить структуру следующего вида

$$M_k^t = \langle \Phi^{\Phi W}, N/S, L^{pn} \rangle, \quad (16)$$

где $\Phi^{\Phi W}$ – фокус фрейма; $N/S = \{N, P_1, P_2, \dots\}$, $L^{pn} = \{L, S_p, S_s, P_{ij}\}$; P – параметры потенциала сотрудника (его интеллектуальный уровень) или семантической связи между информационно ёмкими сообщениями.

Отмеченная структура (16) проиллюстрирована на рис. 1, 6.

Если сравнивать выражения (5) и (16), то можно заметить, что во втором случае общесистемные атрибуты в записи M_k^t рассматриваются на семантическом уровне, когда содержание элемента кортежа устанавливает правила его описания. Вместе с тем параметры P позволяют оценить процесс взаимодействия участников – дать оценку возможности выхода на конечный результат, представленный в выражении (1), а также оценку индивидуальной выгоды, приобретаемой каждым участником обсуждения.

Как показано на рис. 2, среда обсуждения, базирующаяся на фреймовой основе, может быть сконструирована с применением типовых проектных решений, как на локальном (уровень сети предприятия), так и глобальном (уровень профессиональных сообществ в глобальной сети) уровнях. Независимо от уровня локализации процесса обсуждения проблемы, а следовательно, и ее значимости, частную среду коммуникации возможно создавать как интернет-форум, формируемый посредством CMS-систем с настраиваемыми параметрами представления сообщений и шаблоном коммуникации. Для сред локального уровня коммуникации будет характерно наличие N-форумов и N-базовых фреймов (выраженных тематикой форумов интернет портала предприятия или классов проблем предприятия). На глобальном уровне реализации – это создание площадки форумов, реализуемой посредством регистрации свободных интернет-форумов с организацией единого доступа всех участников в формируемые профессиональные сообщества. Такой подход обеспечивает возможность специализации и дифференциации проблемного пространства (профессионально-коммуникационное ориентирование участников), с одной стороны, а с другой – к процессу решения проблем будут привлечены не только заинтересованные участники, но и обладающие требуемыми знаниями.

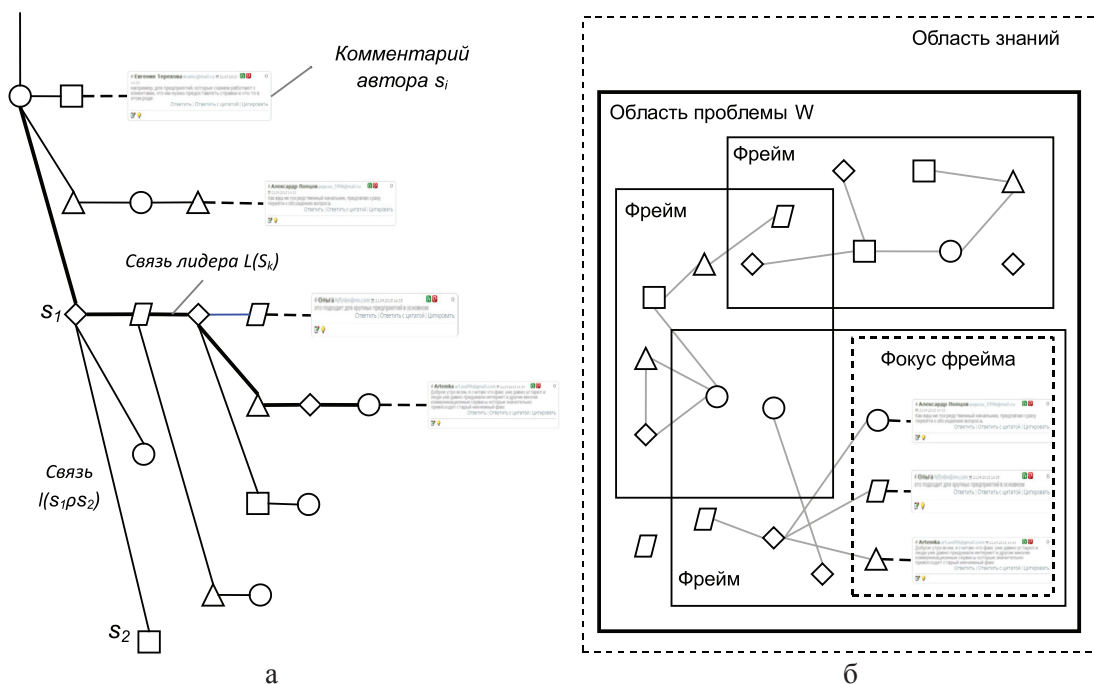


Рис. 1. Концептуальные модели коммуникации:
а – иерархическая; б – фреймовая

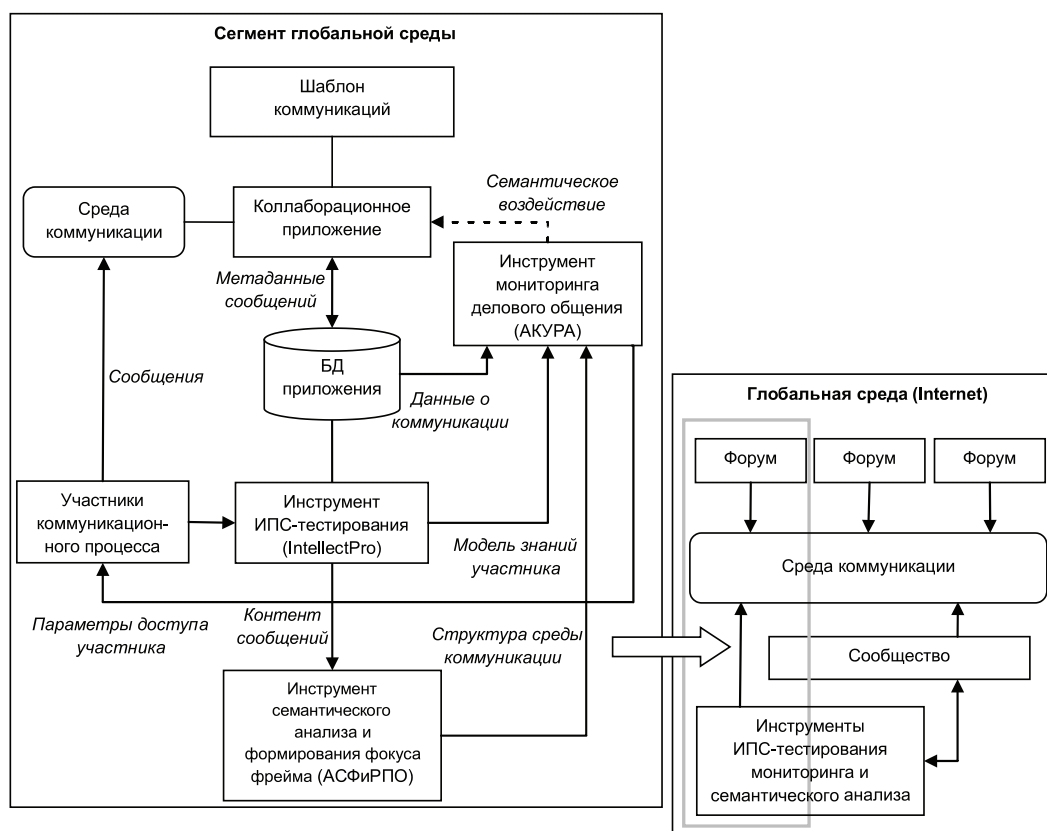


Рис. 2. Модель архитектуры инструментальной среды делового взаимодействия

Реализация выше представленных принципов требует наличия механизма определения уровня интеллектуального потенци-

ала каждого участника и его применения как до вступления участника в процесс обсуждения, так и по его завершению, с одной

стороны, а с другой – непрерывного наблюдения за процессом (семантическая параметризация общения) с целью своевременного профессионально-коммуникационного ориентирования участников в процессе обсуждения. Оценка уровня интеллектуального потенциала индивидуума может быть определена в процессе онлайн-тестирования, базирующегося на методе иерархических понятийных структур [4]. Система онлайн-тестирования Intellect-Pro [1] реализована на базе web-технологий, что позволяет использовать ее в качестве внешнего сервиса для интернет-форума независимо от уровня его реализации. Тестирование позволяет определить область специализации участника $\{N_s^{\Phi}\}$, уровень его интеллектуального потенциала, и открыть для него доступ (дать рекомендацию к полезному участию) к соответствующим разделам форума. В случае реализации фреймовой модели коммуникации на глобальном уровне процесс онлайн-тестирования будет осложнен его масштабами, поскольку каждого участника необходимо оценить по $N \times k$ фокус-фреймам. Доступ к среде профессиональной коммуникации можно организовать на основании предыдущих результатов коммуникаций потенциального участника в профессиональных сообществах, посредством

семантической оценки оставленных им сообщений, то есть сформировать исходный фокус фрейма индивидуума.

Профессионально-коммуникационное ориентирование – это не навязывание общения участнику, а рекомендация к полезной коммуникации с кругом лиц, взаимодействие с которыми семантически, а следовательно, прагматически целесообразно. Ориентирование осуществляется посредством представления участникам содержания и оценки семантического потенциала коммуникации в форме ориентированного графа. Граф отображает связи участника с другими на основе оценок семантической близости их фокус-фреймов. Такое наглядное представление, не выходящее за пределы Φ^{Φ} , позволяет наблюдать не только путь L^n к достижению результата в решении проблемы, но и потенциальные альтернативы (близкие фокусы, а следовательно, сообщества участников), которые не сформированы в полном объеме в рамках обсуждения (обладают меньшим количеством вершин и слабо обозначенными связями), но могут быть развиты в процессе дальнейшей коммуникации (рис. 3). Применение графа позволит сориентировать участника в общении на семантической основе (рис. 1, б), тогда как применяемые в настоящее



Рис. 3. Граф коммуникации

время модели коммуникаций организуют участника в выборе преимущественно на личностной основе и зачастую ограничивают коммуникацию активной для индивидуума ветвью дерева (рис. 1, а). За профессионально-коммуникационное ориентирование, а именно построение параметризованного ориентированного графа коммуникаций и выделение фокус-подграфов (сообществ), отвечает web-система АКУРА [2], включающая модуль извлечения данных о коммуникации и формирования витрин данных (OgDIS), модуль формирования образа коммуникации и ее визуализации (OgDV) и модуль ориентирования (OgDA).

Для параметризации, а следовательно, и семантической идентификации сообщений пользователей необходимо использовать отдельные страницы-шаблоны. Каждое сообщение проходит автоматизированную процедуру семантического анализа, определяющего $v(n_c)$ и формирующего $\{n_c^{\Phi}\}$. Для публикуемого m определяется множество параметров П: актуальность сообщения (t), частота употребления ключевых понятий (v) или параметризованный фокус сообщения, его степень неопределённости (h) и прочие. Непрерывный процесс мониторинга взаимодействий участников посредством измерения его знаний через семантику сообщений позволяет формировать динамический фокус-фрейм участника или модель его знаний в области фокуса проблемы. Это дает возможность регулярного совершенствования графа коммуникаций и, соответственно, своевременного профессионально-коммуникационного ориентирования участника в его общении. Реализация модуля мониторинга АСФиРПО [11] на основе web-технологий также позволяет его использовать в качестве внешнего сервиса, настраиваемого на реализуемую в интернет-форуме модель коммуникации.

Внедрение представленных в работе сервисов, обеспечивающих организацию процесса коллективного принятия решений по проблемам предприятия на основе семантической модели коммуникаций, позволит предприятию сформировать соответствующие реакции — оперативные и инновационные решения проблем, адекватные характеру внешних и внутренних возмущений, что, безусловно, отразится на повышении его конкурентоспособности. Внедрение же предложенного подхода в практику делового глобального взаимодействия позволит повысить упорядоченность профессиональных контактов, что

не только положительно отразится на результативности общения, но и обеспечит эффективное адресное использование существующего потенциала участников, а, следовательно, и их профессиональное развитие.

Список литературы

1. A.s. IntellectPro-3 / E.C. Soldatov, A.A. Belov. — № 2010613395; опублик. 21.05.2010.
2. A.s. Автоматизированный комплекс управления организационным развитием («АКУРА») / A.A. Белов, Т.В. Гвоздева. — № 2011618468; опублик. 27.10.2011.
3. Андрейчиков А.В. Интеллектуальные информационные системы / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова — М.: Финансы и статистика, 2006. — 424 с.
4. Белов А.А. Информационно-синергетическая концепция управления сложными системами: методология, теория, практика / Федеральное агентство по образованию, ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И.Ленина». — Иваново, 2009. — 424 с.
5. Вахштайн В.С. Теория фреймов как инструмент социологического анализа повседневного мира: автореф. дис. ... канд. соц. наук. — М., 2007. — 25 с.
6. Гвоздева Т.В. Информационная технология организационного развития предприятия: монография / Т.В. Гвоздева, А.А. Белов; ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И.Ленина». — Иваново, 2013. — 192 с.
7. Гофман И. Анализ фреймов: эссе об организации повседневного опыта / под ред. Г.С. Батыгина и Л.А. Козловой; вступ. статья Г.С. Батыгина. — М.: Институт социологии РАН, 2003. — 752 с.
8. Карякин. А.М. Интеллектуальный капитал: сущность, составляющие / А.М. Карякин, А.А. Калинин // Интеграл. — 2013. — № 1-2. — С. 140-140.
9. Масленникова Е. Фреймовое представление семантики текста // Лингвистический вестник. — Вып. 2. — Ижевск: УМО «Sanctalingua», 2000. — С. 114-124.
10. Николенко С.И. Теория экономических механизмов: учеб. пособие [электронный ресурс]. — М.: «БИНОМ», 2009. — 207 с. — URL: <http://www.intuit.ru/departament/mathematics/thecins/6/4.html> (дата обращения: 18.11.2011).
11. Путилов С.В., Белов А.А. Система семантического анализа научных коммуникаций // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (XVIII Бенардосовские чтения): тезисы докл. Международной научно-технической конференции (Иваново, 27-29 мая 2015 г.). — Иваново, 2015. — Том № 3.
12. Рудаков Н.В., Белов А.А. Понятные модели знаний в информационных технологиях управления инновационным развитием // Вопросы информационных технологий: международный сборник научных статей. — Липецк, 2014. — С. 79-90.
13. Соколова Е.Е. Фреймовая модель знаний при обучении английскому языку // Психологическая наука и образование. — 2008. — № 2. — С. 96-104. — URL: http://psyjournals.ru/psyedu/2008/n2/Sokolova_full.shtml (дата обращения: 28.10.2015).
14. Харари Ф. Теория графов. — М.: Мир, 1973. — 300 с.

References

1. A.s. IntellectPro-3. E.S. Soldatov, A.A. Belov. no. 2010613395; opubl. 21.05.2010.
2. A.s. Avtomatizirovannyj kompleks upravlenija organizacionnym razvitiem («AKURA») [Automated complex of

organization development management]. A.A. Belov, T.V. Gvozdeva. no. 2011618468; opubl. 27.10.2011.

3. Andrejchikov A.V., Andrejchikova O.N. *Intellektualnye informacionnye sistemy* [Intellectual information systems]. Moscow, Finansy i statistika, 2006. 424 p.

4. Belov A.A. *Informacionno-sinergeticheskaja koncepcija upravlenija slozhnymi sistemami: metodologija, teorija, praktika* [Information synergetic concept of complex system management: methodology, theory, practice]. Federalnoe agentstvo po obrazovaniju, GOUVPO «Ivanovskij gosudarstvennyj jenergeticheskij universitet im. V.I.Lenina». Ivanovo, 2009. 424 p.

5. Vahshtajn V.S. *Teorija frejmov kak instrument sociologicheskogo analiza povsednevnogo mira* [Frame theory as a tool for sociological analysis of everyday life: authors abstract]. Avtoref. dis. kand. soc. nauk. Moscow, 2007. 25 p.

6. Gvozdeva T.V., Belov A.A. *Informacionnaja tehnologija organizacionnogo razvitija predpriatija: monografija* [Information technology of organizational business development: monograph]. FGBOUVPO «Ivanovskij gosudarstvennyj jenergeticheskij universitet im. V.I. Lenina». Ivanovo, 2013. 192 p.

7. Gofman I. *Analiz frejmov: jesse ob organizacii povsednevnogo opyta* [Frame analysis: essay on daily experience organization]. Under the editorship G.S. Batygina i L.A. Kozlovoj; prolusion G.S. Batygina. Moscow, RAS institute of sociology, 2003. 752 p.

8. Karjakin. A.M., Kalinin A.A. *Intellektualnyj kapital: sushhnost, sostavljajushhie* [Intellectual capital: essence, components]. Integral, 2013, no. 1–2. pp. 140–140.

9. Maslennikova E. *Frejmovoe predstavlenie semantiki teksta* [Frame presentation of text semantics]. Lingvisticheskij vestnik. Vyp. 2. Izhevsk: UMO «Sanctalingua», 2000. pp. 114–124.

10. Nikolenko S.I. *Teorija jekonomicheskikh mehanizmov* [Economic mechanisms theory: instructional medium]: ucheb.posobie [digital resource]. Moscow, «BINOM», 2009. 207 p. URL: <http://www.intuit.ru/departament/mathematics/thecins/6/4.html> (accessed 18 November 2011).

11. Putilov S.V., Belov A.A. *Sistema semanticheskogo analiza nauchnykh kommunikacij* [Scientific communications semantic analysis system]. State and development prospect of electro technology and heat technology reports theses of International scientific and technological conference (XVIII Benardos readings)] (Ivanovo, 27-29 maja 2015 g.). Ivanovo, 2015. Tom no. 3.

12. Rudakov N.V., Belov A.A. *Ponjatijnye modeli znaniy v informacionnykh tehnologijah upravlenija innovacionnym razvitiem* [Knowledge concept models in information technology of innovative development management]. Information technology issues: international collection of scientific articles. Lipeck, 2014. pp. 79–90.

13. Sokolova E.E. *Frejmovaja model znaniy pri obuchenii anglijskomu jazyku* [Knowledge frame model in English language learning]. Psihologicheskaja nauka i obrazovanie [Psychological science and education]. 2008. no. 2. pp. 96–104. URL: http://psyjournals.ru/psyedu/2008/n2/Sokolova_full.shtml (accessed 28 October 2015).

14. Harari, F. *Teorija grafov* [Graph theory]. Moscow, Mir, 1973. 300 p.

Рецензенты:

Карякин А.М., д.э.н., профессор, декан факультета экономики и управления, ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», г. Иваново;

Волкова В.Н., д.э.н., к.т.н., профессор кафедры «Системный анализ и управление», ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург.

УДК 334.7

ФАКТОРЫ ВЫБОРА СТРАТЕГИИ СУБЪЕКТОВ МАЛЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ВУЗОВ И НИИ В ГОРОДЕ КЕМЕРОВО (РЕЗУЛЬТАТЫ АНКЕТНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ)

Гоосен Е.В.

Институт угля СО РАН, Кемерово, e-mail: egoosen@yandex.ru

Проблема создания инновационной экономики напрямую зависит от предложения инновационной продукции на рынке. В России субъектами предложения вполне могут стать малые инновационные предприятия. В этом случае законодатель предоставил им такую возможность, урегулировав правила игры. В статье приведены результаты социологического исследования, проведенного среди руководителей малых инновационных предприятий, действующих в г. Кемерово, на основе анкетного исследования. Исследование показало, что стратегии различаются в зависимости от имеющихся ресурсов и связей со стороны бизнес-сообщества. Интервьюируемые подтвердили необходимость создания и оказания поддержки малым инновационным предприятиям.

Ключевые слова: социологическое исследование, малое инновационное предприятие, стратегии, Кемерово

FACTORS SELECTION STRATEGY ACTORS SMALL INNOVATIVE ENTERPRISES UNIVERSITIES AND RESEARCH INSTITUTES IN KEMEROVO (THE RESULT OF QUESTIONNAIRE SURVEY)

Goosen E.V.

Institute of coal of the Siberian branch of the RAS, Kemerovo, e-mail: egoosen@yandex.ru

The problem of creating an innovation economy depends on the offer of innovative products on the market. The subjects of the Russian proposal may well be small innovative enterprises. In this case, the legislator has given them the opportunity to settle the game. The article presents the results of the survey conducted among managers of small innovative enterprises operating in the city of Kemerovo, on the basis of a questionnaire study. Research has shown that strategies differ depending on the available resources and relationships of the business community. Interviewees have confirmed the need to create and support small innovative enterprises.

Keywords: sociological research, the small innovative enterprise, strategy, Kemerovo

Социологические исследования малого инновационного предпринимательства при вузах в России являются относительно новым направлением в общественно-экономической литературе. В целом социологические исследования малого инновационного предпринимательства при вузах в России, во-первых, сравнительно немногочисленны и не покрывают всей проблематики теории инновационного предпринимательства; во-вторых, практически отсутствуют крупные проекты, которые могли бы послужить точкой кристаллизации исследовательского сообщества; в-третьих, в силу отмеченного выше не сформировались институциональные каналы профессиональной коммуникации (регулярно проводимые конференции, научные журналы по проблемам предпринимательства и т.п.) [2].

Целью данной статьи является выявление выбора стратегии субъектов малых инновационных предприятий г. Кемерово с помощью социологического исследования.

В 2014 г. было проведено исследование МИПов в городе Кемерово. Выбранный метод исследования – полуформализованное интервью. По В.А. Ядову, интервью – проводимая по определенному плану беседа,

предполагающая прямой контакт интервьюера с респондентом (опрашиваемым), причем запись ответов последнего производится либо интервьюером (его ассистентом), либо механически (на пленку) [4]. Полуформализованное интервью – интервью, при котором используются заранее определенные темы и рекомендации вопросов, но вместе с тем интервьюеру предоставляется свобода в постановке, порядке, выражении вопросов [1].

Интервью могут различаться в зависимости от цели, места проведения опроса, опрашиваемых лиц, степени стандартизации, формализации, структурированности, а также «мягкости» и «жесткости». Стандартизация, формализация и структурированность как основания классификации интервью весьма близки и нередко употребляются как синонимы. Однако между ними имеются существенные различия. Стандартизация – это установление и унификация параметров интервью в рамках конкретного исследования. Только при условии стандартизации можно говорить о сопоставимости результатов опроса. В отличие от стандартизации формализация – скорее придание инструменту того или иного облика вне

зависимости от конкретного содержания. В формализованном интервью вопросы и возможные ответы заданы и фиксируются строго единообразно; в неформализованном интервью формулировки вопросов и ответов заранее не предусматриваются.

Объектами информации в интервью могут быть самые различные стороны жизни людей, их субъективные состояния, наблюдения за происходящими вокруг событиями. Полнота и глубина информации существенно зависят от общей культуры и кругозора респондентов [4]. Интервью присуща гибкость, интервьюер может задать дополнительные вопросы, услышав что-то интересное при беседе с респондентом, и тем самым расширить горизонт исследования.

В рамках исследования были исследованы учредители таких МИП, как «Инновационно-консалтинговый центр «Импульс»», «Общество с ограниченной ответственностью «Лиомед»», «Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие «ЛАиРК»», «Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие «Диполь»», «Общество с ограниченной ответственностью «Экоген», «Общество с ограниченной ответственностью «Инсайд Энерджи».

Развитие МИП было бы невозможным без их научных учредителей. В любой предпринимательской деятельности главным фактором старта является идея. И именно «генераторы» инновационных идей, благодаря которым образовались современные МИП в Кузбассе, и стали объектом нашего исследования, нашими интервьюируемыми. Большинство из интервьюируемых имеет семью, средний возраст 39 лет, все из них имеют научную степень доцента и стаж работы в научно-образовательной сфере более 10 лет. 4 респондента отметили, что имеют среди знакомых предпринимателей, двое отметили, что имеют родственников предпринимателей. Исследуемые респонденты являются успешными устоявшимися семейными людьми, а исследования А.Ю. Чепуренко указывают, что успешность предпринимательской деятельности в том числе зависит от таких индивидуальных характеристик, как социальный статус, статус на рынке труда, уровень образования, стаж работы и наличия социальных связей с предпринимателями [3]. Можно предположить, что высокий социальный статус и трудовой статус в совокупности с уровнем образования исследуемых респондентов способствовал их роли в качестве создателя генерирующей инновации для создания МИП.

Всеми интервьюируемыми было отмечено, что так или иначе одной из целей

создания МИП была диверсификация собственных доходов, которые на современном этапе для интервьюируемых состоят из доходов от работы в вузе и доходов от участия в МИП. Четверо из интервьюируемых отметили, что имели мотивацию помощи людям при создании МИП, так как их исследования помогли в развитии медицины и здоровья (интервьюируемый № 2), удешевления производства многих технологически сложных видов пластика и тем самым удешевления готовой высокотехнологичной продукции (интервьюируемый № 4), разработке нового способа замера электромагнитного излучения для предприятий, специализирующихся на разработке мер охраны труда, и замера ионизирующего излучения (интервьюируемые № 3 и 6). Интервьюируемые отметили, что статус предпринимателя в современном российском обществе высок, однако, культурный образ предпринимателя в коллективных представлениях большинства населения Кузбасса не соотносится с инновационной деятельностью, а скорее с деятельностью торговой и малой производственной деятельностью (интервьюируемый № 1). При этом всеми интервьюируемыми было отмечено, что образ предпринимателя содержит риск, высокую ответственность за свои поступки, умение принимать сложные решения.

По данным исследований Global Competitiveness Report [5] успех предпринимательства зависит в том числе от среды, в которой происходит старт нового предприятия. С данной точки зрения Кузбасс обладает, по мнению интервьюируемых, такими особенностями, как низкие доходы населения (интервьюируемые № 3 и 4), в результате чего, с одной стороны, сужается внутрирегиональный рынок сбыта продукции и услуг МИП, с другой стороны, интервьюируемыми отмечено низкое насыщение рынка в Кузбассе поставщиками редких услуг или продукции, что приводит к ситуации, когда при старте МИП можно создать в регионе совершенно новую отрасль и при этом на первоначальном этапе не иметь конкуренции, которую могут иметь МИП, к примеру, находящиеся в Санкт-Петербурге (интервьюируемые № 1 и 5). Так же интервьюируемыми было отмечено, что в Кузбассе существуют определенные меры поддержки субъектов МИП на уровне самих вузов, но пока еще недостаточные на уровне региональной и федеральной власти (интервьюируемый № 6).

Экономические ресурсы, использованные для старта МИП интервьюируемыми, различны. Один из них указал (интервьюируемый № 2), что использовал в качестве основных экономических ресурсов поддержку

вуза, двое (интервьюируемые № 1 и 6) указали на свои собственные ресурсы, помощь семьи и кредитные ресурсы, трое учредителей МИП сослались на поддержку инвесторов «со стороны». Таким образом, видна различная природа финансирования старта рассмотренных МИП. Все интервьюируемые пояснили, что, как и в личной жизни, так и для старта МИП их экономические ресурсы диверсифицированы по природе их появления, т.е. интервьюируемые ведут и вели до открытия МИП активную трудовую деятельность, включающую не только одно штатное место в вузе, но и различные дополнительные виды заработка, а указанные выше экономические ресурсы для создания МИП были основными, но не единственными в каждом из случаев.

Существуют различные стратегии участия учредителей в МИП. Рассмотрим стратегии и причины их выбора исследуемыми интервьюируемыми. Двое интервьюируемых пояснили, что занимаются преимущественно научно-исследовательской работой, управлением занимается специальный менеджер.

Причинами данной стратегии стала большая трудоемкость работ в МИП, для которых требуется высокий уровень образования и плотная работа специалистов (интервьюируемый № 3). Кроме того, имеется сильная ограниченность бюджета времени, и по-другому работу внутри МИП не построить (интервьюируемый № 6).

Один из интервьюируемых отметил, что совмещает научную и управленческую деятельность. Свой выбор он объяснил тем, что после распада СССР при приватизации в управлении высокоинновационными предприятиями оказывались случайные, не понимающие в самом предприятии ничего люди, по этой причине многие из предприятий были уничтожены. Интервьюируемый отметил, что управленцу необходимо полностью понимать внутренние процессы МИП, а это не всегда возможно без специального образования вследствие высокой наукоемкости МИП, при этом вследствие трудоемкости процессов существует нехватка «рабочих рук» внутри МИП. По этому интервьюируемый (интервьюируемый № 5) выбрал именно данную стратегию участия в жизни МИП, несмотря на чрезмерную физическую и умственную нагрузку, сопутствующую данной стратегии.

Трое из респондентов отметили, что лично руководят учрежденными ими МИП (интервьюируемые № 1, 2 и 4), причины данной стратегии они описали схожие, а именно понимание важности МИП возможно только при достаточном уровне об-

разования, которое не позволит принимать решения, основываясь только на сиюминутной прибыли. Между тем большинство современных менеджеров, по мнению интервьюируемых, имеют направленность экономического восприятия эффективности любого предприятия с точки зрения сиюминутной прибыли, неспособны эффективно мыслить в стратегической перспективе. МИП часто используют в своей работе дорогостоящее оборудование, которое не всегда возможно окупить за год или за два года. Не каждый менеджер со стороны может осознать это, по мнению учредителей МИП. Кроме этого, одной из причин является необходимость эффективного контроля – менеджер со стороны не всегда сможет правильно оценить трудоемкость работы и может недооценивать или переоценивать вознаграждения, отрезки времени, количество необходимых ресурсов для той или иной работы в рамках МИП, что не является большой проблемой, если МИП небольшого размера, однако может сдерживать его развитие в будущем. Еще одной причиной выбора данной стратегии является моральная удовлетворенность учредителей своим статусом в МИП, а также влияние общественных устоев. Также интервьюируемыми была отмечена повышенная самостоятельность, ответственность, которая создает предпосылки дополнительному саморазвитию.

Интервьюируемые указали, что для успешного открытия новых МИП будущим учредителям стоит усиленно заниматься новыми, ранее неизведанными или недоступными ранее по технологическим причинам видами научной деятельности, потому что главная идея, а средство ее достижения вторично (интервьюируемый № 5). Интервьюируемыми были отмечены такие важные для предпринимательства качества, как склонность к риску, чувство ответственности, ум, многофункциональность мышления, умение делать несколько дел одновременно, сила воли, умение отстаивать свои права.

Мнения интервьюируемых по поводу будущего МИП в основном схожи – рассмотрев их, можно сделать вывод: МИП в современной российской экономике являются крайне актуальными экономическими единицами. Вследствие того, что Россия находится не в самой благоприятной широте для широкого производства товаров и услуг, необходимых ежедневно, и не может обеспечить в основном их эффективный выпуск рентабельнее, чем в странах Азиатско-Тихоокеанского региона по причинам повышенных расходов на отопление цехов и отсутствия, к примеру, огромного количества

редкоземельных металлов в легко добываемом виде (в отличие, например, от Китая на территории которого 95% всех редкоземельных металлов на земле, использующихся, например, в электронике). По этой причине у России два выхода из сложившейся ситуации – первый это развитие сырьевого сектора, который обеспечил благосостояние народа, Второй – это развитие малого бизнеса, в котором в большинстве случаев и возникают инновации. К такому бизнесу и относится МИП. И первый и второй пути были заложены еще в экономике СССР – фундамент мощного энергетического комплекса был заложен при правлении Л.И. Брежнева, а мощный научный потенциал страны, на который могут опираться создатели МИП – еще в последние годы жизни И.В. Сталина. МИП в силу своей уникальности могут быть высококонтрабельными в условиях России и тем самым делать ее экономику конкурентоспособной и сильной, что в будущем обеспечит ее процветание. От развития малого, среднего предпринимательства и МИП целиком и полностью зависит будущее страны в экономическом и научном плане.

Таким образом, можно подвести итоги: стратегии интервьюируемых учредителей МИП различны, однако все они имеют под собой веские причины. Однако есть общее – все учредители заинтересованы в долговременном развитии МИП, а не сиюминутной прибыли, присущей капитализму в РФ на современном этапе, по их мнению. Стоит отметить, что для интервьюируемых характерно сочетание различных видов трудовой деятельности, высокий социальный статус и стабильное социально-экономическое положение в обществе, что явилось факторами успешности поиска стартового капитала. Характерны многофункциональность и хорошие организаторские способности. Интервьюируемые верят, что МИП в будущем будут одной из основ российской экономики, так как будут представлять собой высококонтрабельные эффективные предприятия, имеющие пользу для народного хозяйства и экономики. Выбранный в работе метод исследования интервьюируемых позволил получить расширенные ответы и был эффективен: его использование дало возможность получить расширенные данные из первоисточника, не ограниченными формализованными формами, в свою очередь, полученные данные позволяют сформулировать формализованные вопросы и провести в дальнейшем

исследование, охватывающее большее число респондентов, к примеру, методом анкетного опроса, при этом не потеряв в валидности исследования, так как векторы формализации тем вопросов были заданы результатами настоящего исследования.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках научно-исследовательского проекта № 14-12-42009 «Методология и методика оценки сценариев создания и перспектив развития малых инновационных предприятий Кемеровской области».

Список литературы

1. Веселкова Н.В. Полуформализованное интервью [Электронный ресурс]. – URL: http://www.sociologos.ru/upload/File/000_Veselkova.pdf (дата обращения 9.06.2014).
2. Гоосен Е.В. Малые инновационные предприятия вузов: перспективы участия в социально-экономическом развитии региона // Проблемы современной экономики. – 2014. – № 22–1. – С. 50–54
3. Чепуренко А.Ю. Социология предпринимательства. – М.: Изд-во: ГУ ВШЭ, 2007. – С. 144–251.
4. Ядов В.А. Социологическое исследование: методология, программа, методы. [Электронный ресурс]. – URL: <http://socioline.ru/pages/yadov-va-sotsiologicheskoe-issledovanie-metodologiya-programmametody> (дата обращения 9.06.2014).
5. Global Competitiveness Report [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.weforum.org/reports/global-competitiveness-report-2013-2014> (дата обращения 9.06.2014).

References

1. Veselkova N.V. Poluformalizovannoe intervju [Elektronnyj resurs]. URL: http://www.sociologos.ru/upload/File/000_Veselkova.pdf (data obrashheniya 9.06.2014).
2. Goosen E.V. Malye innovacionnye predpriyatija vuzov: perspektivy uchastija v socialno-jekonomicheskom razvitii regiona // Problemy sovremennoj jekonomiki. 2014. no. 22–1. pp. 50–54
3. Chepurens A.Ju. Sociologija predprinimatelstva. M.: Izd-vo: GU VShJe, 2007. pp. 144–251.
4. Jadov V.A. Sociologicheskoe issledovanie: metodologija, programma, metody. [Elektronnyj resurs]. URL: <http://socioline.ru/pages/yadov-va-sotsiologicheskoe-issledovanie-metodologiya-programmametody> (data obrashheniya 9.06.2014).
5. Global Competitiveness Report [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.weforum.org/reports/global-competitiveness-report-2013-2014> (data obrashheniya 9.06.2014).

Рецензенты:

Никитенко С.М., д.э.н., ведущий научный сотрудник, Институт угля СО РАН, г. Кемерово;

Кудряшова И.А., д.э.н., профессор кафедры мировой экономики, зам. директора по научной и инновационной работе, Кемеровский институт (филиал), ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», г. Кемерово.

УДК 339.137

КОНКУРЕНЦИЯ КАК ПУТЬ К СНИЖЕНИЮ ИЗДЕРЖЕК ИЛИ СТАНДАРТ ЗАКУПОК SMART PRO 10.0

¹Грачев Д.А., ¹Назаров А.Е., ¹Сарин О.Г., ²Даминов Р.Ф., ³Часовников С.Н.

¹ООО Аукционный центр «Гермес», Новокузнецк, e-mail: achermeres@mail.ru;

²ООО «ТендерПро», Новокузнецк, e-mail: achermereses@mail.ru;

³Новокузнецкий институт (филиал), ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», Новокузнецк, e-mail: chsergey@yandex.ru

В статье рассматривается проблема развития конкурентной среды, в которой действуют субъекты экономики. Предлагается повысить конкурентоспособность предприятий посредством снижения закупочных цен на ресурсы за счет стандартизации процесса закупок, что позволит воспользоваться всеми преимуществами конкурентной среды. Для достижения поставленной цели был разработан алгоритм («SMART PROcurement» или «Умные закупки»), который нашел свое воплощение в стандарте закупок – SMART PRO 10.0. Ключевыми преимуществами предлагаемого стандарта являются: оптимальные цены, взаимовыгодные условия оплаты, оптимальные технические решения, равные возможности для всех поставщиков, исключение лоббирования поставщиков, защита от недобросовестных поставщиков, своевременность поставок, высвобождение внутренних средств для инвестиций в предприятие, повышение привлекательности предприятия для внешних инвесторов, постоянное совершенствование процесса закупок.

Ключевые слова: конкурентная среда, закупки, стандартизация закупок, снижение издержек, конкурентоспособность предприятий

COMPETITION, AS A WAY TO REDUCE COSTS OR PROCUREMENT STANDARD SMART PRO 10.0

¹Grachev D.A., ¹Nazarov A.E., ¹Sarin O.G., ²Daminov R.F., ³Chasovnikov S.N.

¹LTD Auction Centre «Hermes», Novokuznetsk, e-mail: achermeres@mail.ru;

²LTD «TenderPro», Novokuznetsk, e-mail: achermereses@mail.ru;

³Novokuznetsk branch-institute of Federal State Budget Educational Institution of Higher Education Kemerovo State University, Novokuznetsk, e-mail: verdkemsu@gmail.com

The problem of development of the competitive environment in which economic actors operate. It is proposed to increase the competitiveness of companies by reducing the purchase prices for resources due to the standardization of the procurement process that will take full advantage of the competitive environment. To achieve this goal developed an algorithm («SMART PROcurement» or «smart procurement»), which is embodied in the standard procurement – SMART PRO 10.0. The key advantages of the proposed standard are: best prices, mutually beneficial terms of payment, the optimal technical solutions, equal opportunities for all suppliers, with the exception of lobbying suppliers protection against unscrupulous providers, on-time delivery, release domestic resources for investment in the company, increasing the attractiveness of the company to outside investors, continuous improvement of the procurement process.

Keywords: the competitive environment, procurement, standardization of procurement, reducing costs, the competitiveness of enterprises

Российская экономика находится в процессе трансформации уже более двадцати лет, а такой ключевой институт, как конкурентная среда, до сих пор действует с большим количеством препятствий. Отсутствие развитого рынка является причиной множества проблем, таких как завышение цен, снижение конкурентоспособности как отдельных предприятий, так и государства в целом.

В предлагаемой статье будет рассмотрен вопрос повышения конкурентоспособности предприятий посредством снижения закупочных цен на ресурсы. Идея достаточно проста – предлагается стандартизировать процесс закупок, что позволит воспользоваться всеми преимуществами конкурентной среды.

Практически на каждом крупном предприятии существует жесткий регламент

закупок, собственная или независимая электронная торговая площадка, тщательно прописан процесс «Оценка и выбор поставщиков» в Системе менеджмента качества ISO 9001. Снабженцы и прочие специалисты по закупкам постоянно проходят обучение. Некоторых из них регулярно ловят сотрудники экономической безопасности. Предприятия развиваются на подъеме экономики и задыхаются в кризис. Но почти никто не уделяет должного внимания эффективности закупок. Никто не видит в них резерв для снижения себестоимости. Все считают, что их система закупок оптимальна. Но почему эффективность работы снабжения у всех разная? И как ее вообще можно измерить или повысить? Эти и многие другие вопросы остаются риторическими.

Казалось бы, замечательная идея электронных закупок должна эффективно работать и помогать предприятиям в решении задач по снижению затрат. Однако ее реальное внедрение сталкивается с тремя проблемами. Первая – это боязнь новизны, поскольку на сегодняшний день снабженец, как человек, видит свою функцию в определении цены закупаемого товара и боится эту функцию потерять. Вторая проблема – честная конкуренция на электронной площадке хоронит недостаток нечистоплотных на руку работников. Третья – непрофессионализм, отсутствие каких-либо стандартов или ориентиров по работе с электронными площадками. Причем, как показывает практика, материальные потери от непрофессионализма в два-три раза превышают потери от нечистоплотности.

Для преодоления указанных выше проблем был разработан алгоритм («SMART PROcurement» или «Умные закупки»), который нашел свое воплощение в предлагаемом нами стандарте закупок – SMART PRO 10.0, гарантирующем следующие преимущества (результаты): оптимальные цены; взаимовыгодные условия оплат; оптимальные технические решения; равные возможности для всех Поставщиков; исключение лоббирования Поставщиков; защита от недобросовестных Поставщиков; своевременность поставок; высвобождение внутренних средств для инвестиций в предприятие; повышение привлекательности предприятия для внешних инвесторов; постоянное совершенствование процесса закупок.

При этом необходимо учесть, что все эти преимущества возможно получить только при наличии минимальных признаков конкурентной среды.

Рассмотрим все элементы предлагаемого стандарта подробно:

1. SMART PRO 01 Торги в три этапа

Для получения оптимального по соотношению цена-качество товара или услуги для Покупателя и возможности Поставщиков в честной, конкурентной борьбе предложить свой товар или услугу по выгодной цене необходимо проводить торги в три этапа (Торги):

Открытый электронный конкурс (Конкурс);

Публичная процедура допуска к аукциону (ППД);

Закрытый электронный аукцион (Аукцион).

В Конкурс должны получить доступ все желающие. В Аукцион допускаются только те, чей товар или услуга полностью устраивают Покупателя с технической точки зрения [1].

Каждый сходный товар или услуга имеет свой технический уровень (низкий,

средний или высокий). Цель Первого элемента – ранжировать все предложения Поставщиков по техническому уровню, выбрать достаточный для Покупателя, и допустить до Аукциона только тех, чьи технические решения оптимальны. Тем самым обеспечивается конкуренция среди равных и дается возможность Поставщикам продукции высокого уровня проявить себя в неравной ценовой борьбе, что нередко и случается.

2. SMART PRO 02 Техническое задание

Для исключения лоббирования интересов одного из Поставщиков техническое задание (ТЗ) к Конкурсу должно содержать общие параметры, дающие точное представление Участникам о предмете Конкурса. В процессе проведения и рассмотрения результатов Конкурса, а также по итогам ППД ТЗ может совершенствоваться, как по желанию Покупателя, так и по предложениям Участников. Покупатель обязан незамедлительно информировать Участников конкурса обо всех изменениях в ТЗ. Если изменения в ТЗ существенны, то Покупатель обязан заблаговременно представить всем Участникам окончательный вариант ТЗ и согласовать дату проведения Аукциона.

Тщательно проработанное ТЗ – залог быстрых и эффективных Торгов. Реальное же качество ТЗ, предоставляемых техническими специалистами, часто оставляет желать лучшего. Остается только одно – доводить его до совершенства в процессе Торгов, на основании критических замечаний и предложений Участников. Они бывают настолько профессиональны, значимы и ценны, что ТЗ может измениться кардинальным образом. Иногда закупка и вовсе отменяется ввиду потери интереса к ней, если интерес заключался не в производственной необходимости, а лишь в желании приобретения у «любимого» Поставщика ненужного оборудования или услуги.

3. SMART PRO 03 Максимальная конкуренция в конкурсе

Для достижения максимального уровня конкуренции координаторам Торгов необходимо активно привлекать к Конкурсам неограниченное количество Участников, без предварительного отбора, залога, электронной цифровой подписи, учредительных документов и любых других барьеров, ограничивающих возможность участия. В целях исключения дискриминации Поставщиков, являющихся неплательщиками НДС, из-за возможных арифметических недоразумений при сопоставлении их цен с ценами плательщиков НДС, все конкурсные процедуры и сопоставление цен необходимо производить без НДС.

Далеко не все Поставщики любят честные Торги. Но их можно понять. Конкурсные процедуры слишком дискредитированы Госзакупками. Недостаточно просто открыть Конкурс. Надо хорошо потрудиться, чтобы было много Участников. Поэтому привлекать надо уговорами, обещаниями и другими методами. Лучше уделить этому больше времени, чем тратить его на проверку вороха учредительных документов, если можно проверить только Победителя Аукциона. Зачем делать предварительный отбор? Ведь чем больше Участников, тем больше конкуренция. Чем больше конкуренция, тем ниже цены. Это закон! А вот если Поставщик – плательщик НДС, но его не оплатил, то к Вам будут большие материальные претензии от ФНС. Чтобы не путаться «с НДС – без НДС», нужно проводить все конкурсные процедуры без НДС.

4. SMART PRO 04 Конкурентные условия оплаты

В целях стимулирования Победителей Торгов к исполнению своих обязательств рекомендуется ставить условия оплаты в Торгах с некоторой, но конкретной отсрочкой оплаты 100% стоимости после поставки товара или услуги надлежащего качества. Как правило, отсрочка оплаты должна быть не более 30 календарных дней, так как больший срок негативно сказывается на количестве Участников и завышает цены Участников на товары или услуги непропорционально банковскому проценту [2].

Все Покупатели ценят отсрочку платежа. Действительно, риск потери предоплаты исключается полностью. Можно спокойно проверить товар и даже успеть им воспользоваться. Также все Покупатели знают размер процента, под который банк дает им кредит. Но мало кто из Покупателей догадывается, под какой процент берет деньги Поставщик и у кого. Сколько он закладывает в цену на условиях отсрочки 30, 60 или 90 календарных дней? А практика показывает, что сегодня разница между ценой на сходный товар с отсрочкой 30 и 90 дней может достигать до 50%, потому что кроме процентов за пользование кредитом в цену закладывается и риск неоплаты. Фактически Покупатель оплачивает не только товар или услугу Поставщику, а и безбедную жизнь тому, кто дал деньги. И это не всегда банк. Поставщиков, готовых вести такой рискованный бизнес, очень мало. Конкуренция сильно сужается. Страдают от этого и Покупатель, и Поставщики. Отсрочка оплаты должна быть в условиях конкурса только для исключения рисков Покупателя, но она должна быть минимальной. В идеале, срок должен быть достаточным для

проведения входного контроля и осуществления оплаты, не более. Выгоднее взять кредит под понятный процент и купить по минимальной конкурентной цене, чем оплачивать непонятный процент, вложенный в цену Поставщиком от безысходности.

5. SMART PRO 05 Оптимальное техническое решение

Для получения оптимальных технических решений Покупатель обязан дать возможность каждому из Участников Конкурса публично презентовать техническую часть своего предложения и публично высказать свое мнение о предложениях конкурентов, а также претензии по проведению Конкурса, при их наличии. Процедуру допуска к Аукциону необходимо проводить в присутствии всех желающих Участников одновременно, в том числе с применением видеоконференции [4]. Перечень участников, допущенных к Аукциону, оглашается публично, до окончания ППД. Если техническая часть всех предложений Участников Конкурса соответствует требованиям Покупателя, то Покупатель не обязан проводить ППД, но обязан пригласить к Аукциону всех Участников Конкурса, независимо от цен, условий оплаты, сроков поставки и прочего.

6. SMART PRO 06 Максимальная конкуренция в аукционе

Для достижения максимального уровня конкуренции в Аукционе координатор Торгов обязан устанавливать стартовые цены Аукциона, равные минимальным ценам Участника, чье предложение соответствует условиям Конкурса не только по технической части, но и по условиям оплаты. Если ни одно из предложений Участников Конкурса не соответствует установленным условиям оплаты, то отсрочку, устанавливаемую в Аукционе, необходимо уменьшить.

Как было сказано выше, отсрочка оплаты за поставленную продукцию или услугу сильно влияет на цену. При установлении стартовой цены Аукциона важно учесть, что Участники Конкурса могли проставить свои цены на различных условиях оплаты, несмотря на обусловленные. Соответственно, если взять минимальную цену, а она была подана на условиях предоплаты или с меньшим сроком отсрочки, чем требовалось, то скорее всего этот Поставщик просто подтвердит свою цену, и Аукцион не состоится. Правильно было бы в данном случае поставить стартовую цену, являющуюся минимальной из соответствующих по условиям оплаты, а до всех Участников донести эти условия повторно, и уже несколько Участников начнут делать шаги на понижение цены. Если сложилась другая ситуация,

когда никто из Участников Конкурса не подтвердил требуемую отсрочку, надо провести Аукцион по минимальной цене с наиболее подходящим вариантом оплаты.

7. SMART PRO 07 Честность в отношении победителя

Для достижения лояльности Поставщиков и, соответственно, длительных партнерских отношений Покупатель обязан публично объявлять Победителем Аукциона Участника, сделавшего последний шаг в Аукционе, при соблюдении им всех прочих условий Торгов. Если Победитель отказался от заключения договора на условиях Аукциона, Покупатель обязан рассмотреть Участника, сделавшего предыдущий шаг в Аукционе [5].

Если у Поставщика нет уверенности, что его объявят Победителем, когда он сделает последний шаг в Аукционе, то «греш цена» такому Аукциону. Иногда после завершения всех процедур находится самый хитрый Поставщик, который дает мизерную скидку (которая не стоит партнерских отношений), а вот если разница в цене существенна, то необходимо досконально разобраться. В таком случае необходимо объявить всем Участникам, что Аукцион будет проведен повторно, с указанием истинной причины.

8. SMART PRO 08 Защита от недобросовестных поставщиков

В целях исключения заключения сделок с недобросовестными Поставщиками и наличия возможности выбора Победителя из других Участников Покупатель обязан проверить Победителя на благонадежность в кратчайшие сроки после Аукциона. Если результат проверки отрицательный, то Победителем Торгов определяется Участник, сделавший предыдущий шаг в Аукционе и т.д. Ситуация, когда Победителем оказывается недобросовестный Поставщик, случается. Вреда от этого не будет, если служба безопасности выявит это оперативно или заблаговременно, во время ППД к Аукциону, когда круг потенциальных Победителей уже существенно сужен.

9. SMART PRO 09 Фиксация итогов торгов

В целях обеспечения своевременной поставки Товаров или Услуг Покупатель обязан заключать Договоры с Победителями Торгов в кратчайшие сроки и в строгом соответствии с условиями Торгов. Необходимо учесть, что результаты удачного Аукциона актуальны недолго, стоит протянуть одну-две недели, и цена «ушла».

Обычно при реализации этого этапа могут возникнуть следующие проблемы: победитель отказывается заключать договор

поставки на условиях Аукциона и виноват в этом регламент договорной работы покупателя; необходимо время для более детального согласования поставщику; закупка отсутствует в бюджете; не нравятся цена и условия оплаты; цена превышает утвержденную в бюджете.

Благодаря SMART PRO процедура согласования договора с Победителем сводится к проверке соответствия: типовой формы договора, номенклатуры, цен и условий Торгов. Это может сделать всего один уполномоченный сотрудник, который передает договор на подпись руководителю. SMART PRO не только требует быстрого заключения сделки, но и фактически является большей частью этого процесса.

10. SMART PRO 10 Мотивация персонала

В целях прямой заинтересованности координаторов Торгов в достижении наилучших результатов и постоянном совершенствовании процесса Торгов Покупатель обязан материально поощрять команду координаторов Торгов путем выплаты премиальных в размере нескольких процентов от чистой экономии по Аукциону. В команду координаторов Торгов должны быть включены специалисты по закупкам и все члены конкурсной комиссии предприятия [3]. Десятый элемент не является самым важным, все элементы системы равнозначны, но нужно учесть, что если его не будет, то вознаграждение снабженцам начнет платить Поставщик по классической схеме. Только полное исполнение всех десяти элементов дает гарантию отличных результатов.

После рассмотрения элементов стандарта SMART PRO 10.0 целесообразно перейти к алгоритму внедрения в реальную практику, который состоит из 9 основных этапов:

1. Установить, что определение цены закупок ТМЦ, работ, услуг осуществляется только в Аукционе, исключив иные способы.

2. Обеспечить исполнение всех элементов стандарта SMART PRO 10.0 путем изменения регламента закупок предприятия, смежных регламентов и должностных инструкций причастных сотрудников.

3. Скорректировать срок планирования закупок ТМЦ, работ и услуг с учетом срока, необходимого для проведения Торгов, проверки Поставщика и заключения договора.

4. Обеспечить своевременную подготовку ТЗ.

5. Разработать и утвердить минимально возможную отсрочку оплаты.

6. Ввести регламент технического совещания.

7. Разработать регламент проверки Победителей Торгов.

8. Обеспечить заключение договоров в течение 7 дней.

9. Внедрить систему мотивации сотрудников, проводящих Торги, и членов конкурсной комиссии в прямой зависимости от экономического эффекта Аукциона.

Считаем важным отметить накопленную статистику результативности работы по стандарту SMART PRO 10.0 за период 2013–2014 гг. на предприятиях угольной промышленности в Кемеровской области, стандарт дал следующие результаты:

- снижение цен закупа по ТМЦ 16,1 %;
- снижение цен закупа работ и услуг 42,5 %;
- расчетное снижение себестоимости единицы продукции от 5 до 8,5 % в зависимости от периода (при подземной добыче);
- расчетное снижение себестоимости единицы продукции от 8 до 13,3 % (при открытой добыче).

В завершение статьи хотелось бы отметить, что торговаться можно до бесконечности. Сначала из цены уходит сверхприбыль, потом плановая прибыль, потом поставщик начинает думать, как несмотря на низкую цену получить хоть какую-нибудь прибыль. Вариантов много: что-то недопоставить, что-то изменить в качестве, что-то заменить в принципе. Купить товар нужного качества и количества по минимальной цене – это главная задача. Однако на стадии проведения Торгов и заключения договора качество и количество носит лишь декларативный характер и не может быть проверено. Таким образом, возрастает ответственность Покупателя по входному контролю качества и количества поставляемой продукции, выполненных работ и оказанных услуг. Внедрение SMART PRO 10.0 фактически реанимирует входной контроль и стимулирует все смежные службы к совершенствованию своей работы. Команду координаторов Торгов простимулирует Десятый элемент, а остальные вынуждены будут соответствовать их уровню профессионализма.

SMART PRO 10.0 – это кроме всего прочего и реальная альтернатива централизованному снабжению, в чьих минусах уже все давно убедились, а предполагаемых плюсов (скидки от объема, контроль) так и не увидели или увидели, но с чем сопоставить? Сколько ни сокращай, например, отдел снабжения шахты из-за централизации снабжения, а все равно три человека работают. Один официально, другой по совместительству, а третий вообще числится проходчиком, но как работал снабженцем, так и работает. Высокая производитель-

ность электронных Торгов и десять элементов стандарта SMART PRO 10.0 покрывают всё, чего ждут от централизации закупок.

Кроме того, эффект от SMART PRO 10.0 будет гораздо шире, чем профессиональная система закупок, он может быть трансформирован для всех служб предприятия, являющихся центрами возникновения затрат, каждый сотрудник, от кого в той или иной степени зависит, сколько денег потратит собственник, может стать источником снижения затрат. Главное, чтобы инициатива была поощряемой.

Список литературы

1. Дёгтев Г.В. Международный опыт государственных закупок // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6; URL: www.science-education.ru/113-10849.
2. Старченко Е.Н., Часовников С.Н. Взаимодействие бизнеса и власти в жилищной сфере с целью повышения маркетинговой привлекательности города // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2012. – Т. 166. – С. 462.
3. Часовников С.Н., Старченко Е.Н., Вержицкий Д.Г. Формирование рыночных механизмов экологического рынка промышленно-развитых регионов (на примере Кемеровской области) // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2014. – № 3–3 (59). – С. 264.
4. Conditions of Contract for Construction (First Ed. 1999). For Building and Engineering Works designed by the Employer. General conditions; Guidance for Preparation of Particular Conditions; Forms of Tender, etc. – Publisher: FIDIC. – 120 p.
5. FIDIC Guidelines for the Selection of Consultants, 1st Edition, 2003. – Publisher: FIDIC. – 32 p.

References

1. Djogtev G.V. Mezhdunarodnyj opyt gosudarstvennyh zakupok // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2013. no. 6; URL: www.science-education.ru/113-10849.
2. Starchenko E.N., Chasovnikov S.N. Vzaimodejstvie biznesa i vlasti v zhilishhnoj sfere s celju povysheniya marketingovoj privlekatelnosti goroda // Nauchnye trudy Volnogo jekonomicheskogo obshhestva Rossii. 2012. T. 166. pp. 462.
3. Chasovnikov S.N., Starchenko E.N., Verzhickij D.G. Formirovanie rynochnyh mehanizmov jekologicheskogo rynka promyshlennno-razvityh regionov (na primere Kemerovskoj oblasti) // Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. 2014. no. 3–3 (59). pp. 264.
4. Conditions of Contract for Construction (First Ed. 1999). For Building and Engineering Works designed by the Employer. General conditions; Guidance for Preparation of Particular Conditions; Forms of Tender, etc. Publisher: FIDIC. 120 p.
5. FIDIC Guidelines for the Selection of Consultants, 1st Edition, 2003. Publisher: FIDIC. 32 p.

Рецензенты:

Степанов И.Г., д.э.н., профессор, Новокузнецкий институт (филиал), ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», г. Новокузнецк;

Затепакин О.А., д.э.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк.

УДК 330.322.54

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЗАИМОВЛИЯНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТРАНЫ МЕТОДАМИ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Ёлохова И.В., Козоногова Е.В.

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

В рыночной экономике недвижимость является товаром, связывающим финансы участников рынка, есть потребность в развитии механизмов инвестирования в жилищное строительство, благодаря которым учитывались бы интересы инвесторов, и также запускались процессы оздоровления экономики страны. Имея в виду особенности и преимущества инвестиций в рынок жилищного строительства, а также его большой мультипликативный эффект, авторы уверены, что именно развитие и совершенствование процессов инвестирования в рынок жилищного строительства позволит «запустить» оздоровление экономики страны. Данное предположение доказано результатами исследования взаимовлияния инвестиций в жилищное строительство и основных экономических показателей деятельности страны. Математическая оценка взаимовлияния была получена с помощью метода корреляционного анализа. Методом прямого отбора были выделены 6 показателей, наиболее тесно связанных с показателем инвестиций в жилищное строительство. В результате оценки доказано, что инвестиции в жилищное строительство находятся в тесной взаимосвязи с основными показателями деятельности страны.

Ключевые слова: инвестиционная деятельность, инвестиции в жилищное строительство, мультипликативный эффект, корреляционный анализ, метод прямого отбора, взаимовлияние

AN INTERACTION BETWEEN INVESTMENT HOUSING AND ECONOMIC INDICATORS OF COUNTRY USING THE ECONOMETRIC ANALYSIS

Eolokhova I.V., Kozonogova E.V.

Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: elenaa.semenovaa@gmail.com

In a market economy there is a need to develop mechanisms for investment in housing construction, through which takes into account the interests of investors, and also starts the process of economic recovery of the country. Due to the features and benefits of investment in housing construction market, as well as its high multiplier effect, the authors believe that it is developing and improving the processes of investment in the housing market would «run» the economic recovery of the country. This assumption is proved by the results of the study of interference of investment in housing and basic economic indicators of the country. Mathematical evaluation of interference was obtained by the method of correlation analysis. The method of direct selection was allocated 6 indicators most closely associated with the indicator of housing investment. The evaluation demonstrated that investment in housing are in close relationship with the key performance indicators of the country.

Keywords: investment, investment in housing, multiplier effect, correlation analysis, method of direct selection, interference

Инвестиционные процессы являются одними из важнейших процессов, происходящих в рыночной экономике. На примере развитых стран можно говорить о том, что степень развитости инвестиционной деятельности является важным фактором экономического роста страны. В настоящее время в России существенно расширяется инвестиционная деятельность, что влечет за собой включение процессов, происходящих на рынке недвижимости, в процессы, происходящие в экономике страны. Возникает потребность в развитии механизмов инвестирования в жилищное строительство, благодаря которым учитывались бы интересы инвесторов и также запускались процессы оздоровления экономики страны. Кроме того, инвестиции, направленные

в строительную отрасль, производят огромный мультипликативный эффект, поскольку, с развитием жилищного строительства, будут развиваться и смежные отрасли. Немаловажен и тот факт, что одним из критериев оценки развития страны является качество жизни населения, важнейшим показателем которого является обеспеченность жильем, а также его доступность.

Россия отстает от развитых стран по уровню обеспеченности жильем. Так, например, в России в среднем на одного жителя приходится 23,4 м², а в Норвегии 74 м²/чел., то есть больше в 3,2 раза, в США обеспеченность жильем в 3 раза выше. Интересен и тот факт, что, по данным исследования международной компании Evans, Россия входит в первую пятерку стран по

недоступности жилья. Россиянину со среднестатистическим доходом, чтобы купить квартиру, нужно копить 26,1 лет, а в США американцу придется откладывать 2,7 года. Отсюда видна огромная проблема на рынке жилищного строительства, решение которой видится в необходимости развития механизмов инвестирования в жилищное строительство.

Однако теория и практика инвестирования в жилищное строительство является новой для России, следовательно, инвестирование в недвижимость представляет большой интерес для участников рынка, однако вызывает трудности, вызванные отсутствием требуемых теоретических и практических данных для принятия обоснованных инвестиционных и финансовых решений. Становится ясным, что необходимо изучить опыт развитых стран для создания аналогичных механизмов в России и впоследствии практической реализации созданных механизмов.

Анализ литературы показал, что в последнее время в развитых странах большое внимание уделяется исследованиям, связанным с изучением инвестиций в жилищную сферу. Процессы инвестирования в жилищное строительство описаны, например, в работах ряда зарубежных авторов, например Дж. Бойкина и Р. Ханея, Б. Бруггемана и Дж. Фишера, Д. Джаффе и др. Изучением инвестиций в недвижимость занимаются и российские исследователи, такие как С.В. Валдайцев, В.Р. Григорьев, В.В. Есипов, С.Н. Максимов и другие. В работах вышеуказанных авторов и других делается акцент на общих проблемах инвестирования в жилищное строительство, об оценке объекта недвижимости как объекта инвестирования, также внимание уделяется организации кредитования. Вместе с тем малоизученными остаются вопросы, связанные с влиянием инвестиций в жилищное строительство на общий экономический рост в стране, как рынок жилищного строительства влияет на важные показатели деятельности страны. Также малоисследованными остаются эффективные методы принятия решений в условиях неопределенности.

Вообще говоря, инвестиции в жилищное строительство, в недвижимость обладают целым рядом преимуществ: перспектива развития; устойчивость к инфляции; достаточно высокая ликвидность; широкое применение средств населения.

При обосновании принятия решений об инвестировании в жилищное строительство и в общем в недвижимость необходимо учитывать ряд особенностей рынка жилищного строительства (недвижимости): высокие транзакционные издержки; большая роль

государственных нормативных актов при определении правил работы на рынке; локализованность рынка.

Сейчас в нашей стране непростая экономическая ситуация: наблюдается спад экономики. Главный экономист Международного валютного фонда Оливье Бланшар относительно уровня развития экономики в России сказал, что в этом году МВФ ожидает в нашей стране спад до минус 3,4%. Теперь крайне важно найти точку запуска роста экономики страны, выявить факторы, воздействуя на которые, удастся запустить процесс роста экономики, улучшения экономической ситуации в стране. Имея в виду особенности и преимущества инвестиций в рынок жилищного строительства, авторы уверены, что именно развитие рынка недвижимости, в частности рынка жилищного строительства, позволит «запустить» процесс оздоровления экономики нашей страны.

Для запуска процесса роста экономики следует развивать рынок жилищного строительства именно потому, что он имеет большой мультипликативный эффект. В макроэкономике мультипликатором называется «численный коэффициент, показывающий, во сколько раз изменятся итоговые показатели развития экономики при росте инвестиций или производства в анализируемом виде деятельности. Суть эффекта мультипликатора сформулирована следующим образом: увеличение любого из компонентов автономных расходов приводит к увеличению национального дохода общества, причем на величину большую, чем первоначальные затраты» [6]. Коллективом авторов А.А. Шировым и А.А. Янтковским произведены оценочные расчеты мультипликаторов для важнейших секторов российской экономики. Строительный сектор имеет один из самых сильных мультипликаторов в экономике России, он равен 2,05. Таким образом, развитие рынка недвижимости запускает процессы развития в экономике страны.

Все процессы, происходящие в стране, оказывают влияние друг на друга. Поэтому целью нашего исследования стала оценка степени взаимовлияния инвестиций в жилищное строительство (так как именно они стимулируют развитие рынка) и основных макроэкономических показателей.

Для оценки взаимовлияния было выбрано 35 макроэкономических показателей, характеризующих уровень развития экономики страны, с 1995 по 2014 годы [7]: y – инвестиции в жилищное строительство (млн руб.); x_1 – валовой внутренний продукт в текущих ценах (млрд руб., до 1998 г. – в трлн руб.); x_2 – валовой внутренний продукт в ценах 2008 года (млрд руб.);

x3 – индекс выпуска товаров и услуг по базовым видам экономической деятельности; **x4** – индексы производительности труда в экономике в целом по экономике (в % к предыдущему году); **x5** – индексы производительности труда в экономике в строительстве (в % к предыдущему году); **x6** – общий объем денежных доходов населения (млн руб., до 1998 г. – в млрд руб.); **x7** – соотношение основных показателей денежных доходов населения с величиной прожиточного минимума (%); **x8** – реальные денежные доходы (в % к предыдущему году); **x9** – среднедушевые денежные доходы (руб., до 1998 г. – в тыс. руб.); **x10** – реальные располагаемые денежные доходы (в % к предыдущему году); **x11** – среднедушевые денежные доходы (руб., до 1998 г. – в тыс. руб.); **x12** – приобретение недвижимости в структуре использования денежных доходов населения (%); **x13** – использование денежных средств населения на приобретение недвижимости (млн руб., до 1998 г. – в млрд руб.); **x14** – общая площадь жилых домов, находящихся в незавершенном строительстве (1000 м² общей площади); **x15** – введено в действие общей площади жилых домов в расчете на 1000 человек населения (м²); **x16** – введено в действие общей площади жилых домов и общежитий (1000 м² общей площади); **x17** – количество введенных зданий (ИЖС) (единица); **x18** – средняя стоимость строительства 1 кв. м общей площади жилых домов (руб.); **x19** – инвестиции в основной капитал по видам экономической деятельности (млн руб.); **x20** – инвестиции в основной капитал по видам экономической деятельности в строительство (млн руб.); **x21** – индекс физического объема инвестиций в основной капитал по видам экономической деятельности (%); **x22** – индекс физического объема инвестиций в основной капитал по видам экономической деятельности: строительство (%); **x23** – количество зданий и сооружений, находящихся в незавершенном строительстве (единица); **x24** – индекс цен на рынке жилья в период с начала отчетного года в % к соответствующему периоду предыдущего года, первичный рынок; **x25** – индекс цен на рынке жилья в период с начала отчетного года в % к соответствующему периоду предыдущего года, вторичный рынок; **x26** – средняя цена 1 кв. м общей площади квартир на первичном рынке жилья (руб.); **x27** – средняя цена 1 кв. м общей площади квартир на вторичном рынке жилья (руб.); **x28** – ставка рефинансирования (% на 31 декабря); **x29** – ставка рефинансирования (средний процент за год); **x30** – межбанковская ставка (%); **x31** – доходность ГКО (%);

x32 – доходность ОБР (%); **x33** – депозитная ставка (%); **x34** – депозитная ставка, кроме депозитов до востребования (%); **x35** – ставка по кредитам (%).

Для математической оценки взаимовлияния мы используем корреляционный анализ. В табл. 1 приведены рассчитанные значения корреляции $r_i(y, x_i)$ между показателем инвестиций в жилищное строительство (y) и 35 показателями, характеризующими уровень развития экономики страны (x_i , где $i = \overline{1,35}$). Оценка значимости полученных коэффициентов корреляции была проведена с помощью t -критерия Стьюдента. Расчетное значение t -статистики было получено по формуле

$$t_i = \frac{r_i(y, x_i) \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_i^2(y, x_i)}},$$

критическое значение статистики $t(n-2; 0,05)$ было определено по таблице распределения Стьюдента при уровне значимости $\alpha = 0,05$ и $(n-2)$ степенях свободы. Далее проверялась гипотеза о значимости коэффициента корреляции: если $|t_i| > t_i((n-2); 0,05)$, то коэффициент корреляции значим, иначе – не значим [4].

Из табл. 1 видно, что 23 показателя из 35 имеют значимый коэффициент корреляции, что свидетельствует о наличии высокой степени связи между уровнем инвестиций в жилищное строительство и основными макроэкономическими показателями ($x1, x2, x6, x7, x9, x11, x12, x13, x14, x15, x16, x17, x18, x19, x20, x23, x26, x27, x28, x29, x31, x34, x35$).

Во многих ситуациях относительно легко, исходя из логически-профессиональных соображений, объяснить, какие переменные являются причиной, а какие следствием. Так, например, мы видим, что существует корреляция между инвестициями в жилищное строительство и ВВП ($r = 94,55\%$). В общем случае, рост ВВП может стать причиной увеличений инвестиций в жилищное строительство, но с другой стороны, и увеличение инвестиций в жилищное строительство может стать «стимулом» для роста ВВП. Так же как и средняя стоимость строительства 1 кв. м, средняя цена 1 кв. м общей площади квартир может стать причиной увеличения потока инвестиций, так и наоборот, поток инвестиций увеличит стоимость строительства, а следовательно, и стоимость квадратного метра квартир. Поэтому мы не говорим о направлении влияния, а говорим о взаимовлиянии.

Таблица 1

Результаты корреляционного анализа взаимовлияния инвестиций
в жилищное строительство и основных макроэкономических показателей

Показатель	Коэффициент корреляции, $r_i(y, x_i)$	Расчетное значение статистики t	Критическое значение статистики $t(n-2; 0,05)$	Оценка значимости коэффициента корреляции
x1	0,9915	27,4443	2,1604	значим
x2	0,9455	10,4698	2,1604	значим
x3	-0,3547	-1,1379	2,2622	не значим
x4	-0,4931	-1,7003	2,2622	не значим
x5	-0,3785	-1,2268	2,2622	не значим
x6	0,9861	21,3608	2,1604	значим
x7	0,9324	9,2987	2,1604	значим
x8	0,0416	0,1500	2,1604	не значим
x9	0,9864	21,6684	2,1604	значим
x10	0,0370	0,1335	2,1604	не значим
x11	0,9826	19,0739	2,1604	значим
x12	0,9236	8,6877	2,1604	значим
x13	0,9921	28,4570	2,1604	значим
x14	-0,8282	-5,3275	2,1604	значим
x15	0,9526	10,8450	2,1788	значим
x16	0,9648	13,2241	2,1604	значим
x17	0,9902	22,3888	2,2281	значим
x18	0,9802	17,8391	2,1604	значим
x19	0,9947	34,7968	2,1604	значим
x20	0,9838	19,7640	2,1604	значим
x21	-0,2763	-0,8133	2,3060	не значим
x22	-0,2038	-0,5507	2,3646	не значим
x23	-0,9101	-7,9175	2,1604	значим
x24	-0,6166	-2,0723	2,3646	не значим
x25	-0,5180	-1,6022	2,3646	не значим
x26	0,9202	8,4772	2,1604	значим
x27	0,9405	9,9829	2,1604	значим
x28	-0,6673	-3,23045	2,1604	значим
x29	-0,7100	-3,63544	2,1604	значим
x30	-0,3972	-1,56056	2,1604	не значим
x31	-0,8442	-3,85741	2,4469	значим
x32	-0,4925	-1,78951	2,2281	не значим
x33	-0,4042	-1,59327	2,1604	не значим
x34	-0,7149	-2,89175	2,3060	значим
x35	-0,6162	-2,82067	2,1604	значим

В результате значимых коэффициентов корреляции получилось достаточно много. Поэтому среди показателей, имеющих значимый коэффициент корреляции с показателем инвестиций в жилищное строительство, были выбраны методом прямого отбора (Forward Selection), основанного на частном F-тесте, наиболее значимые показатели для анализа взаимовлияния. Для выбранных показателей приведена качественная характеристика по шкале Чеддока: например, значение коэффициента

корреляции от 0,7 до 0,9 по шкале Чеддока свидетельствует о высокой степени верности предположения о взаимном влиянии, а значение от 0,5 до 0,7 – о заметной силе связи между исследуемыми величинами.

В результате проведенного анализа выяснилось, что показатель инвестиций в жилищное строительство тесно взаимосвязан не только с показателями, характеризующими жилищный рынок, но и с ВВП, общим уровнем инвестиций в стране и с показателями деятельности банковской сферы.

Таблица 2

Перечень показателей, максимально связанных с уровнем инвестиций
в жилищное строительство (результаты метода прямого отбора)

Переменная	Показатели	Коэффициент корреляции	Теснота связи
x2	Валовой внутренний продукт в ценах 2008 года	0,9455	Весьма высокая
x14	Общая площадь жилых домов, находящихся в незавершенном строительстве	-0,8282	Высокая обратная
x19	Инвестиции в основной капитал по видам экономической деятельности	0,9947	Весьма высокая
x27	Средняя цена 1 кв. м общей площади квартир на вторичном рынке жилья	0,9405	Весьма высокая
x34	Депозитная ставка, кроме депозитов до востребования	-0,7149	Высокая обратная
x35	Ставка по кредитам	-0,6162	Заметная обратная

Таким образом, из исследования можно сделать вывод о том, что развитие рынка жилищного строительства путем увеличения потока инвестиций может являться «точкой роста» экономики страны.

В дальнейшем авторы планируют построить модель оптимального управления потоками инвестиций через регулирование ставки кредита таким образом, чтобы благодаря высокому мультипликативному эффекту рынка жилищного строительства запускалось «оживление» в экономике, а следовательно, рос спрос на кредиты, отчего деятельность банков не была бы в убытке. А также на основе опыта зарубежных коллег будем разрабатывать эффективные методы принятия решения об инвестировании в рынок жилищного строительства в условиях неопределенности начальных данных.

Список литературы

1. Ахметова М.И., Семенова Е.В., Кирьянова А.А., Ланг П.А. Параметры социально-экономической среды, определяющие инновационное развитие региона // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2015. – № 7 (79). – URL: <http://www.uecs.ru>.
2. Елохова И.В., Малинина С.Е. Проблематика оценки экономической эффективности инновационных проектов // Вестник Пермского государственного национального исследовательского университета. Серия «Экономика». – 2014.
3. Локальные рынки жилищного строительства: вектор конкурентного развития: монография / Ю.К. Перский, Ю.В. Катаева; Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2010. – 168 с.
4. Новак Эдвард. Введение в методы эконометрики. Сборник задач: пер. с польск / под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Финансы и статистика, 2004. – С. 15–72.
5. Салямова Р.Р. Роль строительства в развитии инвестиционных процессов национальных экономик // Интернет-журнал «Науковедение». – 2014. – № 1 [Электронный ресурс]. – М.: Науковедение, 2014. – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/79EVN114.pdf>.
6. Широ А.А. Оценка мультипликативных эффектов в экономике. Возможности и ограничения [Электронный ре-

сурс] / А.А. Широ, А.А. Янтовский. – Режим доступа: www.macroforecast.ru/doc/shirov_yantovsky.doc.

7. Федеральная служба государственной статистики РФ. – URL: <http://www.gks.ru>.

References

1. Akhmetova M.I., Semenova E.V., Kiryanova A.A., Lang P.A. Parametry sotsialno-ekonomicheskoy sredy, opredelyayushchiye innovatsionnoye razvitiye regiona // Upravleniye ekonomicheskimi sistemami: elektronnyy nauchnyy zhurnal, 2015. no. 7 (79). URL: <http://www.uecs.ru>.
2. Yolkhova I.V., Malinina S.E. Problematika otsenki ekonomicheskoy effektivnosti innovatsionnykh proyektov; Perm, Vestnik Permskogo gosudarstvennogo natsionalnogo issledovatel'skogo universiteta. Seriya «Ekonomika», 2014.
3. Lokalnyye rynki zhilishchnogo stroitelstva: vector konkurentnogo razvitiya: monografiya / YU.K. Perskiy, YU.V. Katayeva; Perm.gos. un-t. Perm, 2010. 168 p.
4. Novak Edvard. Vvedeniye v metody ekonometriki. Sbornik zadach: Per. s polsk / Pod red. I. I. Yeliseyevoy. M.: Finansy i statistika, 2004. pp. 15–72.
5. Salyamova R.R. Rol stroitelstva v razvitiy investitsionnykh protsessov natsionalnykh ekonomik // Internet zhurnal «Naukovedeniye», 2014 no. 1 [Elektronnyy resurs] M.: Naukovedeniye, 2014. Rezhim dostupa: <http://naukovedenie.ru/PDF/79EVN114.pdf>.
6. Shirov A.A. Otsenka multiplikativnykh effektiv v ekonomike .Vozmozhnosti i ogranicheniya [Elektronnyy resurs] / A.A. Shirov, A.A. Yantovskiy. Rezhim dostupa: www.macroforecast.ru/doc/shirov_yantovsky.doc.
7. Federalnaya sluzhba gosudarstvennoy statistiki RF. URL: <http://www.gks.ru>.

Рецензенты:

Акатов Н.Б., д.э.н., доцент, профессор кафедры менеджмента и маркетинга, ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь;

Третьякова Е.А., д.э.н., профессор кафедры экономики и финансов, ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь.

УДК 330.43

АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ОЦЕНОК ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КРУПНЫХ ГОРОДОВ

¹Коротков П.А., ²Трубянов А.Б., ³Загайнова Е.А., ¹Никоноров К.Н.

¹ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет»,
Йошкар-Ола, e-mail: KorotkovPA@volgatech.net;

²ФГБОУ ВПО «Марийский государственный университет», Йошкар-Ола, e-mail: true47@mail.ru;

³ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,
Казань, e-mail: katenazag@yandex.ru

В статье предложен алгоритм проверки устойчивости (чувствительности) оценок экологической эффективности крупных городов к малым изменениям исходных экологических индикаторов, характеризующих воздействие на окружающую среду, состояние окружающей среды, управление окружающей средой. Проведен анализ устойчивости сводного индекса экологической эффективности и рейтинга крупных городов России. Установлено, что в целом используемые в работе оценки являются робастными к малым отклонениям исходных параметров, однако оценки городов из разных категорий (лидеры, «средняки», отстающие) по-разному реагируют на небольшие изменения, вызванные управляющими воздействиями; наиболее чувствительны к изменениям исходных экологических индикаторов сводные индексы, рассчитанные для крупных городов, входящих в группу «средняков». Рейтинг в целом обладает устойчивостью к малым изменениям исходных экологических индикаторов, максимальное изменение структуры рейтинга достигается в группе лидеров. Обозначены перспективы использования результатов анализа при осуществлении управляющих воздействий и прогнозировании экологической эффективности. Определено предельное значение изменений исходных экологических индикаторов, при котором не происходит качественного изменения экологической эффективности.

Ключевые слова: экологическая эффективность, оценка экологической эффективности, устойчивость, крупные города

ANALYSIS OF ESTIMATES ROBUSTNESS OF ENVIRONMENTAL PERFORMANCE OF MAJOR CITIES

¹Korotkov P.A., ²Trubyanov A.B., ³Zagaynova E.A., ¹Nikonorov K.N.

¹Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, e-mail: KorotkovPA@volgatech.net;

²Mari State University, Yoshkar-Ola, e-mail: true47@mail.ru;

³Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, e-mail: katenazag@yandex.ru

The article provides a test algorithm of estimates robustness of environmental performance of major cities in relation to small changes of initial ecological indicators which characterize the impact on the environment, environmental conditions and management. The analysis of estimates robustness of an aggregate index of environmental performance as well as rating of large cities of Russia was carried out in this article. It was found that the estimates used in this work are in general robust to small changes of initial characteristics although estimates of leaders, the middle-based regions and outsiders react in different ways to small changes caused by control actions. More sensitive to changes of initial environmental indicators are aggregate indexes calculated for major cities which correspond to the middle-based regions. As a whole rating is robust to small changes of initial environmental indicators and the maximum change of a rating structure is observed among leaders. In addition the perspectives of using the analysis results while conducting control actions and predicting environmental performance were also determined. The maximum value of changes of initial environmental indicators when there is no qualitative change of environmental performance is also defined.

Keywords: environmental performance, environmental performance estimates, robustness, major cities

Процесс урбанизации характеризуется не только ростом уровня жизни и производительности, но и возникновением экологических угроз, которые могут обесценить достигнутые экономические и социальные результаты. В отличие от развитых стран, которые урбанизовались постепенно, что позволяло им отрабатывать модели роста методом проб и ошибок, развивающиеся страны в условиях быстрой урбанизации не имеют такой возможности и уже сейчас нуждаются в моделях, обеспечивающих экономический рост при снижении ущерба

для окружающей среды и природных ресурсов. Для решения этой задачи используются индикаторы и рейтинги экологической эффективности [3].

Опираясь на концепции эко-эффективности и экологической результативности, авторы предложили подход к оценке экологической эффективности урбанизированных территорий, в соответствии с которым она определяется относительной экологичностью функционирования города в пределах экологической устойчивости природной среды и объемом мероприятий в сфере

управления окружающей средой [2]. В русле данного подхода была разработана модель оценки экологической эффективности крупных городов [6, 7], которая прошла верификацию [5]. В результате апробации данной модели был получен рейтинг крупных городов России по значениям сводного индекса экологической эффективности за 2008, 2009 и 2011 гг. [6, 7] и выполнен анализ динамики частных и сводного индексов экологической эффективности [4].

Вместе с тем полученные оценки экологической эффективности крупных городов должны быть не только достоверными, но и количественно устойчивыми. Предполагается, что малые изменения значений исходных экологических индикаторов не должны приводить к качественному изменению значений сводного индекса экологической эффективности. Именно на оценку устойчивости (чувствительности) сводного индекса экологической эффективности крупных городов направлена данная работа.

Цель работы – разработать и апробировать алгоритм проверки устойчивости (чувствительности) оценок экологической эффективности крупных городов.

Методика расчета сводного индекса экологической эффективности крупных городов, рассмотренная в [6, 7], предусматривает следующий алгоритм.

Сводный индекс I экологической эффективности крупных городов рассчитывался по формуле

$$I = \sqrt[3]{I_1 \cdot I_2 \cdot I_3}, \quad (1)$$

где I_1 – частный индекс экологической эффективности функционирования города; I_2 – частный индекс экологической устойчивости; I_3 – частный индекс эффективности управления окружающей средой.

Частный индекс экологической эффективности крупного города I_1 «Экологическая эффективность функционирования города» рассчитывался по формуле

$$I_1 = \sum_{i=1}^{s_l} (c_{il} \cdot \tilde{x}_{il}), \quad (2)$$

где $\tilde{x}_{il}$ ($i = 1, 2, \dots, s_l$) – i -е индикаторы экологической эффективности s_l интегральной характеристики l ($l = 1$ – эффективность функционирования города), а c_{il} – «веса» этих индикаторов, принятые равными. Частные индексы экологической устойчивости I_2 и эффективности управления окружающей средой I_3 представлены индикаторами экологической эффективности «Уровень загрязнения» (баллов) и «Доля текущих затрат на охрану окружающей среды в объеме промышленного производства» (%).

Исходные экологические индикаторы, характеризующие три составляющих экологической эффективности, включали:

1. «Экологическая эффективность функционирования города»:

$x_{1,1}$ – Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу от стационарных источников: всего на единицу объема промышленного производства (в сопоставимых ценах, 2009 = 1), т/руб.

$x_{2,1}$ – Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу от автомобильного транспорта: диоксид серы (SO_2) на душу населения, кг/чел.

$x_{3,1}$ – Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу от автомобильного транспорта: оксиды азота (NO_2) на душу населения, кг/чел.

$x_{4,1}$ – Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу от автомобильного транспорта: оксид углерода (CO) на душу населения, кг/чел.

$x_{5,1}$ – Удельный сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты на единицу объема промышленного производства (в сопоставимых ценах, 2009 = 1), тыс. тыс. куб. м/млн руб.

$x_{6,1}$ – Вывезено спецтранспортом бытового мусора с территорий городов на душу населения, куб. м/чел.

$x_{7,1}$ – Удельный вес площади зеленых насаждений в общей площади земель в пределах городской черты, %.

2. «Экологическая устойчивость»:

$x_{8,2}$ – Уровень загрязнения, баллов.

3. «Эффективность управления окружающей средой»:

$x_{9,3}$ – Доля текущих затрат на охрану окружающей среды в объеме промышленного производства, %.

Для оценки чувствительности сводного индекса экологической эффективности крупных городов к малым изменениям значений исходных экологических индикаторов предлагается использовать следующий алгоритм.

Задаются новые значения исходных экологических индикаторов с шагом, равным 1 % от медианы распределения значений соответствующего исходного экологического индикатора крупных городов в базовом году. Максимальное изменение задается равным 50 % от медианы.

Новые значения исходных экологических индикаторов рассчитываются по формуле

$$x_{il,j}^{(k)} = x_{il,j}^{(0)} + k, \quad (3)$$

где $x_{il,j}^{(0)}$ – значение i -го ($i = 1, \dots, 9$) исходного экологического индикатора интегральной характеристики l ($l = 1$ – эффективность

функционирования города; $l = 2$ – эффективность управления окружающей средой) для j -го ($j = 1, \dots, 31$) крупного города в базовом году, k ($k = 0,01 \cdot M^{(0)}, \dots, 0,05 \cdot M^{(0)}, \dots, 0,5 \cdot M^{(0)}$) – задаваемый шаг изменения значений $x_{il,j}^{(0)}$, $M^{(0)}$ – медиана распределения значений $x_{il,j}^{(0)}$.

Выбор медианы в качестве базы шага обусловлен стремлением получить одинаковые изменения значений исходного экологического индикатора для каждого крупного города. Среднее арифметическое не используется, поскольку вид распределения исходных экологических индикаторов неизвестен. Значения объема промышленного производства, численности населения крупного города и экологического индикатора «Уровень загрязнения» не изменяются. Изменение значений исходных экологических индикаторов может осуществляться по 4 сценариям: позитивному (значения $x_{1,1}, x_{2,1}, x_{3,1}, x_{4,1}, x_{5,1}, x_{6,1}$ снижаются, $x_{7,1}, x_{9,3}$ – растут), негативному (значения $x_{1,1}, x_{2,1}, x_{3,1}, x_{4,1}, x_{5,1}, x_{6,1}$ растут, $x_{7,1}, x_{9,3}$ – снижаются), «естественному» (значения $x_{1,1}, x_{2,1}, x_{3,1}, x_{4,1}, x_{5,1}, x_{6,1}$ снижаются, $x_{7,1}, x_{9,3}$ – снижаются), «препятствующему» (значения $x_{1,1}, x_{2,1}, x_{3,1}, x_{4,1}, x_{5,1}, x_{6,1}$ растут, $x_{7,1}, x_{9,3}$ – растут).

На каждом шаге k рассчитывается прирост сводного индекса экологической эффективности для каждого крупного города относительно его значения в базовом году по 4 сценариям:

$$\Delta I_j^{(k)} = \left[\left(\frac{I_j^{(k)} - I_j^{(0)}}{I_j^{(0)}} \right) \right] \cdot 100 \%, \quad (4)$$

где $I_j^{(k)}$ – значение сводного индекса экологической эффективности j -го крупного города, построенного по новым значениям исходного экологического индикатора $x_{il,j}^{(k)}$, а $I_j^{(0)}$ – значение сводного индекса экологической эффективности j -го крупного города в базовом году.

Для наглядности и более детального анализа изменений на каждом шаге k рассчитывается относительный прирост сводного индекса экологической эффективности как медиана распределения прироста сводного индекса экологической эффективности в каждой из 3 групп крупных городов [4] (лидеры, «средняки», отстающие) по 4 сценариям:

$$\Delta I_{j,g}^{(k)} = M(\Delta I_{j,g}^{(k)}), \quad (5)$$

где M – медиана; $\Delta I_{j,g}^{(k)}$ – относительный прирост сводного индекса экологической

эффективности для j -го крупного города, входящего в группу g ($g = 1$ – лидеры, 2 – «средняки», 3 – отстающие).

Используется медиана, а не среднее арифметическое, поскольку вид распределения относительного прироста сводного индекса экологической эффективности крупных городов неизвестен. Анализируется изменение значения медианы распределения относительного прироста сводного индекса экологической эффективности для каждой из трех групп крупных городов в зависимости от изменения исходных экологических индикаторов.

Для оценки устойчивости рейтинга крупных городов по сводному индексу экологической эффективности предлагается использовать ранговый коэффициент перестановок [1]:

$$S = \frac{1}{n_g} \sum_{i=1}^{n_g} |N_i^{(0)} - N_i^{(1)}|, \quad (6)$$

где $N_i^{(0)}$ – ранг (номер) i -го крупного города, входящего в группу g , в базовом рейтинге по сводному индексу экологической эффективности; $N_i^{(1)}$ – ранг (номер) i -го крупного города, входящего в группу g в новом рейтинге; g – номер группы крупных городов ($g = 1$ – лидеры, 2 – «средняки», 3 – отстающие).

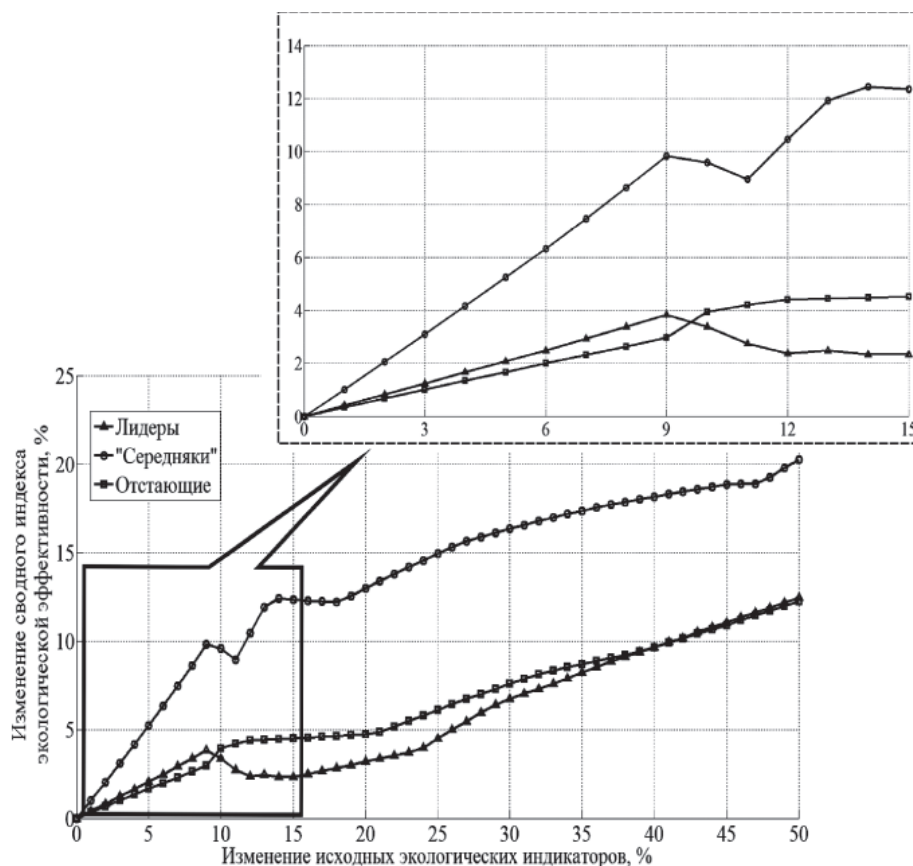
Коэффициент (6) показывает, на сколько мест в рейтинге в среднем передвигается крупный город при задаваемых изменениях исходных экологических индикаторов. Чтобы глубже проанализировать происходящие трансформации с рейтингом при изменении значений исходных экологических индикаторов, целесообразно изучать поведение коэффициента (6) для каждой из 3 групп крупных городов (лидеров, «средняков», отстающих). Это позволит оценить, какая часть рейтинга более чувствительна к изменениям.

Тестировался предложенный алгоритм оценки чувствительности сводного индекса экологической эффективности крупных городов к малым изменениям значений исходных экологических индикаторов. При расчетах за базовый год был принят 2011 г. В качестве исходных экологических данных использовались официальные статистические данные Федеральной службы государственной статистики, Государственного учреждения «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова» [6, 7].

При использовании разных сценариев были получены схожие результаты. Для наглядности на рисунке представлен только негативный сценарий, поскольку именно

при этом сценарии достигаются максимальные изменения значения сводного индекса экологической эффективности при изменении значений исходных экологических индикаторов.

В-третьих, наиболее устойчивы к изменениям исходных экологических индикаторов сводные индексы, рассчитанные для крупных городов, входящих в группы лидеров и отстающих.



Медианы изменений сводного индекса экологической эффективности в зависимости от изменений исходных экологических индикаторов (негативный сценарий)

Анализируя рисунок, можно сделать следующие выводы.

Во-первых, при изменении исходных экологических индикаторов до значения 9% сводный индекс экологической эффективности изменяется линейно, а за пределом 9% зависимость становится нелинейной. Изменение вида зависимости сводного индекса экологической эффективности от изменений исходных экологических индикаторов свидетельствует о качественном изменении экологической эффективности.

Во-вторых, сводный индекс экологической эффективности крупных городов обладает устойчивостью к малым изменениям исходных экологических индикаторов: при 5% изменении исходных экологических индикаторов максимальное изменение значения медианы сводного индекса составляет 5,2%.

В-четвертых, наиболее чувствительны к изменениям исходных экологических индикаторов сводные индексы, рассчитанные для крупных городов, входящих в группу «средняков».

Выявленные особенности содержат в себе прогностический потенциал, требующий проведения дополнительных исследований. В связи с тем, что группа «средняков» оказалась наиболее чувствительной к малым изменениям исходных экологических индикаторов, политика применения внешних управляющих воздействий к крупным городам этой группы должна быть планомерной, так как при резких изменениях они могут, в зависимости от сценария, либо значительно улучшить свои показатели, либо оказаться в группе отстающих.

Результаты оценки устойчивости рейтинга крупных городов по сводному индексу экологической эффективности представлены в таблице.

Оценки устойчивости рейтинга крупных городов
по сводному индексу экологической эффективности

Малое изменение исходных экологических индикаторов	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %
Лидеры	0,0	0,4	0,8	0,8	1,06
«Средняки»	0,0	0,0	0,2	0,6	0,6
Отстающие	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3
Итого	0,0	0,2	0,5	0,6	0,8

Видно, что рейтинг в целом обладает устойчивостью к малым изменениям исходных экологических индикаторов. Изменение исходных экологических индикаторов на 5 % незначительно изменяет структуру базового рейтинга. Если анализировать устойчивость рейтинга по группам, то только в группе лидеров при изменении на 5 % крупный город передвигается в среднем на одну позицию.

Выводы и заключение

Таким образом, можно констатировать, что сводный индекс экологической эффективности крупных городов, предложенный в [6, 7], а также рейтинг крупных городов, построенный по сводному индексу экологической эффективности, обладают устойчивостью к малым изменениям значений исходных экологических индикаторов. При этом наиболее чувствительны к изменениям исходных экологических индикаторов сводные индексы, рассчитанные для крупных городов, входящих в группу «средняков». Эта особенность содержит в себе возможности прогнозирования и предъявляет повышенные требования к экологической политике, проводимой в отношении группы «средняков», – она должна быть планомерной, без резких управляющих воздействий. Предельное значение изменения исходных экологических индикаторов составляет 9 % от медианы распределения этих индикаторов в базовом году. Превышение этого предела приводит к качественному изменению экологической эффективности крупных городов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках проекта проведения научных исследований «Оценка экологической эффективности крупных городов развивающихся стран в условиях быстрой урбанизации», проект № 14-36-01223.

Список литературы

1. Балацкий Е.В., Екимова Н.А. Академическая результативность высших экономических школ России // Современная экономическая теория. – 2014. – Т. 12. – № 1. – С. 13–27.
2. Коротков П.А. Концептуальные подходы к оценке экологической эффективности // Современные проблемы и перспективы социально-экономического развития предприятий, отраслей, регионов. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014. – С. 283–288.
3. Коротков П.А., Никоноров К.Н. Показатели экологической эффективности урбанизированных террито-

рий: общий обзор // Международный научный институт «Education». – 2014. – Ч. 3, № 3. – С. 62–66.

4. Коротков П.А., Трубянов А.Б. Анализ динамики индексов экологической эффективности крупных городов // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11 (5). – С. 1114–1117.

5. Коротков П.А., Трубянов А.Б., Загайнова Е.А., Никоноров К.Н. Сопоставительный анализ моделей оценки экологической эффективности крупных городов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2; URL: <http://www.science-education.ru/122-21064> (дата обращения: 03.08.2015).

6. Коротков П.А., Трубянов А.Б. Оценка экологической эффективности крупных городов в условиях быстрой урбанизации // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 102. – С. 1072–1098.

7. Korotkov P.A. The Approach to Major Cities Environmental Performance Measurement / P.A. Korotkov, L.P. Bakumenko, T.V. Sarycheva // Mediterranean Journal of Social Sciences. – 2015. – Vol 6, № 3 S7. – P. 333–344. DOI: 10.5901/mjss.2015.v6n3s7p333.

References

1. Balackij E.V., Ekimova N.A. Akademicheskaja rezultativnost' vysshih jekonomicheskikh shkol Rossii // Sovremennaja jekonomicheskaja teorija. 2014. T. 12. no. 1 pp. 13–27.
2. Korotkov P.A. Konceptualnye podhody k ocenke jekologicheskoy jeffektivnosti // Sovremennye problemy i perspektivy socialno-jekonomicheskogo razvitiya predpriyatij, otraslej, regionov. Joshkar-Ola: Povolzhskij gosudarstvennyj tehnologicheskij universitet, 2014. pp. 283–288.
3. Korotkov P.A., Nikonorov K.N. Pokazateli jekologicheskoy jeffektivnosti urbanizirovannyh territorij: obshhij obzor // Mezhdunarodnyj nauchnyj institut «Education». – 2014. Ch. 3, no. 3. pp. 62–66.
4. Korotkov P.A., Trubyanov A.B. Analiz dinamiki indeks-ov jekologicheskoy jeffektivnosti krupnyh gorodov // Fundamentalnye issledovaniya. 2014. no. 11 (5). pp. 1114–1117.
5. Korotkov P.A., Trubyanov A.B., Zagajnova E.A., Nikonorov K.N. Sopostavitelnyj analiz modelej ocenki jekologicheskoy jeffektivnosti krupnyh gorodov // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2015. no. 2; URL: <http://www.science-education.ru/122-21064> (data obrashheniya: 03.08.2015).
6. Korotkov P.A., Trubyanov A.B. Ocenka jekologicheskoy jeffektivnosti krupnyh gorodov v uslovijah bystroj urbanizacii // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agramogo universiteta. 2014. no. 102. pp. 1072–1098.
7. Korotkov P.A. The Approach to Major Cities Environmental Performance Measurement / P.A. Korotkov, L.P. Bakumenko, T.V. Sarycheva // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. Vol 6, no 3 S7. pp. 333–344. DOI: 10.5901/mjss.2015.v6n3s7p333.

Рецензенты:

Рыжаков Е.Д., д.э.н., профессор экономики и финансов, ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола;

Бакуменко Л.П., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой прикладной статистики и информатики, ФГБОУ ВПО «Марийский государственный университет», г. Йошкар-Ола.

МОДЕЛИ ТРУДОВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ПРИОРИТЕТ ВЫБОРА

Лапочкина С.В.

ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, e-mail: lapochkina@mail.ru

Представлен сравнительный анализ моделей замещения вакантных мест в организации. Выявлены достоинства и недостатки данных моделей, вытекающие из специфики социально-трудовых отношений в российском бизнесе на современном этапе. Обосновывается, что модель внутреннего замещения предполагает замещение вакантных должностей из внутреннего источника (кадры самой компании). При этом трудовое перемещение внутри организации должно планироваться заранее – сотрудник, пребывая на текущей должности, должен быть диагностирован на предмет следующих трудовых перемещений и, осознавая целевой ориентир, готовиться к занятию следующей должности в данной компании. Трудовые перемещения должны проходить не спонтанно, а на плановой основе: новичок тщательно анализируется с точки зрения его потенциала и возможностей дальнейшей траектории развития его трудовой карьеры. Обосновывается, что модель базируется на том, что замещение вакансии осуществляется из внешнего источника, то есть поиск сотрудника происходит вне организации. При этом переход рабочего места должен осуществляться поэтапно. Этап первый: объявление вакансии, размещение информации во внешних информационных источниках, сбор резюме, отбор претендентов и проведение с ними собеседования, формирование стажерской группы (обычно 2–3 стажера). Представлено обоснование предпочтительности модели внешнего источника найма персонала с учетом специфики типов ментальности. Выдвигается гипотеза, о том, что модель замещения вакантных мест фирмы из внутреннего источника, ассоциируемая с «не-западным» типом менталитета, приписываемым российской ментальности, «нагружена» в большей степени. Это обуславливает приоритет модели замещения вакантных рабочих мест из внешнего источника, несмотря на то, что данная модель ассоциируется с «западным» типом менталитета.

Ключевые слова: источники найма персонала, модель внутреннего замещения вакантных мест, модель внешнего замещения вакантных мест, «закрытые группы», трудовые перемещения

MODELS OF LABOR MOVEMENTS: A COMPARATIVE ANALYSIS AND SELECTION PRIORITY

Lapochkina S.V.

*Federal State Educational Establishment of Ulyanovsk State University,
Ulyanovsk, e-mail: lapochkina@mail.ru*

A comparative analysis of models of vacancies in the organization. Identified the advantages and disadvantages of these models, arising from the specific social and labor relations in the Russian business at the present stage. It is proved that the model involves the replacement of the internal vacant positions from an internal source (footage of the company). This movement of labor within the organization must be planned in advance – employee staying at the current position should be diagnosed for the following movements of labor and realizing targets, prepare to engage in the following positions in the company. The labor movement should not take place spontaneously, and on a scheduled basis: newcomer is carefully analyzed in terms of its potential and opportunities for further development trajectory of his professional career. It is proved that the model is based on the fact that the vacancy is carried out from an external source, ie, the search takes place outside the employee organization. The transition workplace should be carried out in stages. Step one: job ads, placing information in the external information sources, collecting resumes, selection of candidates and conduct interviews with them, forming trainee group (usually 2–3 intern). Presented study preferred model hiring an external source-specific type of mentality. The hypothesis that the model is vacant jobs of the company from an internal source, associated with the «non-Western» type of mentality attributed to the Russian mentality, «loaded» to a greater extent. This model determines the priority of vacant jobs from an external source, despite the fact that this model is associated with the «western» type of mentality.

Keywords: sources of recruitment, internal model vacant seats, Model external vacant seats model of external sites, «closed group» labor movement

Для замещения вакантной должности существуют два источника: либо работодатель осуществляет трудовое перемещение на вакантную должность действующего сотрудника организации (внутренний), либо новый сотрудник подбирается вне организации (внешний). Рассмотрим модели, концентрирующиеся на том или ином источнике подбора сотрудника на вакантное место.

Модель внутреннего замещения предполагает замещение вакантных должностей из внутреннего источника (кадры самой

компании). При этом трудовое перемещение внутри организации должно планироваться заранее – сотрудник, пребывая на текущей должности, должен быть диагностирован на предмет следующих трудовых перемещений и, осознавая целевой ориентир, готовиться к занятию следующей должности в данной компании. Трудовые перемещения должны проходить не спонтанно, а на плановой основе: новичок тщательно анализируется с точки зрения его потенциала и возможностей дальнейшей

траектории развития его трудовой карьеры. Положительный эффект следующий: **во-первых**, сотрудник, пришедший в организацию сразу после учебного заведения, представляет собой благодарный материал для формирования той корпоративной морали, ценностных ориентаций, чувства причастности к развитию самой организации, которая так необходима работодателю. Как указывает Сатору Такаянаги в работе «Японская система управления трудовыми ресурсами», «Японский служащий при применении системы «пожизненного найма» очень тесно отождествляет себя с нанявшей его корпорацией. Как высшие лица, так и рядовые исполнители считают себя представителями корпорации. В Японии каждый работающий убежден, что он – важное и необходимое лицо своей компании» [13]. **Во-вторых**, работник, начинавший карьеру в организации в качестве основного производственного работника (напоминаем, что производственная сфера включает и сферу услуг, и строительство – то есть любой вид деятельности, производящий материальное и нематериальное благо), знаком со всеми профессиональными тонкостями производственного процесса, владеет информацией об «узких» местах. Руководителя, сформировавшего карьеру на основе японской модели, невозможно дезинформировать – он знает процесс детально и изнутри.

Однако данная модель в современных российских условиях социально-трудовых отношений имеет несколько аспектов, которые необходимо тщательно контролировать, если выбирается данная модель. **Во-первых**, модель внутреннего замещения предполагает необходимость вложения ресурсов в повышение профессиональной компетенции сотрудника и формирование новых компетенций, необходимых для занятия следующей должности. Первый «подводный камень» – по российскому законодательству сотрудник может уволиться от работодателя по собственному желанию, предупредив его письменно за 10 рабочих дней. И если работодатель вложил в совершенствование рабочей силы сотрудника ресурсы, то все его вложения уходят – в прямом смысле этого слова – к другому работодателю. Заключение контрактов, ограничивающих право на увольнение, и включающих пункт о необходимости отработки, бессмысленно, поскольку противоречит законодательству РФ. **Во-вторых**, при повышении в должности сотрудника из самой организации активирует социальное явление «ломка социальных ролей». Воспользуемся определением В. Старикова: «социальная роль субъекта – это такое поведение, которое

окружающие ожидают от человека, занимающего определенный статус» [12]. Толкотт Парсонс в своей работе «Система современных обществ. О построении теории социальных систем: интеллектуальная автобиография», рассуждая о роли, указывает, что «внутри коллектива должна наличествовать дифференциация его членов по статусам и функциям, так что от некоторых членов ожидается, что они будут делать нечто определенное, то – чего не ожидают от других. Роль – это такой структурный компонент, который в первую очередь определяет класс индивидов, которые посредством ожиданий включаются в тот или иной коллектив. Поэтому роли охватывают основные зоны взаимопроникновения социальной системы и личности индивида» [9]. При изменении профессионального уровня, от коллеги ожидают одну форму поведения – ту роль, с определенным набором характеристик и внешних форм проявлений, которую их коллега демонстрировал все последнее время. А новоназначенный являет коллективу новую форму поведения, поскольку именно этого требует его новая должность и новая социальная роль. И тогда коллеги находят свое объяснение новому поведению. От «зазнался» – до «загордился». Это усиливает эмоциональное напряжение в коллективе. На практике возникает ситуация, когда ломка социальных ролей достигала открытого противостояния между коллективом и назначенным начальником отдела. **В-третьих**, модель внутреннего замещения предполагает приглашение консультанта, который привносит новые методы работы, диагностирует «узкие» места, выявляет скрытые конфликты. Институт консультирования устраняет тот перекося, который формируется за счет приема на работу неопытных новичков. Российская специфика вносит свои коррективы. Сложность состоит в том, что с точки зрения российского нанимателя, консультант замыкает логический ряд; золотая рыбка, старик Хоттабыч, кольцо всевластья. Когда же консультант начинает диагностировать ситуацию и формулирует рабочую задачу, он явно разочаровывает нанимателя. Он выдает явную рутину. Кроме того, в России не принято выносить сор из избы. При любой попытке провести собеседование с сотрудниками – единственный ответ, который можно услышать: «Все хорошо, все прекрасно, никаких сложностей нет». Консультанта, нанятого работодателем, воспринимают как шпиона собственника. Россияне могут рассказать попутчику в купе поезда все интимные подробности жизни, но на приеме у врача будут пытаться делать вид, что родились только вчера, и от-

куда все эти «радости жизни» – неизвестно. Данная специфика ментальной доминанты российской цивилизации представлена И.В. Кондаковым. Он указывает: «символическим воплощением «зыбкости» и «смысловой неопределенности» социального субстрата древнерусской и русской культуры является знаменитый «русский авось», означающий в конечном счете надежду на стихийное стечение обстоятельств, в результате которого все проблемы разрешатся как бы сами собой, без каких-либо субъективных усилий человека, вне его целенаправленной деятельности, и в то же время выражающий равнодушие к любому исходу в развитии событий, к тому или иному разрешению проблемной ситуации» [6; с. 29]. Это объясняет то, что консультант рассматривается как часть управленческой иерархии, элемент целенаправленной деятельности, и, следовательно, он ничем помочь не может. А попутчик – часть стихийно сложившихся событий, а значит, часть процесса, разрешающего все задачи. В такой ситуации роль консультанта, как элемента бенч-маркинга, может быть делегирована только самому руководителю.

Противоположный вариант подбора персонала предлагает **модель внешнего замещения вакантной должности**. Модель базируется на том, что замещение вакансии осуществляется из внешнего источника, то есть поиск сотрудника происходит вне организации. При этом переход рабочего места должен осуществляться поэтапно. Этап первый: объявление вакансии, размещение информации во внешних информационных источниках, сбор резюме, отбор претендентов и проведение с ними собеседования, формирование стажерской группы (обычно 2–3 стажера). Второй этап: под руководством все еще занимающего данное рабочее место сотрудника стажеры проходят стажировку, в процессе которой и происходит выбор. Третий этап: сотрудник, покидающий должность, передает свои контакты, функции, проекты. Данный процесс позволит безболезненно ввести нового сотрудника в процесс без ущерба для функционала и эффективности. Длительность данного процесса зависит от сложности выполняемого функционала. С нашей точки зрения, для проведения процедуры замещения вакантной должности продавца, мерчендайзера, основного производственного рабочего необходимо 3 месяца. Для замещения вакантной должности руководителя – 6 месяцев.

Сильные стороны модели внешнего замещения: во-первых, работодатель принимает на работу готового сотрудника, не

затрачиваясь на его профессиональную подготовку. Во-вторых, высокий уровень конкуренции внутри коллектива. Новичок выполняет функцию когнитивного катализатора. На фоне гипертрофированности социальных потребностей в репрезентативности сотрудники коллектива «подтягиваются», пытаясь продемонстрировать, что они не хуже новичка и сами обладают высоким профессиональным уровнем. Модель внешнего замещения также имеет несколько особенностей, которые необходимо учесть при ее выборе. **Во-первых**, при переходе на другое место работы сотрудник «перетаскивает» свою клиентуру с собой. В России мы ходим стричься не в салон, а к мастеру. И если мастер переходит в другой салон, то мы, не задумываясь, переходим вслед за мастером. В российских газетах можно прочесть объявление о том, что требуется торговый представитель со своей клиентской базой – и никого такие объявления не смущают, никто даже не задумывается о некорректности и неэтичности таких «переходов». **Во-вторых**, принимая человека на работу по американской модели, мы рассчитываем на то, что новичок моментально включится в процесс работы. А ведь процесс адаптации в России осложнен спецификой психологической адаптации. Поддержка коллектива в России не просто элемент трудовых условий – это сильнейший фактор эффективности. **В-третьих**, отсутствие эскалаторов трудовых перемещений с низких позиций на более высокие приводит к опасности формирования групп, закрытых для входа, которые мы можем применяя определение К. Поппера, назвать «закрытым сообществом» [10, с. 218]. Как отмечает И.В. Ефимчук, закрытые системы отличаются от открытых отнюдь не отсутствием связей со средой, а характером этих связей [4, с. 66]. Данная форма указана также и у М.Ю. Кондратьева как добровольно-вынужденная (закрытые профессиональные группы) [7, с. 33–42]. Чаще всего их составляют работники, специалисты, обладающие уникальными знаниями и имеющие непосредственное влияние на ход производственного процесса, но блокирующие передачи знаний и навыков другим сотрудникам. Последствия формирования подобных групп достаточно разрушительные, что достаточно полно представлено А.С. Ахизиевым [2], Н.К. Радиной [11], а также В.И. Добренковым, А.И. Кравченко [13], М.Ю. Кондратьевым [15].

Очевидно, что каждая из представленных моделей обладает достаточным набором и достоинств и недостатков, уравновешивающих друг – друга. Какую модель

выбрать с учетом современных требований российского бизнеса? В пользу применения модели внутреннего замещения на российских предприятиях говорит исследование Kuhn et al (2001), которые показали, что по критерию «холистичность – аналитические восприятия» граждане России попадают в «незападную» группу вместе с испытуемыми из Малайзии, не отличаясь от них, но достоверно отличаясь от «западных» испытуемых из США и Европы [14, с. 366–372]. Именно модель замещения из внутреннего источника чаще всего ассоциируется с японской моделью социально-трудовых отношений, что обусловлено наличием в японской модели таких элементов, как система «пожизненного найма», формирование коллективного духа, внедрение принципа «соучастия». Однако, как отмечают Ю.И. Александров, С.Г. Кирдина [1, с. 366–372], приводя ссылки М.Е.В. (Varnum et al. 2008), А.К. (Uskul et al. 2008); (Kitayama, Uskul, 2011), аналитизм, приписываемый «западному менталитету, связан преимущественно с индивидуализмом, а холистичность, приписываемая «незападному» типу ментальности, с коллективизмом. Последний требует учета сравнительно большего (чем индивидуализм) числа правил и ограничений, регулирующих социальные взаимодействия и отношения и влияющих на поведение индивида. Сложные и многозначные социальные взаимодействия, полагают указанные авторы, способствуют холистическому мышлению [15, с. 8552–8556]. Это позволяет сделать вывод, что модель внутреннего источника «нагружена» больше, чем модель найма из внешнего источника: именно она базируется на коллективизме и невозможно сформировать потенциал для следующего перемещения внутри компании самостоятельно. Насколько российский наемный сотрудник готов к дополнительным требованиям, правилам и ограничениям, тем более что таковые могут сложиться только на уровне традиций, фундаментальных принципов формирования компании, а многим российским компаниям не исполнилось и 15 лет. А если учесть, что период работы в относительно стабильных условиях не превышает этот срок, то данного времени явно недостаточно для формирования социально значимых правил и ограничений, регулирующих социальные взаимодействия и отношения и влияющих на поведение индивида в организации, чего требует модель внутреннего источника найма.

Кроме того, микробизнес не всегда может предложить сотруднику своевременную ротацию кадров. Российский предприниматель, стремясь минимизировать постоянные

накладные затраты, сводит инфраструктуру своего бизнеса к минимуму, беря на себя все управленческие и экономические функции. В таких условиях продвигать сотрудника просто некуда, а профессиональное выгорание – процесс объективный.

При этом следует отметить, что коллективизм, присущий российскому менталитету, не во всякой социальной обстановке может способствовать формированию коллективного духа, внедрение принципа «соучастия», так как для этого необходимо не только стремление быть частью общего. Еще и необходимо осознавать обязательства личности перед обществом. Данное возможно только при адекватном (и даже заниженном) уровне притязаний. Если уровень притязаний личностей, составляющих общество, высок, то для субъекта общество представляется не сферой приложения личных усилий, а источником долженствования в сторону субъекта – «мне должны». В таких условиях реализовать модель внутреннего замещения затруднительно. Как указывают М.Н. Кокаревич, Т.А. Шаповалова, «границы распространения того или иного технического, научного феномена оказываются обусловленными ментальными доминантами воспринимающей культуры (например, нормы управления экономическими структурами, которые были привнесены в японскую экономику американцами, оказались трансформированными в рамках соответствия японскому коллективизму, потребности в самоуважении и прочими ментальными доминантами) [5, с. 3]. В создавшихся условиях модель внешнего источника становится предпочтительнее, хотя и ассоциируется с «западным» типом менталитета.

Список литературы

1. Александров Ю.И., Кирдина С.Г. Типы ментальности и институциональные матрицы: мультидисциплинарный подход // Теория. Методология. – 2012.
2. Ахизер А.С. Как «открыть» закрытое сообщество // Институт «открытое общество». – М.: Магистр, 1997.
3. Добренков В.И., Кравченко А.И. История зарубежной социологии Открытое и закрытое общество К. Поппера. – http://society.polbu.ru/dobrenkov_histosociology/ch45_all.html/ (дата обращения 14.10.2015).
4. Ефимчук И.В. Собственность как социальная система. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского университета, 2004.
5. Кокаревич М.Н., Шаповалова Т.А. К проблеме актуализации межкультурной толерантности // Вестник Томского государственного университета. Философия, Социология, политология. – 2015. – № 2(30).
6. Кондаков И.В. Специфика ментальной доминанты Российской цивилизации // Философские науки. – 2010. – № 3. – С. 29.
7. Кондратьев М.Ю. Подросток в замкнутом круге общения. – М.: Институт практической психологии; Воронеж: МОДЭК, 1997.

8. Кондратьев М.Ю. Особенности межличных отношений в профессионально специализированных интернатах // Вопросы психологии. – 1995. – № 6. – С. 33–42.
9. Парсонс Т. Система современных обществ. О построении теории социальных систем: интеллектуальная автобиография, Система современных обществ / пер. с англ. Л.А. Седова и Ковалева А.Д.; под ред. М.С. Ковалевой. – М.: Аспект Пресс, 1998. – 270 с.
10. Поппер К. Открытое общество и его враги. – М.: Феникс, 1992.
11. Радина Н.К. Трехфакторная модель А.В. Петровского для анализа «закрытой группы» и «закрытого общества» // Социальная психология малых групп: материалы Всероссийской Научно-практической конференции, посвящена Памяти А.В. Петровского. – М.: МГППУ, 2009. – С. 110–116.
12. Старикова В. Интересное обществознание. – Березники, 2010.
13. Такаянаги С. Японская система управления трудовыми ресурсами // Электронный ресурс. Доступно из URL: <http://www.xserver.ru/user/jstr> (дата обращения 21.09.2015).
14. Kuhn U., Hannover B., Shah F.F., Schubert B., Upmeyer A., Zakaria S. Cross-Cultural variations in identifying figures. Comparisons from United States, Germany, Russia and Malaysia // J. of Cross-Cultural Psychology. – 2001. – Vol. 32. – P. 366–372.
15. Uskul A.K., Kitayama S., Nisbett R.E. Ecocultural basis of cognition: Farmers and fishermen are more holistic than herders // Proceedings of the National academy of Sciences of the United States of America. – 2008. – Vol. 105. – P. 8552–8556.
6. Kondakov I.V. IV The specificity of the Russian civilization mental Dominate Specifica mentalnoj domynaty Rossijskoj civilizacii // Filosofskie nauki 3/2010. pp. 29.
7. Kondratev M.Ju. A teenager in a vicious circle of communication Podrostok v zamknutom krugu obshhenija. M.: Institut prakticheskoy psihologii; Voronezh: MODJeK, 1997.
8. Kondratev M.Ju. Features of interpersonal relations in professional specialized boarding Osobennosti mezhlchnyh otnoshenij v professionalno specializirovannyh internatah // Voprosy psihologii. 1995. no. 6. pp. 33–42.
9. Parsons T. Parsons system of modern societies. On the construction of the theory of social systems: intellectual autobiography, «The system of modern societies «Sistema sovremennyh obshhestv. O postroenii teorii socialnyh sistem: intellektualnaja avtobiografija», Sistema sovremennyh obshhestv / Per, s angl. L.A. Sedova i Kovaleva A.D. Pod red. M.S. Kovalevoj. M.: Aspekt Press, 1998. 270 p.
10. Popper K. The Open Society and Its Enemies Otkrytoe obshhestvo i ego vragi. M.: Feniks, 1992.
11. Radina N.K. Three-factor model A.V. Petrovsky for the analysis of the «closed group» and «closed society» Trehfaktor-naja model A.V. Petrovskogo dlja analiza «zakrytoj gruppy» i «zakrytogo obshhestva» // Materialy Vsero. Nauchgl-prakticheskoy konferencii «Socialnaja psihologija malyh grupp», posv. Pamjati A.V. Petrovskogo. M.: MGPPU, 2009. pp. 110–116.
12. Starikova V. Interesting social studies Interesnoe obshhestvoznanie. Berezniki 2010 g.
13. Takajanagi S. system of human resource management Japonskaja sistema upravljenija trudovymi resursami // Jeletronnyj resurs. Dostupno iz URL: <http://www.xserver.ru/user/jstr> (data obrashhenija 21.09.2015).
14. Kuhn U., Hannover B., Shah F.F., Schubert B., Upmeyer A., Zakaria S. Cross-Cultural variations in identifying figures. Comparisons from United States, Germany, Russia and Malaysia // J. of Cross-Cultural Psychology. 2001. Vol. 32. pp. 366–372.
15. Uskul A.K., Kitayama S., Nisbett R.E. Ecocultural basis of cognition: Farmers and fishermen are more holistic than herders // Proceedings of the National academy of Sciences of the United States of America, 2008. Vol. 105. pp. 8552–8556.

References

Рецензенты:

Белый Е.М., д.т.н., к.э.н., профессор, директор Института экономики и бизнеса, доцент кафедры экономики и организации производства, ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный университет», г. Ульяновск;
Байгулов Р.М., д.э.н., профессор кафедры финансов, ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный университет», г. Ульяновск.

УДК 338.27

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КРИЗИСНЫХ ЯВЛЕНИЙ В ЭКОНОМИКЕ НА СОЦИАЛЬНОЕ САМОЧУВСТВИЕ ЖИТЕЛЕЙ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Мартышенко С.Н.*Владивостокский государственный университет экономики и сервиса,
Владивосток, e-mail: sergey.martishenko@vvsu.ru*

В настоящее время экономика России продолжает переживать экономический кризис. Экономический кризис является угрозой социальной стабильности страны. Поэтому исследования, направленные на изучение социально-экономических условий жизни различных категорий населения, выявление социальных проблем, потребностей населения в социальной защите является актуальной темой. В работе представлены результаты исследования социального самочувствия населения Приморского края в период кризиса. Оценки влияния кризисных явлений на потребление товаров и услуг населением края были получены по данным двух анкетных опросов населения края, проведенных с периодичностью в один год. Вопросы анкеты касались трех тем: оценка влияния кризисных явлений в экономике России на потребление товаров и услуг; оценка влияния экономических санкций со стороны Европы и США на потребление товаров и услуг; оценка влияния на социальное самочувствие роста иностранных валют по отношению к рублю.

Ключевые слова: социальное самочувствие, экономические санкции, курс рубля, регион, анкетный опрос

ESTIMATION OF INFLUENCE THE CRISIS PHENOMENA IN ECONOMY ON SOCIAL HEALTH INHABITANTS IN PRIMORSKI REGION

Martyschenko S.N.*Vladivostok State University Economy and Service, Vladivostok, e-mail: sergey.martishenko@vvsu.ru*

Now the economy of Russia continues to endure an economic crisis. The economic crisis is threat of social stability of the country. Therefore researches directed on studying of social and economic living conditions of various categories of the population, revealing social problems, requirements of the population for social protection is a vital topic. In work results of research of social state of health of the population of Primorski krai in crisis are presented. Estimations of influence of the crisis phenomena on consumption of the goods and services by the territory population have been received according to two questionnaires of the population of the territory, spent with periodicity in one year. Questionnaire questions concerned three themes: an estimation of influence of the crisis phenomena in economy of Russia on consumption of the goods and services; an estimation of influence of economic sanctions from outside Europe and the USA on consumption of the goods and services; an estimation of influence of growth of foreign currencies in relation to rouble.

Keywords: social of health, economic sanctions, rouble exchange rate, region, questionnaire

Экономика России продолжает переживать экономический кризис. Кризис является более глубоким и затяжным, чем в 2009 году. Последний экономический кризис уже длится слишком долго и поэтому потребуются длительное время для перехода экономики к устойчивому росту. Масштаб накопившихся в последнее время проблем создаваемого правительством фундамента для будущего роста.

Реальные доходы населения постоянно падают с середины 2013 года. Резкое падение рубля привело к очень высокой инфляции, которую никак не может остановить правительство. Бремя кризиса в первую очередь падает на простых людей. За период кризиса происходило накопление усталости населения и рост недоверия к правительству страны. Экономический кризис является угрозой **социальной стабильности страны**. Если бы не успехи во внешней политике, которые связывают с личностью президента В. Путина, социальная напря-

женность в обществе могла бы вылиться в протестные акции.

Последние события в странах арабского мира и на Украине подтверждают, что самым опасным состоянием для любого государства является наличие социальной напряженности. В настоящее время обострилась обстановка в Республике Молдова. Социальная напряженность является индикатором социального кризиса и внутреннего конфликта.

Между тем для перехода к росту экономики необходима консолидация общества и уверенность людей в том, что правительство действует в интересах основной массы населения, а не только обслуживает политические элиты.

Поэтому исследования, направленные на изучение социально-экономических условий жизни различных категорий населения, выявление социальных проблем и потребностей населения в социальной защите, являются актуальной темой.

В последние годы в научных теориях, концепциях и социальных программах для оценки восприятия социально-экономической ситуации различными социальными группами и общностями стали использовать термин «социальное самочувствие».

Социальное самочувствие – эмоциональный аспект оценки представителями социальной группы своего общественного положения, уровня удовлетворения социально-экономических и духовных потребностей, интересов. В социальном самочувствии выражается общая тональность общественных настроений группы: экономических, политических, идеологических, национальных и др.

В настоящее время пока не существует однозначного толкования понятия «социальное самочувствие», не выработано единых показателей и индикаторов социального самочувствия. Содержание термина «социальное самочувствие» можно представить в виде схемы (рис. 1), представленной в работе [4].

Всероссийский центр изучения общественного мнения (ВЦИОМ) осуществляет мониторинг социального самочувствия населения России. Для оценки социального самочувствия используются следующие индексы: индекс удовлетворенности жизнью; индекс самооценок материального положения; индекс социального оптимизма; индекс оценок экономической ситуации; индекс оценок политической обстановки; индекс оценок общего вектора развития страны. По результатам опросов в августе 2015 года ВЦИОМ отмечает снижение на 21 пункт

удовлетворенности жизнью россиянами по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. На фоне падения всех индексов социального самочувствия наибольшее беспокойство вызывает снижение индекса социального оптимизма [10]. Россияне теряют надежду, что их жизнь может улучшиться в ближайшие годы. Многие придерживаются пассивной позиции, ожидая что правительство выправит ситуацию.

Население России особенно остро ощутило на себе снижение реальных доходов после резкого падения курса доллара в 2014 году и введением экономических санкций странами Европы и США. Введение экономических санкций не столько имело прямое воздействие на рост цен, сколько явилось поводом для поднятия розничных цен на потребительские товары. Правительство так и не смогло выработать эффективных мер борьбы с необоснованным ростом цен и в дальнейшем вообще постепенно утратило интерес к этой теме, апеллируя к рыночным механизмам формирования цен.

В рамках исследования социального самочувствия населения Приморского края мы в октябре 2014 года провели первый опрос жителей края по оценке влияния кризисных явлений на потребление товаров и услуг. В октябре 2015 года опрос был проведен повторно. В каждом опросе участвовало около 500 респондентов. Вопросы анкеты касались трех тем:

– оценка влияния кризисных явлений в экономике России на потребление товаров и услуг;



Рис. 1. Содержание понятия социальное самочувствие

– оценка влияния экономических санкций со стороны Европы и США на потребление товаров и услуг;

– оценка влияния роста иностранных валют по отношению к рублю.

Исследуемые темы в настоящее время являются определяющими в формировании социального самочувствия населения страны [2].

Не имея возможности в рамках одной статьи представить полный анализ мнений населения Приморского края по исследуемым вопросам, в настоящей работе предлагается рассмотреть некоторые результаты по оценке влияния курса доллара на потребление товаров и услуг (третья тема). Эта тема выбрана, поскольку население связывает резкое изменение уровня цен с падением рубля по отношению к доллару США.

в анкету следующий открытый вопрос: «Как отразилось на вас увеличение курса доллара США?». По нашему мнению, открытый вопрос позволяет получить более достоверную информацию. Респондент вынужден задуматься над содержанием проблемы, а не просто поставить галочку в списке предлагаемых альтернатив. Многие респонденты представили ответы в развернутой форме. Конечно, обработка качественных данных намного усложняет процесс обработки. Для структурирования ответов респондентов мы используем специальную компьютерную технологию обработки текстовой информации. В результате обработки было выявлено 15 вариантов различных ответов респондентов. Частоты встречаемости этих ответов представлены на диаграмме (рис. 2).

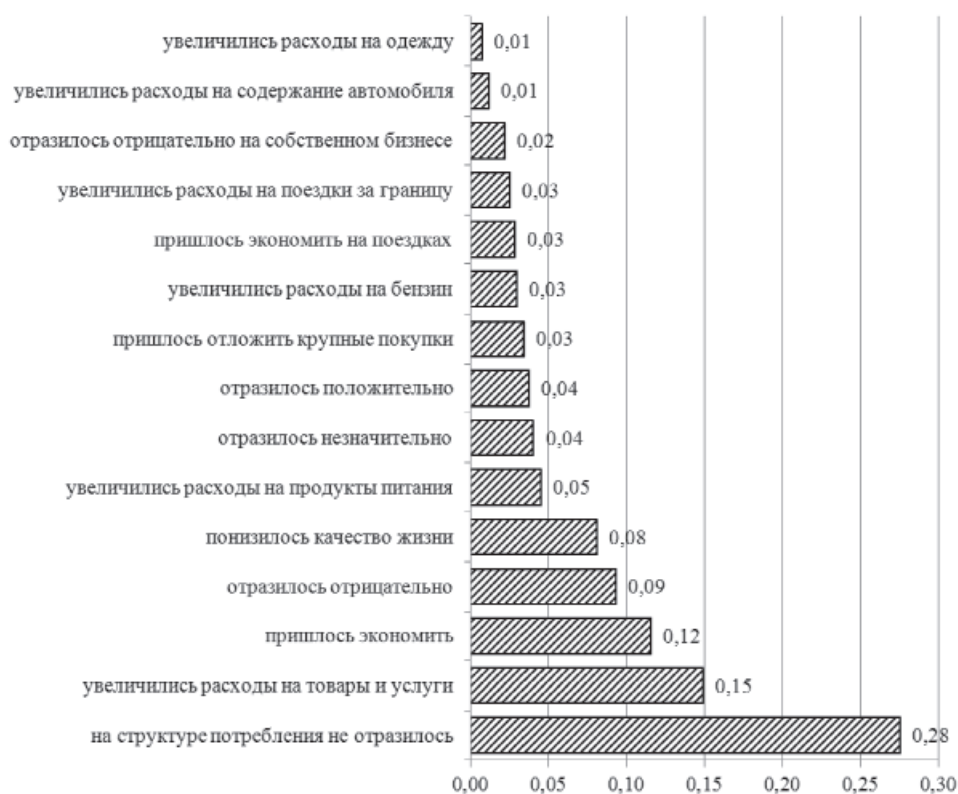


Рис. 2. Структура ответов респондентов по направлениям влияния изменения курса доллара на потребление товаров и услуг

Опросы показали, что население очень беспокоит изменение курса доллара. Причем если в 2014 году высказывали такое мнение («определенно да» и «скорее да») 75% респондентов, то в 2015 году таких людей стало уже 82%.

Различные слои населения по-разному реагируют на изменение курса доллара. Для выявления воздействия изменения курса валюты по отношению к рублю мы включили

Значительное количество ответов респондентов (28%) утверждает, что несмотря на рост цен структура потребления товаров и услуг не изменилась. 4% опрошенных отмечают, что рост цен отразился на структуре их потребления незначительно. Столько же респондентов (4%) утверждает, что связи с ростом курса доллара США их материальное положение даже улучшилось. Это связано с тем, что часть населения получает

заработную плату в иностранной валюте или хранит свои сбережения на валютных счетах.

Достаточно большое количество ответов респондентов (27%) отмечает увеличение расходов. К этой группе ответов кроме обобщенных ответов, указывающих рост расходов, отнесены ответы по увеличению расходов на особенно болезненные для отдельных респондентов статьи затрат: увеличились расходы на бензин (3%); увеличились расходы на поездки за границу (3%); увеличились расходы на содержание автомобиля (1%); увеличились расходы на одежду (1%). Часть респондентов (9%) ответили, что рост доллара отразился на них отрицательно без уточнения причин. Многие респонденты отмечают, что они изменили структуру потребления за счет того, что им пришлось экономить (пришлось экономить – 12%; пришлось отложить крупные покупки – 3%; пришлось экономить на поездках – 3%).

Мы также произвели систематизацию ответов на такой открытый вопрос: «Намерены ли вы что-либо предпринять в связи с ростом курса доллара США? Если намерены, то что именно». Большинство респондентов размышляют над тем, что бы они могли предпринять в сложившейся ситуации (рис. 3).

ких респондентов составляет 48%. Это значит, что около половины населения имеют собственные сбережения и их волнует сохранность заработанных средств.

В связи с ростом доллара наиболее пострадала сфера услуг. Население стало меньше тратить на посещение косметических салонов, развлечения и отдых [3]. В Приморском крае произошел обвал рынка туристских услуг. Огромное количество туристов вынуждено было отказаться от поездок в приграничный Китай. Это туристское направление является основным направлением для Приморского края [6]. В частности, 36% респондентов отметили, что повышение курса доллара США повлияло на их планы по организации отдыха в новогодние праздники. Многие были вынуждены отказаться от зарубежных поездок (в основном это краткосрочные поездки в Китай).

Колебания курса доллара США и его влияние на экономику страны в период кризиса обсуждается во многих публикациях российских ученых [5, 8, 11]. Население тоже не может не волновать перспективы изменения курса валюты. Ведь не только государство составляет бюджет на следующий период с учетом прогнозов курса валют, но и большинство людей не живут одним днем и должны задумываться, что будет с их

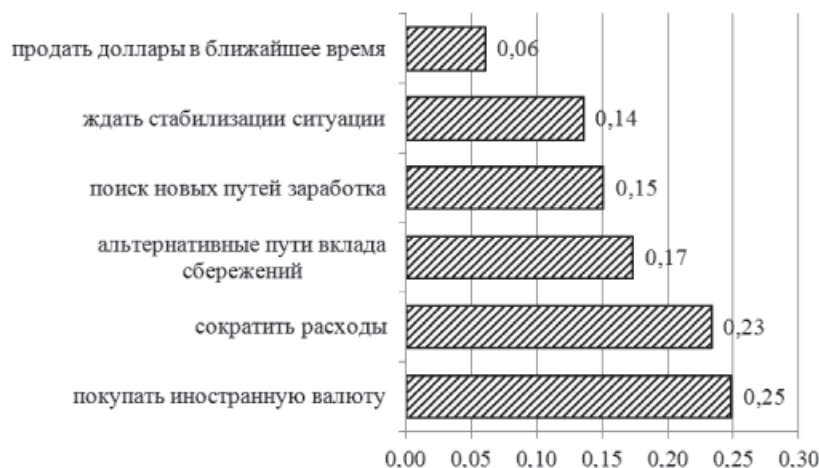


Рис. 3. Структура вариантов действий в связи с ростом курса доллара США

Абсолютно пассивную позицию («ждать стабилизации ситуации») занимают только 14% респондентов. Сократить свои расходы и экономить намерены 23% респондентов. Наиболее активные не собираются ждать улучшений и намерены заняться поиском новых путей заработка (15%). Остальные задумываются над проблемой сохранности своих сбережений за счет изменения структуры вложений денежных средств. Доля та-

сбережениями в будущем. Для осуществления крупных покупок люди должны откладывать денежные средства. Даже когда люди берут кредит, они должны задумываться, как будет складываться структура их трат на период погашения кредита.

В настоящее время планы населения очень сильно зависят от возможных колебаний курса валюты. Конечно, население не может дать более или менее точные

прогнозы, но на подсознательном уровне такие планы имеют место быть. Поэтому мы предложили респондентам поделиться своими прогнозами по возможным колебаниям курса доллара США на ближайшую перспективу и на более длительный период. В октябре 2014 года респондентам было предложено ответить на следующий вопрос: «Дайте Ваш прогноз по курсу доллара на ближайшие месяцы и на более дальнюю перспективу (стоимость доллара в рублях) декабрь 2014 1\$ ____ руб. январь 2015 1\$ ____ руб. февраль 2015 1\$ ____ руб. к концу 2015 1\$ ____ руб.». В следующем опросе, проведенном в октябре 2015 года, в вопрос были внесены изменения соответствующие новому периоду измерения.

Анализ результатов по прогнозам курса доллара показал, что респонденты слишком сильно расходятся в своих мнениях. Это может быть вызвано принадлежностью к разным социальным группам (имущественное расслоение), экономической грамотностью и другими причинами. Поэтому мы разделили респондентов на две группы. Респондентов, которые считают что курс доллара через год не увеличится, то есть будет таким же, как и на момент опроса (средний курс на октябрь 2014 года 45 рублей за доллар) или уменьшится, мы отнесли к первой группе. Представителей этой группы мы назвали «оптимисты». Респондентов, которые считают, что через год доллар будет стоить дороже, чем на момент опроса, мы отнесли ко второй группе – «пессимисты». Оказалось, что респонденты разделились примерно на равные по объему группы (52% – оптимисты и 48% – пессимисты).

На рис. 4. представлены прогнозы, данные респондентами двух групп на

фоне реальных колебаний курса доллара в 2015 году.

Сопоставляя прогнозы, мы видим, что даже пессимисты никак не могли в октябре 2014 года предполагать, что скоро так вырастет доллар и к концу года будет оставаться очень высоким. Но население опиралось на свой прошлый опыт и на мнения экспертов, озвучиваемые в средствах массовой информации. Однако недооценивать такого расхождения прогнозов нельзя. Такое расхождение между ожиданиями и реальностью приводит население в состояние растерянности и к утрате уверенности в завтрашнем дне.

В 2015 году мы опять предложили респондентам дать прогноз курса доллара. Всех респондентов мы разделили на две группы по тому же принципу, что и ранее. Только теперь в качестве пограничного значения был выбран средний курс доллара на момент сбора данных в 2015 году (64 рубля за доллар США). Теперь количество оптимистов поубавилось (44,8%).

Если сравнить прогнозы, данные населением сегодня, с прогнозами, представленными различными аналитическими компаниями, использующими сложные методики расчета, то существенных расхождений мы не обнаружим (таблица). Для сравнения мы использовали прогнозы, представленные двумя известными аналитическими компаниями: агентство прогнозирования экономики (АПЭКОН); независимое бюро прогнозирования курса валют Prognosex [1, 7]. Можно сделать вывод, что население придерживается вполне реалистичного мнения.

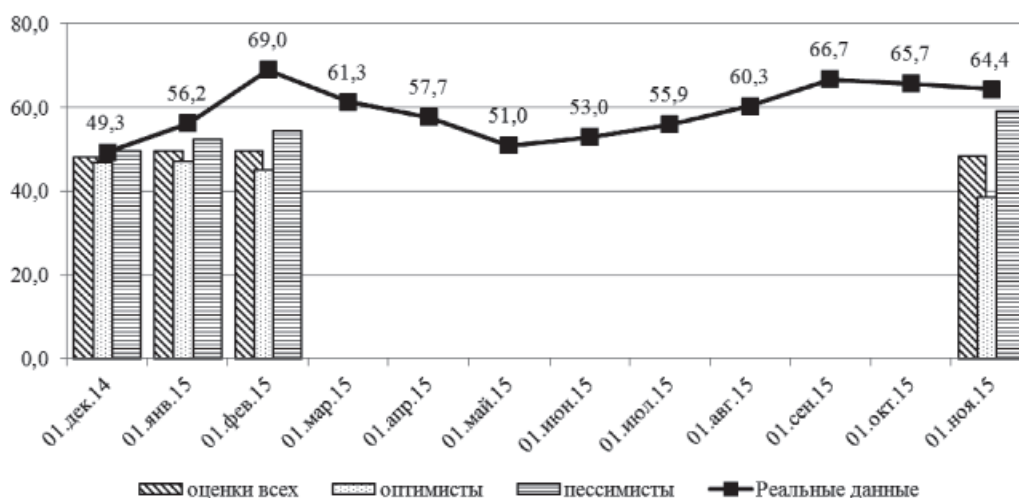


Рис. 4. Результаты сравнения прогнозов курса доллара с реальными колебаниями в течение 2015 года

Сравнение прогнозов курса доллара с ожиданиями населения на ближайший год

Период прогнозирования	АПЭКОН (25.10.2015)	Независимое бюро прогнозирования курса валют (4.10.2015)	Население Приморского края (октябрь 2015)		
			Оптимисты	Пессимисты	Все
Декабрь 2015	64,93	65,10	64,0	68,0	66,2
Январь 2016	66,23	66,71	61,5	69,9	66,1
Февраль 2016	66,21	67,70	59,1	70,8	65,6
Март 2016	64,89	68,97	—	—	—
Апрель 2016	63,59	69,72	—	—	—
Май 2016	63,58	67,94	—	—	—
Июнь 2016	64,85	66,64	—	—	—
Июль 2016	66,15	65,67	—	—	—
Август 2016	67,47	65,29	—	—	—
Сентябрь 2016	68,82	65,50	—	—	—
Октябрь 2016	70,20	64,46	—	—	—
Ноябрь 2016	63,65	64,03	—	—	—
Декабрь 2016	70,42	62,57	51,4	78,8	66,5

В настоящее время нет единого мнения по прогнозу курса доллара даже у самых компетентных экспертов. Глава Минэкономразвития Алексей Улюкаев считает, что экономика в стране в 2016 году будет стабилизироваться и на конец года можно ожидать курс около 50–53 руб./долл. Оптимистичные прогнозы дают Минфин и Центробанк. Представители этих весьма авторитетных организаций считают, что при благоприятных условиях курс доллара может даже вернуться до отметки 40 руб./долл. По оценкам сотрудников Института Гайдара в 2016 году средняя стоимость доллара будет на уровне 51 рубль при стоимости нефти около 70 долларов за баррель, и 52,7 рубля при цене на нефть 60\$ за баррель.

Мнения иностранных экспертов более пессимистичны. Согласно прогнозам специалистов крупного американского банковского холдинга Morgan Stanley, курс доллара в начале 2016 года будет составлять 72 руб./долл и даже выше.

Большинство экспертов осторожно высказывает свое мнение, увязывая свой прогноз со множеством внешних факторов.

Заключение

Стабильность в государстве и обществе зависят от того, как чувствуют себя его граждане. Социальное самочувствие населения является залогом успеха или неуспеха реформ, проводимых государ-

ством. Позитивные и оптимистичные чувства – хорошая база для плодотворной активности и эффективной самоорганизации общества; сомнения, разочарование, бессилие создают почву для деструктивного мышления и поведения; общество с большим числом несчастных, потерявших надежду, ожесточившихся людей накапливает отрицательную энергию, рискует погрузиться встать на путь социальных потрясений [9]. Ошибочно думать, что можно добиться успеха, проводя экономическую политику, отвергаемую большинством населения страны. Большим заблуждением является строить политику на внешнем спокойствии общества, длительное время пребывающего под гнетом нестабильности. Напряженность в обществе имеет свойство накапливаться.

Список литературы

1. Агентство прогнозирования экономики. Прогноз курса доллара и евро. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://areson.ru/> (дата обращения: 06.11.2015).
2. Глазьев С.Ю. Санкции США и политика банка России: двойной удар по национальной экономике // Вопросы экономики. – 2014. – № 9. – С. 13–29.
3. Золотова В.И., Мартышенко Н.С. Влияние кризисных явлений на туристский рынок Приморского края // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.
4. Корнилова М.В. Социальное самочувствие: понятие и основные показатели // Евразийское Научное Объединение. – 2015. – Т. 2. – № 3 (3). – С. 135–137.

5. Мамедова Б.А. Влияние изменения валютного курса на экономику страны и методы его регулирования // *Science Time*. – 2015. – № 4 (16). – С. 456–460.

6. Мартышенко Н.С. Исследование структуры потребления туристских услуг по турам Владивосток – Китай // *Практический маркетинг*. – 2010. – № 5(159). – С. 24–32.

7. Независимое бюро прогнозирования курса валют. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://prognozex.ru/dollara/all/na-dekabr.php> (дата обращения: 06.11.2015).

8. Перебейнос К.Е., Толканева О.Г. Курс доллара: тенденции и прогнозы // *Наука XXI века: проблемы и перспективы*. – 2015. – № 1 (3). – С. 138–143.

9. Рассадина Т.А. К вопросу о социальном самочувствии россиян // *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки*. – 2014. – № 2. – С. 146–155.

10. Социальное самочувствие россиян: оценки и прогнозы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://wciom.ru/index.php?id=236&uid=115330> (дата обращения: 06.11.2015).

11. Таболякова Д.Г. Динамика изменения курса валют: факторы роста и падения // *Факторы успеха*. – 2015. – № 1 (4). – С. 102–105.

4. Kornilova M.V. Sotsial'noe samochuvstvie: ponyatie i osnovnye pokazateli. *Evrasiiskoe Nauchnoe Ob'edinenie*, 2015, vol. 2, no 3 (3), pp. 135–137.

5. Mamedova B.A. Vliyanie izmeneniya valyutnogo kursa na ekonomiku strany i metody ego regulirovaniya. *Science Time*, 2015, no 4 (16), pp. 456–460.

6. Martysenko N.S. Issledovanie struktury potrebleniya turistskikh uslug po turam Vladivostok – Kitai. *Prakticheskii marketing*, 2010, no 5(159), pp. 24–32.

7. Nezavisimoe byuro prognozirovaniya kursa valyut. <http://prognozex.ru/dollara/all/na-dekabr.php> (accessed 6 November 2015).

8. Perebeinos K.E., Tolkaneva O.G. Kurs dollara: tendentsii i prognozy / *Nauka XXI veka: problemy i perspektivy*, 2015, no 1 (3), pp. 138–143.

9. Rassadina T.A. K voprosu o sotsialnom samochuvstvii rossiiyan. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Povolzhskii region. Obshchestvennye nauki*, no 2 (2014), pp. 146–155.

10. Sotsialnoe samochuvstvie rossiiyan: otsenki i prognozy <http://wciom.ru/index.php?id=236&uid=115330> (accessed 6 November 2015)

11. Taboyakova D.G. Dinamika izmeneniya kursa valyut: faktory rosta i padeniya. *Faktory uspekha*, 2015, no 1 (4), pp. 102–105.

References

1. Agentstvo prognozirovaniya ekonomiki. Prognoz kursa dollara i evro. <http://apecon.ru/> (accessed 6 November 2015).

2. Glaz'ev S.Yu. Sanktsii SShA i politika banka Rossii: dvoynoi udar po natsional'noi ekonomike. *Voprosy ekonomiki*, 2014, no 9, pp. 13–29.

3. Zolotova V.I., Martysenko N.S. Vliyanie krizisnykh yavlenii na turistskii rynek Primorskogo kraia. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2014. no. 6.

Рецензенты:

Мазелис Л.С., д.э.н., заведующий кафедрой математики и моделирования, Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, г. Владивосток;

Ембулаев В.Н., д.э.н., профессор кафедры математики и моделирования, Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, г. Владивосток.

УДК 330/ 336 /338/ 34.096

**БАНКОВСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАК ОДНА ИЗ СОСТАВЛЯЮЩИХ
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОСУДАРСТВА****Переверзева Е.С., Погребенко Ю.Н.***ФГКОУ ВО «Белгородский юридический институт имени И.Д. Путилина»**Министерства внутренних дел Российской Федерации, Белгород, e-mail: katkatrin200@gmail.com*

Настоящая статья посвящена вопросам банковской безопасности в Российской Федерации. Банковская система – кровеносная система экономики, в связи, с чем банковская безопасность является одним из основных элементов обеспечения экономической безопасности, особенно в условиях экономических кризисов. Именно банки могут, с одной стороны, полностью оградить экономику страны от финансового кризиса или хотя бы ослабить его глубину, с другой – именно банки являются основным источником уязвимости финансовой системы государства. Большинство изменений банковских отношений на сегодняшний день связано с глобализацией экономики, созданием международных организаций и вступлением в них все большего числа стран; внедрением информационных технологий и повышением уровня конкуренции, как отмечено в Указе Президента Российской Федерации «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года». В связи с этим необходимо упомянуть рекомендации по совершенствованию банковского надзора и обеспечить надлежащее правовое обеспечение банковских операций и сделок, установление ответственности для кредитных организаций, контрольно-надзорные полномочия Банка России, эффективное взаимодействие Банка России с другими органами, уполномоченными на регулирование деятельности финансового рынка.

Ключевые слова: национальная безопасность, экономическая безопасность, банковская безопасность, мировой финансовый кризис, Государственная стратегия экономической безопасности, Банк России

BANKING SECURITY AS A COMPONENT OF ECONOMIC SECURITY**Pereverzeva E.S., Pogrebenko Y.N.***Belgorod Law Institute of the Russian Interior Ministry named after I.D. Putilin,**Belgorod, e-mail: katkatrin200@gmail.com*

This article is devoted to the issues of banking security in the Russian Federation. The banking system – the circulatory system of the economy, in connection with which a bank security is a major element in ensuring economic security, especially in the economic crisis. That is, banks can, on the one hand, completely insulate the economy from the financial crisis, or at least reduce its depth, the other – the banks are the main source of vulnerability of the financial system of the state. Most of the changes of banking relationships to date due to the globalization of the economy, the creation of international organizations and join a growing number of countries; the introduction of information technology and increased levels of competition, as stated in the Decree of the President of the Russian Federation «On the National Security Strategy of the Russian Federation until 2020». In this regard, mention must be made recommendations for improving the banking supervision and ensure proper legal support for banking operations and transactions, the establishment of liability for credit institutions, control and supervisory powers of the Bank of Russia, the Bank of Russia effective interaction with the other bodies authorized by the regulation of the financial market.

Keywords: national security, economic security, banking security, the global financial crisis, The Government's strategy of economic security, The Bank of Russia

Одной из острейших экономических проблем Российской Федерации является рост угроз экономической и финансовой безопасности государства.

Состояние экономической безопасности в последнее время приобретает все новые и новые вопросы, что непосредственно сказывается и на национальной безопасности страны в целом. В Российской Федерации отсутствует единая сформировавшаяся система подходов, а имеется лишь разрозненная совокупность предпринимаемых мер. С одной стороны, трансформация старых и появление новых угроз и рисков, а с другой, острая необходимость совершенствования обеспечения экономической безопасности в банковской составляющей диктует

прерогативу на комплексный подход к обеспечению экономической безопасности в сфере банковской деятельности.

Современное экономическое состояние Российской Федерации далеко от совершенства, что усиливает негативное воздействие постоянно возникающих экономических угроз.

Центральным звеном всех экономических взаимоотношений является банковская сфера, которая в настоящее время находится в достаточно плохом состоянии. Данное утверждение, прежде всего, связано с процессом филиализации Центрального банка Российской Федерации по отношению к Федеральной резервной системе, что еще в большей степени прикрепляет национальную экономику к доллару и ослабляет рубль.

К тому же стала вновь намечаться тенденция роста мошеннических действий, возникающих в банковской сфере, что подрывает все основы экономической жизни страны.

Совершенствование посредством внесения коренных изменений в нормативно-правовое регулирование в ближайшее время станет для Российской Федерации первоочередной задачей. Необходимость подчинения Центрального банка и его подотчетность Правительству Российской Федерации прежде всего этим и обосновывается.

Таким образом, экономическая безопасность является составной и неотъемлемой частью национальной безопасности любой страны, где стержнем всего является банковская сфера, и внесение каких-либо негативно задуманных изменений влечет волнения в стране. В связи с этим в ближайшее время будут приниматься новые нормы, которые будут регламентировать данную сферу и которые также будут подвергаться и критике и одобрению, но это выглядит гораздо лучше, чем просто находиться в режиме отстраненности.

Экономические и финансовые связи в современном мире носят межгосударственный, а зачастую и общемировой характер. При этом успешное ведение бизнеса в любом государстве невозможно без знания и правильного применения международных норм и стандартов.

Особое место в системе норм международного права занимают акты, регулирующие финансовые отношения и банковскую деятельность, направленные на обеспечение стабильности и финансовой безопасности как отдельных банков и финансово-банковских групп, так и национальных банковских систем, а также мировой финансово-банковской системы в целом. Стабильность и финансовая безопасность отдельных участников рынка являются залогом устойчивого функционирования общемировой системы финансовых отношений [2].

Вопросы национальной безопасности в Российской Федерации регулируются Федеральным законом Российской Федерации «О безопасности» и стратегиями безопасности в различных сферах. Так, в настоящее время действует Стратегия национальной безопасности до 2020 г., принятая в 2009 г., а в области экономической безопасности – Государственная стратегия экономической безопасности Российской Федерации от 1996 г.

Основные направления безопасности определяются Президентом России, который, в свою очередь, возглавляет Совет безопасности. Правовая основа обеспечения национальной безопасности помимо национального законодательства – это еще и обще-

признанные принципы и нормы международного права, международные договоры.

Реализация Стратегии призвана обеспечить защиту гражданских прав населения; эффективное решение экономических задач; влияние на процессы в мире, затрагивающие национальные интересы России. Экономисты выделяют следующие уровни экономической безопасности: международный, национальный, локальный, частный.

Цель Стратегии – обеспечение такого развития экономики, при котором создались бы приемлемые условия для жизни и развития личности, социально-экономической стабильности общества и сохранения целостности государства, успешного противостояния влиянию внутренних и внешних угроз [4].

К примерам таких экономических угроз можно отнести крах финансово-кредитной системы в 1998 г. или мировой финансовый кризис 2008 г.

К угрозам экономической безопасности России можно также отнести повышение зависимости от европейских и мировых кризисных явлений. Последствия мировых финансово-экономических кризисов могут стать сопоставимыми по совокупному ущербу с масштабным применением военной силы [5].

Угрозой является также затруднение деятельности Банка России как регулятора, ввиду того что филиалы иностранных банков не подконтрольны Банку России. Повышение рисков банковской деятельности и появление новых схем легализации доходов, несмотря на надзор международных организаций, также представляют угрозу экономической безопасности. Так, банковская система играет одну из ключевых ролей в развитии современной рыночной экономической системы, концентрирует и перераспределяет огромные денежные капиталы, является посредником в кредите, расчетах и платежах, опосредует и тем самым контролирует все связи между всеми субъектами экономических отношений. Невыполнение банковской системой своих функций парализует экономические связи в стране и выступает угрозой экономической безопасности всего общества. Это обуславливает зависимость экономической, а зачастую и политической обстановки в государстве от состояния экономической безопасности банковской сферы.

К критериям безопасного состояния экономики Стратегия относит устойчивость финансовой системы, определяемую, в частности, устойчивостью банковской системы и национальной валюты, степенью защищенности интересов вкладчиков, золотовалютного запаса, развитием российского

финансового рынка и рынка ценных бумаг. В этой области выполнение задач по обеспечению экономической безопасности совпадает с целями деятельности Банка России, установленными Федеральным законом «О Центральном банке Российской Федерации (Банке России)». А это: защита и обеспечение устойчивости рубля; развитие и укрепление банковской системы; обеспечение стабильности и развитие национальной платежной системы [6].

Большинство изменений банковских отношений на данном этапе связано с глобализацией экономики, созданием международных организаций и вступлением в них все большего числа стран; внедрением информационных технологий и повышением уровня конкуренции [7]. В результате интегрированности банков в мировые хозяйственные системы и еще большей интегрированности возросла чувствительность банков к рискам, а воздействие рисков на банковскую деятельность стало более многообразным. Последствия кризисов ярко это демонстрируют.

Следует отметить, что само банковское дело по своей природе связано с многочисленными угрозами, представляющими потенциальную опасность для интересов граждан, общества и государства в целом. Укрепление устойчивости финансовой и банковской сферы в современной России является важным направлением в обеспечении национальной безопасности страны. Отличительной особенностью российской банковской системы является недавнее восстановление коммерческого сектора, что в некоторых случаях нужно понимать буквально.

В условиях нестабильности мировых финансовых рынков банковская деятельность стала зоной повышенного риска. Финансовые кризисы могут влиять на безопасность национальных банковских систем и угрожать потерей экономического суверенитета.

В этих условиях необходимо рассматривать банковскую безопасность как важнейшую функцию государства [1].

Деятельность государства по обеспечению экономической безопасности Российской Федерации осуществляется по следующим основным направлениям:

- 1) выявление угроз;
- 2) разработка мер по выходу из опасной зоны;
- 3) реализация разработанных мер.

Данные механизмы разрабатываются и реализуются в рамках программы социально-экономического развития России.

Очевидно, что главенствующая роль в разработке и имплементации мер бан-

ковской безопасности как части экономической безопасности принадлежит Банку России, тем не менее ни в Стратегии 2020, ни в Стратегии экономической безопасности, ни в Федеральном законе Российской Федерации «О безопасности» этот орган государственного управления не упоминается. Более того, Председатель Банка России не является членом Совета безопасности, так же как и министр экономического развития. Единственным представителем банковского сектора экономики в Совете безопасности является министр финансов, как правило, возглавляющий Национальный банковский совет [3].

На наш взгляд, недостатком является то, что экономической безопасности в Стратегии 2020 и в целом в системе национальной безопасности не отводится должного места. Представляется важным Стратегию 2020 дополнить положениями об экономической безопасности и банковской безопасности [3].

В Стратегии экономической безопасности важно конкретизировать понятие «банковская безопасность» и добавить критерии банковской безопасности.

К этой гипотезе можно добавить предложение по дополнению компетенции Совета безопасности функциями по обеспечению экономической безопасности, которые на данный момент там отсутствуют. Также в состав Совета безопасности имеет смысл ввести Председателя Центрального банка как постоянного члена.

Правовое регулирование деятельности кредитных организаций призвано обеспечить экономическую стабильность государств, устойчивость банковской системы, гарантировать сохранность вкладов, защиту прав инвесторов.

В сфере правового регулирования деятельности кредитных организаций большое значение имеют нормы, принципы и рекомендации, выработанные международными организациями, деятельность которых в той или иной степени затрагивает функционирование финансовых рынков [2].

Задача заключается в том, чтобы структурировать правовое регулирование банковской деятельности таким образом, чтобы предотвратить негативные последствия в деятельности банков. В связи с этим перед государствами стоит важная задача по внедрению международных стандартов, норм-принципов и процедур в национальное банковское регулирование. В первую очередь это принципы в сфере защиты мировых финансовых систем от легализации доходов, полученных преступным путем, и финансирования терроризма.

В связи с этим необходимо упомянуть рекомендации по совершенствованию банковского надзора Базель I, Базель II, Базель III и Конвенцию ОЭСР. Имплементация этих принципов в российское банковское регулирование будет способствовать «эффективному позиционированию российских банков на международных финансовых рынках, а также интегрированию национальной банковской системы в мировую финансовую систему без ущерба для собственной национальной (экономической) безопасности» [1].

Банк России уже проинформировал о том, что положения Базеля III предполагается реализовать в отношении российского банковского сектора поэтапно. Соответствующие положения предусмотрены Стратегией развития банковского сектора Российской Федерации на период до 2015 г., подготовленной Правительством Российской Федерации и Банком России.

В Стратегии отмечается, что проблемы, проявившиеся в деятельности банковского сектора Российской Федерации в ходе кризиса, свидетельствуют о недостатках банковского регулирования и банковского надзора. Основным недостатком является реализация при осуществлении функций по банковскому надзору в значительной степени формальных подходов.

Одной из причин указанного недостатка остается ограниченность правовых возможностей Банка России по реализации содержательных подходов к оценке рисков кредитных организаций. В существенной степени российское законодательство не отвечает международным стандартам и в части возможностей осуществления надзора на консолидированной основе, а также в части определения (в целях ограничения концентрации рисков) критериев связанности заемщиков между собой и связанности заемщиков с банком. Также не соответствует международным представлениям об эффективном надзоре перечень имеющихся в распоряжении Банка России мер надзорного реагирования на недостатки в деятельности кредитных организаций и банковских групп (банковских холдингов).

В связи с этим Правительство Российской Федерации и Банк России считают необходимым укрепить правовую основу реализации Банком России задач по банковскому надзору. В том числе предполагается внести в законодательство изменения, направленные на установление полномочий Банка России по осуществлению содержательного регулирования

и надзора, надзора на консолидированной основе, определению состава мер надзорного реагирования и процедур их применения, соответствующих международным стандартам.

Таким образом, необходимыми направлениями банковского регулирования с целью обеспечения экономической безопасности России являются: надлежащее правовое обеспечение банковских операций и сделок, установление ответственности для кредитных организаций, контрольно-надзорные полномочия Банка России, эффективное взаимодействие Банка России с другими органами, уполномоченными на регулирование деятельности финансового рынка.

На основании вышесказанного можно сделать вывод о том, что нормативно-правовое регулирование банковской деятельности требует внесения изменений и дополнений, а в некоторых случаях и коренных преобразований.

Кредитные организации являются основой финансово-кредитной системы, а также экономики государства, и проблемы с ликвидностью могут угрожать стабильному денежному обращению, привлечению банковских инвестиций в реальный сектор экономики.

Для этого следует четко понимать, что под устойчивостью финансово-кредитной системы подразумевается создание комплекса мер в области финансовой безопасности, обеспечивающих надежное регулирование банковских рисков, капитала и ликвидности, а также государственных финансовых потоков в объемах, необходимых для выполнения государственных задач и функций. При нарушении устойчивости банковской системы, при несоблюдении безопасности внутри нее самой, при ее недостаточной развитости банковская система сама может явиться угрозой финансовой безопасности.

Несомненно, существуют угрозы банковской безопасности России, которые преодолимы при наличии стройной системы обеспечения экономической безопасности; имплементации норм и принципов международного права; постоянном мониторинге экономической ситуации в мире; при совершенствовании правового регулирования банковской деятельности. Это еще раз подтверждает усиление роли государства в правовом регулировании экономики и необходимость выделения функции по антикризисному экономическому регулированию как самостоятельной чрезвычайной функции государства.

Список литературы

1. Алексеева Д.Г. Банковская безопасность: правовые проблемы: автореф. дис. ... д-ра юрид. наук. – М., 2011.
2. Линников А.С., Карпов Л.К. Международно-правовые стандарты регулирования банковской деятельности. – М.: Статут, 2014. – 173 с.
3. Песина Е.А. Роль государства в обеспечении экономической безопасности на фоне вступления Российской Федерации во Всемирную торговую организацию // Право ВТО. 2012. – № 4. – С. 15 – 21.
4. Указ Президента Российской Федерации от 29 апреля 1996 г. № 608 «О Государственной стратегии экономической безопасности Российской Федерации (Основных положениях)» // СЗ РФ. – 1996. – № 18. – Ст. 2117.
5. Указ Президента Российской Федерации от 12 мая 2009 г. № 537 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года» // СЗ РФ. – 2009. – № 20. – Ст. 2444.
6. Федеральный закон от 10 июля 2002 г. № 86-ФЗ «О Центральном банке Российской Федерации (Банке России)» // СЗ РФ. – 2002. – № 28. – Ст. 2790.
7. Чапчиков С.Ю. Теоретико-правовые аспекты защиты экономической безопасности, как функция государства: дис. ... канд. юрид. наук. – М., 2006.

References

1. Alekseeva D.G. Bankovskaja bezopasnost: pravovye problemy: avtoref. dis. ... d-ra jurid. nauk. M., 2011.
2. Linnikov A.S., Karpov L.K. Mezhdunarodno-pravovye standarty regulirovaniya bankovskoj dejatel'nosti. M.: Statut, 2014. 173 p.

3. Pesina E.A. Rol gosudarstva v obespechenii jekonomicheskoj bezopasnosti na fone vstuplenija Rossijskoj Federacii vo Vsemirnuju trgovuju organizaciju // Pravo VTO. 2012. no. 4. pp. 15–21.

4. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 29 aprelja 1996 g. no. 608 «O Gosudarstvennoj strategii jekonomicheskoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii (Osnovnyh polozhenijah)» // SZ RF. 1996. no. 18. St. 2117.

5. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 12 maja 2009 g. no. 537 «O Strategii nacionalnoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii do 2020 goda» // SZ RF. 2009. no. 20. St. 2444.

6. Federalnyj zakon ot 10 ijulja 2002 g. no. 86-FZ «O Centralnom banke Rossijskoj Federacii (Banke Rossii)» // SZ RF. 2002. no. 28. St. 2790.

7. Chapchikov S.Ju. Teoretiko-pravovye aspekty zashhity jekonomicheskoj bezopasnosti, kak funkcija gosudarstva: dis. ... kand. jurid. nauk. M., 2006.

Рецензенты:

Лобанов К.Н., д.п.н., доцент, профессор кафедры административно-правовых дисциплин, ФГКОУ ВО «Белгородский юридический институт имени И.Д. Путилина» Министерства внутренних дел Российской Федерации, г. Белгород;

Куприянов С.В., д.э.н., профессор кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин, ФГКОУ ВО «Белгородский юридический институт имени И.Д. Путилина» Министерства внутренних дел Российской Федерации, г. Белгород.

УДК 65.01

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ВСЕСТОРОННЕЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ В СИСТЕМЕ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ОРГАНИЗАЦИИ

¹Титов С.А., ²Титова Н.В., ¹Новикова Н.А.

¹НОУ ВО «Московский технологический институт», Москва, e-mail: s_titov@mti.edu.ru;

²ФГБОУ ВПО «Государственный университет управления», Москва, e-mail: titova5nv@mail.ru

Для повышения эффективности деятельности сотрудников организации необходимо использовать системы сбора достоверной и полной информации о результатах деятельности и поведении сотрудников в ходе исполнения их должностных обязанностей. В практике управления человеческими ресурсами для целей сбора информации и формирования целостной картины о деятельности сотрудника в настоящее время часто используется метод всесторонней обратной связи. В статье рассматриваются возможности использования данного метода не только для оценки деятельности персонала, но и для развития персонала организации. Отталкиваясь от анализа зарубежного и отечественного опыта использования метода всесторонней обратной связи, авторы предлагают положить в основу проектов и программ развития человеческих ресурсов организации метод всесторонней обратной связи, тем самым соединив данный метод с инструментарием управления проектами и концепциями организационного развития.

Ключевые слова: управление персоналом, человеческие ресурсы, оценка персонала, развитие персонала, всесторонняя обратная связь, метод 360 градусов

IMPLEMENTATION OF 360 DEGREE FEEDBACK METHOD FOR HUMAN RESOURCE DEVELOPMENT

¹Titov S.A., ²Titova N.V., ¹Novikova N.A.

¹Moscow Technological Institute, Moscow, e-mail: s_titov@mti.edu.ru;

²State University of Management, Moscow, e-mail: titova5nv@mail.ru

In order to boost effectiveness of human resources in organizations management needs to base all its decision of the reliable and full information about performance of employees. In practice of human resource management this information can be collected with the help of 360 degree feedback method. The article shows that this method can be used not only as operational tool of employee assessment, but also as a technique of human resource development. Basing their suggestions of the thorough analysis of the practical usage of 360 degree feedback method in foreign and Russian companies the authors come to the conclusion that this method can be merged with the project management tools and techniques and concepts of organizational development.

Keywords: human resources, human resource management, human resource assessment, human resource development, 360 degree feedback

Современные организации, независимо от форм собственности, сектора экономики, предметной области и целевых задач, должны обладать способностью быстро изменяться, быстро развивать свои различные способности. Такая ситуация является общепризнанной для организаций практически любой направленности и принадлежности к отрасли [1]. Разумеется, многие организации естественным образом стремятся к стабильности, но данная стабильность в первую очередь означает постоянство высокого качества услуг и надежность в выполнении своих обязательств перед клиентами. Организационная стабильность не должна иметь ничего общего со стагнацией организационного развития, отсутствием перемен во внутренней и внешней организационной политике. Экономика как в России, так и за рубежом очень интенсивно развивается, и поэтому способность к развитию становится для организаций и предприятий вопросом выживания.

Способность к быстрым и эффективным изменениям и организационному развитию в первую очередь определяется способностью организации к развитию своих человеческих ресурсов. Одним из новейших методов, который можно успешно использовать для развития человеческих ресурсов современной организации, находящейся в условиях постоянно изменяющейся хозяйственной реальности, является метод всесторонней обратной связи, или метод 360 градусов [6]. В настоящее время можно засвидетельствовать серьезное увеличение популярности данного метода при решении задач развития человеческих ресурсов как крупных, так и средних организаций, предприятий и учреждений. Этот метод представляет собой не просто совокупность практических инструментов, но и обладает серьезным потенциалом, позволяющим создать организационную культуру, способствующую индивидуальному, групповому и общеорганизационному развитию.

Действительно, метод всесторонней обратной связи не следует рассматривать как средство, применяемое одновременно для оценки или аттестации персонала, как это делает ряд исследователей [5]. Более плодотворным и эффективным подходом представляется использование этого метода в качестве органичной части общей организационной деятельности по оценке и анализу персонала, оценке производительности, развитию системы коммуникаций между сотрудниками, руководителями и заинтересованными сторонами, т.е. в качестве составной части всей деятельности по развитию человеческих ресурсов и организационному развитию в целом. Именно такой подход предлагается и развивается автором статьи. Применение метода всесторонней обратной связи обязательно должно включать определение организационных, групповых и индивидуальных целей, инициацию и координацию практического развития, улучшение практических способностей и показателей, стимулирование организационного развития. Сотрудники и руководители современной организации должны четко понимать, каким образом обозначенные процессы воздействуют (к лучшему или к худшему) на организацию, на создание организационной культуры, способствующей постоянному обучению и развитию. Разрабатываемые ниже методы и принципы позволяют добиться необходимой ясности понимания и существенно повысят эффективность деятельности по развитию человеческих ресурсов.

Использование метода всесторонней обратной связи, включающего получение рейтингов деятельности сотрудников на основе широкого диапазона оценок со стороны других сотрудников (руководителей, коллег, подчиненных) и клиентов, а также использование этой информации в целях развития персонала, получило свое развитие в различных областях промышленной и организационной психологии и менеджмента. Как российские [2], так и зарубежные исследователи [7] достаточно давно начали определять оценку сотрудника и использовать ее в целях выявления ее влияния на организационные изменения. Очень часто в рамках таких исследований сотрудникам предлагалось определить рейтинг их удовлетворенности различными аспектами организации, такими как административная политика, процедуры и процессы, рабочая обстановка и внутреннее окружение, оплата труда, нематериальные выгоды, непосредственное руководство, высшее руководство компании и так далее. Собранная информация под-

вергалась статистической обработке (определялись средние величины, устранялись ошибки и так далее), а затем передавалась руководству департаментов и организации в целом в качестве основы для принятия решения по вопросам организационных преобразований. Как правило, руководители никогда не получали отчетов с оценками их деятельности со стороны их подчиненных.

Другим непосредственным предшественником метода всесторонней обратной связи является практика оценки показателей производственной деятельности сотрудников. Традиционный подход, который превалирует во многих секторах экономики и по сей день, предполагает оценку труда сотрудников со стороны их непосредственных руководителей [2]. Исследования [6] показали, что сравнение традиционных оценок со стороны руководителей с оценками их стороны коллег, подчиненных и самооценкой существенно повышает надежность и достоверность получаемых показателей производительности труда.

Отдавая дань уважения непосредственным методическим предшественниками метода всесторонней обратной связи, следует сказать, что основным источником популярности метода и основной движущей силой его развития явилась повсеместно осознаваемая необходимость управления постоянными организационными преобразованиями. Информация, получаемая из многих различных источников, является критически важной для оценки текущего состояния организации и ее человеческих ресурсов и отражает практически все важные организационные составляющие, как внешние, так и внутренние [7].

Современные организации и предприятия отличаются чрезвычайно сложным устройством. Технологические системы предъявляют исключительно высокие требования к персоналу, сложные законодательно-нормативные требования должны быть четко понимаемы и постоянно обновляемы, а постоянно изменяющаяся ситуация на рынке требует чрезвычайно быстрого и эффективного изменения сложных организационных технологий ведения хозяйственной деятельности. Сегодняшние организации уже не являются бюрократическими структурами, предоставляющими своим сотрудникам стабильное место работы и прозрачный карьерный рост. В современных развивающихся организациях сотрудники должны быть ответственны за постоянное развитие своих способностей создавать добавленную стоимость для организации, а не просто присутствовать на рабочем месте и выполнять рутинные операции без ошибок. Руководство

современной организации должно быть серьезно озабочено вопросами стимулирования развития организационных и индивидуальных способностей, предоставляя для этого необходимое количество ресурсов и целенаправленно используя различные инструменты для развития персонала. В качестве ключевого инструмента для такого развития предлагается использовать метод всесторонней обратной связи.

Метод всесторонней обратной связи сегодня уже широко используется в практической деятельности управления человеческими ресурсами. Но представляется целесообразным усовершенствовать использование этого метода, так как он содержит в себе огромный потенциал организационного развития. В настоящее время метод 360 градусов может использоваться в рамках общеорганизационных процессов оценки персонала, осуществляемой для определения соответствия человеческих ресурсов поставленным стратегическим целям. Этот метод на практике может использоваться не полностью, оставляя в качестве источников информации только подчиненных, или же исключая клиентов организации, или используя их в какой-либо иной комбинации. Кроме этого, оценивать можно далеко не всех сотрудников организации и, соответственно, не для всех подготавливать информационные отчеты об оценках. В частности, применение метода всесторонней обратной связи может быть ограничено только одним департаментом и инициировано руководством департамента.

Применение метода может изменяться в зависимости от целей использования. Метод может быть составной частью конкретной программы обучения сотрудников, процессов аттестации сотрудников, обязательным этапом при назначении на новую должность и так далее.

Но полноценный эффект от использования метода, по мнению исследователей [7], возникает только в случае широкого его применения в управлении развитием человеческих ресурсов организации в целом. Автор считает целесообразным применение метода всесторонней обратной связи в рамках проектов и программ развития человеческих ресурсов базировать на следующих принципах, существенно дополняющих распространенную на сегодняшний день практику:

- Оценке должны подвергаться все сотрудники организации, как постоянные, так и временные, независимо от уровня управления и занимаемой должности.

- Принимать участие в оценке, т.е. давать оценку, должны также все сотрудники организации.

- Принимать участие в оценке должно как можно большее количество клиентов организации.

- Помимо клиентов к оценке необходимо привлекать также и все основные заинтересованные стороны организации и ее проектов.

- Оценка должна проводиться на управляемой регулярной основе, но не как отдельные мероприятия, приуроченные к каким-либо другим инициативам, например отдельным аттестациям, назначениям, программам обучения и так далее.

- Метод всесторонней обратной связи должен быть инкорпорирован в общую систему управления развитием организацией и человеческими ресурсами.

Важнейшим принципом является необходимость использования информации, полученной в ходе всесторонней обратной связи, в разработке планов организационного развития. Сотрудники постоянно подстраивают свое поведение в соответствии с установленными целями и стандартами. Подобного рода саморегуляция определяет индивидуальное развитие. Несоответствие между поведением и целями активизирует желание сотрудников устранить этот разрыв. Но вся эта деятельность отдельных сотрудников должна быть спланирована и организована руководителями и принимать не стихийно-спонтанные формы, а протекать в виде конкретных проектов и программ организационного развития (что естественно не устраняет необходимости отдельных сотрудников работать над собой в индивидуальном порядке).

Но отдельно следует подчеркнуть роль, которую должен играть метод всесторонней обратной связи для развития социальных коммуникаций в организации.

Все сотрудники современной организации очень тесно связаны между собой. Коммуникации между сотрудниками используются не только для циркуляции оперативной информации, необходимой для выполнения непосредственных задач и операций, но и для передачи информации и знаний, критически важных для развития человеческих ресурсов организации. Посредством социальных коммуникаций сотрудники передают и получают от других целевые установки и смыслы их деятельности в организации, получают информацию об ожиданиях и требованиях к их деятельности, получают общую оценку их деятельности. Метод всесторонней обратной связи позволяет создать весьма эффективную сеть социальных коммуникаций, в рамках которой все сотрудники связаны со всеми на управляемой, регулярной

основе. Информация, некогда протекавшая исключительно по каналам неформальной социальной структуры и в силу неуправляемости очень часто подвергавшаяся сильным искажениями, в рамках этого метода становится критическим ресурсом развития человеческих ресурсов организации. Эта информация действительно становится объективной. Кроме этого, метод всесторонней обратной связи позволяет не только создать коммуникационную сеть, но и эффективно ею управлять в целях развития персонала. Метод создает единую информационную площадку для такого развития на всех уровнях – индивидуальном, групповом и организационном. Но при этом метод следует рассматривать не как единовременное мероприятие, но как постоянный процесс. Отсюда следует, что этот процесс должен быть гармонично согласован с другими процессами развития человеческих ресурсов организации, а также увязан с общей системой проектно-ориентированного управления таким развитием, а также с системой управления организацией вообще. На последнее следует обратить внимание особо.

Социальные коммуникации сегодня рассматриваются как основное средство для создания и развития обучающейся организации, что важно для организации любого масштаба деятельности и принадлежности к отрасли. Метод всесторонней обратной связи позволяет выявлять и развивать предпосылки для образования так называемых центров внутреннего развития организации, которые концентрируют в себе различные знания и выступают в качестве основных движущих сил развития человеческих ресурсов. Без создания таких центров руководство организации обречено на низкую эффективность управления организационными изменениями.

С точки зрения представлений классического менеджмента современные условия управления изменились чрезвычайно. Процессы выполнения работ и передачи информации в современных организациях усложнились. Развитие проектно-матричных организационных структур, широкое использование командных организационных образований упразднили однозначную важность и актуальность отношений «руководитель – подчиненный». Каждый из сотрудников современной организации имеет несколько внутренних или же внешних клиентов, которые в первую очередь определяют успех или неуспех в его деятельности, и именно они являются ис-

точниками критически важной для успеха информации. Границы между организацией и внешней средой теряют былую четкость, а административных вертикальных отношений для успеха оказывается недостаточно. Руководитель сегодня уже не является для сотрудника единственным субъектом управления; причем даже нельзя сказать, что он является самым важным субъектом управления. Каждый из сотрудников современной организации оказывает воздействие на многих участников деятельности и при этом должен получать от всех обратную связь, для того чтобы четко представлять результаты своей деятельности и правильно оценивать свои способности. Единственного источника такой обратной связи, каковым был ранее руководитель, становится недостаточно. Обратная связь должна быть всеобъемлющей и всесторонней для того, чтобы отразить сложные реалии современной хозяйственной жизни. С другой стороны, изменение организационных условий означает необходимость включения рядовых сотрудников в процессы управления текущей деятельностью и развитием организации. Добиться подобного рода согласованности сложнонаправленных процессов прямой и обратной управленческой связи позволяет метод всесторонней обратной связи. И следует обратить внимание на то, что регулярные и постоянные процессы реализации этого метода должны быть согласованы и процессами контроля за текущей производственно-хозяйственной деятельностью.

Реализация плановых мероприятий по развитию персонала должна быть обеспечена необходимой поддержкой со стороны высшего руководства. Без систематического контроля и различных обеспечивающих и поддерживающих (информационных, административных, психологических) систем все усилия по улучшению деятельности будут поглощены оперативной рутинной деятельностью в организации. Необходимое обеспечение должно проистекать от руководителей, специализированных тренеров и консультантов, инициативных сотрудников (которые должны быть специально подготовлены и активизированы). Эта поддержка может заключаться в помощи в выработке целей, в согласовании различных инициатив и мероприятий по развитию на различных уровнях, в содействии в выполнении и контроле утвержденных планов развития.

Кроме этого, важную роль играют и информационные технологии. Так как

метод всесторонней обратной связи предполагает очень сложные потоки (с различного рода ограничениями и требованиями, например, к конфиденциальности) большого количества информации, то без написания или приобретения специализированного программного обеспечения здесь не обойтись.

Список литературы

1. Музыченко В.В. «Код успеха» – личные качества участника стартапа // Cloud of Science. – 2013. – № 2. – С. 46–50.
2. Потеряхин А. Обратная связь в управлении персоналом // Проблемы теории и практики управления. – 1996. – № 5.
3. Chappelow C. 360-degree feedback in individual development. In C.D. McCauley, R. Moxley, E. Van Velsor (Eds.), The Center for Creative. Leadership's handbook of leadership development. – San Francisco: Jossey-Bass, 1998.
4. London M., Beatty R.W. 360-degree feedback as a competitive advantage // Human Resource Management. – 1993. – № 32(2&3).
5. London M., Wohlers A.J., Gallagher P. 360-degree feedback surveys: A source of feedback to guide management development // Journal of Management Development. – 1990. – № 9.
6. Locke E.A. Toward a theory of task motivation and incentives // Organizational Behavior and Human Performance. – 1968. – № 3. – P. 157–189.
7. London M., Smither J.W., Adsit D.J. Accountability: The Achilles heel of multisource feedback // Group and Organization Management. – 1997. – № 22(2). – P. 162–184.

References

1. Muzychenko V.V. «Kod uspeha» lichnye kachestva uchastnika startapa // Cloud of Science. 2013. no. 2. pp. 46–50.
2. Poterjahin A. Obratnaja svjaz v upravlenii personalom // Problemy teorii i praktiki upravlenija. 1996. no. 5.
3. Chappelow C. 360-degree feedback in individual development. In C.D. McCauley, R. Moxley, E. Van Velsor (Eds.), The Center for Creative. Leadership's handbook of leadership development. San Francisco: Jossey-Bass, 1998.
4. London M., Beatty R.W. 360-degree feedback as a competitive advantage // Human Resource Management. 1993. no. 32(2&3).
5. London M., Wohlers A.J., Gallagher P. 360-degree feedback surveys: A source of feedback to guide management development // Journal of Management Development. 1990. no. 9.
6. Locke E.A. Toward a theory of task motivation and incentives // Organizational Behavior and Human Performance. 1968. no. 3. pp. 157–189.
7. London M., Smither J.W., Adsit D.J. Accountability: The Achilles heel of multisource feedback // Group and Organization Management. 1997. no. 22(2). pp. 162–184.

Рецензенты:

Кещян В.Г., д.э.н., профессор, ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», г. Москва;

Денисов И.В., д.э.н., профессор, декан факультета экономики торговли и товароведения, ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», г. Москва.

УДК 332.1

ИННОВАЦИИ В СРЕДНЕМ И МАЛОМ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВЕ**Токаева Б.Б., Токаева А.Б.***ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова», Владикавказ, e-mail: bel.to@yandex.ru*

Настоящая статья посвящена исследованию проблем внедрения инноваций в средний и малый бизнес Республики Северная Осетия – Алания. В статье рассматривается содержательная сторона инноваций, специфика и тенденции развития предприятий. Была показана многогранная роль инноваций, которые обеспечивают развитие экономики, обеспечивают непрерывный прогресс, способствуют совершенствованию производства, управления и повышения уровня жизни населения. Обоснована необходимость мер государственной поддержки дальнейшего внедрения инноваций в среднем и малом предпринимательстве. Современное предпринимательство как особый процесс хозяйствования с ориентацией на инновации, когда малое количество средних и малых предприятий, осуществляющих технологические инновации невелико, играет существенную роль в модернизации экономики регионов. Средние и малые инновационные фирмы, развивающие новые производства повышают наукоемкость и конкурентоспособность производства, что способствует росту национальной экономики.

Ключевые слова: инновации, малый бизнес, средний бизнес, инновационное предпринимательство, инновационная активность, научные исследования

INNOVATIONS IN SMALL AND MEDIUM BUSINESS**Tokaeva B.B., Tokaeva A.B.***North-Ossetian State University named after Kosta Levanovich Khetagurov, Vladikavkaz, e-mail: bel.to@yandex.ru*

The present article is devoted to the study of problems of introduction of innovations in small and medium business of the Republic of North Ossetia – Alania. The article deals with the content side of innovation, specifics and development trends of enterprises. It was shown a multi-faceted role of innovations that provide the development of economy, ensure continuous progress, contribute to the production improvement, management and improving the living standards of population. The necessity of measures of state support further introduction of innovations in small and medium entrepreneurship is proved. Modern entrepreneurship as a specific process of management with a focus on innovation, when a small number of medium and small enterprises engaged in technological innovation is low, plays a significant role in the modernization of the economy of regions. Medium and small innovative firms, developing new productions, increase science linkage and competitiveness of production, which contributes to the growth of the national economy.

Keywords: innovation, small business, medium business, innovative business, innovative activity, scientific researches

Инновация, нововведение (англ. innovation) – это внедрённое новшество, обеспечивающее качественный рост эффективности процессов или продукции, востребованное рынком [7]. Об инновациях сегодня говорят много и везде. Неоспоримым фактом является то, что инновация – основной фактор успешного функционирования любой экономической организации. В рыночных условиях конкурентная борьба является мощным стимулом для изыскания новых возможностей роста производства, повышения качества продукции, выполнения работ, оказания услуг. Деятельность любой организации должна быть нацелена на освоение новых технологий, которые позволили бы выпускать более качественную и востребованную продукцию, а следовательно, и повысить прибыль. Конечный результат инновационной деятельности, получивший воплощение в виде нового или усовершенствованного продукта, внедренного на рынке, нового или усовершенствованного технологического процесса, используемого

в практической деятельности, либо в новом подходе к социальным услугам [2].

В экономике ряда стран малое и среднее предпринимательство является ядром устойчивого экономического и политического развития. В развитых странах производимая в этом секторе продукция составляет большую часть валового национального продукта и экспорта, в нем сосредоточено значительное число рабочих мест.

Каждый год на рынке появляется огромное количество инновационных компаний-конкурентов, но рост потребностей потребителей увеличивается еще более быстрыми темпами. При наличии хорошей идеи каждый предприниматель может занять свою нишу на рынке выпуска продукции, оказания услуг, выполнения работ и т.д., так как ни одна организация или компания не может удовлетворить все многообразие нужд и потребностей населения. Внедряя инновационные решения и технологии, малое предприятие может в короткие сроки расширить круг своих клиентов и получать тем самым

стабильный доход. Например, инновационные идеи малого бизнеса на просторах сети широки, в интернете появились сообщества манимейкеров. Это человек, который может зарабатывать в сети, не прилагая особых усилий. Эти люди создают малый бизнес, работая на биржах копирайтинга или занимаясь продвижением сайтов. Согласно статистике за 2013–2014 гг., в странах Европы и США доля малого бизнеса в экономике превышает 50% [5].

Отметим, что в последние годы наблюдается растущее понимание роли, которую играют инновации в создании успешного бизнеса. Но при этом инновационный процесс должен включать в себя не только экономический, но и экологический и социальный аспекты. Необходимо развивать: консалтинговые фирмы, которые помогали бы инвесторам выбирать объекты инвестирования; центры менеджмента и маркетинга для подготовки предпринимательских высококвалифицированных кадров; бизнес-инновационные центры, инновационные центры, технологические парки (как инновационная поддержка малого предпринимательства), инкубаторы технологии (как обеспечивающие комплексную поддержку малого предпринимательства), региональные центры инновационного развития (для малых и средних предприятий, не имеющих возможность создания своих исследовательских подразделений) и т.д.

Российская Федерация обладает значительным научно-техническим потенциалом, но при этом инновационная деятельность характеризуется низким результирующим показателем инновационной активности. По данным экспертных оценок в настоящее время разработку и освоение инноваций осуществляют около:

- промышленных предприятий – 6,2 %;
- медицинская промышленность – 17,3 %;
- химическая и нефтехимическая промышленность – 17,3 %;
- черная металлургия – 10,5 %;
- машиностроение и металлообработка – 7,9 %;
- топливная промышленность – 3,5 %.

По этому показателю Россия существенно отстает от ведущих стран мира, где на долю новых или усовершенствованных технологий, содержащих новые научные решения, приходится от 70 до 85 процентов валового внутреннего продукта [8]. Благодаря малому и среднему бизнесу ускоряется внедрение некоторых научно-технических достижений; идет быстрыми темпами заполнение товарного рынка требующимися потребительскими изделиями; удовлетворяются потребности экономики страны и на-

селения в промышленных, строительных и прочих услугах, расширяется номенклатура и качество услуг [6]. Несмотря на то, что большинство россиян предпочитают работать в крупных организациях с хорошим социальным пакетом, некоторые граждане пробуют создать собственное малое предприятие, которое вполне может стать успешным.

Население Северного Кавказа характеризуется высокой степенью предпринимательской активности. Это отражается на структуре занятых в экономике – во многих регионах Северного Кавказа доля занятых в качестве предпринимателей без образования юридического лица значительно выше, чем в среднем по России [4].

В Республике Северная Осетия – Алания созданы государственное бюджетное учреждение Республики Северная Осетия – Алания «Бизнес-инкубатор IT парк Алания», некоммерческая организация «Фонд поддержки предпринимательства»; некоммерческая организация «Фонд микрофинансирования малых и средних предприятий Республики Северная Осетия-Алания»; некоммерческая организация «Гарантийный фонд Республики Северная Осетия – Алания».

В число приоритетных инвестиционных проектов республики включены:

– ООО «Владикавказский технологический центр “Баспик”», выпускающий инновационную продукцию, что подчеркивает его особый статус и значимость для развития экономики республики.

– ООО «Научно-Инновационное предприятие СКГМИ (ГТУ) “Стройкомплект-Инновации”». Основной вид деятельности: проектирование, изготовление опытных образцов и испытание газовой горелки стола с повышением КПД по отношению к существующим аналогам.

– ООО «Перспектива». Основной вид деятельности: разработка и организация производства плавающих гидротурбин – нового инновационного продукта, аккумулирующего в себе базовые достоинства применяемых гидротурбин, но превышающего их по базовым параметрам

– ООО НПО «Стройполимертекс». Основной вид деятельности: модернизация имеющегося оборудования по выпуску синтепона, модернизация линии по производству нетканых материалов, разработка технологии по выпуску нетканого высокопрочного основания для производства рубероида, геотекстильных материалов и гидроизоляционных материалов.

– ООО «Аметист». Основной вид деятельности: производство изделия «Полотно нетканое атраматическое», имеющее

патент на полезную модель № 90328. Полотно нетканое атравматическое предназначено для наложения на рану при оказании первой медицинской помощи: для перевязки ран, порезов, ожогов, трофических язв и т.д.

ки по секторам деятельности приведены в табл. 1 (по данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Республике Северная Осетия – Алания) [3].

Таблица 1

	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Всего, млн руб.	67,6	231,9	293,1	347,0	372,8	388,0
в том числе по секторам деятельности: государственный	–	117,4	131,9	134,4	185,5	231,3
предпринимательский	54,7	9,4	28,6	15,2	14,0	19,0
высшего профессионального образования некоммерческих организаций	12,9	105,1	132,6	197,4	173,3	137,6
	–	–	–	–	–	–

– ООО «Новая вибрационная техника». Основной вид деятельности: производство машин и оборудования для металлургии. Разработка и производство энергосберегающих вибрационных питателей, в которых для создания колебательных движений применена система маятника, что позволяет в 4 раза уменьшить массу вибропитателя и количество потребляемой электроэнергии, а также на 50% снизить трудоемкость изготовления изделия.

– ООО «Перспективные инвестиции». Основной вид деятельности: научные исследования и разработки в области естественных и технических наук. Разработка технологии получения спирта, сухого кормопродукта для сельского хозяйства и белково-глюкозного продукта для пищевой промышленности путем изменения технологии получения спирта и утилизации барды.

– ООО «Прогресс плюс». Основной вид деятельности: научные исследования и разработки в области естественных и технических наук. Организация производства энергоресурсосберегающего композиционного материала нового поколения и ограждающих конструктивных элементов на основе освоения прорывных технологий для строительной индустрии [1].

Сегодня бизнес в основном сталкивается с проблемами: рынки сбыта, доступ к финансовым ресурсам, острая нехватка кадров, избыточное налоговое давление, а также контрольно-надзорный и административный пресс, необходимые условия для работы инвесторов и развития инфраструктуры, снижение уровней рисков, обеспечение безопасности инвестиций и капитала и нормализация налоговой политики. Малый бизнес в большинстве своем это не налоговая база региона, а средство решения вопросов занятости, экономической и общественно-политической стабильности региона.

Наиболее частые внутренние затраты на научные исследования и разработ-

ки по видам экономической деятельности представлены в табл. 2 (по данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Республике Северная Осетия – Алания) [3].

Таким образом, можно сделать вывод, что в настоящее время в России и РСО-Алания созданы практически все необходимые базовые элементы поддержки инновационного предпринимательства, которые в совокупности способны оказать содействие малым инновационным предприятиям в их становлении и деятельности. Вместе с тем значительная часть трудностей и препятствий на пути становления и развития российского малого предпринимательства лежит за рамками самой сферы малого предпринимательства.

Тем не менее на основании имеющихся статистических и аналитических данных можно выделить ряд проблем, с которыми сталкиваются в своей деятельности представители малого предпринимательства, в том числе и в сфере инновационной деятельности:

- несовершенство нормативно-правовой базы в сфере малого предпринимательства;
- отсутствие действенных финансово-кредитных механизмов и материально-ресурсного обеспечения развития малого предпринимательства;

- недобросовестная конкуренция;
- неразвитость системы информационной поддержки малых предприятий;
- проблемы кадрового обеспечения подготовки специалистов для малого предпринимательства;

- административные барьеры.

Становление инновационной инфраструктуры как единого рыночного сегмента позволит системно реализовывать принцип целостного «технологического коридора» – от получения новых знаний до производства на их основе новой конкурентоспособной продукции и выведения ее на рынок.

Таблица 2

	Затраты на технологические инновации, млн руб.				Удельный вес затрат на технологические инновации в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг, процентов			
	2010	2012	2013	2014	2010	2012	2013	2014
Всего по добывающим, обрабатывающим производствам, производству и распределению электроэнергии, газа и воды	52,6	66,1	43,7	7,8	0,4	0,5	0,3	0,05
Добыча полезных ископаемых	7,2	—	—	1,9	4,0	—	—	0,9
Обрабатывающие производства	45,4	66,1	43,7	5,9	0,1	0,7	0,4	0,1
производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака	3,1	51,7	—	—	0,3	2,7	—	—
производство резиновых и пластмассовых изделий	—	—	—	—	—	—	—	—
металлургическое производство и производство готовых металлических изделий	35,1	13,0	39,9	3,3	0,7	0,2	0,7	0,1
производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования	7,2	1,4	3,8	2,5	1,4	0,3	0,7	0,4
производство транспортных средств и оборудования	—	—	—	—	—	—	—	—
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	—	—	—	—	—	—	—	—

Список литературы

1. Инновации [электронный ресурс] URL: <http://www.rso-a.ru/index.php/ekonomika-2/innovatsii.html>.
2. Инновации в малом бизнесе [электронный ресурс] URL: <http://biznesvidenie.rf/innovatsii-v-malom-biznese>.
3. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Северная Осетия-Алания [электронный ресурс]. – URL: http://osetstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/osetstat/resources/086ec08049b0d08f97cedff2e93b570e/Vnutrennie+zatraty+na+nauchnye+issledovaniya+i+razrabotki+po+sektoram+deyatelnosti.pdf.
4. Токаева А.Б., Токаева Б.Б. Проблемы функционирования молодежного рынка труда на Северном Кавказе. – Владикавказ: Изд-во Олимп, 2014. – 191 с.
5. Токаева Б.Б. Роль малого и среднего бизнеса в развитии экономики РСО-Алания // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 12. – С. 188–189.
6. Токаева Б.Б., Токаева А.Б. Развитие малого и среднего бизнеса на Северном Кавказе. – Владикавказ: Изд-во ИП Цопанова А.Ю., 2014. – 157 с.
7. Ф.З. «О внесении изменений в Федеральный закон «О науке и государственной научно-технической политике» № 254-ФЗ от 21 июля 2011 года.
8. Цыганов А.Г. Инновации в малом бизнесе Институциональный аспект [электронный ресурс]. – URL: http://www.innovbusiness.ru/content/document_r_A6B0F472-FCD5-48C8-A F8F-5F0DD243D6CA.html.

References

1. Innovatsii [jelektronnyj resurs]. URL: <http://www.rso-a.ru/index.php/ekonomika-2/innovatsii.html>.
2. Innovacii v malom biznese [jelektronnyj resurs]. URL: <http://biznesvidenie.rf/innovacii-v-malom-biznese>.

3. Territorialnyj organ Federalnoj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Respublike Severnaja Osetija-Alanija [jelektronnyj resurs]. URL: http://osetstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/osetstat/resources/086ec08049b0d08f97cedff2e93b570e/Vnutrennie+zatraty+na+nauchnye+issledovaniya+i+razrabotki+po+sektoram+dejatel'nosti.pdf.

4. Tokaeva A.B., Tokaeva B.B. Problemy funkcionirovaniya molodezhnogo rynka truda na Severnom Kavkaze. Vladikavkaz: Izd-vo Olimp, 2014. 191 p.

5. Tokaeva B.B. Rol malogo i srednego biznesa v razvitii jekonomiki RSO-Alanija // Uspehi sovremennoego estestvoznaniya. 2014. no. 12. pp. 188–189.

6. Tokaeva B.B., Tokaeva A.B. Razvitie malogo i srednego biznesa na Severnom Kavkaze. Vladikavkaz: Izd-vo IP Tsopanova A.Ju., 2014. 157 p.

7. F.Z. «O vnesenii izmenenij v Federalnyj zakon «O nauke i gosudarstvennoj nauchno-tehnicheskoy politike»» no. 254-FZ ot 21 ijulja 2011 goda

8. Cyganov A.G. Innovacii v malom biznese Institucionalnyj aspekt [jelektronnyj resurs] URL: http://www.innovbusiness.ru/content/document_r_A6B0F472-FCD5-48C8-A F8F-5F0DD243D6CA.html.

Рецензенты:

Тиникашвили Т.Ш., д.э.н., профессор кафедры «Финансы и кредит», ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет имени К.Л. Хетагурова», г. Владикавказ;

Дзагоева М.Р., д.э.н., профессор кафедры бухгалтерского учета и налогообложения, ФГБОУ ВПО «Северо-Осетинский государственный университет имени К.Л. Хетагурова», г. Владикавказ.

УДК:332.024/332.055.2

МЕТОДИКА ВЫЯВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МУНИЦИПАЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ СОЦИАЛЬНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И КРИТЕРИИ ЕЕ ОЦЕНКИ

Трапезникова И.С.*ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»,
Кемерово, e-mail: trapeznikova_1976@mail.ru*

Эффективность социальной работы – многоплановое явление. Содержание и технология ее определения во многом зависят от того, с позиции какой науки и с какой конкретной научно-практической целью рассматривается социальная работа. Оценка эффективности может проводиться на основе как общих, так и специфических критериев, причем общие служат для оценки социальной работы в целом, а специфические – для оценки конкретных социальных услуг, отдельных видов и методов социальной работы, деятельности отдельных специалистов и учреждений. Сложность оценки эффективности социальных служб, заключается в некоммерческом характере, который они носят. Большинство предоставляемых услуг являются бесплатными, а источники прибыли – это бюджетное финансирование и деятельность благотворительных организаций. Если рассматривать эффективность социального учреждения с точки зрения доходов и расходов, то очевидна экономическая убыточность подобных учреждений, однако они являются неотъемлемой и очень важной частью жизни общества. В статье приводится методика оценки эффективности деятельности учреждений социального обслуживания, которая учитывает такие критерии, как количество обслуживаемого населения, наличие очередей, спектр обслуживаемого населения, осведомленность населения о предоставляемых услугах и условиях их получения, наличие квалифицированного штата сотрудников, удовлетворенность работников условиями труда. Предлагаемая методика апробирована в ходе оценки эффективности МКУ «Центр социального обслуживания населения Кемеровского муниципального района», в результате апробации был сделан вывод о средней эффективности работы учреждения, выявлены проблемные места и разработаны рекомендации, внедрение которых поможет достигнуть максимального уровня качества социального обслуживания и повысить уровень его доступности.

Ключевые слова: учреждения социального обслуживания, оценка эффективности социальной работы, организация и управление социальным обслуживанием населения, социально-экономические процессы

METHODS OF DETECTION EFFICIENCY OF THE MUNICIPAL SOCIAL SERVICE AGENCIES AND THE CRITERIA FOR ITS EVALUATION

Trapeznikova I.S.*Kemerovo State University, Kemerovo, e-mail: trapeznikova_1976@mail.ru*

The effectiveness of social work – a multidimensional phenomenon. The content and technology of its definition depends on the position with some science and some specific scientific and practical purpose regarded social work. Evaluating the effectiveness can be based on both general and specific criteria, and serve to assess the overall social work in general, and specific – to evaluate specific social services, individual species and methods of social work, the activities of individual experts and institutions. The article provides a method of evaluating the performance of social service agencies, which takes into account such criteria as the number of the population served, the queues, the spectrum of the population served, public awareness of the services and conditions of their production, the availability of qualified staff, the satisfaction of employees working conditions. The proposed method has been tested in the course of evaluating the effectiveness of «Social service center of Kemerovo Municipal District» as a result of testing it was concluded that the average efficiency of the institutions identified problem areas and develop recommendations, implementation of which will help to achieve the maximum level of quality of social services and improve the level of its availability.

Keywords: social service agencies, evaluation of the effectiveness of social work, the organization and management of social services, social and economic processes

В условиях современной экономики развития и формирование социально-экономических процессов является ключевым элементом становления региональных систем. Человек – центральное звено любого социально-экономического процесса, и реализация его прав и интересов, это неотъемлемая часть политической и экономической реальности. Отлаженное и бесперебойное функционирование системы социальной защиты позволяет обеспечить нормальные условия

жизни всех членов общества. Важнейшим звеном территориальных систем социальной защиты выступают муниципальные учреждения социального обслуживания населения, как механизм, позволяющий практически решать сложные вопросы жизнедеятельности общества, семьи и отдельного человека.

Эффективность деятельности муниципального учреждения социального обслуживания – многоплановое явление [2].

Определение критериев, по которым можно оценить деятельность такого учреждения – достаточно сложный процесс, так как стандартные критерии эффективности в данном случае не показательны.

Сложность оценки эффективности социальных служб, заключается в некоммерческом характере, который они носят. Большинство предоставляемых услуг являются бесплатными, а источники прибыли – это бюджетное финансирование и деятельность благотворительных организаций [6]. Данная ситуация исключает возможность рассматривать эффективность деятельности муниципального учреждения с точки зрения доходов и расходов, так как будет очевидна его экономическая убыточность, однако данные учреждения являются важной частью социально-экономического статуса региона.

Следовательно, для оценки эффективности деятельности муниципальных учреждений социального обслуживания необходимо использовать критерии, учитывающие не только финансовую составляющую. Эти критерии могут содержать количественные и качественные показатели. С одной стороны, они представляют собой систему нормативных критериев, отражающих эффективность этого процесса, с другой – систему показателей, отражающих состояние клиентов социальных служб (отдельных личностей, семьи, социальной группы).

В первом случае они служат важным инструментом для исследования результативности предоставления социальных услуг населению, во втором – являются системой ориентиров, нацеливающих на достижение конкретных и действенных результатов в социальном обслуживании, адекватных реальным потребностям и нуждам различных категорий населения, а потому могут выступать в качестве стандартов социального обслуживания, системы нормативов [3].

Эффективность деятельности муниципальных учреждений социального обслуживания населения может определяться на основе как общих, так и специфических критериев, причем общие служат для оценки ее эффективности в целом, а специфические – для оценки конкретных социальных услуг, отдельных видов и методов социальной работы, деятельности отдельных специалистов и учреждений.

Мы предлагаем проводить оценку эффективности деятельности муниципальных учреждений социального обслуживания по совокупности следующих критериев:

1. Количество обслуживаемого населения. Данный критерий относится к исключительно количественным показателям, не всегда отражает реальную эффективность

работы социального учреждения, поскольку на него влияет слишком большое количество факторов: численность населения территории, состав населения, доступность социальных служб, организация работы социального учреждения и т.д.

2. Наличие очередей. Если клиент не может получить своевременную помощь по причине постоянных очередей, работу социального учреждения нельзя назвать эффективной.

3. Спектр категорий обслуживаемого населения. Чем шире спектр категорий населения, получающих помощь в учреждении социального обслуживания, тем эффективней можно считать деятельность такого учреждения.

4. Осведомленность населения о предоставляемых услугах и условиях их получения. Информированность населения о возможностях социальных служб зачастую находится на очень низком уровне, что, в свою очередь, приводит к замедлению работы специалистов.

5. Наличие квалифицированного штата сотрудников. Этот критерий является фактически одним из ведущих, так как субъект и объект деятельности социальной сферы – в первую очередь человек.

6. Наличие кризисных ситуаций как в системе клиент – сотрудник, так и в коллективе учреждения. Кризисные ситуации повышают стрессовое состояние, которое влияет на атмосферу в коллективе, затрагивает все грани профессиональной деятельности [4].

7. Удовлетворенность работников условиями труда. Данный показатель влияет на количественные и качественные результаты работы, срочность и точность выполнения заданий, обязательность в отношении других людей.

8. Система поощрений. Сложный вопрос в сфере социального обслуживания, поскольку материальные стимулы сотрудников ограничены. Поэтому выстроенная система мотивации в учреждении социального обслуживания относится к значимым критериям эффективности его деятельности.

9. Уровень коммуникаций в коллективе. Сплоченность коллектива – это немаловажный показатель, так как случай клиента зачастую связан с работой сразу нескольких специалистов, иногда даже из разных отделов, поэтому необходимо, чтобы сотрудники имели навыки работы в группе [5].

10. Возможность повышения уровня квалификации сотрудников. Недостаток у работника тех или иных навыков, знаний приводит к неэффективной работе и выполнению поставленных задач, также способствует повышению у работника стрессов

и энергетических затрат, связанных с работой, а также снижению мотивации.

В данном перечне нет каких-то принципиально новых критериев, но их сведение в единую методику и приведение к единому показателю эффективности позволяет комплексно оценить результаты работы учреждений социального обслуживания населения.

Предложенная методика была использована для оценки эффективности деятельности МКУ «Центр социального обслуживания населения Кемеровского муниципального района».

Оценка количественных показателей проводилась на базе статистических данных, отраженных на официальном сайте Департамента социальной защиты населения Кемеровской области. Качественная оценка была получена с помощью анкетного опроса посетителей и сотрудников центра.

Нормативное значение критерия и оценка нормативного значения критерия рассчитывалась ранжированием по 5-балльной шкале.

При балльной оценке в диапазоне от 0 до 4 баллов:

4 балла – присваивается результату, который определен как целевой ориентир, т.е. результат, к достижению которого необходимо стремиться;

3 балла – присваивается результату, значение которого соответствует наилучшему показателю по региону;

2 балла – показатель нормы;

1 балл – оценивается результат, значение которого на 1–25 % ниже нормы.

0 баллов – значение, которое на 26 % и более ниже нормы.

После проведения оценки каждого критерия в баллах определяется коэффициент эффективности ($K_{эф}$) каждого критерия,

который рассчитывается как отношение результата к целевому ориентиру. Общая эффективность ($K_{эф}$) рассчитывается как отношение суммарного результата к суммарному целевому ориентиру [1].

Для качественной оценки полученного результата определены границы

выявленных баллов:

• коэффициент до 0,4 – низкая эффективность;

• коэффициент от 0,4 до 0,8 – средняя эффективность;

• коэффициент от 0,8 до 1 – высокая эффективность.

Результаты комплексной критериальной оценки эффективности, проведенной на базе МКУ «Центр социального обслуживания населения Кемеровского муниципального района» приведены в таблице.

Апробация методики в условиях деятельности МКУ «ЦСОН Кемеровского муниципального района» показала, что работа данного учреждения является в большей степени эффективной, однако есть проблемные места, которые нуждаются в улучшении.

В частности необходимо:

1. Разработать веб-сайт, содержащий необходимую информацию о льготах и условиях их получения.

2. Создать колл-центр, как возможность для людей, не имеющих доступа в интернет, получить необходимую консультацию по телефону.

3. При подборе кадров учитывать специфику учреждений подобного рода и не допускать к работе с клиентами «случайных» людей, руководителям отделов четко обозначать роль и место каждого сотрудника, не допуская конфликтов внутри рабочего коллектива.

Комплексная критериальная оценка эффективности деятельности МКУ «Центр социального обслуживания населения Кемеровского муниципального района»

Критерий	Результат	Целевой ориентир	$K_{эф}$
Количество обслуживаемого населения	2	4	0,5
Наличие очередей	3	4	0,75
Спектр обслуживаемых категорий населения	4	4	1
Осведомленность населения о предоставляемых услугах	0	4	0
Квалифицированность специалистов	2	4	0,5
Удовлетворенность работников условиями труда	3	4	0,75
Наличие кризисных ситуаций	3	4	0,75
Форма распределений заданий между сотрудниками	3	4	0,75
Уровень коммуникаций в коллективе	3	4	0,75
Система поощрений	3	4	0,75
Суммарные показатели	26	40	0,65

4. Оптимизировать систему мотивации персонала, учитывая ограниченные возможности материальной мотивации, усилить значение организационной и социальной мотивации с целью привлечения квалифицированных сотрудников.

Осуществление данных мероприятий позволит рационализировать как внешние, так и внутренние информационные потоки, более четко определить ответственность исполнителей и руководителей, а также обеспечит достижение максимального уровня качества социального обслуживания, повышение уровня его доступности среди населения.

Методика может применяться для оценки эффективности деятельности любого муниципального учреждения социального обслуживания населения в данных конкретных условиях.

Список литературы

1. Методика оценки результативности и эффективности деятельности учреждений здравоохранения Иркутской области. – Иркутск, 2009. – 89 с.
2. Теория социальной работы / под ред Е.И. Холостовой. – М.: Юрист, 2012. – 456 с.
3. Павленок П.Д. Теория, история и методика социальной работы. – М.: Дашков и К. – 476 с.
4. Пантелеева Т.С. Экономические основы социальной работы / Т.С. Пантелеева, Г.А. Червякова. – М.: Гуманитарный изд. центр ВЛАДОС, 2009. – 160 с.
5. Шамарова Г.М. Эффективность принятия управленческих решений в системах муниципального управления // Управление персоналом. – 2008. – № 1. – С. 32–35.

6. Шиндер И.Г. Методика формирования системы оплаты труда и стимулирования работников государственных учреждений // Бюджетные учреждения образования: бухгалтерский учет и налогообложение. – 2007. – № 11. – С. 12–17.

References

1. Metodika otsenki rezultativnosti i effektivnosti deyatel'nosti uchrezhdeniy zdравоохранeniya Irkutskoy oblasti. Irkutsk, 2009 89 p.
2. Teoriya sotsialnoy raboty / pod red E.I. Holostovoy. M.; Yurist 2012. 456 p.
3. Pavlenok P.D. Teoriya, istoriya i metodika sotsialnoy raboty. M.: Dashkov i K. 476 p.
4. Panteleeva T.S. Ekonomicheskie osnovy sotsialnoy raboty / T.S. Panteleeva, G.A. Chervyakova. M.: Gumanitarnyy izd. tsentr VLADOS, 2009. 160 p.
5. Shamarova G.M. Effektivnost prinyatiya upravlencheskih reshenii v sistemah munitsipalnogo upravleniya // Upravlenie personalom 2008 no. 1. pp. 32–35.
6. Shinder I.G. Metodika formirovaniya sistemy opłaty truda i stimulirovaniya rabotnikov gosudarstvennykh uchrezhdeniy // Byudzhetye uchrezhdeniya obrazovaniya: buhgalterskiy uchet i nalogooblozhenie. 2007 no. 11. pp. 12–17.

Рецензенты:

Березнев С.В., д.э.н., профессор кафедры производственного менеджмента Кузбасского государственного технического университета, г. Кемерово;

Старикова Л.Н., д.соц.н., профессор кафедры экономики и управления на предприятии, РЭУ им. Г.В. Плеханова (Кемеровский филиал), г. Кемерово.

УДК 331

БЕЗРАБОТИЦА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ САНКЦИЙ: ПРИЧИНЫ, ПОСЛЕДСТВИЯ, СПОСОБЫ ЭФФЕКТИВНОЙ ЗАНЯТОСТИ НАСЕЛЕНИЯ

Хаматханова М.А.

ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет»,
Тюмень, e-mail: a_ahilgov@mail.ru

В настоящей статье рассматривается состояние российского рынка труда в условиях экономических санкций, введенных иностранными государствами в отношении Российской Федерации. Отмечается, что замедление темпов экономического роста негативно сказалось на занятости населения страны, привело к поиску новых направлений государственной политики в сфере занятости и трудовых отношений. Рассматриваются общие особенности российской безработицы, проявляющиеся, в частности, в ее формах, а также обозначаются ее основные социально-экономические последствия. Подробно изучены различные категории неработающего населения, а также самого процесса российской безработицы в региональном разрезе. Проанализировано снижение уровня занятости в России и его социально-экономические последствия, порождающие тяжелые проблемы для народного хозяйства и приводящие к падению уровня жизни населения. На основе данной информации обозначаются возможные пути для решения проблем российской безработицы.

Ключевые слова: Российская Федерация, безработица, занятость, формы, последствия

UNEMPLOYMENT IN THE RUSSIAN FEDERATION IN THE CONDITIONS OF ECONOMIC SANCTIONS: CAUSES, CONSEQUENCES, WAYS OF EFFECTIVE EMPLOYMENT

Khamatkhanova M.A.

VPO «Tyumen State Oil and Gas University», Tyumen, e-mail: a_ahilgov@mail.ru

This article examines the state of the Russian labor market in the face of economic sanctions imposed by foreign governments against the Russian Federation. It is noted that the economic slowdown had a negative impact on employment in the country, led to the search for new directions of the state policy in the field of employment and labor relations. We consider the general features of Russian unemployment, manifested, in particular, its forms, and are also referred to its main social and economic consequences. We studied in detail the different categories of non-working population, as well as the process of Russia's unemployment rate at the regional level. Analyzed the decline in employment in Russia and its socio-economic impact, generating severe problems for the economy and lead to a drop in living standards. On the basis of this information, are identified possible ways to address the problems of Russian unemployment.

Keywords: Russian Federation, unemployment, employment, forms, consequences

Актуальность настоящей статьи обусловлена тем фактом, что в настоящее время в условиях экономической нестабильности органы местного самоуправления, так же как и центральные органы власти обращают большое внимание на исполнение принятых законодательных документов по сохранению макроэкономической стабильности. Основными целями государственной политики, направленной на развитие сферы труда и занятости региона, являются: обеспечение развития кадрового потенциала, повышение трудовой мобильности рабочей силы, создание сбалансированного по спросу и предложению рынка труда, реализации права граждан на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, развитие социального партнерства [1, с. 77]. Трудно поспорить с утверждением, что замедление экономического роста в последние годы обусловлено отсутствием факторов устойчивого экономического

роста и неблагоприятным инвестиционным климатом. Любые экономические кризисы, которые сопровождаются спадом производства и не зависят от причин возникновения кризиса, приводят к снижению покупательского спроса и нехватке у предприятий денежных средств на реализацию различных проектов. В этом случае производители вынуждены экономить и сокращать свое производство, используя один из самых распространенных способов экономии – сокращение рабочего персонала. Большая часть компаний призналась, что новых сотрудников нанимать не собирается. Они предпочитают развивать профессионализм уже имеющегося персонала, если возникает необходимость [2, с. 29].

В последние десятилетия безработица является одной из важнейших проблем современной России. Она выступает как сложное и противоречивое макроэкономическое явление экономической жизни, непрерывно

связанное с людьми и их профессиональной деятельностью.

По данным Росстата, в августе 2011 года 4,7 млн человек (6,8 %) не имели работы, но активно её искали, а в государственных учреждениях службы занятости населения зарегистрировано в качестве безработных 1,3 млн человек [12]. Известно, что занятость – своеобразный индикатор, по которому можно судить о национальном благополучии, об эффективности выбранного курса реформ и их привлекательности для населения [14, с. 56].

В России существуют социально-экономические проблемы. Одна из них – проблема занятости, которая неразрывно связана с людьми, их производственной деятельностью. Рынок требует совершенно иного уровня трудовых взаимоотношений на каждом предприятии. Однако пока не созданы эффективные механизмы использования трудовых ресурсов, возникают новые и обостряются старые проблемы занятости, растет безработица. Массовая бедность и социальная незащищенность широких слоев населения – наша действительность. Безработица представляет собой макроэкономическую проблему, оказывающую наиболее прямое и сильное воздействие на каждого человека [10, с. 42]. Потеря работы для большинства людей означает снижение жизненного уровня и наносит серьезную психологическую травму. Поэтому неудивительно, что проблема безработицы часто является предметом политических дискуссий. Экономисты изучают безработицу для определения ее причин, а также для совершенствования мер государственной политики, влияющих на занятость. По мере углубления экономической реформы формируется рынок труда, основанный на исключительном праве человека распоряжаться своими способностями к труду и регулируемый сбалансированностью спроса и предложения рабочей силы. Теперь каждый человек сам добровольно избирает форму занятости, вид деятельности и профессию [4, с. 35]. Полная занятость – цель, к которой необходимо стремиться. Она достигается тогда, когда спрос на рабочую силу совпадает с ее предложением. Но это мимолетное явление, которое постоянно будет нарушаться из-за изменений потребностей общества, структуры производства. Необходима активная государственная политика в сфере занятости и трудовых отношений. Регулирующая роль государства должна состоять в постоянном поддержании сбалансированности экономических приоритетов и приоритетов занятости в программах экономических преобразований.

Физический труд (включая разнорабочих) также неоднородно распределен по различным типам поселений. Меньше всего рабочих в областных центрах. Основные места проживания промышленных рабочих сегодня – это города, хотя немало их и в селах. Это позволяет говорить, что всё пространство профессиональных статусов российского общества сегодня структурируется не столько дихотомией «город – деревня», сколько трехчастной системой «крупный город – малый город – деревня» [3, с. 64]. Учитывая характер урбанизации в России, говорить о городском образе жизни в малых городах не приходится. Если попытаться предсказать исход этого противостояния и последствия для профессиональной структуры населения России, то можно сказать, что линия демаркации пройдет по уровню квалификации. Село сегодня выступает таким типом локальности, в рамках которого происходит сосредоточение низкоквалифицированной и неквалифицированной рабочей силы, занятой физическим трудом (в среднем в российских деревнях трудятся 28 % операторов и водителей и 33 % разнорабочих), и этот порядок сохраняется в течение долгих лет. Это однозначно определяет социально-экономический статус села и его роль в ближайшие годы, при условии, что не будут проводиться реформы по созданию привлекательных рабочих мест, ориентированных прежде всего на рабочую силу из городов [17, с. 63].

Создание на селе привлекательных рабочих мест, ориентированных на промышленных рабочих из городов, является не только вполне реальным делом, но единственной возможностью сохранить качество трудовых ресурсов российского села, так как группа операторов установок и водителей исторически является единственной категорией работников, которая на протяжении 15 лет успешно сосуществует с разнорабочими и прочими работниками сельского хозяйства. Следует отметить всё большую концентрацию работников нефизического труда, обладающих высокой квалификацией, в крупных городах при одновременном сосредоточении работников физического труда с низкой и средней квалификацией в малых городах и селах [16, с. 97]. Такая поляризация рабочей силы по характеру и содержанию труда по типам поселений создает дополнительные препятствия для экономического развития. Другими словами, если не предпринять ряд специальных мер, то деградация интеллектуального потенциала народонаселения страны и ухудшение качества ее трудовых ресурсов в целом может затронуть не только отдельные

отрасли и профессии, но и определенные типы поселений. Все это создает диспропорции в экономике. Если не предпринять ряд мер, то депривация может затронуть не только целые отрасли и профессии, но вместе с тем целые социальные слои [17, с. 15].

Политика занятости должна формироваться с учетом возможности трудиться разных категорий населения. Более пристальное внимание следует уделить группе риска, т.е. занятости женщин, молодежи, инвалидов, и т.д., стабильности получения ими доходов, исключению дискриминации в этих вопросах. Последнее относится также к мигрантам, людям иной расы, цвета кожи, религии, политических взглядов и социального происхождения. Поэтому такую политику как относительно самостоятельную можно осуществлять только при тесном взаимодействии, координации экономической и социальной политики по обеспечению полной, продуктивной и свободно избираемой занятости.

Уровень безработицы по регионам в последнее время сильно различается: дифференциация достигает 26 раз, по округам – почти 3,5 раза. Низкий уровень безработицы в сентябре 2014 года был зафиксирован в Центральном федеральном округе – 3,1%, самый высокий – в Северо-Кавказском федеральном округе (10,8%). Из регионов Российской Федерации самый высокий уровень безработицы наблюдается в Ингушетии (31,1%). Социологическое исследование компании «Ромир» показало, что, по мнению россиян, в 2014 году ситуация на рынке труда ухудшилась. Авторы исследования определили ее как «депрессивный штиль» [7, с. 61].

Согласно исследованиям холдинга «Ромир» только 7% работников сменили место работы осенью 2014 года. Это самый низкий показатель за 6 последних лет. Также это в два раза ниже, чем осенью 2012 года, и в три раза ниже 2013 года. Осенью 2014 г. работодатели практически прекратили поиск новых сотрудников и перестали увеличивать заработную плату. Сложная экономическая ситуация заставляет работников крепче держаться за свои рабочие места [11, с. 29]. «Наверное, те настроения, которые социологи зафиксировали у людей, имеют право на существование, – рассказал в интервью Pravda.Ru первый заместитель председателя комитета Государственной думы ФС РФ по труду, социальной политике и делам ветеранов Михаил Тарасенко. Несмотря на то, что безработица у нас не растет, практически не растет и заработная плата, притом что цены растут».

Экономический кризис во все времена нарушает баланс общественных отношений, что не может не отражаться на рынке

труда. В первую очередь экономический спад, если мы говорим о глобальном спаде производства, вызывает такие ухудшения в трудовых правоотношениях, как приостановка работ, сокращения заработной платы, массовые увольнения, «принудительно-добровольное» предоставление отпусков без сохранения заработной платы, переводы на другую работу, смена режимов работы без согласия работников и т.д. Главная тенденция, которая наблюдается в такие периоды, – панические настроения, как самих работников, так и работодателей, что выражается в росте нарушений [6, 8, с. 71].

Для активности рынка труда в Российской Федерации необходимо решить сложные экономические проблемы, которые мы сегодня наблюдаем. Для снижения числа безработных необходимо оказать помощь населению в переподготовке кадров. Необходимо в соответствии с ситуацией, которая складывается в стране, принимать меры к тому, чтобы импортозамещение шло гораздо быстрее, чтобы была активнее поддержка отечественного товаропроизводителя. В этом случае мы можем ожидать какого-то улучшения на рынке труда.

Ситуация на рынке труда Российской Федерации вызывает неоднозначную реакцию, из-за введенных санкций крупные предприятия вынуждены сокращать свои инвестиционные программы, увеличивается разрыв между рынками труда крупных и малых городов. В сентябре 2014 года 16% промышленных предприятий уволили часть своих сотрудников. При этом эксперты отмечают: потерявшие работу находят себе новую в неформальном секторе. Из-за этого и данные Росстата по безработице почти не меняются. Мало кто становится на биржу труда и объявляет себя официально безработным. Эксперты выяснили: треть населения малых российских городов находится вне поля зрения государства [6, с. 28].

Таким образом, для активного развития рынка труда в Российской Федерации необходимо решение экономических и политических проблем, которые в настоящее время существуют.

Наблюдается очередной виток циклической безработицы. Этот вид незанятости возникает из-за недостатка рабочих мест в целом, который, в свою очередь, спровоцирован негативными явлениями и тенденциями в экономике страны. В условиях рецессии, которую признали уже даже высшие руководители государства, циклическая проблема занятости отягощает уже имеющуюся структурную [8].

Прогнозы Минэкономразвития постоянно ухудшаются. Если в сентябре аналитики

министерства предсказывали рост нетрудоспособного населения до 6,1% с текущих 5,8% (данные на начало 2015 года), то в январе они пришли к выводу, что уровень рецессии составит 1,2% в год, а безработица вырастет до 6,4%. Интересно, что такой же показатель вывел и МВФ: западные аналитики сулят незанятость 6,5% нашим экономически активным согражданам [13, с. 88, 14]. По данным Института социального анализа и прогнозирования РАНХиГС при Президенте РФ, хуже всего придется трудящимся автомобильного сектора (как «производственникам», так и продавцам: 2015 год будет крайне тяжелым для авторынка), ВЭД, финансового и банковского сектора, строительства (из-за провала ипотечного рынка), туризма, транспорта, а также отраслей, в которых особенно велик износ основных фондов или благополучие которых зависит от иностранных инвестиций, доступ к которым многим отечественным производителям перекрыли санкции Запада.

Список литературы

1. Адамчук В.В., Адамчук, О.В. Ромашов, М.Е. Сорокина. Экономика и социология труда. – М.: ЮНИТИ, 2013. – 437 с.
2. Актуальные проблемы трудовой миграции // Человек и труд. – 2012. – № 8. – С. 29–37.
3. Аникин В. Модернизационный потенциал профессиональной структуры занятого населения России // Общество и экономика. – 2011. – № 11–12. – С. 35–64.
4. Апокин А., Юдкевич М. Анализ студенческой занятости в контексте российского рынка труда // Вопросы экономики. – 2008. – № 6. – С. 98–111.
5. Базыленко Т. Влияние службы занятости на предпринимательскую активность безработных // Человек и труд. – 2012. – № 5. – С. 28–32.
6. Бахтизин Р.Н. Доклад президента академии наук республики Башкортостан Р.Н. Бахтизина // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. – 2011. – Т. 16. – № 2. – С. 10–15.
7. Борзенков Р. Территориальные аспекты малого бизнеса и занятость населения // Человек и труд. – 2012. – № 11. – С. 61–63.
8. Бреев Б.Д. Безработица в современной России. – М.: Наука, 2005. – 271 с.
9. Безработица в России – её формы, последствия и методы борьбы с ней [Электронный ресурс] // URL.: http://www.finansy.asia/bezrabotitca_v_ross
10. Гобсон Дж. Проблемы безработицы. – М.: Либроком, 2011. – 152 с.
11. Кашепов А. Проблема предотвращения массовой безработицы в России // Вопросы экономики. – 2011. – № 5. – С. 29–42.
12. Материалы официального сайта Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс] // URL.: <http://www.gks.ru>.
13. Рофе А.И. Рынок труда, занятость населения, экономика ресурсов для труда. – М.: МИК, 2013. – 400 с.
14. Спивак С.И., Бахтизин Р.Н., Черняев К.А. Оптимизация структуры средств, направляемых на инвестиции // Нефтегазовое дело. – 2008. – Т. 6. – № 1. – С. 195–202.
15. Хайруллина Н.Г. Правовые основы управления персоналом: учебное пособие. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2014.
16. Хаматханова М.А. Сущностные характеристики и механизм построения современного рынка труда // Современная наука: Актуальные проблемы теории и практики. Серия Экономика и право. – 2012. – № 11–12. – 78 с.

17. Хаматханова М.А. Инновации как фактор повышения занятости в России // Экономика и предпринимательство. – 2013. – № 3. – 497 с.

18. Четвернина Т.Я. Становление системы защиты от безработицы в современной России. – М.: Наука, 2004. – 312 с.

19. Яковлева А.В. Особенности безработицы в крупном городе: тенденции и направления регулирования: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2010. – 27 с.

References

1. Adamchuk V.V., Adamchuk, O.V. Romashov, M.E. Sorokina. Jekonomika i sociologija truda. M.: JuNITI, 2013. 437 p.
2. Aktualnye problemy trudovoj migracii // Chelovek i trud. 2012. no. 8. pp. 29–37.
3. Anikin V. Modernizacionnyj potencial professionalnoj struktury zanjatogo naselenija Rossii // Obshhestvo i jekonomika. 2011. no. 11–12. pp. 35–64.
4. Apokin A., Judkevich M. Analiz studencheskoj zanjatosti v kontekste rossijskogo rynka truda // Voprosy jekonomiki. 2008. no. 6. pp. 98–111.
5. Bazylenko T. Vlijanie sluzhby zanjatosti na predprinimatelskuju aktivnost bezrabotnyh // Chelovek i trud. 2012. no. 5. pp. 28–32.
6. Bahtizin R.N. Doklad prezidenta akademii nauk respubliky Bashkortostan R.N. Bahtizina // Vestnik Akademii nauk Respubliki Bashkortostan. 2011. T. 16. no. 2. pp. 10–15.
7. Borzenkov R. Territorialnye aspekty malogo biznesa i zanjatost naselenija // Chelovek i trud. 2012. no. 11. pp. 61–63.
8. Breev B.D. Bezrobotica v sovremennoj Rossii. M.: Nauka, 2005. 271 p.
9. Bezrobotica v Rossii ejo formy, posledstviya i metody borby s nej [Elektronnyj resurs] // URL.: http://www.finansy.asia/bezrabotitca_v_ross
10. Gobson Dzh. Problemy bezroboticy. M.: Librokom, 2011. 152 p.
11. Kashepov A. Problema predotvrashheniya massovoj bezroboticy v Rossii // Voprosy jekonomiki. 2011. no. 5. pp. 29–42.
12. Materialy oficialnogo sajta Federalnoj sluzhby gosudarstvennoj statistiki [Elektronnyj resurs] // URL.: <http://www.gks.ru>.
13. Rofe A.I. Rynok truda, zanjatost naselenija, jekonomika resursov dlja truda. M.: MIK, 2013. 400 p.
14. Spivak S.I., Bahtizin R.N., Chernjatev K.A. Optimizacija struktury sredstv, napravljajemyh na investicii // Neftegazovoe delo. 2008. T. 6. no. 1. pp. 195–202.
15. Hajrullina N.G. Pravovye osnovy upravlenija personalom / uchebnoe posobie. Tjumen: TjumGNGU, 2014.
16. Hamathanova M.A. Sushhnostnye harakteristiki i mehanizm postroenija sovremennogo rynka truda // Sovremennaja nauka: Aktualnye problemy teorii i praktiki. Serija Jekonomika i pravo. no. 11–12, 2012. 78 p.
17. Hamathanova M.A. Innovacii kak faktor povyshenija zanjatosti v Rossii // Jekonomika i predprinimatelstvo. no. 3. 2013. 497 p.
18. Chetvernina T.Ja. Stanovlenie sistemy zashhity ot bezroboticy v sovremennoj Rossii M.: Nauka, 2004. 312 p.
19. Jakovleva A.V. Osobennosti bezroboticy v krupnom gorode: tendencii i napravlenija regulirovanija: avtoref. diss. kand. jekon. nauk M., 2010. 27 p.

Рецензенты:

Любимов С.В., д.э.н., профессор кафедры экономики и организации производства, ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень;

Силин А.Н., д.соц.н., профессор кафедры маркетинга и муниципального управления, ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень.

УДК 338.436.2:004

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ПОТОКАМИ НА ИНТЕГРАЦИЮ ПРЕДПРИЯТИЙ**¹Черданцев В.П., ¹Муратова Е.А., ²Кузнецов П.А.**¹*ФГБОУ ВО «Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова», Пермь, e-mail: 471777@mail.ru;*²*Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, e-mail: pk.pnrpu@gmail.com*

В статье рассматриваются экономико-математические модели с применением методов, которые позволяют решить стратегические и тактические задачи при выборе эффективных стратегий, форм вертикальной и горизонтальной интеграции действующих предприятий с учетом неопределенности рынка. Предприятия имеют больше стимулов для объединения в отраслях, для которых характерна высокая неопределенность спроса и/или производственных затрат. Подход к моделированию развития предприятия на основе управления внутренними и внешними информационными потоками позволит предприятиям создать информационное поле и разработать эффективную систему для реагирования на изменение среды. Модель, предложенная на основе теоретико-игровых подходов, при горизонтальной интеграции в условиях стохастичности предлагает проводить исследование стимулов объединяющихся предприятий, оказывающих влияние интегрированных формирований в зависимости от рассматриваемого типа неопределенности, влияния на национальное благосостояние. Рассматривается возможность рынка как саморегулирующейся системы, способной вырабатывать доступные средства для решения проблемы применения асимметричной информации.

Ключевые слова: информационные потоки, интеграция, стратегии управления, коэффициент реагирования, моделирование

MODELLING THE INFLUENCE OF INFORMATION MANAGEMENT ON ENTERPRISE INTEGRATION**¹Cherdantsev V.P., ¹Muratova E.A., ²Kuznetsov P.A.**¹*Perm State Agricultural Academy, Perm, e-mail: 471777@mail.ru;*²*Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: pk.pnrpu@gmail.com*

In article the economic-mathematical models with application of methods that allow to solve strategic and tactical challenges when selecting effective strategies, forms of vertical and horizontal integration of existing businesses with the uncertainty of the market. Businesses have more incentives to merge in industries characterized by high demand uncertainty and/or production costs. The approach to modeling of enterprise development based on management of internal and external information flows will enable enterprises to build information field and to develop an effective system for responding to the changing environment. The model proposed on the basis of game-theoretic approaches to horizontal integration in the stochasticity suggests that a study of the incentives of merging entities that impact of integrated units, depending on the considered type of uncertainty and, as a result, the impact on national welfare. The possibility of the market, as smartwaysa, self-regulating system, capable of producing the tools available to solve the application of asymmetric information.

Keywords: information flow, integration, control strategies, response factor, simulation

Проблема выбора эффективной организационной формы объединения является сложной и важной для любого предприятия. Считается, что предприятия имеют больше стимулов для объединения в отраслях, для которых характерна высокая неопределенность спроса и/или производственных затрат. В связи с этим особый интерес представляет анализ стимула предприятий к интеграции, вопросы воздействия на процесс интеграции информационных потоков между предприятиями.

Эта проблема актуальна, если важная информация, в частности информация о технологии, проектировании или специфических характеристиках продукции должна быть доступна и нижележащим,

и вышележащим предприятиям отрасли. Такая ситуация характерна для высокотехнологичных отраслей, в которых обмен информацией относительно продукции необходим для обеспечения совместимости продукции, избегания дополнительных затрат на регулирование и повышение функциональности [2].

Внешние информационные потоки оказывают влияние на такие характеристики рынка, как объемы выпуска продукции, оптовая цена ресурса, прибыль компаний и их инвестиции в научно-исследовательские разработки.

Установлено, что предприятия имеют больше стимулов к горизонтальной интеграции на рынках, характеризующихся

неопределенностью спроса или производственных затрат, если эти сведения являются частной информацией предприятий. Объединенная фирма может агрегировать информацию своих подразделений и соответствующим образом рационализировать производство среди своих подразделений. Кроме того, рост волатильности рынка повышает стимулы предприятий к горизонтальной интеграции. Объединения могут быть выгодными даже на низко концентрированных рынках [3].

Предлагаемый подход к моделированию интеграции предприятий на основе управления информационными потоками включает несколько этапов:

- сбор и обработку информации;
- структурирование потоков информации;
- определение вариантов стратегии интеграции;
- оценку альтернатив и выбор эффективной стратегии;
- оценку результативности стратегии до и после интеграции предприятий;
- составление рекомендаций по реализации стратегии интеграции.

Исследование устойчивости развития объединенных предприятий должно базироваться на следующих индикаторах:

- используемые характеристики должны быть прикладного типа и показывать устойчивость деятельности объединения по различным направлениям;
- полученные параметры должны быть сопоставимы с внешними и внутренними факторами, влияющими на достигнутые результаты;
- в полученных характеристиках должны быть заинтересованы и собственно предприятия, и внешние пользователи [4].

Предприятия часто принимают долгосрочные решения, не имея точных представлений о краткосрочных рыночных условиях. Решения о горизонтальной интеграции принимаются при наличии неопределенности спроса и производственных затрат. В соответствии с этим предполагается, что предприятия наблюдают спрос и производственные затраты после принятия решений об объединении. Кроме того, предприятия могут в той или иной степени располагать информацией относительно спроса и производственных затрат своих конкурентов. Например, институциональные изменения, касающиеся спроса и/или затрат, являются, как правило, общедоступной информацией. Напротив, качество результатов инновационных исследований является частной информацией компаний.

Реализация подхода позволит определить стратегии управления, при которых

информационные потоки между ниже- и вышележащими предприятиями отрасли вызывают повышение или понижение стимулов предприятий к интеграции и разработке инноваций.

Оценка влияния информационных потоков может быть определена с помощью коэффициента реагирования. Количественную оценку силы реагирования можно определить, основываясь на коэффициенте реагирования – k_r [5].

Коэффициент реагирования может быть определен как сумма частных коэффициентов реагирования по отдельным взаимодействиям. Каждый из частных коэффициентов реагирования k_{ri} имеет свое смысловое значение и фиксирует состояние конкретного субъекта.

$$k_r = \sum_{i=1}^n k_{ri}, \quad (1)$$

где k_{ri} – частный коэффициент реагирования.

Границы коэффициента реагирования находятся в интервале между 0 и 1, следовательно, сумма всех его составляющих должна находиться в данном диапазоне.

В качестве составляющих коэффициента реагирования выделяются:

- 1) k_{rz} – коэффициент реагирования, обусловленный законодательством;
- 2) k_{rc} – коэффициент реагирования, связанный с уровнем стабильности цен;
- 3) k_{rk} – коэффициент реагирования, связанный с уровнем конкуренции;
- 4) k_{ri} – коэффициент реагирования, обусловленный характеристиками информации.

Уточнения требуют параметры, которые определяют реагирование на управленческие изменения, связанные с законодательством, поскольку оно затрагивает внешнюю по отношению к интегрированным предприятиям среду. Данную зависимость наиболее полно отражает формула

$$k_{rz} = \frac{k_{rz}^{no} + k_{rz}^o}{k_{\max rz}^{no} + k_{\max rz}^o}, \quad (2)$$

где k_{rz}^{no} – реагирование со стороны законодательства для предприятий, не входящих в объединения; k_{rz}^o – реагирование со стороны законодательства, имеющее большее значение для объединений; $k_{\max rz}^{no}$ – максимально возможный уровень реагирования законодательства для предприятий, не входящих в объединения; $k_{\max rz}^o$ – максимально возможное реагирование со стороны законодательства, имеющее большее значение для объединений.

Коэффициент реагирования на решения, связанные с ценообразованием, определяют по следующей формуле:

$$k_{rc} = \frac{D}{c}, \quad (3)$$

где D – дисперсия изменения цен исследуемого периода по товарам предприятий – участников интеграции; c – цена товара предприятий – участников интеграции.

Показатель, связанный с уровнем конкуренции, рекомендуется рассчитывать как соотношение разницы объема выпуска продукции участниками интеграции (V_i) и величины платежного спроса на товар на данном рынке (S_i) к стоимости общего объема товара на рынке:

$$k_{rk} = \frac{V_i - S_i}{V_i}. \quad (4)$$

Величина платежеспособного спроса уточняется на фактический объем продаж предыдущего периода с учетом определенных тенденций. Величина объема предлагаемого товара определяется по общепринятой схеме баланса продукции с учетом размеров контрактов и наличия аналогичного товара на рынке.

Основной методологической трудностью при расчете коэффициента реагирования является полнота и достоверность информации.

Коэффициент реагирования, обусловленный характеристиками информации, определяется на основе двух коэффициентов информационной среды – качественного коэффициента k_{ri}^{kch} и количественного коэффициента k_{ri}^{kl} . Таким образом, информационное обеспечение рассматривается как совокупность информационных систем, информационных технологий, внебюджетных фондов, базы данных статистических организаций, финансово-кредитной системы:

$$k_{ri} = \frac{k_{ri}^{kch} + k_{ri}^{kl}}{2}. \quad (5)$$

Необходимо уточнить, что показатель k_{ri}^{kch} определяется в виде соотношения разницы совокупного объема информации V_i и достоверной информации T_i к совокупному объему информации:

$$k_{ri}^{kch} = \frac{V_i - T_i}{V_i}. \quad (6)$$

Показатель k_{ri}^{kl} определяется как отношение разницы между возможными источниками информации Q_v и используемыми

Q_i к количеству возможных источников информации:

$$k_{ri}^{kl} = \frac{Q_v - Q_i}{Q_v}. \quad (7)$$

При этих ограничениях формула для расчета коэффициента реагирования, с учетом характеристик информации, имеет вид

$$k_{ri} = \left(\frac{V_i - T_i}{V_i} + \frac{Q_v - Q_i}{Q_v} \right) \dots 2. \quad (8)$$

Рассмотрим рынок однородной продукции, характеризующийся линейной функцией спроса,

$$P(X) = a - X, \quad (9)$$

где a – положительная постоянная; X – уровень потребления [4].

На рынке функционируют n фирм, $s = 1, 2, \dots, n$, которые характеризуются нейтральным отношением к риску. Производственные затраты фирм определяются функциями

$$C_s(x_s) = \theta_s x_s + \frac{\lambda}{2} x_s^2, \quad (10)$$

где x_s – объем производства продукции; θ_s – случайный параметр, а λ – положительная постоянная, представляющая обратную величину капиталовложений фирмы. В соответствии с этим кривые предельных затрат линейны и строго возрастают,

$$MC_s(x_s) = \theta_s + \lambda x_s, \quad (11)$$

и их наклон снижается при увеличении капиталовложений.

Случайные переменные $\theta_1, \dots, \theta_n$ предполагаются независимыми и идентично распределенными со средним θ и дисперсией σ_θ^2 на интервале $[\theta_{\min}, \theta_{\max}]$.

Если неопределенность является частной информацией предприятий, анализ проводится на основе следующей трехстадийной игры:

1) $k (\leq n)$ фирм принимают решение относительно объединения;

2) каждая фирма получает информацию относительно собственных производственных затрат, а объединенная фирма получает информацию относительно затрат фирм, вошедших в объединение;

3) каждая фирма определяет объем выпуска продукции (объединенная фирма определяет объем выпуска продукции, вошедших в объединение).

Если неопределенность является публичной информацией, анализ также проводится на основе описанной трехстадийной игры,

однако на второй стадии каждая фирма получает информацию относительно производственных затрат всех фирм, а не только собственных.

Благодаря симметрии на первой стадии предполагается, что выгоды объединенной фирмы распределяются равномерно между подразделениями интегрированной компании. Чтобы избежать граничных фирм, когда несколько фирм неактивны (т.е. не производят продукцию), предполагается, что для всех реализаций параметров затрат каждая фирма находит оптимальным производить положительный объем продукции. Это означает, что относительная неэффективность фирм не настолько велика, чтобы приводить к закрытию менее эффективных производителей (как внутри объединения, так и вне его).

Фирмы принимают решения относительно объемов выпуска продукции с целью максимизации прибыли (на третьей стадии), однако принимают решения относительно объединения, сравнивая ожидаемые прибыли (на первой стадии).

Предлагаемый подход к моделированию развития предприятия на основе управления внутренними и внешними информационными потоками позволит предприятиям создать информационное поле и разработать эффективную систему для реагирования на изменение среды.

Это даст возможность определить критические точки управленческого изменения информационных потоков, расширить возможности развития инновационной деятельности предприятий в результате интеграции.

Список литературы

1. Бутакова М.М. Экономическое прогнозирование: методы и приемы практических расчетов: учебное пособие для вузов.

2. Кузнецов П.А. Влияние вертикальной интеграции предприятий на стимулы к разработке инноваций // Управление экономическими системами. – 2014. – № 3 (63).

3. Черданцев В.П., Кузнецова Э.Р., Плаксин А.А. Моделирование процессов конкуренции на вертикально интегрированных рынках. – Пермь: ФГБОУ ВПО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации» Пермский филиал, 2013. – 134 с.

4. Черданцев В.П., Кузнецов П.А. Моделирование процессов интеграции предприятий в условиях неопределенности: монография. – Пермь: НП ВПО «Прикамский социальный институт», 2014. – 132 с.

5. Черданцев В.П. Концептуальный подход к формированию организационно-экономического механизма управления саморегулируемыми организациями в сельском хозяйстве // Микроэкономика. – 2010. – № 2. – С. 99–106.

References

1. Butakova M.M. Jekonomicheskoe prognozirovanie: metody i priemy prakticheskikh raschetov: uchebnoe posobie dlja vuzov.

2. Kuznecov P.A. Vlijanie vertikalnoj integracii predpriyatij na stimuly k razrabotke innovacij // Upravlenie jekonomicheskimi sistemami. 2014. no. 3 (63).

3. Cherdancev V.P., Kuznecova E.R., Plaksin A.A. Modelirovanie processov konkurencii na vertikalno integrirovannyh rynkah. Perm: FGBOU VPO «Rossijskaja akademija narodnogo hozjajstva i gosudarstvennoj sluzhby pri Prezidente Rossijskoj Federacii» Permskij filial, 2013. 134 p.

4. Cherdancev V.P., Kuznecov P.A. Modelirovanie processov integracii predpriyatij v uslovijah neopredelennosti: monografiya. Perm: NP VPO «Prikamskij socialnyj institut», 2014. 132 p.

5. Cherdancev V.P. Konceptualnyj podhod k formirovaniju organizacionno-jekonomicheskogo mehanizma upravlenija samoreguliruemymi organizacijami v selskom hozjajstve // Mikroekonomika. 2010. no. 2. pp. 99–106.

Рецензенты:

Светлакова Н.А., д.э.н., профессор кафедры организации производства и предпринимательства в АПК, Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова, г. Пермь;

Пыткин А.Н., д.э.н., профессор, директор, Пермский филиал ФГБУН «Институт экономики» УрО РАН, г. Пермь.

УДК 316.77

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**¹Черникова С.А., ¹Черданцев В.П., ²Вшивкова Г.А.**¹ФГБОУ ВО «Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова», Пермь, e-mail: schernikova@pief.ru;²АНО ВПО «Прикамский социальный институт», Пермь, e-mail: galya.asg@yandex.ru

Основной задачей национальной социальной политики страны является обеспечение социальной безопасности. Изучение проблем социальной безопасности имеет особое значение. Оно обусловлено наличием негативных экономических и социально-политических явлений, которые привели к духовно-нравственной бедности значительной части населения страны и способствовали поляризации общества. Социальная безопасность обусловлена определенной дееспособностью социальной функции общества, постоянно обеспечивающей воспроизводство действительной жизни всех его субъектов, а также гармонизирующей их социальные отношения в едином и целостном социальном пространстве. При этом социальные отношения понимаются как связь между социальными субъектами общества при выполнении ими роли в распределении жизненных потребностей, при самореализации каждым из них своих целей и социального потенциала. Помимо всего прочего, социальная безопасность тесно связана с экономической безопасностью. Система обеспечения экономической безопасности страны включает в себя выявление ситуаций, при которых параметры экономического развития, фактические или прогнозируемые, выходят за пороговые значения и начинают представлять реальную угрозу обществу.

Ключевые слова: социальная безопасность, социальная сфера, социальное обеспечение, национальная безопасность, социальная структура, качество жизни

MODERN PROBLEMS OF SOCIAL SECURITY**¹Chernikova S.A., ¹Cherdantsev V.P., ²Vshivkova G.A.**¹Perm State Agricultural Academy, Perm, e-mail: schernikova@pief.ru;²Prikamskij Sotsialnyj Institut, Perm, e-mail: galya.asg@yandex.ru

The main objective of national social policy is the provision of social security. The study of the problems of social security is of particular importance. It is due to the presence of negative economic and socio-political phenomena that have led to spiritual and moral poverty, a large part of the population and contributed to the growing polarization of society. Social security capacity caused by certain social functions of society, constantly ensure the reproduction of the real life of all its stakeholders, as well as to harmonize their social relations into a single integral social space. Moreover, social relations are understood as the social relation between social actors as they perform a role in the distribution of vital needs, with the realization each of them their goals and social potential. In addition, social security is closely linked to economic security. The system of ensuring economic security of the country involves identifying situations in which the economic indicators, actual or anticipated, are outside the thresholds and begin to pose a real threat to society.

Keywords: social security, social services, social security, national security, social structure, quality of life

Основной задачей национальной социальной политики страны, одним из наиболее важных факторов ее развития является обеспечение социальной безопасности. Понятие «социальная безопасность» совсем недавно появилось в научном и политическом обороте. Оно подразумевает состояние общества, обеспечивающее максимальный уровень предоставляемых социальных благ и социальных условий, которые определяют качество жизни общества в целом и гарантируют наименьший риск для жизни и здоровья людей. Изучение проблем социальной безопасности имеет особое значение. Оно обусловлено наличием негативных экономических и социально-политических явлений, которые привели к духовно-нравственной бедности значительной части населения страны и способствовали поляризации общества.

Социальная безопасность обусловлена определенной дееспособностью социаль-

ной функции общества, постоянно обеспечивающей воспроизводство действительной жизни всех его субъектов, а также гармонизирующей их социальные отношения в едином и целостном социальном пространстве. При этом социальные отношения понимаются как связь между социальными субъектами общества при выполнении ими роли в распределении жизненных потребностей, при самореализации каждым из них своих целей и социального потенциала [3].

С социальной безопасностью непосредственно связаны такие понятия, как социальная сфера и социальная защита населения. Она объединяет в себе такое качество социальных взаимоотношений, при котором каждый член общества был бы защищен от угрозы, социальной, физической и экономической деградации из-за постоянного снижения уровня жизни, отсутствия возможности с наибольшей пользой для

общества и себя лично использовать свои возможности в осуществлении гражданской, социальной и трудовой активности.

Важнейшая задача социальной сферы в каком бы то ни было обществе состоит в поддержании на высоком уровне и развитии социального потенциала семьи, личности и населения в целом. Под социальным потенциалом понимается накопление субъектом необходимых ресурсов для воспроизводства и развития своих жизненных сил и творческих возможностей. Здесь социальная политика представлена инструментом для увеличения и сохранения социального потенциала общества, а социальная безопасность – средством измерения и фиксирования его критических значений. Состояние защищенности жизненно важных интересов семьи, личности и общества в целом, от внутренних и внешних угроз, обеспечивающееся совокупностью мер правового, политического, идеологического, экономического и организационного характера – это и есть социальная безопасность. Говоря другими словами, «социальная безопасность» – это комплекс мер, защищающий интересы страны и народа в социальной сфере, развитие социальной структуры и взаимоотношений в обществе, системы жизнеобеспечения и социализации людей [4].

В системе оценки социальной безопасности четко обозначаются количественные величины, основные показатели и пороговые значения всех социальных угроз. При выходе за пределы этих значений того или иного социального субъекта ему дается право на помощь и социальную защиту от государства. В концепции социальной безопасности четко определяются принципы и цели ее обеспечения, которые формулируются на основе системного анализа социальной ситуации, сложившейся в обществе, в период кризисного этапа осуществления экономических реформ. Сохранение социального потенциала общества, активизация трудовой деятельности его членов, защита их социальных прав и жизненных интересов является первостепенной задачей сохранения социальной безопасности.

В информационно-аналитическом обеспечении социальной безопасности наиболее важное значение имеет выявление минимально возможных уровней безопасности и социальных угроз. Приближение социальных групп и слоев населения к такому рубежу, более того их вхождение в зону социальной деградации, необходимо своевременно фиксировать мониторингом. Он должен обеспечивать оперативную оценку ситуации, сложившейся в данный период времени, и находить возможные варианты разрешения. Кроме того, должны опреде-

ляться механизмы и принципы гармонизации социальных отношений, наиболее эффективного взаимодействия субъектов, которые составляют общественную целостность, на основах гражданского согласия и социальной справедливости.

Помимо всего прочего, социальная безопасность тесно связана с экономической безопасностью. Система обеспечения экономической безопасности страны включает в себя выявление ситуаций, при которых параметры экономического развития, фактические или прогнозируемые, выходят за пороговые значения и начинают представлять реальную угрозу обществу [6]. Для избежания таких ситуаций, при составлении прогнозов и разработке программ экономического развития, предусматриваются меры по их преодолению. Главенствующая роль государства, заключающаяся в контроле и обеспечении социальной безопасности в обществе, должна быть обеспечена на весь период кризисного состояния. Кроме этого, требуется поощрять усилия, которые направляют общественно-политические, религиозно-конфессиональные организации, все социальные группы и слои населения на решение этой задачи.

Термин «социальная безопасность» рассматривается в нормативно-правовых документах, в том числе международных. Основное место занимает Всемирная социальная декларация, которая принята в 1995 году по итогам Всемирной конференции по социальному развитию. В ней сказано: «Мы предлагаем построить такое общество, где право на пищу столь же священно, как и право голоса, где право на начальное образование столь же уважаемо, как и право на свободу печати, и где право на развитие рассматривается как одно из фундаментальных прав человека» [5].

Сегодня в системе социальной безопасности любого государства выделяют четыре основных критерия оценки:

- а) недопущение эскалации социальной напряженности, своевременное и эффективное разрешение социальных конфликтов, предотвращение возникновения ситуаций социального взрыва;
- б) предотвращение деформации и деградации социальной структуры и социальных институтов и не только сглаживания но и развития процессов социального расслоения,
- в) обеспечение устойчивости и совершенствования социальной структуры при вертикальной и горизонтальной социальной мобильности;
- г) поддержание адекватности политической и экономической системы ценностей и культуры общества, а также всех социальных институтов для обеспечения всестороннего развития [1].

Социальная политика должна быть направлена не только на ликвидацию последствий любых социальных болезней, но и на предотвращение целого ряда причин их появления. Причиной возникновения и развития чрезвычайных ситуаций, опасных ситуаций социального характера являются социально-политические и межконфессиональные противоречия, которые серьезно нарушают функции общественных отношений в различных сферах жизнедеятельности. Намеренное игнорирование данных противоречий, отсутствие желания своевременно заниматься решением проблем современного общественного развития приводит к деструктивным явлениям и катастрофам – социальным катаклизмам, войнам и конфликтам [2].

Рассматривая лишь один из аспектов социальной безопасности – безопасность от криминальных угроз, мы видим, что их изменчивый характер создает сложности в определении понятия «социальная безопасность» с точки зрения комплексного подхода. В связи с этим являются понятными попытки полного отказа от использования данного понятия, но большинство ученых отказываться от него не склонны. Так, по мнению президента Международного женского центра «Будущее женщины» А. Очировой, тема социальной безопасности должна быть основной при разработке социальной стратегии России. При этом человеческий капитал должен иметь приоритет перед финансовым. По ее мнению, в мирное время национальная и социальная безопасность являются понятиями тождественными [5].

Таким образом, можно смело утверждать, что понятие «социальная безопасность» имеет системный, комплексный характер. Оно ассоциируется с термином «социальное обеспечение» и обозначает деятельность государства по материальному обеспечению нуждающихся граждан.

Вообще, понятие «социальная безопасность», приравненное к понятию «национальная безопасность», может означать систему внешних и внутренних связей личности, общества и государства, определяющих:

- способность системы социальной защиты к системному саморегулированию, развитию и совершенствованию;
- социальную независимость государства;
- стабильность и устойчивость системы социальной защиты населения;
- уровень и качество жизни;
- уровень безработицы;
- безопасность труда;
- стабильность заработной платы и соответствие минимальной заработной платы прожиточному минимуму;
- социальное партнерство;

- уровень социального страхования;
- степень развития социальной сферы.

Помимо того, термин «социальная безопасность» можно рассматривать как состояние безопасности личности, общества и государства от целого ряда угроз экономического, экологического, социального и иного характера, таких как безработица, нищета, преступные посягательства, загрязнение окружающей среды, техногенные катастрофы и т.д.

Для того чтобы успешно реализовать цели социальной политики, необходима возможность выполнения решений, принятых в законном порядке, не разрушая самого общества и систем, которые им управляют. Современная социальная политика строится на принципах социальной безопасности, нацеленных на защиту жизненно важных интересов населения России и социальных факторов, определяющих стабильное развитие нашего общества и экономики страны в целом. Успешной может быть только та социальная политика, которая в полной мере обеспечивает безопасность страны [2].

Список литературы

1. Гафнер В.В., Петров С.В., Забара Л.И. Опасности социального характера и защита от них: учеб. пособие / В.В. Гафнер, С.В. Петров, Л.И. Забара; Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург: [б. и.], 2010. – 264 с.
2. Дроздецкая И.А. Социальная политика: учебное пособие для вузов; ГОУ ВПО ТГПУ. – Томск: Изд-во ТГПУ, 2010. – 279 с.
3. Зеркалов Д.В. Социальная безопасность: монография. – К.: Основа, 2012. – 530 с.
4. Понятие «социальная безопасность»: подходы к определению [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://txb.ru/125/9.html>, свободный – Заглавие с экрана.
5. Чмыхало А. Ю. Социальная безопасность: учебное пособие – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 168 с.
6. Экономическая безопасность: учебник / под ред. О.А. Грунина. – М.: Дрофа, 2010.

References

1. Gafner V.V., Petrov S.V., Zabara L.I. Opasnosti socialnogo haraktera i zashhita ot nih: ucheb. posobie / V.V. Gafner, S.V. Petrov, L.I. Zabara; Ural. gos. ped. un-t. Ekaterinburg: [b. i.], 2010. 264 p.
2. Drozdetskaja I.A. Socialnaja politika: uchebnoe posobie dlja vuzov; GOU VPO TGPU. Tomsk: Izd-vo TGPU, 2010. 279 p.
3. Zerkalov D.V. Socialnaja bezopasnost: monografija. K.: Osnova, 2012. 530 p.
4. Ponjatje «socialnaja bezopasnost»: podhody k opredeleniju [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://txb.ru/125/9.html>, svobodnyj Zaglavie s jekrana.
5. Chmyhalo A. Ju. Socialnaja bezopasnost: uchebnoe posobie Tomsk: Izd-vo TPU, 2007. 168 p.
6. Jekonomicheskaja bezopasnost: uchebnik / pod red. O.A. Grunina. M.: Drofa, 2010.

Рецензенты:

Светлакова Н.А., д.э.н., профессор кафедры организации производства и предпринимательства в АПК, Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова, г. Пермь;

Пыткин А.Н., д.э.н., профессор, директор, Пермский филиал, ФГБУН «Институт экономики» УрО РАН, г. Пермь.

УДК 338.001.36

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ И РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ОТНОШЕНИЯ МОЛОДЕЖИ К ПРОБЛЕМАМ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Чумак П.В.

ЧОУ ВО «Международный институт рынка», Самара, e-mail: chumak013@gmail.com

Настоящая статья посвящена исследованию отношения молодежи Самарской области к проблемам энергоэффективности и энергосбережения. Путём проведения статистических исследований, в результате опроса свыше 300 респондентов в возрасте от 18 до 30 лет, производящих оплату за коммунальные расходы самостоятельно, и последующим применением частотного анализа было установлено, что культура энергосбережения среди молодежи в Самарской области находится на невысоком уровне. Для определения взаимосвязи ответов на вопросы анкеты проведены корреляционный и регрессионный виды анализа, что позволило связать приоритет экономии с установкой приборов учёта для конкретного энергоресурса, а также сделать вывод об актуальности темы экономии энергоресурсов в молодёжной среде. На основании опроса актуализируется процесс инвестирования средств в программы по энергомодернизации жилых зданий и сооружений.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, социологическое исследование, корреляционный анализ, регрессионный анализ, математические модели

CORRELATION AND REGRESSION ANALYSIS OF RESULTS IN RESEARCH HOW YOUTH RELATED TO ISSUES ENERGY SAVING AND ENERGY EFFICIENCY

Chumak P.V.

International Market Institute, Samara, e-mail: chumak013@gmail.com

This article is devoted to the study of youth attitudes to the problems of energy efficiency and energy saving in Samara state. By conducting statistical research, a survey of more than 300 respondents aged 18 to 30 years paying for their own utility bills, and the subsequent application of frequency analysis, it was found that the culture of energy saving among young people in the Samara region is at a low level. To determine the relationship of answers to the questionnaire conducted correlation and regression analyzes, which allowed to associate with the priority of the installation of metering devices for a particular energy source, as well as to conclude that the relevance of the theme of energy saving among young people. Based on the research become actual the process of investing in energy modernization residential buildings programs.

Keywords: energy saving, energy efficiency, sociological research, correlation analysis, regression analysis, mathematical models

Во все времена молодёжь являлась самой прогрессивной частью населения нашей планеты. Актуальным данный тезис является и для сферы энергосбережения и применения энергоэффективных технологий. На сегодняшний день проблемы энергосбережения и энергоэффективности являются приоритетными направлениями развития энергетического комплекса в большинстве развитых стран мира. Повсеместно внедряются новейшие технологии, позволяющие сэкономить как определённый вид ресурса, так и деньги, которые необходимы для его приобретения [6]. Одна из наиболее развитых стран Европы – Германия. Там для собственников жилья, планирующих произвести реконструкцию дома с целью повышения его теплотехнических характеристик, предусматривается снижение налогового бремени на 20%. Также, по данным Всемирного банка, энергоёмкость в Германии в 3 раза меньше, чем в России [7].

В нашей стране вопросами энергосбережения занялись относительно недавно. В 2009 был принят закон № 261-ФЗ

«Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [8]. Ввиду недостаточной разработанности закон напрямую не выделяет молодёжь как отдельную социальную группу, но включает в себя ряд направлений государственного регулирования, которые связаны с молодым поколением и затрагивают их интересы:

- государственное регулирование в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- обеспечение энергетической эффективности при обороте товаров;
- обеспечение энергетической эффективности зданий, строений, сооружений;
- обеспечение учёта используемых энергетических ресурсов и применения приборов учёта используемых энергетических ресурсов при осуществлении расчётов за энергетические ресурсы [9].

Для регулирования исполнения данного закона на территории Самарской области в 2010 году было создано государственное

автономное учреждение «Региональное агентство по энергосбережению и повышению энергетической эффективности», которое совместно с министерством промышленности, энергетики и технологий Самарской области осуществляет деятельность по координации мероприятий по энергосбережению, устанавливает требования к программам в области энергосбережения, разработку и реализацию региональной программы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности [10].

За 2014 год в агентство было подано более 100 программ, и ни одна из них не была направлена на молодёжь и на стимулирование подрастающего поколения к энергосбережению и эффективному расходованию энергии. Также, исходя из количества заявок, можно говорить о том, что вопросы энергосбережения и энергоэффективности трудно внедряются в сознание жителей региона. Этим обусловлена необходимость проведения исследования уровня знаний в данной области среди молодых граждан в возрасте от 18 до 35 лет, как наиболее открытой для инноваций части населения [4].

В середине 2015 года было проведено исследование, в котором приняли участие студенты с 1 по 5 курс вузов Самарской области, а также молодые специалисты и сотрудники предприятий Самарской обла-

сти. Средний возраст респондентов равен 26 годам. Среди них 72 % мужчин и 28 % женщин. 60 % не состоят в браке, а среди женатых и замужних у 25 % есть дети. По итогам анкетного опроса был проведён частотный анализ, полученные результаты использовались для дальнейшего анализа [3]. Данные по ответам на вопрос: «**Знаете ли вы, что такое энергоэффективность?**» указаны в табл. 1.

По данным из табл. 1 видно, что 97 % опрошенных знают о важности энергоэффективности в обществе (энергоэффективность позволяет использовать энергоресурсы с максимальным коэффициентом полезного действия) [5].

Данные ответов на вопрос: «**Какие виды ламп вы используете?**» указаны в табл. 2.

В итоге было выяснено, что 70 % используют классические энергосберегающие лампы, а 30 % отдают предпочтение диодным.

Табл. 3 предлагает данные частотного анализа вопроса: «**Слышали ли вы о законе “Об энергосбережении?”**».

Данные частотного анализа показывают, что 62 % респондентов не знают об этом законе.

Ответы на вопрос «**Как вы утилизируете энергосберегающие лампы?**» представлены в табл. 4.

Таблица 1

	Частота	Проценты	Процент с пропусками	Суммарный процент
Да	97	90,7	97,0	97,0
Нет	3	2,8	3,0	100,0
Всего	100	93,5	100,0	
Пропущенные	7	6,5		
Всего	107	100,0		

Таблица 2

	Частота	Проценты	Процент с пропусками	Суммарный процент
Диодные	21	19,6	29,6	29,6
Энергосберегающие	50	46,7	70,4	100,0
Всего	71	66,4	100,0	
Пропущенные	36	33,6		
Всего	107	100,0		

Таблица 3

	Частота	Проценты	Процент с пропусками	Суммарный процент
Да	38	35,5	38,0	38,0
Нет	62	57,9	62,0	100,0
Всего	100	93,5	100,0	
Пропущенные	7	6,5		
Всего	107	100,0		

Таблица 4

	Частота	Проценты	Процент с пропусками	Суммарный процент
В мусорный бак	75	70,1	100,0	100,0
Пропущенные	32	29,9		
Всего	107	100,0		

Таблица 5

	Частота	Проценты	Процент с пропусками	Суммарный процент
Да	43	40,2	43,0	43,0
Нет	41	38,3	41,0	84,0
Не знаю	16	15,0	16,0	100,0
Всего	100	93,5	100,0	
Пропущенные	7	6,5		
Всего	107	100,0		

Данные частотного анализа показывают, что 100% выбрасывают энергосберегающие лампы в мусорный бак. Однако более половины не знают, что такие лампы содержат в себе ртуть, что говорит о потенциальной угрозе, а для безопасной утилизации необходима специальная процедура [1]. По табл. 5 можно сделать выводы по вопросу: «Установлены ли в вашей квартире счётчики?».

Лишь у 43% были установлены счётчики. Результаты частотного анализа по видам счётчиков на газ, на воду, на тепло идентичны.

Закон предписывает до 1 января 2011 года собственникам зданий, строений, сооружений и иных объектов, которые введены в эксплуатацию на день вступления закона № 261-ФЗ в силу и при эксплуатации которых используются энергетические ресурсы (в том числе временных объектов), завершить оснащение таких объектов приборами учёта воды, природного газа, тепловой энергии, электрической энергии, а также ввод установленных приборов учёта в эксплуатацию, а до 1 января 2012 года подобное нужно будет сделать и собственникам жилых домов. На сегодняшний день счётчики на воду установлены лишь у 43% молодых жителей города Самары; счётчики на газ установлены у 44% жителей; счётчики на тепло установлены у 11% жителей. В табл. 6 показаны результаты ответов на вопрос: «За

счёт кого должны ставить счётчики?». По результатам частотного анализа можно сделать вывод, что, по мнению 51% опрошенных, счётчики должны устанавливаться за счёт государства, 27% считают, что их должна устанавливать управляющая компания и лишь 22% процента готовы поставить счётчики за свой счёт.

Следует отметить, что средняя цена всех счётчиков без установки в частных домах может достигнуть 30000 рублей, притом что средние доходы населения – 20000 руб. в месяц. Эти финансовые средства можно получить за счёт соинвестирования со стороны заинтересованных компаний или за счёт получения кредитов в банках. Проведя исследование, можно выяснить, что предпочтительнее экономить людям: газ, воду или тепло. Для этого был проведён корреляционный и регрессионный виды статистического анализа.

Основным (зависимым) вопросом исследования будет вопрос: «Что предпочтительнее вам экономить?» (y_1). Независимыми переменными будут ответы на вопросы: «Установлены ли в вашей квартире счётчики на воду?» (x_1), «Установлены ли в вашей квартире счётчики на газ?» (x_2), «Установлены ли в вашей квартире счётчики на тепло?» (x_3). В табл. 7 приведены данные корреляционного анализа.

Таблица 6

	Частота	Проценты	Процент с пропусками	Суммарный процент
За счет собственника	22	20,6	22,0	22,0
За счет администрации города	51	47,7	51,0	73,0
За счет управляющей компании	27	25,2	27,0	100,0
Всего	100	93,5	100,0	
Пропущенные	7	6,5		
Всего	107	100,0		

Таблица 7

		5. Что предпочтительнее вам экономить?	11. Установлены ли в вашей квартире счетчики на воду?	12. Установлены ли в вашей квартире счетчики на газ?	13. Установлены ли в вашей квартире счетчики на тепло?
5. Что предпочтительнее вам экономить?	Коэффициент Пирсона	1	-0,207*	0,046	-0,040
	Точность		,039	0,646	0,690
	N	100	100	100	100
11. Установлены ли в вашей квартире счетчики на воду?	Коэффициент Пирсона	-0,207*	1	0,131	0,198*
	Точность	0,039		0,195	0,048
	N	100	100	100	100
12. Установлены ли в вашей квартире счетчики на газ?	Коэффициент Пирсона	0,046	0,131	1	0,613**
	Точность	0,646	0,195		0,000
	N	100	100	100	100
13. Установлены ли в вашей квартире счетчики на тепло?	Коэффициент Пирсона	-0,040	0,198*	0,613**	1
	Точность	0,690	0,048	0,000	
	N	100	100	100	100

Из табл. 7 видно, что сильная связь присутствует между вопросом y_1 и x_1 (в таблице в строке коэффициент Пирсона сильная двухсторонняя связь переменных обозначается символом *). Это означает, что предпочтительнее экономить воду, затем уже другие виды энергетических ресурсов [2].

Проверим достоверность полученного результата в ходе регрессионного анализа. Регрессионная модель о предпочтениях в экономии энергоресурсов будет иметь вид

$$y_1 = k_1x_1 + k_2x_2 + k_3x_3, \quad (1)$$

где x_1 – значения ответов на вопрос: «Установлены ли в вашей квартире счётчики на воду?» ($0 \leq x_1 \leq 1$); x_2 – значения ответов на вопрос: «Установлены ли в вашей квартире счётчики на газ?» ($0 \leq x_2 \leq 1$); x_3 – значения ответов на вопрос: «Установлены ли в вашей квартире счётчики на тепло?» ($0 \leq x_3 \leq 1$), k_i ,

$i = 1, 2, 3$ – коэффициенты значимости исследуемых независимых переменных, полученных экспертным образом ($0 \leq k_i \leq 1$).

В результате регрессионного анализа получили таблицу регрессионных коэффициентов методом пошаговых приближений (табл. 8).

Исходя из этих результатов, можно построить итоговую модель, которая будет иметь следующий вид:

$$y_1 = -0,311x_1 + 3,239, \quad (2)$$

где y_1 – ответы на вопрос о предпочтениях в экономии энергоресурсов; x_1 – значения ответов на вопрос: «Установлены ли в вашей квартире счётчики на воду?» ($0 \leq x_1 \leq 1$).

Коэффициенты связи показывают, что существует значительная связь между предпочтениями респондентов и установлением счётчиков на воду, что подтверждает результаты корреляционного анализа.

Таблица 8

Модель	Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	T	Точность
	B	Стандартная ошибка	Beta		
(Константы)	3,239	0,279		11,629	0,000
11. Установлены ли в вашей квартире счетчики на воду?	-0,311	0,149	-0,207	-2,094	0,039

Исследование показало, что корреляционный и регрессионный виды анализа могут успешно применяться для установления взаимосвязи факторов в проводимых социологических исследованиях, что позволяет более точно понимать и прогнозировать поведение различных групп населения, в частности молодёжи. Также результаты исследования показывают, что для создания культуры энергосбережения на территории РФ необходимо формировать сознание в области энергопотребления и рационального использования ресурсов с ранних лет. Рассмотренные в статье механизмы и методы можно применить для исследования предпочтений среди иных групп населения.

Список литературы

1. Алексеева Т.И. Стимулирование энергосбережения // Промышленная энергетика. – 2001. – № 12. – С. 2–4.
2. Алехин Л.С. О внедрении энергоэффективных технологий на ОАО «Казаньоргсинтез» // Ресурсоэффективность и энергосбережение: труды V Международного симпозиума. – Каз. гос. Ун/т им. В.И. Ульянова-Ленина. – 2005. – С. 42–46.
3. Кукольникова Е.А. Модель управления конкурентоспособностью функционального промышленного кластера // Актуальные проблемы экономики и права. – 2013. – № 1 (25). – С. 195–201.
4. Нестерова С.И. Модель оценки интегрального уровня конкурентоспособности региона // Вестник Поволжского государственного университета сервиса. Серия «Экономика». – 2013. – № 4 (30). – С. 47–53.
5. Рамзаев В.М., Кукольникова Е.А., Нестерова С.И. Прогнозирование динамики роста конкурентоспособности территорий на основе индикаторов опережающего развития // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6; URL: <http://www.science-education.ru/120-16011> (дата обращения: 13.12.2014).
6. Рамзаев В.М., Хаймович И.Н., Чумак П.В. Методология управления энергоэффективностью предприятий (организаций) в условиях ограниченности инвестиционных ресурсов // Экономические науки. – М., 2012. – № 87 – С. 80–84.
7. Рамзаев В.М., Хаймович И.Н., Чумак П.В. Модели и методы сбалансированного управления предприятиями в сфере ЖКХ с учётом энергоэффективностей // Научное обозрение. – 2012. – № 2. – С. 409–418.
8. Рамзаев В.М., Хаймович И.Н., Чумак П.В. Модели и методы управления энергоэффективностью в организациях с учётом ограниченности инвестиционных ресурсов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4, URL: <http://www.science-education.ru/110-9960> (дата обращения: 26.08.2013).
9. Рамзаев В.М., Хаймович И.Н., Чумак П.В. Модели прогнозирования конкурентного роста предприятий при энергоэффективностях // Проблемы прогнозирования. – 2015 – № 1. – С. 49–54.
10. Рамзаев В.М., Хаймович И.Н., Чумак П.В. Управление инвестиционными проектами при проведении энергоэффективностей предприятий в регионе // Экономические науки. – 2013. – № 4 (101). – С. 109–113.

References

1. Alekseeva T.I. Stimulirovanie jenergosberezhenija // Promyshlennaja jenergetika. – 2001. no. 12. pp. 2–4.
2. Alehin L.S. O vnedrenii jenergoeffektivnyh tehnologii na OAO «Kazanorgsintez» // Resursoeffektivnost i jenergosberezhenie: trudy V Mezhdunarodnogo simpoziuma. Kaz. gos. Un/t im. V.I. Uljanova-Lenina. 2005. pp. 42–46.
3. Kukolnikova E.A. Model upravlenija konkurentosposobnostju funkcionalnogo promyshlennogo klastera // Aktualnye problemy jekonomiki i prava. 2013. no. 1 (25). pp. 195–201.
4. Nesterova S.I. Model ocenki integralnogo urovnja konkurentosposobnosti regiona // Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo universiteta servisa. Serija «Jekonomika». 2013. no. 4 (30). pp. 47–53.
5. Ramzaev V.M., Kukolnikova E.A., Nesterova S.I. Prognozirovanie dinamiki rosta konkurentosposobnosti territorij na osnove indikatorov operezhajushhego razvitiya // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2014. no. 6; URL: <http://www.science-education.ru/120-16011> (data obrashhenija: 13.12.2014).
6. Ramzaev V.M., Hajmovich I.N., Chumak P.V. Metodologija upravlenija jenergoeffektivnostju predpriyatij (organizacij) v uslovijah ogranichenosti investicionnyh resursov // Jekonomicheskie nauki. M., 2012. no. 87 pp. 80–84.
7. Ramzaev V.M., Hajmovich I.N., Chumak P.V. Modeli i metody sbalansirovannogo upravlenija predpriyatijami v sfere ZhKH s uchjotom jenergomodernizacij // Nauchnoe obozrenie. 2012. no. 2. pp. 409–418.
8. Ramzaev V.M., Hajmovich I.N., Chumak P.V. Modeli i metody upravlenija jenergoeffektivnostju v organizacijah s uchjotom ogranichenosti investicionnyh resursov // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2013. no. 4, URL: <http://www.science-education.ru/110-9960> (data obrashhenija: 26.08.2013).
9. Ramzaev V.M., Hajmovich I.N., Chumak P.V. Modeli prognozirovaniya konkurentnogo rosta predpriyatij pri jenergomodernizacii // Problemy prognozirovaniya. 2015 no. 1. pp. 49–54.
10. Ramzaev V.M., Hajmovich I.N., Chumak P.V. Upravlenie investicionnymi proektami pri provedenii jenergomodernizacij predpriyatij v regione // Jekonomicheskie nauki. 2013. no. 4 (101). pp. 109–113.

Рецензенты:

Гераськин М.И., д.э.н., профессор, зав. кафедрой математических методов в экономике, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Самара;

Дровяников В.И., д.э.н., проректор по учебной и воспитательной работе, ЧОУ ВО «Международный институт рынка», г. Самара.