4-2(183)/2013

Научно-технические ведомости СПбГПУ

Санкт-Петербург. Издательство Политехнического университета

Министерство образования и науки РФ

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ВЕДОМОСТИ СПбГПУ

(прежнее название «Научно-технические ведомости СПбГПУ. Наука и образование»)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА

Васильев Ю.С., академик РАН (председатель);

Алферов Ж.И., академик РАН;
Згуровский М.З., ин. член РАН, академик НАН Украины;

Костюк В.В., академик РАН;
Лагарьков А.Н., академик РАН;
Лопота В.А., чл.-кор. РАН;
Окрепилов В.В., академик РАН;
Патон Б.Е., академик НАН Украины и РАН;

Примаков Е.М., академик РАН;
Рудской А.И., чл.-кор. РАН;
Тендлер М.Б., ин. член РАН;
Федоров М.П., академик РАН

EDITORIAL COUNCIL

Vasiliev Yu.S. — full member of the Russian Academy of Sciences, President of the St.Petersburg State Polytechnical University (head of the editorial council);
Alferov Zh.I. — full member of the Russian Academy of Sciences;
Zgurovskii M.Z. — foreign member of the Russian Academy of Sciences, full member of the National Academy of Scences of Ukraine
Kostiuk V.V. — full member of the Russian Academy of Sciences;
Lagar'kov A.N. — full member of the Russian Academy of Sciences;
Lopota V.V. — corresponding member of the Russian Academy of Sciences;
Okrepilov V.V. — full member of the Russian Academy of Sciences;
Paton B.E. — full member of the Russian Academy of Sciences and the National Academy of Scences of Ukraine;
Primakov E.M. — full member of the Russian Academy of Sciences;
Rudskoy A.I. — corresponding member of the Russian Academy of Sciences;
Tendler M.B. — foreign member of the Russian Academy of Sciences;
Fedorov M.P. — full member of the Russian Academy of Sciences

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА

Васильев Ю.С., академик РАН (главный редактор);

Акопова М.А., д-р пед. наук, профессор;
Бабкин А.В., к. техн. наук, д-р экон. наук, профессор (зам. гл. редактора);
Башкарёв А.Я., д-р техн. наук, профессор;
Боронин В.Н., д-р техн. наук, профессор;
Гуменюк В.И., д-р техн. наук, профессор;
Дегтярева Р.В., д-р ист. наук, профессор;
Иванов А.В., д-р техн. наук;
Ильин В.И., д-р физ.-мат. наук, профессор;
Кириллов А.И., д-р техн. наук, профессор;
Козлов В.Н., д-р техн. наук, профессор;
Кузнецов Д.И., д-р филос. наук, профессор;
Рассохин В.А., д-р техн. наук, профессор;
Снетков В.Н., д-р полит. наук, профессор;
Толочко О.В., д-р техн. наук, профессор

JOURNAL EDITORIAL BOARD

Vasiliev Yu.S. — full member of the Russian Academy of Sciences, President of the St.Petersburg State Polytechnical University (editor-in-chief);
Akopova M.A. — D.Ed., prof.
Babkin A.V. — candidate of technical sciences, Dr.Sc. (econ.), prof. (deputy editor-in-chief);
Bashkarev A.Ya. — Dr.Sc. (tech.) prof.;
Boronin V.N. — Dr.Sc. (tech.) prof.;
Gumenyuk V.I. — Dr.Sc. (tech.) prof.;
Degtyareva R.V. — Dr.Sc. (history) prof.;
Ivanov A.I. — Dr.Sc. (tech.) prof.;
Il'in V.I. — Dr.Sc. (phys. math.) prof.;
Kirillov A.I. — Dr.Sc. (tech.) prof.;
Kozlov V.N. — Dr.Sc. (tech.) prof.;
Kuznetsov D.I. — Dr.Phil. prof.;
Rassohin V.A. — Dr.Sc. (tech.) prof.;
Snetkov V.N. — Dr.Sc. (political science) prof.;
Tolochko O.V. — Dr.Sc. (tech.) prof.

Журнал с 1995 года издается под научно-методическим руководством Российской академии наук.

Журнал с 2002 года входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

Сведения о публикациях представлены в Реферативном журнале ВИНИТИ РАН, в международной справочной системе «Ulrich´s Periodical Directory».

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия (свидетельство ПИ № ФС77-25981 от 13 октября 2006 г.)

Подписной индекс **18390** в каталоге «Газеты. Журналы» агентства «Роспечать».

С 2005 года журнал включен в базу данных «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ), размещенную на платформе Научной электронной библиотеки на сайте http://www.elibrary.ru

При перепечатке материалов ссылка на журнал обязательна.

Точка зрения редакции может не совпадать с мнением авторов статей.

Адрес редакции и издательства: Россия, 195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.
Тел. редакции (812) 294-47-72.

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

Содержание

Рождественский А.В., Харин А.А., Харин А.А. *Развитие инновационной деятельности на основе интеграции высших учебных заведений и предприятий* 7

Теоретические основы инноватики

Туккель И.Л. *О проблемах управления инновационными процессами* 13

Хармаакорпи В., Вяятянен Ю., Подметина Д. *Практически-ориентированные инновационные среды* 21

Спицын В.В., Монастырный Е.А. *Анализ и совершенствование статистического инструментария для оценки результативности развития постиндустриальной экономики* 31

Чернин М.А. *Формирование технологических стратегий инновационного развития российских предприятий* 42

Ташлыкова Е.В., Петроченков А.Б., Ташкинов А.А. *О показателях эффективности высокотехнологичных производств* 49

Нурулин Ю.Р., Скворцова И.В. *Тенденции развития инфраструктуры и технологии открытых инноваций* 55

Трифонов Ю.В., Яшин С.Н., Кошелев Е.В. *Налоговые эффекты высокотехнологичных инновационных проектов, финансируемых с помощью заемного капитала* 64

Шадрин А.Д. *О кибернетических основах стандартизации менеджмента* 69

Итс А.Е., Сурина А.В. *Управление инновационными проектами с использованием подхода У.Р. Эшби* 77

Кондрашова О.И., Колонтаевская И.Ф. *Социальные инновации в бизнесе: перспективы развития в России* 83

Туккель И.Л., Цветкова Н.А. *Об особенности многопроектного управления* 89

Масликова Т.Е., Редько С.Г. *Применение подходов имитационного моделирования для оценки эффективности логистических процессов* 96

Тисенко В.Н., Шадрин А.Д. *О методике создания конкурентного преимущества организации* 103

Устич Д.П. *Роль крупных предприятий в обеспечении инновационного развития и модернизации российской экономики* 110

Культин Н.Б., Жиляева А.С. *Экспертиза инновационных проектов на основе аппарата нечеткой логики* 120

Рягин Ю.И., Умеренков А.О., Толстоухов И.И. *Малые социальные общности как основа обеспечения качества выпускаемой продукции в критически важном производстве* 126

Итс Т.А., Сурина А.В. *Комплексный подход к формированию и развитию когнитивной экологической компетенции жителей мегаполиса* 133

Гареев М.Ш., Григорюнов Р.Е., Филатов И.Н. *Определение уровня научно-технического риска разработки вооружения и военной техники* 139

Зимина И.В. *Публично-частное партнерство как фактор инновационного развития региона* 146

Коршунов Г.И., Милова В.М., Милова Н.В. *Модели и методы поддержки управленческих решений в организациях телекоммуникационной отрасли* 152

Вологжанина Е.М. *Учет взаимовлияния инженерных характеристик продукции при структурировании функции качества* 161

Редько С.Г., Федулина А.А. *Использование моделей системной динамики (на примере шаблона «Path dependence»)* 166

Организация и практика инновационной деятельности

Ляпина С.Ю. *Правовые и экономические аспекты коммерциализации результатов научно-технической деятельности университетов при создании малых инновационных предприятий* 173

Балашов В.В., Харина О.С., Харин А.А. *Развитие системы взаимосвязей высшего образования с производственными структурами* 185

Давыдов В.М., Ковальчук С.А., Савватеева Е.В. *Опыт формирования учебного плана* 191

Коршунов Г.И., Николаев В.Н., Маркелова Н.В. *Оценка рисков дополнительного профессионального образования при подготовке специалистов научно-производственных организаций* 200

Дворянчиков А.Я., Редько С.Г. *Автоматизация процессов корпоративного обучения и аттестации* 206

Черемискина Е.В., Москалев А.К. *Нейросетевая методика для стратегического планирования образовательной деятельности вуза* 211

Гурцкой Д.А., Федоров В.К., Харин А.А. *Кластеры как инструмент развития сетевого взаимодействия между предприятиями и университетами* 217

Дворянчиков В.Я., Редько С.Г. *Информационно-образовательная среда ВУЗа на базе технологий облачных вычислений* 222

Рягин Ю.И., Глушков М.И., Остроухова Л.А. *Метод Дельфи как инструмент выявления согласованного мнения в современной студенческой среде при решении задач проектирования будущего* 228

Петроченков А.Б., Ромодин А.В., Кавалеров Б.В. *К вопросу внедрения системы информационной поддержки управления жизненным циклом электротехнических комплексов нефтедобывающих предприятий* 236

Григорьева О.В., Малицкий Р.В., Тисенко В.Н. *Возможности улучшения бизнеса предприятий нефтегазового комплекса: способы и инструменты* 244

Темкин И.О., Гончаренко А.Н. *Проблемы моделирования взаимодействия интеллектуальных агентов на горнопромышленном предприятии* 252

Бабушкина О.А. *Автоматизация процесса с помощью информационных систем различных классов на примере модели абстрактного процесса* 259

Семенова Е.Г., Васильев О.И. *Моделирование и оптимизация производственных процессов изготовления прецизионных сложнопрофильных конструкций волноводных систем* 264

Иванов Д.А., Суровцова Т.Г., Тяхти Е.А. *Анализ активности в беспроводных сетях как инновационный метод изучения поведения покупателей в торговых центрах* 271

Редько С.Г., Селезнева Е.В. *Применение системы имитационного моделирования Arena для исследования производственных линий* 276

Сячина Т.Ю. *О современных методах менеджмента информационной безопасности* 284

Артемичев М.В., Кабанов В.А. *Системы прогнозирования генерации электроэнергии АЭС на базе инновационных информационных технологий* 288

Гареев М.Ш., Григорюнов Р.Е., Подчезерцев С.В. *Обоснованная система исходных данных для проведения сокращенных полигонных испытаний опытных образцов вооружения* 293

Мякишев А.К., Рыкин О.Р. *Программное управление сим-моделированием САУ в Матлабе R2009b* 297

Гареев М.Ш. *Способ принятия решения о соответствии образца вооружения требованиям тактико-технического задания* 306

Гареев М.Ш., Подчезерцев С.В., Филатов И.Н. *Способ обработки результатов сокращенных полигонных испытаний* 309

Contents

Rozhdestvensky A.V., Kharin A.A., Kharin A.A. *Development of innovative activity on the basis of integration of higher educational institutions and enterprises* 7

Theoretical bases of Innovatics

Tukkel Iosif L. *Innovation process management* 13

Harmaakorpi Vesa, Vätäänen Juha, Podmetina Daria *Practice-based innovation environments* 21

Spitsin V.V., Monastyrnyi E.A. *Analysis and improvement of statistical tools for performance evaluation of post-industrial economy development* 31

Chernin M.A. *Crafting technology strategies for innovative development at the Russian enterprises* 42

Tashlykova E.V, Petrochenkov A.B, Tashkinov A.A. *About indicators efficiency of high-tech manufacturing* 49

Nurulin Y.R., Skvortsova I.V. *Trends in infrastructure and technology of open innovation* 55

Trifonov Y.V., Yashin S.N., Koshelev E.V. *Tax effects on high-tech innovation projects financed by means of the loan capital* 64

Shadrin A.D. *On cybernetic basis of management standardization* 69

Its A.E., Surina A.V. *Innovation and project management using approach W.R. Ashby* 77

Kondrashova O.I., Kolontaevskaya I.F. *Social innovation in business: prospects of development in Russia* 83

Tukkel I.L., Tsvetkova N.A. *About peculiarities of the multiproject management: sequence of projects in the innovative program* 89

Maslikova T.E., Redko S.G. *Use of simulation approaches to evaluate the effectiveness of logistic processes* 96

Tisenko V.N., Shadrin A.D. *About method of competitive advantage processes of business* 103

Ustich D.P. *Role of big companies for support of innovative development and modernization of Russian economics* 110

Zhiliaeva A.S., Kultin N.B. *Innovation project assessment based on fuzzy logic approach* 120

Ryagin Y.I., Umerenkov A.O., Tolstoukhov I.I. *Small social communities as a basis for maintenance the high quality of the product in the crucial for the state spheres of production* 126

Its T.A., Surina A.V. *A comprehensive approach to the formation and development of cognitive ecological competence of the inhabitants of a megacity* 133

Gareev M.S., Grigoryunov R.E., Filatov I.N. *Determining the level of scientific and technological risk of weapons and military equipment development* 139

Zimina I.V. *Public-private partnership as factor of innovative development of the region* 146

Korshunov G.I., Milova V.M., Milova N.V. *Models and methods for decision-making process support in telecom organizations* 152

Vologzhanina E.M. *The accounting of mutual influence of product engineering characteristics in quality function deployment* 161

Redko S.G., Fedulina A.A. *Using system dynamics models at example of «Path dependence» pattern for the practical course in program «Innovations»* 166

Organization and practice of innovation activity

Lyapina S.Y. *Legal and economic aspects of commercialization of scientific and technological activities results at universities during foundation of small innovative enterprises* 173

Balashov V. V., Kharina O.S., Kharin A.A. *Development of system of interrelations of the higher education with production structures* 185

Davydov V., Kovalchuk S., Savvateeva E. *The experience of forming curriculum* 191

Korshunov G.I., Nikolaev V.N., Markelova N.V. *Risk assessment of additional professional education for training specialists of research and production organizations* 200

Dvoryanchikov A.Y., Redko S.G. *Automation of processes of corporate learning and personnel assessment* 206

Cheremiskina E.V., Moskalev A.K. *Neuronetwork technique for strategic planning of educational activity of higher education institution* 211

Gurtskoy D.A., Fedorov V.K., Kharin A.A. *Clusters as the instrument of development of network interaction between the enterprises and university* 217

Dvoryanchikov V.Y., Redko S.G. *The university information and education system based on implementation of cloud computing technologies* 222

Ryagin Y.I., Glushkov M.I., Ostroukhova L.A. *The Delphi technique as a tool for identifying consensus in students in today's society for solutions problems design of the future* 228

Petrochenkov A.B., Romodin A.V., Kavalerov B.V. *Regarding implementation of Informational Support System Of the Electrotechnical complexes oil-producing enterprises Life Cycle Management* 236

Grigorieva O.V., Malitskiy R.V., Tisenko V.N. *Opportunities for improvement of business of oil and gas companies: Methods and tools* 244

Temkin I.O., Goncharenko A.N. *Interaction modelling problems of intellectual agents at the mining enterprise* 252

Babushkina O.A. *Process automation by different classes of information systems demonstrate with an example of abstract process model* 259

Semenova E.G., Vasilyev O.I. *Manufacturing process simulation and optimization of the precision figurine designs of waveguide systems* 264

Ivanov D.A., Surovtsova T.G., Tyahti E.A. *Innovative method for analysis of customer behavior with activity in wireless networks* 271

Redko S.G., Selezneva E.V. *The usage of simulation modeling system Arena for the research of production lines* 276

Syachina T.Y. *About actual techniques of information security management* 284

Artemichev M.V., Kabanov V.A. *Innovation it systems for npp power generation forecasting* 288

Gareev M.S., Grigoryunov R.E., Podchezertsev S.V. *Based system of initial data for the reduced testing site of the pilot samples of arms* 293

Myakishev A.K., Rykin O.R. *Programmatic control of the model simulation in Matlab R2009b* 297

Gareev M.S. *Method of decision-making on conformity armament model requirements of technical specifications* 306

Gareev M.S., Podchezertsev S.V., Filatov I.N. *Method of processing the results of the reduced field tests* 309

УДК 334.757

А.В. Рождественский, А.А. Харин, А.А. Харин

РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ И ПРЕДПРИЯТИЙ

A.V. Rozhdestvensky, A.A. Kharin, A.A. Kharin

DEVELOPMENT OF INNOVATIVE ACTIVITY ON THE BASIS OF INTEGRATION OF HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS AND ENTERPRISES

Рассматриваются различные направления развития интеграции таких субъектов рыночных отношений, как вузы и предприятия, с целью повышения конкурентоспособности за счёт обеспечения компетентными специалистами, получения новых знаний и коммерциализации результатов научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки. Предложенные в статье способы взаимодействия позволяют вузам достичь наилучших результатов в развитии кооперации не только с предприятиями, но и с другими хозяйствующими субъектами народного хозяйства.

ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, ВУЗ, ПРЕДПРИЯТИЕ, ИНТЕГРАЦИЯ.

In article the various directions of development of integration of such subjects of the market relations, as higher education institutions and the enterprises, for the purpose of competitiveness increase at the expense of providing with competent experts, receiving new knowledge and commercialization of results of research and development are considered. The ways of interaction offered in article allow higher education institutions to reach the best results in development of cooperation not only with the enterprises, but also with other managing subjects of a national economy.

INNOVATIVE ACTIVITY, HIGHER EDUCATION INSTITUTION, ENTERPRISE, INTEGRATION.

Несмотря на значительные усилия, предпринимаемые государством, в настоящее время развитие системы взаимосвязей высшего образования с коммерческими структурами находится на невысоком уровне, как и десять лет назад [1], хотя в плановой экономике они были достаточно хорошо налажены. Удачным примером интеграции может служить известный проект «Энергия-Буран», потребовавший создания специализированного научно – производственного объединения «Молния», ставшего своеобразным ядром для «виртуального» предприятия, объединившего общей целевой программой свыше 200 предприятий и организаций, которые выступили заказчиками для высших учебных заведений как в части подготовки кадров, так и проведения научных исследований [2].

Мировой опыт инновационного развития убедительно показывает, что хотя рынок и является исходной основой и конечной фазой инновационного цикла, он все же не способен, сам по себе обеспечить полноценное системное решение проблем инновационного процесса [3]. Необходимо государственное регулирование инновационного развития, наличие сильной инновационной политики, направленной на решение проблем, отрицательно влияющих на развитие России (рис. 1).

Активизация инновационной деятельности возможна при условии объединения усилий предприятий и университетов с одновременным распределением обязанностей и рисков между участниками процессов интеграции и государством для обеспечения выхода сложных организационно – технических систем на конкурентоспособный уровень, а также построения системной государственной иннова-

ционной политики в научно-технологической сфере [4].

Передача технологий из науки в промышленность может идти эффективно лишь через активное сотрудничество между образованием, наукой, производством, государственной властью и потребителем. По мнению многих видных российских учёных, например профессора В.Е. Шукшунова [5], рост за счет инноваций в самом широком смысле этого слова – наиболее рациональная экономическая стратегия государственного развития. Основные задачи таких структур отражены на рис. 2 [6].

глядно показывает, что без такого взаимодействия достижение указанных целей становится затруднительным.

Мировой опыт по развитию инновационной деятельности на основе интеграции вузов и предприятий свидетельствует том, что на сегодняшний день существуют разные методики и подходы. Интегрированная структура может быть создана сверху, по инициативе государства, правительства, на основании федерального законодательства. Примером может служить создание в Сколково под Москвой российского аналога Силиконовой долины. Также интегри-

Рис. 1. Некоторые факторы, оказывающие влияние на социально-экономическое развитие России

С целью развития подобного взаимодействия в 2011 году на реализацию совместных высокотехнологичных проектов дополнительно было направлено 19 млрд рублей, что позволило предприятиям продвинуть на рынок новые продукты и технологии, а университетам – укрепить образовательную и исследовательскую базу [7]. Развитие взаимодействия вузов и предприятий могло бы оптимизировать использование уже имеющегося ресурсного обеспечения, создав дополнительные конкурентные преимущества всем участникам взаимодействия.

Необходимость тесного взаимодействия вузов и предприятий обусловлена деревом целей вуза, представленном на рис. 3, который на-

рованная структура может быть создана снизу, когда основными предпосылками к формированию являются желания организаций, работающих в разных сферах, взаимодействовать для достижения устойчивого развития на основе высокой конкурентоспособности.

В современной экономике одной из наиболее эффективных форм объединения ресурсов для решения общих целей хозяйствующих субъектов становятся именно интегрированные структуры инновационного характера. Развитие последних требует концептуального обоснования, направленного на повышение уровня ресурсного обеспечения, базирующихся на использовании современных организационно экономических механизмов, обеспечивающих

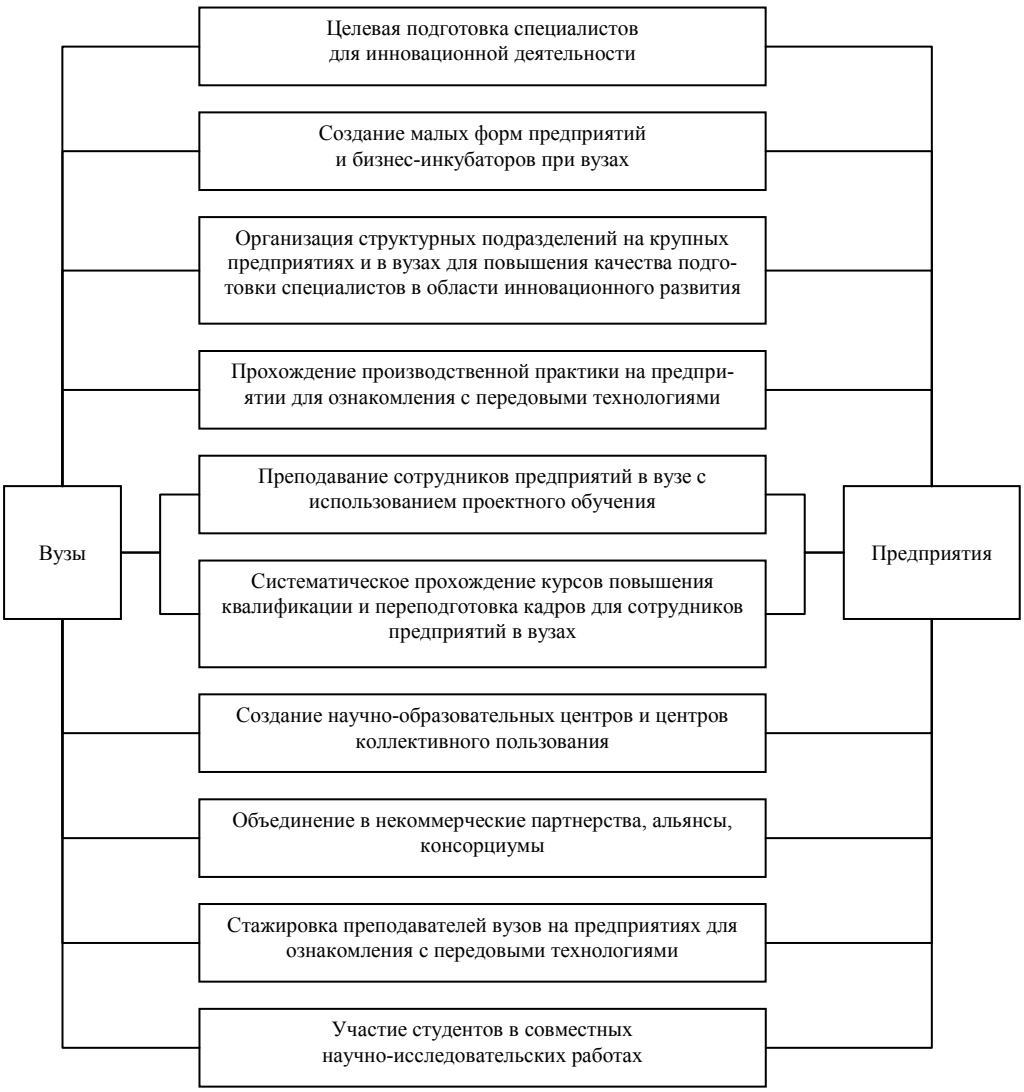


Рис. 2. Основные направления взаимодействия вузов и предприятий

интеграцию процессов научно-инновационной и образовательной деятельности.

Для достижения поставленной цели требуется решить следующие основные задачи:

создать структуры управления инновационными интегрированными структурами, адекватные требованиям рыночной экономики;

создать в рамках инновационных интегрированных структур орган, отвечающий за оценку эффективности деятельности;

разработать функции инновационных интегрированных структур и принципы управления ими;

интегрировать научную, образовательную и предпринимательскую деятельность интегрирующихся хозяйствующих субъектов;

реализовать результаты деятельности инновационных интегрированных структур.

Чтобы решить сформулированные задачи необходимо обеспечить разработку и внедрение механизма организации деятельности интегрированных структур на базе высшего учебного заведения. Сегодня в мировой практике прослеживается переход от жёстких организационных структур управления к более гибким, быстро адаптирующимся к изменениям внешней среды.

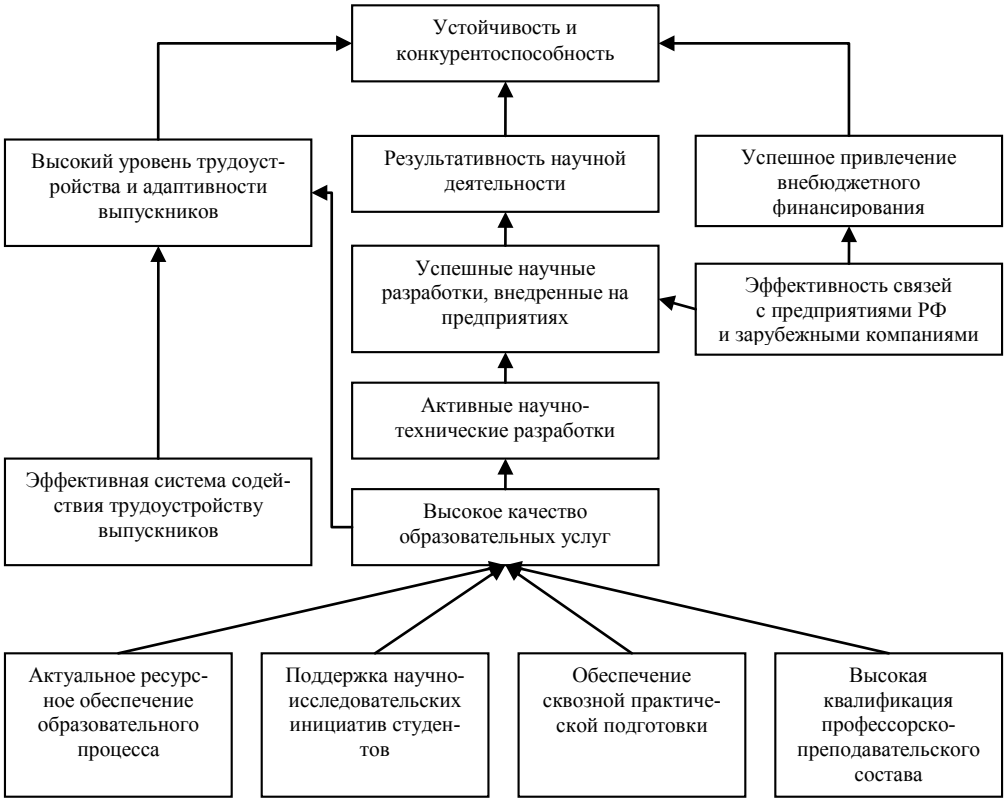


Рис. 3. Дерево целей вуза

В организации науки усиливается внимание к развитию различных форм кооперации в научно-технической деятельности. В последние годы значительный удельный вес в общей структуре научных подразделений вузов приобрели временные творческие коллективы, которые формируются адекватно возникающим научно-техническим связям. Вследствие того что инновационная деятельность означает уход от укоренившихся схем, в деле координации инновационная организация не может полагаться ни на одну из форм стандартизации [9]. Главным свойством таких структур, известных в практике управления как гибкие и адаптивные, является присущая им способность сравнительно легко менять свою форму, приспосабливаться к новым условиям, органически вписываться в систему управления. Эти структуры ориентируются на ускоренную реализацию сложных программ и проектов в рамках крупных предприятий и объединений, целых отраслей и регионов.

Сформулируем ключевые принципы формирования инновационной интегрированной структуры:

взаимодополняемость;
открытость;
информационная прозрачность;
осведомленность участников;
финансовый инжиниринг;
индивидуальность;
интернационализация.

Задачами вуза в таких структурах может быть осуществление целевой подготовки специалистов (в том числе и специалистов высшей квалификации), переподготовка и повышение квалификации кадров для своих потенциальных партнеров, в качестве которых могут выступать НИИ РАН, отраслевые НИИ, предприятия, включая научно-производственные объединения и федеральные государственные унитарные предприятия [10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Стриханов М.Н.** Наука высшей школы и ее роль на этапе перехода к новой экономике [Текст] / М.Н. Стриханов // Региональная научно-техническая политика высшей школы № 14: Сб. материалов научно-практической конференции «Высшая школа и новая экономика: региональный аспект». Тверской Инно Центр. – 2003. – С. 20 - 39.

2. **Харин А.А.** Формирование инновационных интегрированных структур образования, науки и бизнеса [Текст] / А.А. Харин // Монография – Пенза: Изд-во Пенза. фил. ФГБОУ ВПО «РГУИТП». – 2011. – 192 с.

3. **Алифанов О.М.** Определить стратегию развития [Электронный ресурс] / О.М. Алифанов // Общероссийская еженедельная газета «Военно - промышленный курьер» № 47. – 2004. – Режим доступа: http://www.mfit.ru/ defensive/pub_833.html

4. **Андреева Э.А.** Теоретические и методологические аспекты управления инновационной активностью субъектов национальной инновационной системы России [Текст] / Э.А. Андреева // Монография. – Пенза: Информационно – издательский центр ПФ РГУИТП. – 2009. – 172 с.

5. **Шукшунов В.Е.** Состояние, перспективы развития и повышения эффективности инновационной деятельности высшей школы России [Текст] / В.Е. Шукшунов // Инновации. – 2005. № 6. С. 11-18.

6. **Харин А.А.** Кооперация высших учебных заведений и предприятий ракетно-космической отрасли [Текст] / А.А. Харин, О.С. Хохлова // Исторические, научные и социальные проблемы отечественной космонавтики: Материалы Международной научно-практической конференции. – М.: Изд-во МГОУ. – 2011. – С. 40-42.

7. **Путин В.В.** Выступление премьер–министра РФ на съезде Российского союза ректоров 24.08.2011. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://premier.gov.ru/ events/news/16285/

8. **Румянцева З.П.** Общее управление организацией. Теория и практика [Текст] / З.П. Румянцева // Учебник. – М.: ИНФРА – М. – 2009. – 304 с.

9. **Минцберг Г.** Структура в кулаке: создание эффективной организации [Текст] / Г. Минцберг // Пер. с англ. под ред. Ю.Н. Каптуревского. – СПб.: Питер. – 2001. – 512 с.

10. **Харин А.А.** Создание и развитие инновационных интегрированных структур на базе российских вузов [Текст] / А.А. Харин, И.Л. Коленский // Качество. Инновации. Образование. – 2009. – № 12. – С. 23-28.

REFERENCES

1. **Strikhanov M.N.** Science of the higher school and its role at a transition stage to new economy. Regional scientific and technical policy of the higher school No. 14: Materials of scientific and practical conference «The higher school and new economy: regional aspect». Tver Innotsentr. 2003. P.20-39.

2. **Kharin A.A.** Creation of the innovative integrated structures of education, science and business. Penza: Publishing house Penza. фил. FGBOU VPO «RGUITP». 2011. – 192 p.

3. **Alifanov O.M.** To defy development strategy. All Russian weekly newspaper «Voyenno–promyshlenny Kuryer», No. 47. 2004 . Available at: http://www.mfit.ru/defensive/ pub_833.html.

4. **Andreeva E.A.** Theoretical and methodological aspects of management of innovative activity of subjects of national innovative system of Russia. Penza: PF RGUITP information and publishing center. 2009. - 171 p.

5. **Shukshunov V.E.** Condition, prospects of development and increase of efficiency of innovative activity of the higher school of Russia. Innovations. 2005 . No. 6. P. 11–18.

6. **Kharin A.A.** Cooperation of higher educational institutions and enterprises of space-rocket branch. Historical, scientific and social problems of domestic astronautics: Materials of the International scientific and practical conference. M: MGOU publishing house. 2011. P. 40 – 42.

7. **Putin V.V.** Speech of the prime minister of the Russian Federation at congress of the Russian union of rectors 24.08.2011. [An electronic resource] – Available at: http://premier.gov.ru/ events/ news/ 16285/.

8. **Rumyantseva Z.P.** General management of the organization. Theory and practice. M. INFRA – M.: 2009. P.121 – 162.

9. **Mintsberg G.** Structure in a fist: creation of the effective organization. SPb. St.Petersburg. 2001. 512 p.

10. **Kharin A.A., Kolenskiy I.L.** Creation and development of the innovative integrated structures on the basis of Russian higher education institutions. Quality. Innovations. Education. 2009. No. 12. P. 23 – 28.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

РОЖДЕСТВЕНСКИЙ Александр Викторович – ректор, доктор экономических наук, профессор; МАТИ – Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского; Россия, 121552, Москва, ул. Оршанская, 3; e- mail: rozhdestv@mati.ru
ROZHDESTVENSKY Alexander V. – the rector, Dr.Econ.Sci., the professor; MATI – the Russian State Technological University of K.E. Tsiolkovsky; Russia, 121552, Moscow, Orshanskaya St., 3; e-mail: rozhdestv@mati.ru

ХАРИН Александр Александрович – советник ректора, доктор технических наук, профессор; МАТИ – Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского; Россия, 121552, Москва, ул. Оршанская, 3; e-mail: harinaa@mati.ru
KHARIN Alexander A. – the adviser of the rector, Dr.Sci.Tech., the professor; MATI – the Russian State Technological University of K. E. Tsiolkovsky; Russia, 121552, Moscow, Orshanskaya St., 3; e-mail: harinaa@mati.ru

ХАРИН Александр Александрович – проректор по учебно-методической работе, доктор экономических наук, доцент; МАТИ – Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского; Россия, 121552, Москва, ул. Оршанская, 3; e-mail: harinaa@mati.ru
KHARIN Alexander A. – the vice rector for educational and methodical work, Dr.Econ.Sci., the associate professor; MATI – the Russian State Technological University of K. E.Tsiolkovsky; Russia, 121552, Moscow, Orshanskaya St., 3; e-mail: harinaa@mati.ru

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИННОВАТИКИ

УДК 681.3.06

И.Л. Туккель

О ПРОБЛЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

I.L. Tukkel

INNOVATION PROCESS MANAGEMENT

Очерчена область проблем управления инновациями. Выделены четыре направления и входящие в них задачи исследований и разработок. Анализируются взаимосвязи и взаимозависимости основных составляющих научно-технического прогресса с учетом цикличности инновационных процессов, моделей и структур управления инновациями.

ИННОВАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОЦЕССЫ, МОДЕЛИ ИННОВАЦИОННОЙ СФЕРЫ, УПРАВЛЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕМ ИННОВАЦИЙ, ИНФРАСТРУКТУРА И ИНСТРУМЕНТЫ ОРГАНИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.

This article discusses aspects of innovative management. Four directions and research and development problems entering them are allocated. Interrelations and interdependence of the main components of scientific and technical progress are analyzed. Recurrence of innovative processes, models and structures of management are considered.

INNOVATIVE SYSTEMS AND PROCESSES, MODELS OF THE INNOVATIVE SPHERE, MANAGEMENT OF DIFFUSION OF INNOVATIONS, INFRASTRUCTURE AND TOOLS OF THE ORGANIZATION OF INNOVATIVE ACTIVITY.

Формирование широкого научного, экономико-организационного, предпринимательского и общественного интереса к становлению и развитию инновационной сферы в ее современном представлении относят к завершающему десятилетию прошлого и началу наступившего XXI века. Именно в этой сфере происходит превращение продуктов, базирующихся на результатах исследований и разработок, изобретений и ноу-хау, в рыночный товар с новыми потребительскими свойствами.

Сегодняшнее видение перспективы этой сферы, обеспечивающее активизацию инновационно-технологической деятельности и становление инновационной экономики, экономики знаний, – это реализация концепции национальной инновационной системы (НИС) и ее региональных подсистем (РИС). Стратегия инновационного развития должна опираться на комплексное освоение квартета высоких технологий – технических (high-tech), гуманитарных (high-hume), образовательных (high-ed), регулятивно-правовых (high-gov). Именно их гармоничное сочетание должно обеспечивать системную, институциональную, инструментальную поддержку инициации, наблюдаемости и управляемости инновационных процессов.

Неоднородность внешней среды, в которой протекает инновационный процесс, его внутренняя многомерность заставляют выделять и очерчивать некую проблемную область, возможная структуризация которой дана на рис. 1.

Четыре основных направления этой области исследований: модели инновационной сферы, инновационные системы, управление распространением инноваций, инфраструктура и инструменты организации инновационной деятельности. В рамках данной статьи мы

кратко определим каждое из них, а затем подробней остановимся на первом направлении.

Модели инновационной сферы. Это направление исследований, как и моделирование вообще, несет методологическую нагрузку как наиболее универсальный инструмент познания. Результаты решения задач данного направления исследований должны использоваться как на стадиях разработки концепции и стратегии НИС и РИС, так и при проектировании и эксплуатации их конкретных реализаций. По мере усложнения моделей, по мере перехода от описательных к количественным моделям, усложняется определение адекватности модели объекту моделирования. Разработка адекватной объекту и задаче исследования математической модели – это всегда балансирование между «…болотом переусложнения и западнями переупрощения» [1].

в Лиссабоне была предложена программа создания инфраструктуры знаний, активизации инноваций и экономических реформ, модернизации системы социальной поддержки и реформы образования.

Можно ввести семь иерархических уровней инновационных систем [2], учитывающих масштаб и административно – пространственную составляющую:

глобальная инновационная система;

наднациональные инновационные системы;

национальные инновационные системы;

региональные инновационные системы;

отраслевые или кластерные инновационные системы (инновационные системы технологических коридоров);

муниципальные инновационные системы;

инновационные системы предприятия.

Теория национальных инновационных сис-

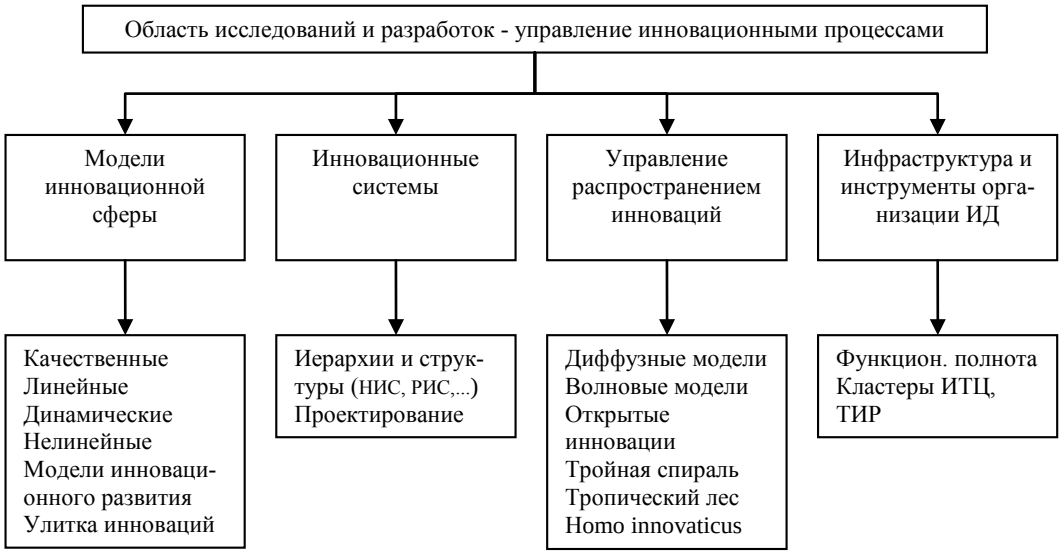


Рис. 1. Проблематика управления инновационными процессами

Инновационные системы. Концепция НИС начала разрабатываться в 80-х годах прошлого века и по оценки многих источников является одним из выдающихся научных достижений XX века. При этом определение «национальная» однозначно трактуется как «государственная» инновационная система. Новый этап развития НИС, заключающийся в их объединении в сеть для создания единого инновационного пространства, начался в 2000 года, когда на мартовском заседании Европейского Совета

тем опирается на идеи Й. Шумпетера и Ф. Хайека и получила развитие в трудах зарубежных (К. Фриман, Р. Нельсон, Б. Лундвал, М. Хироок, Г. Менш, и российских авторов [2 – 5 и др.]).

Утверждаются следующие основные признаки инновационных систем:

переход к нелинейной модели инновационного процесса, предусматривающей циклическую взаимосвязь всех элементов и подсистем НИС и ориентацию инноваций на спрос («вы-

тягивание» рынком, но для прорывных инноваций – технологический толчок);

инновационные системы являются эволюционными, квазидинамическими системами, адаптирующимися под особенности экономического и социально-политического развития страны;

развитость инфраструктуры и интерфейсов определяет устойчивость и управляемость НИС в целом;

использование аналитического инструментария при разработке инновационной политики, прогнозов и для планирования.

Формирование шестого технологического уклада, формирование экономики знаний и в целом эволюция параметров порядка мировой динамики взаимообусловливают изменения, которые происходят в настоящее время в глобальной инновационной системе: растет интенсивность инновационных процессов, сокращаются сроки создания инноваций, разработчиками и потребителями становятся новые участники инновационной деятельности. В качестве важного субъекта инноваций выступают транснациональные корпорации, которые покрывают сетью инновационного бизнеса страны и регионы [6].

В этой связи необходимо продолжать поиск новой структуры и взаимодействия подсистем НИС, в которой понятие «национальная» не будет однозначно означать «государственная», а главным двигателем инноваций будут являться не только компании.

Проектирование открытых социотехнических систем, каковыми являются инновационные метасистемы, требует поиска таких подходов, которые позволяли бы найти решение «парадокса сложности».

В качестве одного из возможных подходов предлагается использовать технологию системного проектирования на базе проблемно-ориентированного типового решения, возможность использования которой определяется необходимыми и достаточными условиями теоремы о существовании предметно-ориентированной системы как подмножества проблемно-ориентированной системы – типового решения [7].

Управление распространением инноваций изучает те фазы инновационного процесса, которые являются собственно коммерциализацией нововведения и его протекание определяется в том числе рыночным соотношением спроса и предложения. Для описания достаточно широко используют модель получившую название диффузии инноваций, геометрическая интерпретация которой – *S*-образные кривые Перла [8].

Диффузная модель исходит из предположения последовательного распространения нововведений, не изучая их возможного взаимовлияния (в общем случае как возможно положительного, так возможно и отрицательного).

Для описания таких процессов необходим переход от корпускулярных к волновым моделям распространения инноваций, т. е. от уравнений диффузии к построению волновой (в некоторых случаях, возможно, интерференционной) картины реализации последовательностей нововведений [9].

Помещенные в этот блок относительно недавно появившиеся новые парадигмы организации инновационной сферы и получившие название открытые инновации [10], тройная спираль [11] и тропический лес [12], относятся к иным – докоммерческим – фазам инновационного процесса, но, безусловно направлены на рост интенсивности потока инноваций.

Наконец, наиболее кардинально и всеохватывающе на распространение инноваций и в целом на всю инновационную сферу влияет существующая среда восприятия инноваций. Поэтому задача формирования инновационного человека – homo innovaticus – в мировоззренческом, профессиональном, культурном, социальном и психологическом плане – ключевая в построении экономики знаний. В качестве целей для поиска ее решений, обобщая в этой части мероприятия Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года [13], можно указать следующие:

каждый гражданин должен стать адаптивным к постоянным изменениям в собственной жизни, в экономическом развитии, в развитии науки и технологий;

каждый гражданин – активный инициатор и производитель этих изменений;

определены ключевые компетенции и пара-

доксы инновационного сообщества;

образовательные программы реализует принцип «трех К» в подготовке специалистов – когнитивность, креативность, конструктивность.

В социологии инноватики начинает формироваться антропологический проект проблематизация понятия homo innovaticus, учитывающий его технократические, экономические и гуманитарные характеристики (противоречия и мотивации как особого антропотипа [см. например, 14]).

Четвертое направление исследований проблем управления инновационными процессами – *инфраструктура и инструменты организации инновационной деятельности*, и входящие в него задачи (рис. 1) достаточно подробно представлены в публикациях – см., например, [15].

Здесь только заметим, что упомянутые выше при описании задач направления «управление распространением инноваций» технологии «открытые инновации», «тройная спираль» и «тропический лес» могут также рассматриваться и как инструменты организации инновационной деятельности.

Вернемся, как и было намечено, к направлению исследований «модели инновационной сферы» и рассмотрим более подробно выделенные в нем задачи (рис. 1).

Блок качественных моделей, назовем их пространственными моделями, может быть представлен перечнем – см., например, [16], учитывающим превалирующую текущую характеристику экономики территории:

1) Создание «отверточных» производств с целью расширения занятости при слабой или отсутствующей инновационной активности.

2) Высокая инновационная активность, собственная база знаний, научно-технический потенциал, сфера НИОКР и высоких технологий при развитом внутреннем рынке.

3) Высокая инновационная активность, собственная база знаний и нацеленность на внешние рынки.

4) Инновационная деятельность, стимулируемая со стороны общества, при собственной базе знаний и нацеленности на внутренний рынок.

5) Инновационная деятельность, стимулируемая со стороны общества, при собственной базе знаний с ориентацией на внешние рынки.

6) Инновационная деятельность, стимулируемая со стороны общества, при использовании внешних источников знаний и с ориентацией на внутренний рынок.

7) Инновационная деятельность, стимулируемая со стороны общества, при внешних источниках знаний с нацеленностью на внешний рынок при внешнем финансировании.

Приведенные формулировки пространственных моделей имеют достаточно общий характер, охватывают если не все возможные социально-экономические ситуации на конкретной территории, то подавляющее существенное большинство из них.

Линейные статические модели инновационной сферы могут быть представлены упрощенным аддитивным выражением:

$$НТП = НТД + НТН, \qquad (1)$$

где: *НТД* – научно-технические достижения (результаты фундаментальных и прикладных исследований, опытно-конструкторских работ, ноу-хау, изобретения); *НТН* – научно-технические нововведения (материализованные, реализованные, внедренные результаты первого слагаемого).

Для сохранения положительной динамики научно-технического прогресса *НТП* необходим некий баланс обоих слагаемых. Попробуем в общем виде найти его и определить соотношение *НТД* и *НТН* в (1).

Введем обозначения в (1):

$$\begin{array}{ccccc} НТП & = & НТД & + & НТН \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ P(t) & & S(t) & & I(t) \end{array}$$

Тогда

$$P(t) = \begin{cases} \|P(t)\| \text{ при } \dot{S}(t) > 0 \text{ и } \dot{I}(t) > 0 \\ 0 \text{ при } t \geq \tau_1 \text{, если } \dot{S}(t) \leq 0 \text{ и } \dot{I}(t) > 0, \\ 0 \text{ при } t \geq \tau_2 \text{, если } \dot{I}(t) \leq 0 \end{cases} \qquad (2)$$

где τ_1 – время, в течение которого исчерпывается задел $S(t)$; τ_2 – время, в течение которого завершаются процессы нововведения $I(t)$.

Требуется найти такое соотношение $S(t)$ и $I(t)$, при котором $P(t)$ достигает максимума и/или своих экстремумов.

Что в ограничениях? Возможно, наиболее общей и точной будет постановка в качестве ограничения некоего обобщенного ресурса $R(K, M, H)$, где K – объем инвестиций; M – материально-технический и нематериальный активы; H – человеческий (интеллектуально-компетентностный) потенциал.

В упрощенном, квазистатическом варианте задача сводится к плоской задаче нахождения max площади при ограничениях на периметр четырехугольника (рис. 2,*а*). Тогда

$$\|P(t)\|_{\text{опт}} = \|P(t)\|_{\max}$$

$$\text{при } \|S(t)\|_{\text{опт}} = \|I(t)\|_{\text{опт}},$$

т.е. при таком соотношении $S(t)$ и $I(t)$, достигается максимальное значение $\|P(t)\|$.

Тут есть вопросы:

проблема размерности, в чем, в каких единицах измерять $S(t)$, $I(t)$, $P(t)$;

что такое норма $\| \ \|$ этих функций;

что такое точка «*0*» начала координат.

Если по-прежнему считать $P(t)$ некой интегральной функцией $S(t)$ и $I(t)$, то в динамике можно их представить в виде, изображенном на рис. 2, *б*.

По 2, *б* те же вопросы, что и по модели 2, *а*, но на ней можно отметить некую задержку τ, постоянную запаздывания процесса $I(t)$, фазовый сдвиг по отношению к процессу $S(t)$, необходимые для первоначального накопления знаний – исходных данных для старта $I(t)$.

Тогда точку «*0*» – начало координат на 2,*б* можно трактовать как начало становления инновационного бизнеса, в глобальном масштабе начало становления цивилизации (точку «большого взрыва»).

Можно искать соотношения $S(t)$ и $I(t)$ для каждого уровня иерархии НИС: предприятие, территория, кластер, региональная инновационная система и т. д.

Если принять циклическую теорию $P(t)$, то между $S(t)$ и $I(t)$ должна быть фазовая взаимозависимость. Мы коснемся этой зависимости ниже при рассмотрении моделей инновационного развития.

Если принять 2, *а* то распределение $R(K, M, H)$ между $S(t)$ и $I(t)$ должно быть 50:50, но формы использования этих долей обобщенного ресурса будут разными.

В дальнейших исследованиях этой модели (рис. 2, *а* и 2, *б*) интересен будет поиск связи с балансными леонтьевскими моделями [17, 18], имея в виду, прежде всего, контур *I*(*t*), который определяет долю валовых капитальных вложений *КВ*(*t*), направляемую на развитие экономики, и искать правила распределения *КВ*(*t*).

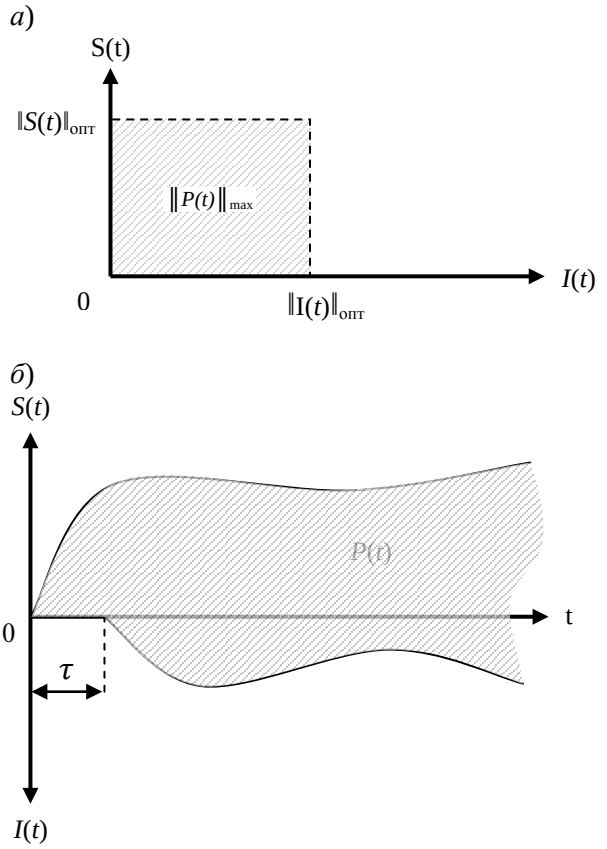


Рис. 2. К соотношению $S(t)$ и $I(t)$

Рассмотрим более подробно модели инновационного развития, описывающие социально-экономическую динамику с акцентированием на НТП, активное разнообразие которых начало формироваться во второй половине XX века. Характерной особенностью этого класса моделей являются два момента. Первое – опора на аппарат производственных функций. Второе – прямой учет приращения объема знаний либо через параметр, вводимый в производственную

функцию, либо через введение в структуру модели блока генерации знаний.

Одна из первых и до сих пор часто используемая модель была предложена Р. Солоу. Модель основана на традиционной производственной функции Кобба-Дугласа:

$$Y = AK^{a}L^{1-a},$$

где K – капитал; L – рабочая сила; A – технический прогресс или совокупная производительность факторов; a – доля дохода, которая обеспечивается за счет роста капитальных затрат.

Под техническим прогрессом Р. Солоу понимает не только новые технологии, но и новый уровень знаний и умений рабочей силы, новые материалы, новые формы организации производства.

Наиболее адекватно инновационное развитие экономики описывается с использованием эндогенных моделей, учитывающих внутренние факторы развития, такие, например, как интеллектуальный капитал, затраты интеллектуального труда.

Многие известные разработки, использующие производственные функции, например, Узавы, П. Ромера, Лукаса, Кузнеца-Кремера и других исследователей [19] включают показатели уровня знаний и инноваций.

П. Ромер ввел в предложенную им модель научно-технического прогресса (1990) блок генерации знаний. В результате использования сконцентрированного в нем человеческого капитала и существующего запаса знаний получается новое знание, которое затем материализуется в виде новых технологий.

Темп экономического роста находится в прямой зависимости от величины человеческого капитала, сосредоточенного в сфере получения нового знания. Само существование блока генерации знаний, производящего технологические инновации, является в модели Ромера необходимым условием экономического роста.

Общий недостаток всех этих моделей заключается в том, что они не учитывают нелинейную природу инновационно-техноло-гического прогресса. Общепризнано, что инновационный процесс развивается неравномерно во времени, а именно – циклически. Длинноволновые колебания экономической конъюнктуры (примерно полувековой длительности) были установлены Николаем Кондратьевым в 1920 х годы.

Й. Шумпетер (1939) развил учение Н. Кондратьева и разработал инновационную теорию длинных волн, интегрировав ее в общую инновационную теорию экономического развития.

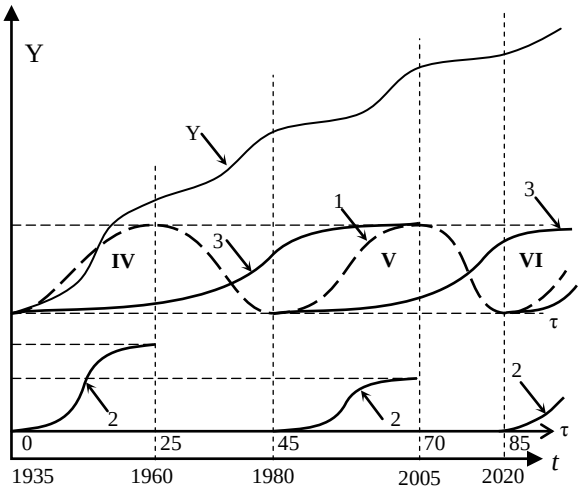


Рис. 3. Траектория движения общего выпуска Y (ВВП) [20], где 1 – циклы Кондратьева; 2 – траектории диффузии инновационных продуктов на рынки; 3 – инфратраектории

Циклическое движение выпуска Шумпетер считает формой отклонения от равновесия, к которому всегда стремится экономическая система. Концентрация нововведений вызывает радикальные изменения в экономике, которые уводят ее от изначальной равновесной траектории. Новый цикл начинается в период очередной депрессии на новом уровне равновесия. Смена уровней равновесия по Шумпетеру и определяет долговременную траекторию экономического развития, в ходе которого экономическая система находится в динамическом равновесии.

А. Акаев и М. Хироока (2009) предложили модель инновационно-циклического развития рыночной экономики [20]. Зная текущие инфратраектории[1], которые определяются маги-

[1] М. Хироока назвал инфратраекторией более длинную траекторию развития, которую формируют отдельные инновации (магистральные, прорывные), распространяющиеся за пределы одного цикла Кондратьева к следующему циклу, способствуя появлению новых инфраструктур и сетей (например, компьютеры, авиастроение, биотехнологии и др.). Магистральные инновации сначала распространяются, создавая новые рынки, но затем их потенциал расширяется, чтобы образовать новую инфраструктуру в экономике. Например, в пятом (V) кондратьевском цикле в этом качестве выступают компьютерные технологии.

стральными инновациями предыдущего цикла Кондратьева, а также траектории базисных инноваций текущего цикла Кондратьева, они построили прогнозную траекторию динамики инновационно-экономического развития, как это показано графически на рис. 3. Это достигается путем сложения суммарной добавленной стоимости, генерируемой базисными инновациями в текущем цикле Кондратьева, а также добавленной стоимости, создаваемой институциональными изменениями и явлением восстановления, обусловленными инфратраекториями.

Траектория движения ВВП Y имеет характерный ступенчатый вид, причем, как и утверждал Й. Шумпетер, каждая ступень описывается лучше всего логистической кривой 2, являющейся следствием изменения экономической конъюнктуры в соответствии с фазами большого цикла Кондратьева. На рис. 3 представлен период времени, охватывающий четвертый (IV) и пятый (V) кондратьевские циклы.

Предложенная модель обеспечивает надежное прогнозирование траектории инновационного развития, как минимум, до 2040 года, т. е. до верхнего пика шестого (VI) цикла Кондратьева. Ее дальнейшее развитие (есть основания называть ее моделью Садовничего-Акаева, [20]) идет с учетом задач макропрогнозирования (длительность прогнозирования от трех до 30 - 50 лет).

В этом случае модель должна обеспечивать поиск траекторий развития в пространстве параметров порядка, т. е. тех медленных переменных, под поведение которых будут подстраиваться остальные. Ключевыми параметрами порядка в глобальном масштабе признано считать численность населения (*N*), доступные ресурсы (R) и уровень технологий (*T*).

В продолжение исследований моделей по выражению (2) (рис. 2, *а* и 2, *б*) поиск соотношений слагаемых инновационного развития интересно вести интерпретируя аппарат модели Садовничего-Акаева применительно к масштабу иерархических уровней НИС.

Завершим описание направления «модели инновационной сферы» упоминанием появившейся относительно недавно [21] модели под названием улитка инноваций, интересно и наглядно представляющей жизненный цикл проекта в радиально – осевой (полярной) системе координат.

Приведенное структурирование проблемной области исследований и разработок «управление инновационными процессами» не исчерпывает всех возможных направлений и задач.

Например, не затронуты вопросы инвестирования инновационной сферы. Исследование продолжается, и его результаты – материал для следующих публикаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Беллман Р.** Динамическое программирование. – М.: Изд - во иностр. лит., 1960.
2. Методы и инструменты управления инновационным развитием промышленных предприятий / И.Л. Туккель, С.А. Голубев, А.В. Сурина, Н.А. Цветкова / Под ред. И.Л. Туккеля. – СПб.: БХВ – Петербург, 2013.
3. **Голиченко О.Г.** Национальная инновационная система России: состояние и пути развития. М.: Наука, 2006.
4. **Иванов В.В.** Национальные инновационные системы: теория и практика формирования. – М.: Изд. Дом «Абелия», 2004.
5. **Иванова Н.И.** Национальные инновационные системы. – М.: Наука, 2002.
6. **Дежина И., Киселева В.** «Тройная спираль» в инновационной системе России // эл. ресурс http://institutiones.com
7. **Туккель И.Л., Дорантес Д.Х.** О системном проектировании компьютеризированных интегрированных производств на базе проблемно-ориентированного типового решения. // Вестник машиностроения. 1997. № 7.
8. **Мэнсфилд Э.** Экономика научно-технического прогресса. – М.: Прогресс, 1970.
9. **Трубкина Н.А., Туккель И.Л.** Взаимодействие инноваций в мегапроектах. // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2011. – № 3 (121). – С. 88-91.
10. **Чесборо Г.** Открытые инновации. – М.: Поколение, 2007. – 336 с.
11. **Ицковиц Г.** Тройная спираль. Университеты – предприятия – государство. Инновации в действии. Пер. с англ. под ред. А.Ф. Уварова – Томск: Изд. Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, 2011.
12. **Хван В., Хоровитт** «Тропический лес. Секрет создания следующей Силиконовой долины», –

Томск, Издательство Томского государственного университета систем управления, 2012.

13. Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 08.12.2011 № 2227-Р.

14. Инновации. 2013. № 8 (178).

15. **Туккель И.Л., Сурина А.В.** Концепция проектирования инновационных метасистем. / Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2008. – № 3. (56). – С. 37-41.

16. **Келле В.Ж.** Инновационная система. Типология и эффективность // Свободная мысль. 1997. № 7.

17. **Леонтьев В.В.** Межотраслевая экономика. – М.: Экономика, 1997.

18. **Колемаев В.А.** Математическая экономика. – М.: Юнита – Дана, 2002.

19. **Глухов В.В., Коробко С.Б., Маринина Т.В.** Экономика знаний. – СПб.: Питер, 2003.

20. **Акаев А.А., Хироока М.** Об одной математической модели для долгосрочного прогнозирования динамики инновационно-экономического развития. – М.: Доклады академии наук. 425 / 6. 2009.

21. **Бадулин Н.А.** Улитка инноваций или применение теории GACEBT для определение стадий развития бизнеса. Стратегический менеджмент. 2011. № 1. http://edu.jobsmarket.ru

REFERENCES

1. **Bellman R.** Dinamicheskoye program-mirovaniye. – M.: Izd - vo innostr. litry, 1960.

2. Metody i instrumenty upravleniya innovatsion-nym razvitiyem promyshlennykh predpriyatiy / I.L. Tukkel, S.A. Golubev, A.V. Surina, N.A. Tsvetkova / Pod red. I.L. Tukkelya. – SPb.: BKhV – Peterburg, 2013.

3. **Golichenko O.G.** Natsionalnaya innovatsion-naya sistema Rossii: sostoyaniye i puti razvitiya. M.: Nauka, 2006.

4. **Ivanov V.V.** Natsionalnyye innovatsionnyye sistemy: teoriya i praktika formirovaniya. – M.: Izd. Dom «Abeliya», 2004.

5. **Ivanova N.I.** Natsionalnyye innovatsionnyye sistemy. – M.: Nauka, 2002.

6. **Dezhina V. Kiseleva** «Troynaya spiral» v innovatsionnoy sisteme Rossii / el. resurs http://institutiones.com

7. **Tukkel I.L., Dorantes D.Kh.** O sistemnom proyektirovanii kompyuterizirovannykh integrirovannykh proizvodstv problemno-oriyentirovannogo tipovogo resheniya. / Vestnik mashinostroyeniya, 1997, № 7.

8. **Mensfild E.** Ekonomika nauchno tekhniche-skogo progressa. – M., Progress, 1970.

9. **Trubkina N.A., Tukkel I.L.** Vzaimodeystviye innovatsiy v megaproyektakh. / Nauchnotekhnicheskiye vedomosti SPbGPU. – 2011. – № 3 (121). – P. 88-91

10. **Chesboro G.** Otkrytyye innovatsii. – M.: Pokoleniye, 2007. – 336 s.

11. **Itskovits G.** Troynaya spiral. Universitety – predpriyatiya – gosudarstvo. Innovatsii v deystvii. Perevod s ang. pod redakts. A.F. Uvarova – Tomsk, Izdatelstvo Tomskogo gosudarstvennogo universiteta sistem upravleniya i radioelektroniki, 2011.

12. **Khvan V., Khorovitt G.** «Tropicheskiy les. Sekret sozdaniya sleduyushchey Silikonovoy doliny», – Tomsk, Izdatelstvo Tomskogo gosudarstvennogo universiteta sistem upravleniya i radioelektroniki, 2012.

13. Strategii innovatsionnogo razvitiya Rossi-yskoy Federatsii period 2020g. Rasporyazheniye Pravitelstva Rossiyskoy Federatsii ot 08.12.2011. № 2227-R.

14. Innovatsii. 2013. № 8. (178).

15. **Tukkel I.L., Surina A.V.** Kontseptsiya proyektirovaniya innovatsionnykh metasistem. / Nauchno tekhnicheskiye vedomosti SPbGPU. – 2008. – № 3. (56). – C. 37-41.

16. **Kelle V.Zh.** Innovatsionnaya sistema. Tipologiya i effektivnost. / Svobodnaya mysl. № 7, 1997.

17. **Leontyev V.V.** Mezhotraslevaya ekonomika. – M.: Ekonomika, 1997.

18. **Kolemayev V.A.** Matematicheskaya ekono-mika. – M.: Yunita-Dana, 2002.

19. **Glukhov V.V., Korobko S.B., Marinina T.V.** Ekonomika znaniy. – SPb.: Piter, 2003.

20. **Akaev A.A., Hirooka M.** Ob odnoj matematicheskoj modeli dlya dolgosrochnogo progno-zirovaniya dinamiki innovatsionno-ehkonomicheskogo razvitiya. – M.: Doklady akademii nauk. 425 / 6. 2009.

21. **Badulin N.A.** Ulitka innovatsiy ili primeneniye teorii GACEBT dlya opredeleniye stadiy razvitiya biznesa. Strategicheskiy menedzhment. 2011. № 1. http://edu.jobsmarket.ru

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

ТУККЕЛЬ Иосиф Львович – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; Россия, 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: tukkel@acea.neva.ru

TUKKEL Iosif L. – St. Petersburg State Polytechnical University; Russia, 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: tukkel@acea.neva.ru

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 001.895:658.589:65.011.8:001.89

В. Хармаакорпи, Ю. Вяятянен, Д. Подметина

ПРАКТИЧЕСКИ-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ СРЕДЫ

V. Harmaakorpi, J. Väätänen, D. Podmetina

PRACTICE-BASED INNOVATION ENVIRONMENTS

Часто источником инноваций является практический опыт, что значительно отличается от научного обоснования возникновения инноваций, и кроме того, такие инновационные процессы носят более открытый характер. В данной статье рассматриваются концептуальные аспекты и характер практически-ориентированной инновационной деятельности на основе системного подхода, оцениваются роль инновационных потенциалов, абсорбирующей способности, социального капитала, и посредников, а также требования к внешней инновационной среде направленной на стимулирование практически-ориентированных инноваций.

ПРАКТИЧЕСКИ-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, ОТКРЫТАЯ ИННОВАЦИОННАЯ СРЕДА, ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ, АБСОРБИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ, СОЦИАЛЬНЫЙ КАПИТАЛ.

Compared to traditional science-based innovation, the more often practice is observed as a source for innovation, characterizing more open innovation process. This paper discusses the conceptual aspects of practice-based innovation based on the system approach, evaluates role of innovation potential, absorptive capacity, social capital, innovation intermediaries, and analyzes the requirements set to the external environment aiming to stimulate practice-based innovation.

PRACTICE-BASED INNOVATION, OPEN INNOVATION ENVIRONMENT, INNOVATION POTENTIAL, ABSORPTIVE CAPACITY, SOCIAL CAPITAL.

Процесс создания инноваций и среды их формирования постоянно меняются. Частота применения научных знаний и технологий в закрытых средах исследований и разработок в сфере инноваций продолжает снижаться. Согласно «Европейскому исследованию в области инноваций» приблизительно 4% инноваций основываются на университетских исследованиях. Исследование показывает, что наиболее значимыми источниками инноваций являются контакты с клиентами, а также внешние сети предприятий и т. д. (Euroopan yhteisöjen, 2004). Поскольку наука генерирует только часть инноваций, следует основательно рассмотреть механизмы их формирования и методы поощрения. Наиболее часто инновации развиваются на основе практических случаев, и процесс их возникновения достаточно далек от аналогичного процесса, основанного на научных предпосылках.

Инновационные процессы все чаще имеют не только практическую основу, но также носят открытый характер. Инновации – это прежде всего концепции, разрушающие границы, и трудно представить, чтобы необходимые для этого знания и навыки были сосредоточены на одном, пусть даже крупном, предприятии. Шумпетерианское понятие креативного разрушения обретает новую форму: те предприятия и сферы деятельности, которые рассчитывают на закрытые инновационные процессы, нацелены на путь разрушения, а те, которые открывают свои инновационные процессы, находятся на пути роста.

Кроме того, меняются формы самих инноваций: наряду с технологическими инновациями, и возможно даже вместо них, стали появляться, например, социальные и системные инновации. Небольшая страна, подобная Финляндии, производит менее 1% мировых науч-

ных знаний. Если мы будем опираться только на них, наша конкурентоспособность подвергнется опасности. Однако, как у развитой демократической системы западного типа, у нас имеется долгосрочное конкурентное преимущество в создании инноваций, требующих системного подхода (Hämäläinen & Saarinen, 2007).

Новая инновационная среда бросает вызов комплексной политике поощрения инноваций. Продвижение инноваций в Финляндии и Европе определенно всегда являлось частью научно-технической политики. Инвестиции в науку, технологию и научные центры по-прежнему важны. Тем не менее следует уделять больше внимания поощрению основного, практического направления инноваций. В данной статье рассматриваются характер практически-ориентированной инновационной деятельности, и требования к инновационной среде.

Практически-ориентированная инновационная деятельность

Локальные инновационные среды традиционно описываются с помощью понятий инновационной системы. Аутио (1998) разделяет локальную инновационную систему на две подсистемы: создание и распространение информации, а также использование и применение. В подсистему создания и распространения информации входят университеты, исследовательские учреждения, организации-посредники и так далее. Научная инновационная деятельность возникает в подсистеме создания и распространения информации, из которой она переходит или передается во вторую подсистему, включающую сети предприятий. Модель Аутио особенно хорошо подходит для представления научной инновационной среды, поскольку организации-посредники включены в подсистему создания и распространения информации как распространители научных знаний. Однако возникает несколько вопросов о формировании модели, когда в качестве основного двигателя и направляющего вектора для инновационной деятельности выбирается подсистема применения и использования информации.

Практически-ориентированную инновационную деятельность, в системе инноваций можно определить как инновационные процессы, в которых постановка задачи проистекает из практического контекста, и которые определенно представляют собой процесс искусственного создания информации в нелинейных, многосторонних и многопрофильных инновационных сетях. Таким образом, практически-ориентированная инновационная деятельность, никоим образом не означает, что в ней сконцентрированы только практические знания, но центральное значение имеет постановка задачи в практическом контексте и ее последствия для инновационных процессов. Нередко, в инновационных процессах по большей части используются научные знания, однако это происходит в условиях практической постановки задач и зачастую на стыке нескольких научных областей. Практическая инновационная деятельность, исключает научные инновации, где постановка задач осуществляется на условиях использования теоретических знаний.

Практическая инновационная деятельность ставит перед инновационной средой следующие задачи:

инновационный потенциал;

абсорбирующая способность (absorptive capacity);

социальный капитал;

компетенция и распределение ролей участников;

креативность.

Инновационные потенциалы

Главные вопросы исследования инновационной деятельности затрагивают применение принципа удаления и приближения на различных этапах инновационных процессов. В большинстве случаев эффективность инновационной деятельности достигается за счет концентрации и кластеризации, то есть по принципу приближения. Научная, техническая и бизнес-политика Финляндии поддерживала развитие в данном направлении. Однако существует мнение, что комплексность – питательная среда инноваций, и на границе разных областей рождается множество инновационных потенциалов, что требует принципа удаления для возникновения новых идей в инновацион-

ной деятельности (Johansson, 2005). Потенциальное использование принципа удаления требует нового подхода к развитию инновационных сред.

Инновационная система формируется из различных инновационных сетей и социальных отношений внутри и между ними. По мнению Грановеттера (2005), эти отношения влияют на способ передачи информации в сетях, а также на ее качественные характеристики. Таким образом, социальная структура сетей влияет на то, как они справляются со своей ролью посредника между экономической и производственной деятельностью. Грановеттер (1973) использовал понятия слабых и сильных связей для описания структуры социальных сетей. Силу связи характеризует то, сколько времени уходит на ее поддержание, степень эмоциональной интенсивности и приближенности, а также время ожидания взаимодействия.

С точки зрения создания инноваций сильные связи понятнее и проще, поскольку обычно они подразумевают большое доверие между партнерами, совместные стремления и цели, а также общий язык, упрощающий коммуникацию (или, по крайней мере, одинаковый способ выражения мыслей). С другой стороны, с точки зрения участников, слабые связи позволяют передавать между ними новую информацию (Granovetter, 2005). Люди, в среде которых преобладают сильные связи, на практике представляют собой в целом одинаковую информативную базу, что препятствует или, по крайней мере, замедляет и шумпетерианское объединение, создающее новую с точки зрения участников информацию, и зарождение инновационного процесса на его основе (Schumpeter, 1942). Бёрт (2004) развил аргументацию Грановеттера, касающуюся силы связей между участниками инновационных сетей, объявив, что наиболее вероятно возникновение инноваций в связи с так называемыми структурными дырами (Burt, 1992; Walker et al., 1997; Zaheer & Bell, 2005). Под структурными дырами Бёрт подразумевает переходную зону между взаимосвязанными «гомогенными сетями». По мнению Бёрта, участник, который сможет осуществлять коммуникацию через эти структурные дыры и искать для себя информацию в новых референтных группах, получит хорошие идеи с большей вероятностью, чем тот участник, который общается только с помощью сильных связей (Burt, 2004). Инновационная среда, в которой множество потенциальных структурных дыр, является плодотворной почвой для практически-ориентированных инновационных процессов.

Открытая инновационная деятельность особенно интенсивно использует слабые связи инновационных сетей. Некоторые предприятия даже полностью заменили подход, ориентированный на исследования и разработки, моделью «создавать сеть и развиваться» (Huston & Sakkab, 2006). Это следует из наблюдения о том, что создание инноваций в приграничных областях требует как разнообразной информации, так и преодоления различных структурных дыр, для чего у одной организации нет возможностей. Потенциал открытой и основанной на практике, инновационной деятельности заключается в том, что она централизованно воплощает существующие и будущие потребности клиента, а также способна решить поставленные практические задачи, в особенности используя слабые связи и структурные дыры.

Абсорбирующая способность

Основная концепция практической инновационной деятельности включает в себя поиск решений методом объединения различных данных посредством слабых сетевых связей и структурных дыр. Это требует от участников всей инновационной системы особого таланта усваивать информацию и ноу-хау. Итак, мы пришли к понятию абсорбирующей способности (absorptive capacity). По мнению Коэна и Левинталя (1990), способность освоения организации строится на ее умении оценивать, усваивать и применять новую информацию в своей деятельности. Зара и Джордж (2002) разделили абсорбирующую способность на два компонента – на потенциальную и фактическую. Потенциальная абсорбирующая способность важна для поиска информации за пределами организации и ее частичной интеграции в уже существующие информационные структуры. В свою очередь, фактическая абсорбирующая способность имеет отношение к тем дей-

ствиям, с помощью которых организация преобразует и использует собранные данные. Каждый компонент абсорбирующей способности имеет значение при рассмотрении деятельности локальных инновационных систем и происходящих в них инновационных процессов: потенциальная абсорбирущая способность позволяет получать информацию посредством слабых связей и контактов в инновационных сетях, тогда как фактическая абсорбирующая способность указывает на использование данных в различных инновационных процессах в сетях с сильными связями.

зации. Использование (exploitation) информации означает такие рутинные действия, процессы и операции участника, которые позволяют развивать компетенцию организации или создавать совершенно новую компетенцию на основе информации, полученной за пределами организации (Zahra & George, 2002). Два первых компонента вместе приводят к тому, что в организацию поступает по меньшей мере такая порция новой информации (а часто и больше), которая необходима для инновационных процессов, реализуемых организацией; в то же время два последних компонента влияют на то,

Абсорбирование информации инновационными процессами организаций
(использованный материал: Uotila, Harmaakorpi & Melkas, 2006; Zahra and George, 2002)

Абсорбирующая способность состоит из четырех компонентов: получения новой информации, ее усвоения, преобразования и, наконец, использования в деятельности организации. Под получением (acquisition) новой информации в данном случае подразумевается способность определять и находить такие новые с точки зрения организации данные, созданные за ее пределами, которые имеют первоочередное значение для деятельности и развития данной организации. Под усвоением (assimilation) новой информации подразумеваются рабочие процессы и рутинные действия организации, которые позволяют анализировать, обрабатывать, толковать и понимать новые данные, полученные из источников за ее пределами. Под преобразованием (transformation) новой информации подразумевается способность развивать те действия, которые позволяют и способствуют частичной интеграции новой информации в уже существующие информационные структуры и резервы организации. Использование (exploitation) информации означает такие рутинные действия, процессы и операции участника, которые позволяют развивать компетенцию организации или создавать совершенно новую компетенцию на основе информации, полученной за пределами организации (Zahra & George, 2002). Два первых компонента вместе приводят к тому, что в организацию поступает по меньшей мере такая порция новой информации (а часто и больше), которая необходима для инновационных процессов, реализуемых организацией; в то же время два последних компонента влияют на то, насколько эффективно организация применяет эту новую информацию непосредственно в инновационных процессах и использует конечный результат в своей деятельности (Uotila, Harmaakorpi & Melkas, 2006).

Зара и Джордж (2002) утверждают, что кроме двух компонентов – усвоения и преобразования информации – также требуется отдельный «социальный механизм урегулирования». В данной статье и рассматривается, что это понятие социального механизма урегулирования может входить в локальную инновационную среду. Главный вопрос заключается в том, с помощью каких механизмов можно развить абсорбирующую способность организаций в локальных инновационных системах, в особенности первые три компонента способности освоения, которые связаны с получением, усвоением и преобразованием информации. Модель абсорбирующей способности представлена на рисунке.

Социальный капитал

Основной ресурс научной инновационной деятельности – это нематериальный капитал участников. В практически-ориентированной инновационной деятельности в качестве ресурса выступает социальный капитал (Tura & Harmaakorpi, 2005). По мнению Портеса (1998) «экономический капитал хранится на банковских счетах людей, а человеческий капитал – у них в головах; социальный капитал представляет собой отношения между ними». Социальный капитал нельзя купить: он формируется только в результате постоянной коммуникации между людьми. С его помощью можно добиться стабильной конкурентоспособности, поскольку его нельзя скопировать или изъять из локальной инновационной системы. Однако его крайне легко разрушить, если предать доверие участников сети.

Социальный капитал выступает в качестве ресурса участника, заключенного в его социальных отношениях (Tura & Harmaakorpi, 2005). Под участниками в данном случае подразумеваются как индивиды, так и различные общества. Эти ресурсы позволяют участнику достигнуть основных целей, что без них было бы невозможно (Nahapiet & Ghoshal, 1998. 244). Лин (2001) описывает вопрос немного по-другому: «социальный капитал означает ресурсы участника, находящиеся в социальной структуре, которые могут быть мобилизованы для достижения желаемых целей». Таким образом, социальный капитал – ресурс, подобный навыкам, он легче обретает форму при ответе на вопрос «что мы можем сделать», в то время как, например, физический капитал отвечает на вопрос «что у нас есть».

Тем не менее социальный капитал в практически-ориентированных инновационных средах никогда не является универсальным, а напротив – сильно привязан к контексту. Участник может обладать значительным социальным капиталом в одной части инновационной системы и не иметь его совсем в какой-либо другой части (Tura & Harmaakorpi, 2005). Например, у профессора университета может быть много ресурсов в подсистеме создания информации, но он не сможет работать в подсистеме использования информации. С точки зрения практически-ориентированной инновационной деятельности это носит разрушительный характер, поэтому цель инновационной политики – наращивание социального капитала между участниками подсистемы.

Однако социальный капитал в инновационной деятельности – спорное понятие и имеет различные характеристики. С одной стороны, его наделяют способностью повышать доверие между участниками сети и влиять на продвижение инновационной деятельности, с другой например – Флорида и другие (2002), утверждают, что те области, в которых много социального капитала, занимают слабые позиции в инновационных и творческих процессах. Эти утверждения можно рассматривать через понятия объединяющего и связывающего капитала. Связывающий социальный капитал создает связи между самостоятельными группами (со слабыми сетевыми связями). А объединяющий социальный капитал объединяет похожих участников с сильными сетевыми связями (Granovetter, 1985). Это разделение социального капитала играет главную роль при рассмотрении практической инновационной деятельности: в локальных инновационных сетях должна быть атмосфера внутреннего доверия, но в то же время они должны быть открыты для внешнего потока информации. В сетях может быть достаточно много сильных связей и объединяющего социального капитала, но при этом они являются закрытыми, что в перспективе глобального сообщества ведет к плохому развитию всей системы (Olson, 1982). Связывающий социальный капитал с точки зрения инновационной деятельности представляються положительным фактором, поскольку он направлен на возможность объединения интересов и способствует росту абсорбирующей способности через системные структурные дыры. Определение Бёрта (2004) «социальный капитал посредничества» (social capital of brokerage) достаточно близко к понятию связывающего социального капитала. Утверждение Флориды о вредности социального капитала основано на собственном представлении о его характере только как объединяющего социального капитала.

Инновации рождаются в инновационных средах случайным образом. Не существует

философских камней, с помощью которых можно было бы с уверенностью говорить, какие действия ведут к их возникновению. В подобной ситуации инновационную систему можно сравнить с региональной дорожной сетью. Дорожная сеть инновационной системы состоит из каналов, посредством которых информация перемещается между участниками-новаторами. С увеличением транспортного потока в определенной дорожной системе количество несчастных случаев обязательно вырастет, хотя никто не может точно сказать, как и на каком участке трассы они будут происходить. Подобным образом растет количество инноваций, если в дорожной сети инновационной системы увеличивается транспортный поток, хотя предсказать появление отдельных инноваций невозможно.

Дороги, которыми активно пользуются знакомые друг с другом новаторы системы, должны быть в порядке, для чего необходим объединяющий социальный капитал. Однако существует мнение, что прежде всего различие и сложность порождают инновации. Поэтому поддержание удаленных связей также имеет важное значение для возникновения инноваций в межсистемных областях. Для этого необходим связывающий социальный капитал. Иногда приходится строить полностью новые участки дороги даже для тех участников, которые находятся относительно недалеко; социальный капитал и участок дороги могли быть разрушены на каком-либо этапе. С точки зрения инновационной деятельности, основывающейся на практике, особенно тщательно необходимо следить за связями между подсистемами.

Компетенция и распределение ролей участников

Для регулировки и управления приближением и удалением важно так называемое посредничество. Отличительной чертой локальных инновационных сетей является потребность в достижении «более длинных бросков» в инновационных процессах. Информационные интересы партнеров по инновациям часто настолько различаются между собой, что требуется отдельная работа по их адаптации. Бёрт называет подобную работу «опосредованной передачей информации в структурных дырах». Структурная дыра – это возможность передавать потоки данных между людьми, а также контролировать формы сотрудничества, с помощью которых устанавливаются контакты между людьми по разные стороны дыры (Burt, 1997).

Подобной опосредованной передачей информации, или посредничеством, зачастую занимаются организации-посредники, входящие в локальную инновационную систему. К ним относятся, например, региональные научно-технические парки, организации по развитию деятельности, а также отделы при университетах, занимающиеся трансфером технологий, и исследовательские центры. Передача информации в этих организациях может происходить, например, следующим образом: 1) информирование людей по обе стороны структурной дыры об интересах и проблемах или задачах другой группы; 2) передача лучших практик; 3) формирование общих интересов и точек зрения для тех групп, у которых, казалось бы, нет ничего общего; 4) формулирование выводов и обобщений об информационных интересах (Burt, 2004).

При такой деятельности речь идет об одновременной работе на нескольких «фронтах». Следующие вопросы следует стремиться объединить и находить для этого возможности (Parjanen & Melkas, 2008):

развитие неопределенной инновационной сети;

систематический подход, используемый для планирования и работы над абсорбирующей способностью, а также сетевые вопросы, связанные с качеством данных, информации и ноу-хау;

посредничество.

Конкретные спецификации, подробное планирование и контроль, вероятно, невозможны, но некоторой систематизации обычно можно добиться. Назначение «руководителя по информации и ноу-хау» для управления коммерческой деятельностью всей сети или ее части может стать необходимостью в зависимости от доступных ресурсов. Нонака, Тояма и Конно (2001) определили это понятие как «chief knowledge officer» (руководитель отдела обработки информации). В свою очередь Вонг и другие (1998) предложили название «information product manager» (руководитель информационного про-

изводства). Точки зрения авторов отличаются, но объединение этих функций под одним названием на практике встретило бы одобрение (Parjanen & Melkas, 2008).

Посредничество требует особой компетенции, в которой акцент делается на способности наряду со знанием вопроса. Подобная компетенция на самом деле довольно близка к «юридическому» подходу постановки задач (Mutanen, Siitonen & Halonen, 2008). Юрист редко владеет сутью проблемы своего клиента, но у него есть набор инструментов для поддержания посреднической деятельности, с помощью которого он может найти и сложить необходимую информацию для решения проблемной ситуации. Таким же образом у посредника инновационных сетей должен быть арсенал методов, с помощью которых он решает проблемы, возникающие в структурных дырах. Посредническая деятельность довольно сложна, и ее характеризует в том числе следующее (Parjanen, Harmaakorpi & Frantsi, 2008):

с ее помощью стремятся сократить различные расстояния (географические, организационные, культурные, социальные, когнитивные, функциональные и информационные) между участниками-новаторами;

по своей природе она представляет собой процесс, а не отдельные меры;

посредники – это специалисты «без своей дисциплины»;

редко кто является прирожденным посредником, посредничеству необходимо обучаться;

посредничество требует новых рабочих инструментов – обычных творческих инструментов редко бывает достаточно;

суть посредничества заключается больше в постановке вопроса, чем в нахождении ответа.

Креативность

Таким образом, диалог через структурные дыры инновационной среды является краеугольным камнем успешной практически-ориентированной инновационной деятельности. Однако диалог между подсистемами даже одной области специализации может быть затруднен. Явный инновационный потенциал может быть не использован, поскольку новаторы не способны даже начать инновационные процессы. Ситуация усложняется еще больше, если приходится выходить за рамки области знаний, практик или менять специализацию. Подобный огромный потенциал может существовать, например, между инженером по разработке металлургической продукции, ориентированным на практику, и ученым, специализирующимся на нанотехнологиях. «Расстояние» между участниками может быть настолько большим, что его не получится преодолеть даже с помощью превосходной посреднической деятельности. Использование таких потенциалов требует развития творческого потенциала всей инновационной среды.

Развитию инновационной способности и креативности способствуют изменение методов деятельности индивидов и организаций и разработка инструментов в поддержку управления. В управлении инновациями и творческим потенциалом важна способность создать арсенал методов, с помощью которого можно будет поощрять креативность и инновационную способность и создавать инновационные процессы. Этот арсенал должен представлять собой некий комплекс, так как отдельные разрозненные меры редко приводят к желаемому результату. В продвижении инновационной способности и креативности выделяется следующее:

меры, которые способствуют появлению инновационной культуры деятельности в инновационных сетях и участвующих в них организациях;

меры, которые развивают способность пересекать границы секторов (структурных дыр) – так происходит взаимное интеллектуальное обогащение;

меры, которые способствуют продвижению инновационной способности в организациях.

Арсенал методов управления инновациями и креативностью и входящие в него меры должны быть способны устранить творческие препятствия между индивидами и организациями. На индивидуальном уровне к ним относятся ограниченность мышления и ассоциативные барьеры, а также недостаток чувства уверенности в собственной профессиональной пригодности (Bandura, 1997). Обычно дети достаточно креативны, но в процессе взросления происходит сужение кругозора и ограниченность взглядов начинает мешать творчест-

ву. С одной стороны, у нас появляется множество ассоциативных барьеров, которые приводят к тому, что поток мыслей постоянно направляется в одинаковые русла (Johansson, 2005). С другой стороны, мы начинаем болезненно относиться к высказыванию новых мыслей, поскольку боимся получить на них ответ или даже стать посмешищем. Таким образом, при управлении творческим потенциалом необходимо стремиться продвигать способы и ситуации, в которых эти ассоциативные барьеры разрушаются, а также растет чувство уверенности в себе и своей профессиональной пригодности (Bandura, 1997). Методы могут быть связаны с обучением, а ситуации – с применением развитых методов групповой работы в рамках деятельности инновационных сетей. Чрезвычайно важно, чтобы персонал организации понимал, что у него есть два рабочих задания: кроме выполнения обычных рабочих задач необходимо постоянно думать, как этот процесс можно было бы улучшить. Таким образом, развитие инноваций – это задача каждого, а не только лиц, назначенных ответственными за развитие, или соответствующих отделов.

Поощрение инновационности традиционно используется в различных креативных методах и методах групповой работы, как, например, мозговой штурм, метод 6-3-5, метод двойной опеки, метод шести шляп мышления и т. д. Тем не менее инновационная деятельность, основывающаяся на практике, настолько многогранна, что среди существующих методов редко можно найти волшебное решение для конкретных ситуаций. Их особый недостаток заключаеться в том, что они практически не учитывают постоянный характер и процессуальность инновационной деятельности. Поэтому существует острая потребность развивать новые кумулятивные, нелинейные, комплексные творческие методы, основывающиеся на практике и применимые в многосторонних инновационных процессах. Они могут включать содержимое даже таких нетрадиционных областей, как театральные исследования (Frantsi, Pässilä & Parjanen, 2008) или философия (Harmaakorpi & Mutanen, 2008).

Выводы

Политика конкурентоспособности Финляндии достаточно долго заключалась в привлечении победителей: с помощью методов научно-технической политики в подсистеме создания и распространения информации создаются скопления ноу-хау, а с помощью методов бизнес-политики в различных областях строятся кластеры победителей. Эти меры проявили себя как экономичные, и их следует продолжать и дальше. Однако в данной публикации авторы стремились сформулировать новую основу для инноваций. Она требует нового восприятия инновационной политики – «системного подхода» (system approach). Системный подход происходит из мира науки, но отлично вписывается в планирование инновационной политики (Edquist, 1997). Центральное значение при таком подходе имеет то, что совершенно разные местные факторы могут создавать эффект «бутылочного горла» в инновационных процессах и приводить к застою инновационной деятельности (Schienstock and Hämäläinen, 2001; Lundvall and Borrás, 1999). Все подобные заторы – это объекты локальной инновационной политики, и одного только распределения признанных талантов недостаточно для развития инновационных возможностей (OECD, 1998). Согласно Шиентстоку и Хямяляйнену (2001), инновационная политика на основе системного подхода, способствующая сетевой деятельности, развивает инновационную среду, учитывая весь инновационный потенциал. Особое внимание при этом уделяется коммуникативным процессам, процессам сотрудничества и формирования сетей между различными участниками подсистем инновационной системы с целью охватить все ее слабые участки.

В инновационной системе эффект «бутылочного горла» встречается достаточно часто, и отдельные меры не могут ничего изменить. Позиции старой доминирующей системы настолько сильны, что слабые предприятия, которые ее нарушают, неизбежно обречены на неудачу. Разрушение старой системы требует острой потребности в изменениях в общей рабочей среде, а также целого ряда инновационных мер, которые создадут новую систему (Geels & Schot, 2007).

Потенциал практически-ориентированной инновационной деятельности, кажется большим. Если целенаправленно использовать этот потенциал в виде новых мер, на стыке потреб-

ностей клиента и подсистемы использования и создания информации будет создаваться бесчисленное количество инноваций на экономичных условиях. Осуществление изменений требует инновационной политики, ориентированной на системный подход, которая устранит заторы в инновационной среде. Инновационная политика должна включать по крайней мере следующие компоненты инновационной среды (Harmaakorpi & Melkas, 2008):

философию открытой практически-ориентированной инновационной деятельности, а также понимание изменения инновационной парадигмы;

понимание элементов приближения и удаления как источников инноваций;

интеграцию научных знаний и перспективной информации в инновационную информацию в практическом аспекте во всей инновационной системе;

формирование подходящего смешанного комплекса социального капитала; поддержание участков транспортной сети инновационной системы в хорошем состоянии;

формирование новой компетенции посреднической деятельности и новых ролей участников в инновационной системе;

площадки креативности и «интеллектуального обогащения» в сетевых инновационных процессах [10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. **Autio E.** Evaluation of RTD in Regional Systems of Innovation. European Planning Studies, 1998, Vol. 2, No. 2. P.131 – 140. (eng)

2. **Bandura A.** Self-Efficacy the Exercise of Control. New York: W.H. Freeman and Company, 1997. 604 p. (eng)

3. **Burt R.S.** Structural Holes: The Social Structure of Competition. Boston, Harvard University Press, 1992. 324 p. (eng)

4. **Burt R.S.** The Contingent Value of Social Capital. Administrative Science Quarterly. 1997. Vol. 42. No. 2. P.339 – 365. (eng)

5. **Burt R.S.** Structural Holes and Good Ideas. American Journal of Sociology, 2004, Vol. 110, No. 2. P.349-399. (eng)

6. **Cohen W., Levinthal L.** Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. Administrative Science Quarterly. 1990. Vol. 35. No. 1. P.128 – 152. (eng)

7. **Edquist C.** Systems of Innovation Approaches – Their Emergence and Characteristics. Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations, London; Washington: D.C. Pinter Publishers. 1997. (eng)

8. Euroopan Yhteisöjen Virallisten Julkaisujen Toimisto. Innovation Europe – Results for the third Community Innovation Survey for the EU, Norway and Iceland. Available at: ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/innovationsmes/docs/results_from_cis3_for_eu_iceland_norway.pdf. (Accessed October 10, 2013). (eng)

9. **Florida R., Cushing R., Gates G.** When social capital stifles innovation // Harvard Business Review, 2002. (eng)

10. **Frantsi T., Pässilä A., Parjanen S.** Luovuusmenetelmät innovaatioprosesseissa. In Harmaakorpi V., Melkas H. (Eds.) Innovaatiopolitiikkaa järjestelmien välimaastossa. Helsinki: Acta – sarja. Kuntaliitto, 2008. (fin)

11. **Geels F.W., Schot J.** Typology of sociotechnical transition pathways // Research Policy. 2007. Vol. 36, No. 3. (eng)

12. **Granovetter M.** The Strength of Weak Ties // American Journal of Sociology, 1973. Vol. 78. No. 6. P. 1360 – 1380. (eng)

13. **Granovetter M.** Economic Action and Social Structure: The Problem of Embeddedness // American Journal of Sociology, 1985, Vol. 91. No. 3. P.481 – 510. (eng)

14. **Granovetter M.** The Impact of Social Structure on Economic Outcomes // Journal of Economic Perspectives, 2005, Vol. 19, No. 1. P.33 – 50. (eng)

15. **Harmaakorpi V., Melkas H.** Innovaatiopolitiikkaa järjestelmien välimaastossa. Helsinki: Acta–sarja. Kuntaliitto, 2008. 246 p. (fin)

16. **Harmaakorpi V., Mutanen A.** Know-ledge Production in Network – based Innovation Processes – Interrogative Model as a Research Method // Interdisciplinary Journal of Information. Knowledge, and Management. 2008. Vol. 3. P. 87 – 101. (eng)

17. **Huston L., Sakkab N.** Connect and develop. Inside Procter & Gamble's new model of innovation. Harvard Business Review. March 2006. P. 58-66. (eng)

18. **Hämäläinen R., Saarinen E.** System Intelligens in Leadership and Every Day Life. Helsinki: Systems Analysis Laboratory. HUT, 2007. 320 p. (eng)

19. **Johansson F.** The Medici Effect: Breakthrough Insights at the Intersection of Ideas, Concepts and Cultures. Boston, Harvard Business School Press, 2004. (eng)

20. **Lundvall B., Borras S.** The Globalising Learn-

ing Economy: Implications for Innovation Policy. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, 1999. (eng)

21. **Mutanen A., Siitonen A., Halonen I**. Asiantuntijuus innovaatioprosesseissa. In Harmaakorpi V., Melkas H. (Eds.) Innovaatiopolitiikkaa järjestelmien välimaastossa. 2008. Helsinki: Acta-sarja. Kuntaliitto. (fin)

22. **Nahapiet J., Ghoshal S.** Social Capital, Intellectual Capital and the Organizational Advantage. Academy of Management Review, 1998, Vol. 23, No. 2. P. 242 – 266. (eng)

23. OECD Organisation for Economic Co-operation and Development. The OECD Jobs Strategy. Technology, Productivity and Job Creation. Best policy practices – 1998 Edition. Paris. France, 1998. 327p. (eng)

24. **Olson M.** The Rise and Decline of Nations. New Haven. USA. Yale University Press. 1982. 276 p. (eng)

25. **Parjanen S., Melkas H.** Läheisyyden ja etäisyyden leikki innovaatioprosesseissa. In Harmaakorpi V., Melkas H. (Eds.) Innovaatiopoliti-ikkaa järjestelmien välimaastossa. 2008. Helsinki: Acta – sarja. Kuntaliitto. (fin)

26. **Schienstock G., Hämäläinen T.** Transformation of the Finnish innovation system: A network approach. Helsinki: Sitra Reports series 7. Hakapaino, 2001. 247p. (eng)

27. **Schumpeter J.A.** The Theory of Economic Development. London. UK. Oxford University Press. 1942. 244p. (eng)

28. **Sotarauta M., Lakso T.** Muutoksen johtaminen ja luova jännite. Helsinki: Suomen kuntali-itto, 2000. 127p. (fin)

29. **Tura T., Harmaakorpi V.** Social Capital in Building Regional Innovative Capability. Regional Studies. 2005. Vol. 39, No. 8. P. 1111 – 1125. (eng)

30. **Uotila T., Melkas H., Harmaakorpi V.** Incorporating Futures Research into Regional Knowledge Creation and Management. Futures. 2005. Vol. 37. P. 849-866. (eng)

31. **Uotila T., Harmaakorpi V., Melkas H.** A method for assessing absorptive capacity of a regional innovation system. Fennia, 2006. Vol. 184. No.1. P. 49 – 58. (eng)

32. **Walker G., Kogut B., Shan W.** Social Capital, Structural Holes and Formation of an Industry Network. Regional Studies, 1997. Vol. 8. No. 2. P.109 – 125. (eng)

33. **Zaheer A., Bell G.G.** Benefiting from Network Position: Firm Capabilities, Structural Holes, and Performance. Strategic Management Journal. 2005. Vol. 26, P. 809 – 825. (eng)

34. **Zahra A.Z., George G.** Absorptive Capacity: A Review, Reconceptualization, and Extension. Academy of Management Review. 2002. Vol. 27. No. 2. P. 185 – 203. (eng)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

ХАРМААКОРПИ Веса – декан инженерно-экономического факультета, доктор технических наук, профессор; Лаппеенрантский технологический университет, Почтовый ящик 20, Лапперанта, 53851, Финляндия; e-mail: vesa.harmaakorpi@lut.fi

HARMAAKORPI Vesa – decan of the School of Industrial Engineering and Management, D. Sc. (Technology), professor; Lappeenranta University of Technology, PO Box 20, Lappeenranta, 53851, Finland; e-mail: vesa.harmaakorpi@lut.fi

ВЯЯТЯНЕН Юха – доктор технических наук, профессор инженерно-экономического факультета; Лаппеенрантский технологический университет, Почтовый ящик 20, Лапперанта, 53851, Финляндия; e-mail: juha.vaatanen@lut.fi

VÄÄTÄNEN Juha – D. Sc. (Technology), professor, School of Industrial Engineering and Management; Lappeenranta University of Technology, PO Box 20, Lappeenranta, 53851, Finland; e-mail: juha.vaatanen@lut.fi

ПОДМЕТИНА Дарья – доктор технических наук, старший преподаватель инженерно-экономического факультета; Лаппеенрантский технологический университет, Почтовый ящик 20, Лапперанта, 53851, Финляндия; e-mail: daria.podmetina@lut.fi

PODMETINA Daria – D. Sc. (Technology), lecturer, post-doctoral researcher, School of Industrial Engineering and Management; Lappeenranta University of Technology, PO Box 20, Lappeenranta, 53851, Finland; e-mail: daria.podmetina@lut.fi

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 330.342.24:316.3

В.В. Спицын, Е.А. Монастырный

АНАЛИЗ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ РАЗВИТИЯ ПОСТИНДУСТРИАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

V.V. Spitsin, E.A. Monastyrnyi

ANALYSIS AND IMPROVEMENT OF STATISTICAL TOOLS FOR PERFORMANCE EVALUATION OF POST-INDUSTRIAL ECONOMY DEVELOPMENT

Работа посвящена анализу использования статистики для оценки результативности развития постиндустриальной экономики. Проведены сравнительный анализ и классификация международных и российских систем статистических показателей, интерактивных баз данных. Рассмотрены тенденции развития постиндустриальной экономики и их отражение в статистике. Обсуждена роль региональной статистики в анализе процессов развития экономики. Предложен и обоснован процессный подход к формированию систем статистических показателей в современных условиях. На базе проведенного анализа предложены направления совершенствования системы статистических показателей в России.

ПОСТИНДУСТРИАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА, ИННОВАЦИИ, ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, СФЕРА УСЛУГ, ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ ОТРАСЛИ, ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ, РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ, МЕЖДУНАРОДНАЯ И РОССИЙСКАЯ СТАТИСТИКА.

This paper analyzes the use of statistics to assess the post-industrial economy development effectiveness. The comparative analysis and classification of international and Russian statistical indicators systems and interactive databases were made. The post-industrial economy development trends and their reflection in the statistics were investigated. The role of regional statistics in the analysis of the economic development processes was considered. The process approach to the statistical indicators system formation in modern conditions is proposed and justified. On the basis of this analysis the ways of improving the statistical indicators system in Russia were proposed.

POST-INDUSTRIAL ECONOMY, INNOVATION, INDUSTRY, SERVICES, HIGH–TECH INDUSTRY, DEVELOPMENT TRENDS, EFFECTIVENESS, INTERNATIONAL AND RUSSIAN STATISTICS.

В России провозглашен инновационный путь развития экономики. Приняты Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года и Стратегия инновационного развития РФ на период до 2020 года. Разрабатываются и реализуются меры государственного стимулирования инновационных процессов в экономике. Однако позитивных результатов инновационного развития выявить не удается. Доля инновационной продукции предприятий является низкой в сравнении с зарубежными странами и практически не возрастает. Не удается запустить инновационную цепочку и обеспечить опережающее развитие высокотехнологичных производств. В чем же проблемы неэффективного управления инновационными процессами и действительно ли оно неэффективно, если проводить анализ в сравнении с развитыми зарубежными странами? Ответить на этот вопрос должна социально-экономическая статистика. Но учитывают ли российские и зарубежные системы статисти-

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках научно-исследовательского проекта РГНФ «Стратегический анализ инновационного сектора экономики региона на основе развития статистики инноваций и методов экспертных оценок», проект № 12 – 12 – 70004.

Таблица 1

Иерархия систем статистических показателей, их достоинства и недостатки

Уровень	Системы показателей	Описание систем показателей, их достоинства и недостатки
Международный уровень	OECD.Stat Extracts, Eurostat	Интерактивные базы данных по статистике США, стран ЕС, а также других стран: Южной Кореи, Японии и т. д. По отдельным показателям имеются данные России. Позволяют проводить сравнительный анализ между странами. Содержат широкий перечень показателей. Имеются показатели в разрезе отраслей экономики, в том числе по группам: высоко- , средне- и низкотехнологичные отрасли, показатели деятельности науки, малого бизнеса и т. д. Однако нет показателей, характеризующих инновационную деятельность предприятий
Федеральная статистика России	ЕМИСС* статсборники Росстата, статсборники Росстата и ВШЭ	ЕМИСС – интерактивная база данных по статистике России. Содержит ряд форм, посвященных статистике инновационной деятельности и НОК, однако детализация этих форм в разрезе ВЭД и регионов только формируется. Статсборники Росстата постепенно утрачивают свою актуальность, поскольку во многом дублируют данные, доступные в ЕМИСС. Статсборники Росстата и ВШЭ – содержат детализированную информацию по инновационной деятельности (в том числе в разрезе высокотехнологичных, среднетехнологичных и низкотехнологичных отраслей), науке, образованию и т. д. Однако неудобны в работе и слабо представлена региональная детализация данных
Ведомственная статистика России	Статистика вузов и статистика НОК	Выпускаются отдельные сборники на уровне России или отдельных регионов. Нет возможности получить данные через Интернет. Неудобны в работе
Региональная статистика	Сборники территориальных подразделений Росстата, специальные исследования, инициированные региональной властью	Сборники территориальных подразделений Росстата выпускаются по экономике региона в целом, инновационному и неинновационому секторам экономики региона (форма № 4 «Инновации») и т. д. Специальные исследования могут быть инициированы региональными органами власти отдельных регионов по специальным опросным формам. Такие исследования, в частности, уже длительный период проводятся в Томской области. Недостатки этих источников: нет возможности получить данные через Интернет; неудобны в работе; формируются только в отдельных регионах, что исключает межрегиональные сравнения; по специализированным исследованиям отсутствует единая методология, что также исключает межрегиональные сравнения
* В настоящей работе рассматривается раздел ЕМИСС, содержащий данные Росстата. Кроме ЕМИСС на сайте Росстата размещена еще Центральная база статистических данных (ЦБСД) Россата. По содержанию основных показателей она соответствует данным Росстата, размещенным в ЕМИСС. В ЦБСД имеется более широкий набор вариантов представления данных (видов графиков). Однако она содержит все недостатки ЕМИСС, о которых говорится в настоящей статье. Более того, в web- версии ЦБСД элементы справочников отображаются без привязки к выбранным показателям и для выбора ВЭД, территорий и т. д. из-за больших неструктурированных списков рекомендуется применять механический поиск, что крайне неудобно.		

ческих показателей особенности современной постиндустриальной экономики?

Целью настоящей статьи является анализ и совершенствование статистического инструментария для оценки результативности развития постиндустриальной экономики. Эта цель предполагает решение следующих задач:

классификация российских и зарубежных систем статистических показателей и выявление их достоинств и недостатков;

сравнительный анализ международных и российских интерактивных баз данных;

выявление основных значимых тенденций развития постиндустриальной экономики и проблем их отражения в системах статистических показателей;

обоснование процессного подхода к формированию систем статистических показателей в условиях постиндустриальной экономики;

разработка рекомендаций по совершенствованию систем статистических показателей.

Предметом исследования является формирование систем статистической информации в условиях постиндустриальной экономики. Объектом исследования настоящей работы выступают находящиеся в открытом доступе международные и российские системы статистических показателей, которые могут быть использованы для анализа результативности развития постиндустриальной экономики.

Классификация международных и российских систем статистических показателей и описание их достоинств и недостатков

Иерархия систем статистических показателей представлена в табл. 1 [1, 2 – 9].

Из представленных систем только *три системы являются интерактивными базами данных (OECD.Stat Extracts, Eurostat, ЕМИСС),* позволяющими формировать пользовательские запросы и делать выгрузку в Excel файл. С учетом современного уровня развития информационных технологий, *такими должны стать все российские системы,* поскольку статсборники не дают возможность формировать пользовательские запросы, как правило, отсутствуют в свободном доступе и неудобны для обработки информации (особенно статсборники Росстата и ВШЭ). Эти интерактивные базы данных должны размещаться в интернете в открытом или платном доступе (например, через сайты Росстата, ВШЭ, elibrary.ru).

Также *необходимо обеспечить формирование детализированной базы данных по форме № 4 «Инновации» в разрезе регионов России.* В настоящее время выпускаемый по этой форме с 2006 года статистический сборник «Инновации в Томской области» является уникальным [6]. Аналогичные сборники другими субъектами Сибирского федерального округа не выпускаются, хотя форма № 4 «Инновации» обязательна и заполняется предприятиями всех регионов. На уровне ЕМИСС отсутствуют аналогичные детализации в региональном разрезе. Необходимо использовать опыт Томскстата для формирования детализированной системы статистических показателей по тенденциям развития инновационного и неинновационного секторов экономики в региональном разрезе.

Сравнительный анализ международных и российских интерактивных баз данных

Сравнение интерактивных баз данных OECD.Stat Extracts, Eurostat с ЕМИСС позволяет сделать следующие выводы.

1) Группировка информации

В OECD.Stat Extracts и Eurostat данные формируются как в разрезе отдельных показателей, так и в разрезе объектов или совокупности объектов социально-экономической системы. В частности, в OECD.Stat Extracts и Eurostat, выбирая ту или иную отрасль, можно получить информацию по ряду основных показателей: занятость, объем отгруженной продукции, инвестиции в основной капитал, экспорт и импорт продукции и т. д. В Eurostat выполнен переход к совокупности объектов и выделен агрегированный объект: высокотехнологичные отрасли и наукоемкие услуги. Данные доступны как по этому агрегированному объекту, так и по его составляющим. То есть в анализ включаются не только отрасли промышленности, но и связанные с ними отрасли сферы услуг.

ЕМИСС здесь существенно отстает. В настоящее время формирование данных идет в разрезе показателей (отдельных характеристик) объектов социально-экономической системы России. Переход к формированию данных в разрезе объектов или их совокупности не осуществляется.

2) Иерархия и агрегирование объектов

В OECD.Stat Extracts разработана многоуровневая иерархичная система объектов (на уровне видов экономической деятельности).

Она очень удобна для навигации и формирования отчетных данных, так как каждый уровень можно открыть в отдельном списке. Верхний уровень – вся экономика. Второй уровень: обрабатывающая промышленность, сфера услуг и т. д. Третий и четвертый уровни – их детализация по ВЭД. Кроме того, предусмотрены специальные агрегирования показателей:

высоко- , средне- и низкотехнологичные отрасли экономики;

сфера услуг бизнес сектора экономики и т. д.

Обеспечено формирование таблиц с различными показателями по задаваемой пользователем совокупности этих объектов. Это очень удобно для исследования структурных пропорций экономики и их изменения со временем.

В ЕМИСС такая иерархия не прослеживается. Списки показателей открываются в разрезе разделов ОКВЭД, при этом набор показателей каждого списка может отличаться, а выгрузка единой таблицы, содержащей данные по сельскому хозяйству, обрабатывающей промышленности, сфере услуг невозможна. Более того, при детализации по обрабатывающей промышленности предлагается список из 845 ВЭД без какой-либо иерархии, что очень неудобно. А иерархия вполне возможна по подразделам DA, DB, DC и т. д. Также отсутствуют агрегирования по высоко- , средне- и низкотехнологичным отраслям экономики.

3) Длительность сопоставимых рядов динамики и отражение данных последних лет

ЕМИСС позволяет анализировать сопоставимые данные по промышленности России с 2005 года (с момента перехода на ОКВЭД). Сегодня доступны данные по 2011-2012 годы и идет их оперативное обновление. В Eurostat произошло изменение классификации ВЭД в 2008 году, что привело к разрыву и несопоставимости данных (данные за 1995 – 2007 годам и с 2008-го по настоящее время). По многим показателям у Eurostat доступны данные только по 2009 или 2010 год. У OECD.Stat Extracts также произошло изменение классификации ВЭД в 2008 году, но есть сопоставимые данные по отдельным показателям за период с 1970 по 2012 год. Однако надо учитывать динамику курсов валют, а также интеграционные процессы, в частности объединение Западной и Восточной Германии в 1990 году, формирование ЕС и т. д.

Тенденции развития постиндустриальной экономики и их отражение в статистике

Этот термин может трактоваться как синоним терминам постиндустриальное общество, постиндустриальная эпоха. Последнее определяется как общество, в экономике которого в результате научно-технической революции и существенного роста доходов населения сместился приоритет – от преимущественного производства товаров к производству услуг, а доминирующим производственным ресурсом стали информация и знания [10]. Другое определение связывает постиндустриальное общество с инновационным сектором экономики с высокопроизводительной промышленностью, индустрией знаний, с высокой долей в ВВП инновационных услуг [11].

Исследование этих процессов привело к формированию совокупности связанных с ними терминов: экономика знаний, сервисная экономика, инновационная экономика, информационная экономика и т. д. (табл. 2) [10].

Как отражаются протекающие в современном мире процессы перехода к постиндустриальному обществу на структуре экономики и результативности ее развития? Для ответа на этот вопрос в рамках настоящей работы были проанализированы данные OECD.Stat Extracts по трем развитым странам: США, Германии, Франции. При этом результативность оценивалась по методикам, изложенным в [12, 13]. Виды результатов развития и соответствующие им показатели представлены в табл. 3.

Доступные статистические данные и результаты расчетов приведенных в табл. 3 показателей представлены в табл. 4 [1].

Представленные данные позволяют выделить основные тенденции развития постиндустриальной экономики:

по экономическим и социальным результирующим показателям наблюдается доминирование сферы услуг, доля которой в экономике по ВДС, занятым, инвестициям увеличивается с 50 – 70 до 75 – 80%. Одновременно сдает свои позиции обрабатывающая про-

мышленность, доля которой сокращается до 10 – 15% (исключение – Германия по отдельным показателям);

обрабатывающая промышленность сохраняет свое лидирующее положение по формированию экспортных доходов (50 – 85% экспортных доходов). Здесь доли сферы услуг и процентных доходов увеличиваются медленно. Однако соотношение экспорта и импорта продукции обрабатывающей промышленности существенно ухудшилось. Экспорт превышает импорт только у Германии.

Высокотехнологичные отрасли ничем себя не проявляют по экономическим и социальным результатам (доля в экономике по ВДС, занятым, инвестициям составляет 1 – 3% и не возрастает). Только по показателям экспорта они сохраняют результативность, однако поступления от экспорта высокотехнологичной продукции практически соответствуют платежам по импорту, т.е. финансовый результат не формируется.

Итак, анализ доступных статистических данных показал, что постиндустриальное развитие сводится к опережающему развитию сферы услуг (сервисная экономика). Значимых результатов развития высокотехнологичных отраслей, внедрения инноваций на основе современной системы статистики выявить не удается. Соответствует ли это экономической практике постиндустриального развития?

Б.Н. Кузык и Ю.В. Яковец также утверждают, что производство материальных благ (продовольствие и сельхозсырье, промышленная продукция, строительные объекты) остается основой воспроизводства и обеспечения жизнедеятельности людей [14]. В работе С.Г. Михневой [15] отмечается, что постиндустриальную (информационную) экономику неправомерно сводить только к росту экономики услуг. В рамках новой парадигмы формируются:

сельское хозяйство, основанное на биотехнологии и генной инженерии;

промышленность, основанная на наукоемких технологиях, инновационности и гибкости;

сфера услуг, основанная на компьютерных технологиях и телекоммуникационных связях.

Таблица 2

Специализированные термины постиндустриальной экономики

Термины	Определения
Информационная экономика	Информация является основным ресурсом и товаром. Проблемы хранения и передачи информации
Экономика знаний	Знания (полезные сведения в общем объеме информации) становятся одним из основных экономических ресурсов и продуктов
Сервисная экономика	Основным результатом становится нематериальный продукт (услуга)
Инновационная экономика	Нематериальный продукт является инновационным

Таблица 3

Виды результатов и показатели результативности развития постиндустриальной экономики

Виды результатов	Показатели
Экономические результаты	Доля ВДС в общей сумме ВДС экономики, доля ВДС в продукции, доля инвестиций в экономике (как потенциал будущего развития)
Социальные результаты	Доля занятых в экономике
Результативность взаимодействия с внешней средой	Доля экспорта товаров в экономике, соотношение экспорта и импорта, структура экспортных доходов (доходов от экспорта товаров, услуг и процентных доходов), доля экспорта в произведенной продукции

Таблица 4

Динамика структуры экономики развитых стран за период 1970-2012 годы, %

Показатели	Отрасли	1970 США	1970 Германия	1970 Франция	2009 США	2007 Германия	2007 Франция
ВДС (доля в экономике)	Обрабатывающая промышленность	24	37	24	12	24	12
	Сфера услуг	66	48	58	79	69	77
	Высокотехнологичные отрасли	3[1]	3[1]	2[1]	3	3	2
	Среднетехнологичные отрасли высокого уровня	6[1]	12[1]	6[1]	3	11	3
ВДС (доля в продукции)	Обрабатывающая промышленность	39	40	29	36	31	24
	Сфера услуг	65[2]	66	61	63	62	61
	Высокотехнологичные отрасли	37[1]	50[1]	28[1]	51	38	23
	Среднетехнологичные отрасли высокого уровня	34[1]	41[1]	32[1]	32	31	21
Занятые (доля в экономике)	Обрабатывающая промышленность	22	36	24	9	19	13
	Сфера услуг	68	45	51	83	72	77
	Высокотехнологичные отрасли	3[1]	3[1]	2[1]	1	2	1
	Среднетехнологичные отрасли высокого уровня	5[1]	11[1]	5[1]	2	7	3
Инвестиции (доля в экономике)	Обрабатывающая промышленность	14	24	17	10	14	8
	Сфера услуг	72	66	73	74[3]	80	84
	Высокотехнологичные отрасли	2[1]	2[1]	2[4]	3	2	2
	Среднетехнологичные отрасли высокого уровня	4[1]	7[1]	3[4]	3	6	2
Экспорт товаров (доля в экономике)	Обрабатывающая промышленность	85	95	90	88	92	92
	Сфера услуг	–	–	–	–	–	–
	Высокотехнологичные отрасли	20[1]	11[1]	9[1]	30	16	20
	Среднетехнологичные отрасли высокого уровня	37[1]	49[1]	36[1]	33	48	38
Структура экспортных доходов	Экспорт товаров	57[5,6]	86[5]	78[7]	52[8]	85[8]	72[8]
	Экспорт услуг	23[5]	14[5]	22[7]	22[8]	15[8]	28[8]
	Процентные доходы	21[5]	–		26[8]		
Соотношение экспорта и импорта	Обрабатывающая промышленность	109	147	109	72	147	94
	Сфера услуг	–	–	–	–	–	–
	Высокотехнологичные отрасли	188[1]	118[1]	94[1]	80	114	104
	Среднетехнологичные отрасли высокого уровня	144[1]	274[1]	124[1]	87	200	101
Экспорт (доля в продукции)	Обрабатывающая промышленность	6	20	15	19	54	42
	Сфера услуг	–	–	–	–	–	–
	Высокотехнологичные отрасли	21	45[1]	20[1]	43	92	61
	Среднетехнологичные отрасли высокого уровня	16	41[1]	34[1]	29	62	58

1 – 1980 год; 2 – 1987; 3 – в 2003– 2004 годах доля сферы услуг достигала 82%; 4 – 1999 год; 5 – 1991 год; 6 – у США доля экспорта в 1970 году была: товаров – 62%, услуг – 21%; процентные доходы – 17%; 7 – 1995 год; 8 – 2012 год; 9 – экспорт товаров и услуг и процентные доходы (доля в их общей сумме), расчетный показатель.

Аналогичные изменения происходят в здравоохранении, образовании, отраслях промышленности, использующих новые материалы и т. д. С другой стороны в обеспечении развития высокотехнологичных отраслей принимают участие НИИ, вузы, предприятия, оказывающие наукоемкие услуги, государство. Одна из особенностей постиндустриального развития – опережающее развитие живого знания (software) по сравнению с овеществленным (hardware). Однако есть опасные тенденции: замещения труда знаниями и изменение структуры занятости в экономике. Современная статистика не отражает все эти эффекты и проблемы, возникающие от развития высокотехнологичных отраслей и замещения труда знаниями.

Переход к постиндустриальному обществу

и усиление взаимодействия между секторами и отраслями экономики требует не только анализа российской системы статистики в сравнении с зарубежными, но и совершенствования систем статистической информации как на уровне западных стран, так и России в соответствии с особенностями постиндустриальной экономики.

Роль региональной статистики в анализе процессов развития экономики

Примером важности исследований процессов развития экономики, основанной на знаниях, служат результаты исследований пространственной локализации высокотехнологических производств, центров генерации знаний. Например, территориальные кластеры знаний определяются по числу патентов, полученных на миллион жителей. Выделенные кластеры находятся в пределах национальных границ и в большинстве случаев соответствуют административным районам [16]. По этим данным кластеры знаний в основном сосредоточены в центральной Европе, Скандинавии и Южной Англии, на восточном и западном побережьях США, в центральной Японии. В Соединенных Штатах большинство патентов – более 22% приходится на Калифорнию.

В Японии регион Южный Канто обеспечивает почти 49% патентных заявок. Используемая классификация позволяет проводить межрегиональные сравнения.

Кроме регулярного статистического наблюдения в странах ОЭСР проводятся многочисленные обследования отдельных отраслей, кластеров и т.п. Но, как правило, обнародуются только окончательные результаты исследований. Изменить цель и процедуры анализа, получить новые результаты могут только те, кто эти исследования проводит. И в этом смысле данные официальных статистических наблюдений, доступные для работы в интерактивном режиме, предпочтительнее.

Для того чтобы принимать управленческие решения на региональном уровне недостаточно только межрегиональных сравнений. Необходимо определить тенденции экономических процессов, выделить те процессы, которые могут противодействовать негативным тенденциям и которыми можно управлять (регулировать) на региональном уровне власти [17, 18]. Однако в рамках доступных данных федеральной статистики и применяемых алгоритмов обработки выявить их представляется достаточно сложным [18]. Дальнейшее изложение в этом разделе проведем, опираясь на материалы и логику указанной работы.

В Томской области с 2003 года проводится экспериментальное региональное статистическое наблюдение инновационного сектора экономики [7]. Методология и методики работы нами излагалась неоднократно, поэтому выделим только главные моменты, которые позволяют рассматривать региональную статистику инноваций как инструмент анализа проблем развития экономики и разработки путей их решения:

1. Расширение круга инновационных предприятий, в первую очередь за счет введения дополнительных признаков инновационных процессов и включения в ежегодное обследование малых предприятий.

2. Введение показателей регионального и межрегионального уровней.

3. Оперативная группировка по различным признакам.

Представим процедуру анализа статистических данных, позволяющую решить задачу, практически нерешаемую в рамках федерального статнаблюдения.

Задача: «Выбор «точек роста» в инновационном секторе экономики региона».

Последовательность действий.

1. Расширение перечня обследуемых предприятий за счет включения в него других видов экономической деятельности, в первую очередь К72, К73, К74.

2. Включение в этот перечень малых и микропредприятий, по которым есть основания считать, что они осуществляют или могут осуществлять инновационную деятельность.

3. Расширение числа признаков инновационных процессов, соответствующих целям развития региона, по наличию которых формируется выборка инновационных предприятий:

а) затраты на технологические инновации, в том числе на исследования и разработки;

б) наличие выручки от производства и реализации инновационной продукции, оказания услуг инновационного характера;

в) наличие выручки от производства и реализации наукоемкой продукции (услуг);

г) наличие поддерживаемых патентов и лицензионных соглашений по использованию технологий либо приобретение патентов за отчетный период;

д) кооперация со сторонними организациями по разработке и внедрению инноваций.

Анализ экономической и социальной результативности проводится по единой сформированной по указанной процедуре выборке.

Далее предприятия группируются по объему отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами (крупные и средние, малые) в 8 – 9 групп от нуля до 1500 млн руб. и более. Выбирается временной диапазон исследуемого процесса, например 2006 – 2011 годы. Далее необходимо сформировать рабочую гипотезу и выбрать показатели, позволяющие решить поставленную задачу («отгружено товаров…», «численность персонала…», «затраты на НИОКР…» и т.п.).

В цели настоящего раздела не входит обсуждение выбора «точки роста» экономики Томской области, это сделано в других статьях. Главное – показать инструмент анализа, применяемый в реальной экономике. Опыт проведения регионального статистического наблюдения в Томской области показывает эффективность выбранного пути.

Обоснование процессного подхода к формированию систем статистических показателей в условиях постиндустриальной экономики

Традиционно информация в статистических сборниках группировалась в разрезе показателей (отдельных характеристик) объектов социально-экономических систем. Представление информации на бумажном носителе вынуждало действовать подобным образом. Переход к интерактивным базам данных позволяет применять разные формы группировки и представления информации, такие как:

группировка в разрезе показателей (отдельных характеристик) объектов социально-экономических систем;

группировка в разрезе объектов (например, вид экономической деятельности) социально – экономических систем;

группировка в разрезе совокупности взаимосвязанных объектов (например, наука и отрасли высоких технологий) социально-экономических систем;

группировка в разрезе основных процессов, протекающих в социально-экономических системах.

Если появляется выбор, то какими должны быть формы группировки и представления информации?

Они должны соответствовать задачам управления социально-экономическим развитием страны или ее отдельной территории. А объектами управления являются не отдельные объекты социально-экономической системы, а процессы, включающие объекты и связи системы, а также взаимодействие с внешней средой.

Поэтому основным направлением совершенствования современной статистики постиндустриальной экономики должен стать постепенный переход от отражения отдельных характеристик объектов к формированию комплексной информации в разрезе важнейших социально-экономических процессов.

В международной статистике такой переход уже начался. В OECD.Stat Extracts и Eurostat данные уже формируются в разрезе объектов или совокупности объектов социально-экономической системы. На уровне международной статистики в классификациях ВЭД (ISIC Rev.3, ISIC Rev.3.1, ISIC Rev.4) выделяются следующие агрегированные ВЭД [19]:

информационная экономика;

информационные и коммуникационные технологии;

энергетика.

Например, агрегированный сектор «Информационные и коммуникационные технологии» включает: производство электронных компонентов и компьютеров, их продажу, разработку программного обеспечения, телекоммуникационные услуги [19].

В ЕМИСС переход к формированию данных в разрезе объектов или их совокупности

пока не осуществляется. В то же время добавление в ЕМИСС данных сборников «Индикаторы инновационной деятельности», «Индикаторы науки», а также данных формы № 4 «Инновации» и данных об инвестициях в разрезе ВЭД и регионов позволило бы сделать существенный шаг к решению этой проблемы и перейти к формированию данных в разрезе объектов и их совокупности.

Следующий этап – переход к формированию данных в разрезе социально-экономических процессов. В частности, рекомендуем выделение следующих процессов:

производство топливно-энергетических ресурсов – добывающая промышленность, производство нефтепродуктов, экспорт и импорт, внутренние связи и потребление;

агропромышленное производство – сельское хозяйство, пищевая промышленность, экспорт и импорт, внутренние связи и потребление;

производство высокотехнологичных продуктов – высокотехнологичные отрасли, соответствующие им области науки, связанные с ними отрасли сферы услуг, экспорт и импорт, внутренние связи и потребление;

производство электрооборудования, транспортных средств, машин и оборудования – среднетехнологичные отрасли высокого уровня, соответствующие им области науки, экспорт и импорт, внутренние связи и потребление;

другие процессы.

По этим процессам должен быть доступен широкий спектр показателей для анализа результативности и потенциала развития, в том числе:

объем отгруженной продукции;

валовая добавленная стоимость;

численность занятых;

фонд оплаты труда;

показатели инновационной деятельности;

экспорт/импорт;

инвестиции в основной капитал;

возможность формирования данных по всем вышеперечисленным показателям в разрезе форм собственности, в том числе с выделением: российской, иностранной и совместной российской и иностранной собственности, а также государственной собственности;

другие показатели.

Особенно важны две последние группировки. Во-первых, в настоящее время следует говорить об инновационно-инвестиционном развитии – только инновации без создания новых предприятий развития не обеспечат, поэтому показатель «инвестиции в основной капитал» должен быть отражен в максимально возможной детализации. Во-вторых, по некоторым ВЭД, например, подраздел DM «Производство транспортных средств и оборудования», за последние годы в несколько раз возросла доля предприятий в иностранной и совместной собственности, и они начинают лидировать по объемам производства [3].

Выводы

Обобщая вышеизложенный материал, можно предложить следующие направления совершенствования системы статистических показателей в России:

Ускорить развитие Центральной базы статистических данных Росстата и Единой межведомственной статистической системы как интерактивных баз данных, обеспечить формирование детализированной базы данных по форме № 4 «Инновации» в разрезе регионов России.

Обеспечить возможность анализа процессов в экономике и агрегирование объектов анализа, расширить временной диапазон сопоставимых рядов показателей.

Поднять и обсудить вопрос, связанный с тем, что современная статистика не отражает все эффекты и проблемы, возникающие при развитии высокотехнологичных отраслей.

Поднять проблему необходимости развития региональных статистических наблюдений, в первую очередь инновационных кластеров, как части федерального статистического наблюдения.

Обсудить в экспертном сообществе необходимость использования процессного подхода к формированию системы статистических показателей в условиях постиндустриальной экономики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. OECD. Stat Extracts URL: http://stats.oecd. org/#
2. Eurostat – URL: http://eP.eurostat.ec. europa.eu/ portal/page/portal/ statistics/ search_ database
3. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) – URL: http://www.fedstat.ru/indicators/start.do
4. Федеральная служба государственной статистики – URL: http://www.gks.ru
5. Статистические сборники ВШЭ – URL: http://www.hse.ru/primarydata/
6. Инновации в Томской области за 2010 год. Статистический бюллетень / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Томской области. Томск, 2011. – 93 с.;
7. Инновационный сектор Томской области за 2010 г. статистический бюллетень / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Томской области. Томск, 2011. – 74с.
8. Научный потенциал вузов Сибирского федерального округа. 2009: Стат. сб. ГОУ ВПО «СПбГЭТУ ЛЭТИ». СПб., 2010. – 228 с.
9. Основные результаты деятельности системы профессионального образования Томской области в 2010 году: Стат. сб. / Под ред. Л.В. Весниной. Томск, 2011. – 100 с.
10. **Заходякин И.В.** Постиндустриальная экономика – что значит это понятие в современном мире? // Креативная экономика. 2008. – № 1. С. 97-100. – URL: http://econference.ru/ blog/ creativec onomy/ 16.html
11. Постиндустриальное общество – URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/ %CF% EE% F1% F2% E8% ED% E4% F3% F1% F2% F0% E8% E0% EB% FC% ED% EE% E5_% EE% E1% F9% E5% F1% E2% EE (rus.)
12. **Монастырный Е.А., Спицын В.В., Грик Я.Н.** Методологический подход к оценке эффективности инновационного развития региона // Инновации. 2010. – № 1. – С. 80-86
13. **Спицын В.В.** Стратегии инновационного развития России и подход к оценке эффективности их реализации // Экономическое возрождение России. – 2013. – №. 3. – С. 20-25
14. **Кузык Б.Н., Яковец Ю.В.** Становление интегрального экономического строя – глобальная трансформация XXI века: Научный доклад /Институт экономических стратегий – URL: http://www.library.newparadigm.ru /files/ b19r.pdf
15. **Михнева С.Г.** Интеллектуализация экономики: инновационное производство и человеческий капитал – URL: http://stra.teg.ru/ lenta/ innovation/514
16. Measuring Innovation: A New Perspective – online version. http://www.oecd.org/sti/ measuringin novationanewperspective.htm
17. **Монастырный Е.А.** Методологическое обеспечение процессов формирования региональной инновационной системы // Инновации. – 2006. – № 8 – С. 98-101
18. **Монастырный Е.А., Спицын В.В.** Региональная статистика инноваций – инструмент анализа проблем развития экономики и разработки путей их решения. // Инновации. 2012. – № 10 – С. 68-78
19. Available Alternate Structures / United Nations Statistics Division – URL: http://unstats. un.org/ unsd/cr/registry/regct.asp?Lg=1

REFERENCES

1. OECD.Stat Extracts – URL: http://stats.oecd.org/#
2. Eurostat – URL: http://ep.eurostat.ec. europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database
3. UNIFIED INTERDEPARTMENTAL ST–ATISTICAL INFORMATION SYSTEM (UISIS) – URL: http://www.fedstat.ru/ indicators/start.do (rus.)
4. Federal State Statistics Service – URL: http://www.gks.ru (rus.)
5. HSE Data Books – URL: http://www.hse. ru/ primarydata/ (rus.)
6. Innovatsii v Tomskoy oblasti za 2010 god. Statisticheskiy byulleten / Territorialnyy organ Federalnoy sluzhby gosudarstvennoy statistiki po Tomskoy oblasti – Tomsk, 2011. – 93 p. (rus.)
7. Innovatsionnyy sektor Tomskoy oblasti za 2010 god: statisticheskiy byulleten / Territorialnyy organ Federalnoy sluzhby gosudarstvennoy statistiki po Tomskoy oblasti – Tomsk, 2011. – 74 p. (rus.)
8. Nauchnyy potentsial vuzov Sibirskogo federalnogo okruga. 2009: Stat. sb. GOU VPO «SPbGETU LETI». – SPb., 2010. – 228 p. (rus.)
9. Osnovnyye rezultaty deyatelnosti sistemy professionalnogo obrazovaniya Tomskoy oblasti v 2010 godu: Stat. sb. / pod red. L.V. Vesninoy. – Tomsk, 2011. – 100 p. (rus.)
10. **Zakhodyakin I.V.** Postindustrialnaya ekonomika – chto znachit eto ponyatiye v sovremennom mire? // Kreativnaya ekonomika – 2008 № 1 p. 97-100. URL: http://econference.ru/blog/creativeconomy/16.html (rus.)
11. Postindustrialnoye obshchestvo – URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/ %CF% EE% F1% F2% E8% ED% E4% F3% F1% F2% F0% E8% E0% EB% FC% ED% EE% E5_% EE% E1% F9% E5% F1% E2% EE (rus.)

12. **Monastyrnyy Ye.A., Spitsyn V.V., Grik Ya.N.** Metodologicheskiy podkhod k otsenke effektivnosti innovatsionnogo razvitiya regiona // Innovatsii – 2010. – № 1. – P. 80-86. (rus.)

13. **Spitsyn V.V.** Strategii innovatsionnogo razvitiya Rossii i podkhod k otsenke effektivnosti ikh realizatsii // Ekonomicheskoye vozrozhdeniye Rossii. – 2013 – №. 3. – P. 20-25 (rus.)

14. **Kuzyk B.N., Yakovets Yu.V.** Stanovleniye integralnogo ekonomicheskogo stroya – globalnaya transformatsiya XXI veka: Nauchnyy doklad /Institut ekonomicheskikh strategiy – URL: http://www.library. newparadigm.ru/files/19r.pdf (rus.)

15. **Mikhneva S.G.** Intellektualizatsiya ekonomiki innovatsionnoye proizvodstvo i chelovecheskiy kapital – URL: http://stra.teg.ru/ lenta/ innovation/514 (rus.)

16. Measuring Innovation: A New Perspective – online version. http://www.oecd.org/sti/ measuringinnovationanewperspective.htm

17. **Monastyrnyy Ye.A.** Metodologicheskoye obespecheniye protsessov formirovaniya regionalnoy innovatsionnoy sistemy // Innovatsii. – 2006. – №8 – P. 98-101. (rus.)

18. **Monastyrnyy Ye.A., Spitsyn V.V.** Regionalnaya statistika innovatsiy – instrument analiza problem razvitiya ekonomiki i razrabotki putey ikh resheniya. // Innovatsii. 2012. – №10 – P. 68-78. (rus.)

19. Available Alternate Structures / United Nations Statistics Division – URL: http://unstats. un.org/ unsd/ cr/ registry/regct.asp?Lg=1

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

СПИЦЫН Владислав Владимирович – доцент кафедры менеджмента, кандидат экономических наук, доцент; Томский политехнический университет; 634050, пр. Ленина, 30, Томск, Россия; e-mail: spitsin_vv@mail.ru

SPITSIN Vladislav V. – Assistant Professor of Management, Candidate of Economics, Assistant Professor, Tomsk Polytechnic University, 634050, Lenin Avenue 30, Tomsk, Russia; e-mail: spitsin_vv@mail.ru

МОНАСТЫРНЫЙ Евгений Александрович – профессор кафедры управления инновациями, доктор экономических наук; Томский университет систем управления и радиоэлектроники; 634050, пр. Ленина, 40, Томск, Россия, e-mail: eugene@sbi.tusur.ru

MONASTYRNYI Eugene A. – Professor of Innovation Management, Doctor of Economics, Tomsk University of Control Systems and Radioelectronics, 634050, Lenin Avenue 40, Tomsk, Russia, e-mail: eugene@sbi.tusur.ru

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 658.001.76

М.А. Чернин

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СТРАТЕГИЙ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

M.A. Chernin

CRAFTING TECHNOLOGY STRATEGIES FOR INNOVATIVE DEVELOPMENT AT THE RUSSIAN ENTERPRISES

Проанализированна возможность использования традиционных подходов к формированию технологических стратегий. Обоснована невозможность прямого переноса технологических решений в практику современных бизнес-предприятий. Выделены ключевые компоненты технологической стратегии предприятия. Определена роль технологической стратегии в системе стратегического менеджмента предприятия.

ТЕХНОЛОГИЯ, СТРАТЕГИЯ, РАЗВИТИЕ, КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ.

This article analyzes the possibility of traditional approaches to the development of technology strategies. It includes proving the impossibility of direct transfer of technology to the practice of today's business enterprises. It shows the key components of the technology strategy of the enterprise. Also the important role of the technology strategy in the strategic management of the company is underlined.

TECHNOLOGY, STRATEGY, DEVELOPMENT, COMPETITIVENESS, TECHNOLOGY MANAGEMENT.

Задачи инновационного обновления и модернизации предприятий как стратегические задачи, выдвинутые руководством страны на ближайшую перспективу, требуют формирования новых подходов к управлению крупными хозяйственными комплексами. Если за предыдущие годы реформ российские предприятия успешно освоили такие новые для себя функции, как маркетинг, стратегическое планирование, управление человеческими ресурсами, не требующие значительных инвестиций для своей реализации, то в отношении развития новых подходов к формированию научно-технической политики, стратегии и тактики технологического обеспечения производства решения только начинают формироваться, а научно-методическая база в данной области в российской литературе пока является достаточно скромной. За последние 10 – 15 лет в России практически не выходили издания, посвященные проблемам формирования и развития технологического менеджмента на предприятии. Те немногочисленные публикации, которые представлены в российских библиотеках, часто не содержат даже ответов на базовые вопросы: что такое «технологический менеджмент», «научно-техническая политика предприятия», «стратегия технологического развития бизнеса» [1, 2].

Не представляется возможным использовать методологический аппарат организации производства [4], который был сформирован в 1970 – 1980-е годы в СССР, поскольку с проведением рыночных реформ практически полностью изменился подход к планированию и управлению бизнесом. Хотя отдельные методические разработки в отношении выбора технологического оборудования, размещения производства, оценки научно-технических эффектов при условии их актуализации вполне применимы и в современных условиях.

Также сложно впрямую применять зару-

бежный опыт технологического менеджмента [6, 7], поскольку существуют значительные различия и в парадигме научно-технического развития, и в условиях функционирования бизнеса.

Таким образом, первой и основной проблемой формирования стратегий технологического развития предприятий является отсутствие научно-методического фундамента, неразработанность понятийного аппарата и дефицит формализованных знаний в этой области. Формирование технологических стратегий в системе стратегического управления инновационным развитием российских предприятий в настоящее время производится интуитивно, что не может не приводить к принятию ошибочных управленческих решений со значительными экономическими последствиями. Одним из наиболее показательных примеров могут служить стратегические решения в области технологического развития российских операторов мобильной связи, которые только завершают внедрение дорогостоящей аппаратуры для поддержания стандарта 3G и разрабатывают проекты внедрения стандарта LTE (4-го поколения), тогда как компания Samsung объявила о начале работ по внедрению стандарта 5G [3]. То есть технологическое отставание российских компаний составляет полтора поколения, что не позволяет им обеспечить конкурентоспособность и технологическое лидерство, с одной стороны, а с другой – окупить многомиллиардные инвестиционные затраты.

В первую очередь, следует определить понятие технологической стратегии. Под технологической стратегией предприятия автор понимает комплекс стратегических решений в отношении проектирования и технических параметров выпускаемой продукции (оказываемых услуг), выбора технологий производства (как основных, так и обеспечивающих), структуры производственных мощностей и их размещения, промышленной логистики, технологических параметров материально-технических ресурсов, а также тип, модель и порядок технологического развития предприятия. Разграничение технологической стратегии и других функциональных стратегий производится исходя из параметров, определяющих стратегические решения: для технологических решений стратегического характера определяющими являются технико-технологические параметры, описывающие процессы производства и производимую продукцию (работы, услуги).

Другой проблемой формирования технологических стратегий предприятий является существенно возросшая в последние годы «цена ошибки». При этом убытки предприятиям приносит как инвестирование неперспективных технологий, так и отказ или отсрочка внедрения прогрессивных технологических решений. Причем далеко не всегда подобные решения возникают как следствие дефицита финансовых средств: зачастую в их основе лежит либо некачественное, либо интуитивное прогнозирование перспектив развития отраслевых технологий. Нередко руководство предприятия находится в плену стереотипов или апеллирует к предыдущему опыту, который в условиях смены технологической парадигмы оказывается бесполезным. Отсюда актуализируется задача развития научно-технического и технологического прогнозирования, которая в российских условиях обеспечивается преимущественно проведением макроэкономических Форсайтов без достаточного понимания особенностей как существующего промышленно-производственного потенциала бизнеса, так и сущности альтернатив технологического развития, поскольку в сессиях Форсайта нередко принимают участие преимущественно экономисты или руководители отраслевых министерств и ведомств, не обладающие компетенциями в области технологического менеджмента. Тем не менее требует своего решения задача формирования методологии разработки прогнозов отраслевого научно-технического и технологического развития, которая предполагает более широкое привлечение специалистов и консолидации знаний в области развития науки и техники с тем, чтобы сформировать реальные, ориентированные на практическое применение дорожные карты технологического развития. Кроме того, актуализируется задача привлечения и мобилизации интеллектуальных ресурсов, которые могли бы стать базой для инновационного развития как внутри отрасли, так и на предприятии, что требует

адаптации методологии управления знаниями к задачам формирования и реализации технологической стратегии развития бизнеса.

Взаимоувязка методологии управления знаний и технологического прогнозирования, адаптация разработанной методологии к условиям и возможностям предприятия в литературе до сих пор не представлена. Автор же предлагает подход, интегрирующий модели развития и подходы к прогнозированию, который мобилизует экспертные знания внутри предприятия для обоснования решений в области технологических стратегий. Так, формирование программы инновационного развития необходимо начинать с оценки инновационного потенциала проектов и мероприятий, включаемых в программу. Как показали проведенные автором исследования, в большинстве российских компаний, представивших свои программы инновационного развития на период до 2015 года, большинство запланированных мероприятий лишь условно можно считать инновациями. Скорее, речь идет о модернизации существующих технологий, что не позволяет говорить о достижении предприятиями технологического лидерства в своих отраслях. Ключевым положением в данной области является категория новизны технологического решения и потенциал его технологического развития. Новизной автор предлагает считать существенное отличие технологического решения от известных, реализованных ранее на практике решений, что проявляется в существенном изменении ключевых технологических параметров (технические показатели технологий, технологическое оборудование, продукты, работы, услуги), отражающих производительность (например, скорость обработки, уровень совмещения операций и др.), надежность (например, бесперебойность, устойчивость функционирования и др.), эффективность (например, коэффициент полезного действия, уровень загрузки производственной мощности и др.), качества (например, точность, износостойкость и др.) и т. д. Состав параметров, а также степень изменения параметров в результате принимаемых стратегических решений в области технологического развития оцениваются исходя из отраслевой специфики, на основе испытаний. Не менее важен также параметр жизненного цикла технологического решения и стадия, на которой оно находится в момент принятия решения о его внедрении в производство. Данный параметр предлагается оценивать на основе существующих моделей, исходя из статистики прошлых лет, с привлечением экспертов из числа лучших отраслевых специалистов.

Методология формирования стратегий предприятий предполагает проведение стратегического анализа, что применительно к проблеме формирования технологической стратегии означает проведение технологического аудита. Несмотря на то что услуги по проведению технологического аудита представлены на российском рынке достаточно широко, методология выполнения работ все же не позволяет провести реальный анализ промышленно-производственного потенциала и выявить потребности на основе анализа инновационного потенциала. Как правило, задачи технологического аудита ориентированы на частные оценки стоимости бизнеса в процессе продажи, слияния или поглощения компаний. Подобный подход не позволяет, к примеру, измерить реальный фактический физический износ оборудования, оценить надежность функционирования технологических систем, определить актуальные потребности модернизации, реконструкции и технического перевооружения производства.

Например, ряд российских компаний возник как реализация программы приватизации, и несмотря на то, что предприятия существовали задолго до акционирования, с точки зрения учета все активы «начали новую жизнь» с момента регистрации нового предприятия, поэтому действующее на этих предприятиях оборудование стало новым (износ обнулился, уменьшая полную первоначальную стоимость основных производственных фондов), поэтому реальных объективных данных, позволяющих по документам оценить физический износ, у подобных предприятий нет, и проблема проведения технологического аудита для данных компаний превращается в нетривиальную задачу. Еще более сложно принимаются технологические решения с учетом перспектив морального износа. В российском финансовом законодательстве вопрос морального износа

технологического оборудования обойден стороной, при этом существуют ограничения по списанию активов, амортизация по которым начислена не в полном объеме. В то же время в условиях нестабильности рыночной конъюнктуры, быстрых темпов развития технологической базы, ужесточения конкурентной борьбы моральный износ становится одной из категорий, обусловливающих необходимость модернизации технологических решений или пересмотра технологических стратегий. Классической становиться ситуация в области информационных технологий: так, согласно действующим нормам амортизации, период износа компьютерной техники составляет 8 лет (норма амортизации 12,5%), в то же время технологическая база современных информационных технологий обновляется каждые два года. Вследствие этого возникает моральный износ, который экономически в настоящее время никак не оценивается и не учитывается, а предприятие вынуждено содержать парк устаревшего оборудования и утрачивает свою конкурентоспособность.

Таким образом, формирование стратегий технологического развития бизнеса требует развития методологии технологического аудита, ориентированного, главным образом, на выявление объективных потребностей развития и оценку текущей и перспективной технологической конкурентоспособности технологий и технологических решений.

Не способствует решению данной проблемы применение методик оценки организационно- технического уровня производства, разработанных в 1980-е [4]. И хотя в них речь идет об оценке реального состояния промышленно-производственной базы, что в определенной мере позволяет оценить внутренний промышленно-производственный потенциал, однако данный подход требует актуализации в связи с новой технологической парадигмой и рыночными условиями функционирования предприятий. Например, следует учесть уровень автоматизации производства, возможности применения компьютерных технологий, преимущества применения современных средств коммуникации. Кроме того, необходимо практически полностью обновить нормативную базу технологического аудита, восстановить систему технологического нормирования с учетом современных технологий и подходов к организации производства и промышленной логистики. Таким образом, недостаточная проработанность методологии проведения внутреннего стратегического анализа и оценки организационно-технического уровня производства существенно снижают достоверность его результатов, а тем самым – негативно отражается на качестве формируемой технологической стратегии бизнеса.

Автор разработал методологию оценки физического износа технических объектов на основе их структурирования (представления в виде элементарных технологических компонентов), выделения ключевых компонентов (по минимальному сроку эксплуатации, ремонтопригодности, влияния на работоспособность технической системы в целом и др.) и получения интегральной оценки износа исходя из оценок ключевых компонентов.

Формирование технологической стратегии требует нахождения компромисса между долгосрочными решениями, связанными с выбором технологического оборудования, размещением производственных мощностей, формированием логистических цепей поставок и сбыта и др., и нестабильностью экономической среды, или, иными словами, между жесткостью и гибкостью стратегических решений, достигающих определенного уровня адаптивности стратегии. Вследствие этого возникает необходимость поиска новых организационных решений, способствующих достижению стратегических целей технологического развития независимо от динамики условий внешней среды. Например, модель открытых инноваций [5] позволяет привлечь к реализации стратегии широкий перечень партнеров, участие которых может существенно снизить затраты времени на перестройку технологий с учетом возникших новых прорывных технологий. По сути дела, речь идет об изменении конфигурации логистических цепей, что значительно проще и дешевле, чем организация процесса реструктуризации производства.

Автором предложен подход к оптимизации технологических решений в области размещения производства и промышленной логистики на основе технологических параметров как

самого процесса производства, так и его процессов транспортного обеспечения. В основе оптимизационных моделей использованы технико-технологические параметры производственных и транспортных процессов, состав которых определяется сферой деятельности предприятия. В качестве критериев оптимизации использованы показатели стабильности и устойчивости процессов производства конечного продукта (оказания услуг).

Еще одной проблемой в области технологического менеджмента является выстраивание бизнес-процессов и применение современного инструментария обоснования технологических решений. С одной стороны, принятие стратегических решений в области выбора технологии, размещения производства, оптимизации использования технологических возможностей с учетом рыночного спроса и др. задачи в настоящее время на российских предприятиях решаются исходя из оценки экономической эффективности, и методический аппарат в данной области разработан достаточно хорошо. С другой стороны, далеко не всегда освоение новых технологий и технологический выбор осуществляются исходя из соображений экономической эффективности. В ряде случаев экономический эффект от перехода на новую технологию может быть отрицательным, но предприятие по тем или иным причинам вынуждено ее осваивать вследствие изменения нормативных требований (например, изменение экологических норм обусловливает применение новых технологий, которые с экономической точки зрения имеют более высокую ресурсо- и фондоемкость при сходных параметрах производительности по сравнению со старыми технологическими решениями). Отрицательный экономический эффект имеют технологические решения, связанные с улучшением условий производства, автоматизацией производства, затрагивающий характер функционирования производственно-технологической инфраструктуры. Предлагаемые методики оценки условного эффекта (например, эффект рассматривается как соотношение затрат на реализацию альтернативных технологических решений, при этом базовый (существующий) уровень в расчет не принимается). Однако альтернативных методов обоснования решений в области технологической стратегии предприятия в российской науке пока не предлагается. Также отсутствуют разработки, представляющие собой инструментарий обоснования решений: модели, позволяющие прогнозировать последствия введения новых технологий, оценивать альтернативы принимаемых технологических решений, оптимизацию параметров технологий и др. Как правило, на предприятиях используются традиционные экономические разработки, которые не всегда способны учесть технологическую специфику альтернативных решений. Например, показатель уровня шума, который может стать одной из причин отказа от приобретения технологии, трудно переводится в экономические категории. В итоге, как показывает практика, при определении поставщика руководство предприятия ориентируется исключительно на цену, игнорируя существенные технологические показатели, что снижает конкурентоспособность предприятия и вызывает проблемы функционирования бизнеса в будущем. Таким образом, одной из основных проблем формирования технологической стратегии развития бизнеса является отсутствие адекватного данной сфере деятельности методического аппарата и инструментария обоснования и принятия решений.

Автор предлагает при формировании технологических стратегий использовать сопоставление не альтернативных технологических решений, а прогноз альтернатив «с внедрением нового технико-технологического решения» и «без внедрения». В качестве основного инструмента прогнозирования результатов обеих альтернатив предлагается использовать сценарный подход (what-if анализ) с привлечением отраслевых экспертов.

Таким образом, к числу наиболее значимых и требующих своего научного решения проблем теории и практики формирования технологических стратегий развития российских предприятий можно отнести (см. рисунок).

Неразвитость, неполнота и противоречивость понятийно-методологического аппарата стратегического технологического менеджмента: до настоящего времени, например, от-

сутствует общепризнанное определение понятия «технологическая стратегия», которое является исходным положением для формирования всей методологии в целом.

Существенный рост «цены ошибки» при расширении числа альтернатив технологического решения, что обусловливает необходимость развития инстументария обоснования решений и в первую очередь – построения адекватных моделей и разработку методологии моделирования производственных и технологических процессов, интеграции технических моделей в экономические и экспертные системы поддержки и принятия управленческих решений.

Несовершенство прогнозирования технологического развития отрасли, построения дорожных карт и сценариев последствий выбора альтернатив технологических стратегий;

Неразвитость системы технологического аудита, ориентация существующих подходов на преимущественно экономические задачи (в первую очередь, оценку бизнеса при слияниях, поглощениях или продаже бизнеса), дистанцирование методов от производственных и технологических проблем, разрозненность оценок различных видов (при хорошо развитом аудите энергоэффективности практически отсутствует, к примеру, теория и практика анализа загрузки производственной мощности, производительности и др.).

Недостаточность разработки методов оценки организационно-технического уровня производства, неспособность существующих методов и подходов не только обеспечить адекватную оценку, но и выделить проблемы и определить приоритеты технологического развития, инновационного обновления и модернизации производства.

Проблемы формирования технологических стратегий российских предприятий

Отсутствие адекватных методов и инструментов принятия решений, в первую очередь, отсутствие программных продуктов и автоматизированных баз данных и знаний, экспертных систем и систем принятия сложных технических решений, ориентированных на задачи формирования и реализации технологической стратегии развития бизнеса [8 – 10].

Без решения данных теоретических и методических проблем формирование технологических стратегий развития российских предприятий неизбежно будет сопровождаться фатальными ошибками и просчетами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Лобачева Г.К., Беляева Ю.Л., Фоменко А.П.** Технологический менеджмент. Волгоград: Издат-во. ВолгГУ, 2004. – 116 с. – ISBN 5 – 85534 – 950 – 0.

2. **Гончарова Н.Е.** Технологический менеджмент. – М.: Приор – издат, 2005. – 176 с. – ISBN 5– 9512– 0469– 0.

3. **Talbot D.** Samsung Says New Superfast «5G» Works with Handsets in Motion // MIT Technology Review. – 2013. 06. 03 (http://www.technologyreview.com/news/515631/samsung-says-new-superfast-5g-works-with-handsets-in-motion/).

4. Экономика железнодорожного транспорта. Учебник / Н.П. Терёшина, В.Г. Галабурда, М.Ф. Трихунков и др.; Под ред. Н.П. Терёшиной, Б.М. Лапидуса, М.Ф. Трихункова. – М.: УМЦ ЖДТ, 2006. – 801 с. – ISBN 5– 89035– 329– 2.

5. **Чесборо Г.** Открытые инновации. Создание прибыльных технологий. – М.: Поколение, 2007. 336 с. ISBN 978 – 5– 9763 – 0054– 5.

6. **Cooper R.G., Edgett Sc.J.** Product Innovation and Technology Strategy. – Product Development Institute, 2009. – 272 P. – ISBN 978– 1439252246.

7. **Mishra S.** Technology Strategy. – MIT, 2013.

8. **Багриновский К., Бендиков М., Хрусталев Е.** Современные методы управления технологическим развитием. – М.: Российская политическая энциклопедия, 2001. – 272 с. – ISBN 5– 8243– 0204– 9.

9. **Сухарев О.** Экономика технологического развития. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 480 с. – ISBN 978– 5– 279– 03346– 1.

10. **Кортов С.В., Ляпина С.Ю., Туккель И.Л., Чечурин Л.С.** К вопросу становления теоретической инноватики как научной специальности и учебной дисциплины // Научно – технические ведомости СПбГПУ. Инноватика, 2009, № 5 (87).– с. 20 – 24.

REFERENCES

1. **Lobacheva G.K.; Belyaeva Y.L.; Fomenko A.P.** Technological Management. – Volgograd: VolSU, 2004. – 116 P. – ISBN 5 – 85534 –950 – 0.

2. **Goncharova N.E.** Technological Management. – M.: Prior– Izdat, 2005. – 176 P. – ISBN 5–9512–0469–0.

3. **Talbot D.** Samsung Says New Superfast «5G» Works with Handsets in Motion // MIT Technology Review. – 2013. 06. 03 (http://www.technologyreview.com /news/515631/ samsung – says – new – superfast – 5g – works– with – handsets – in – motion/).

4. Economics at Railways: Textbook/ Teryoshina N.P.; Galaburda V.G.; Trikhunkov M.F.; and others.; Ed. by N.P. Teryoshina, B.M. Lapidus, M.F. Trikhunkov. – M.: UMC ZDT, 2006. – 801 P. – ISBN 5 – 89035 – 329 – 2.

5. **Chesbrough H. W.** Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. – M.: Pokolenie, 2007. – 336 P. – ISBN 978 – 5 – 9763– 0054– 5.

6. **Cooper R.G., Edgett Sc.J.** Product Innovation and Technology Strategy. – Product Development Institute, 2009. – 272 P. – ISBN 978 – 1439252246.

7. **Mishra S.** Technology Strategy. – MIT, 2013.

8. **Bagrinosky K., Bendikov M., Khrustalyov E.** Modern methods of management of technological development. – M.: Russian Poitic Encyclopedia, 2001. – 272 P. – ISBN 5 – 8243 –0204 – 9.

9. **Sukharev O.** Ecomonics of Technological Development. – M.: Finansy i Statistika, 2008. – 480 P. – ISBN 978 – 5 – 279 – 03346 – 1.

10. **Kortov S.V.; Lyapina S.Y.; Tukkel I.L.; Chechurin L.S.** To question of foundation of Theoretical Innovatics as Scientific Specialty and Educational Course // Nauchno – Tekhnicheskie Vedomosty SpbSTU. Innovatics, 2009, # 5 (87).– p. 20 – 24.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

Чернин Марк Абрамович – исследователь-стажер кафедры инновационных технологий; ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет путей сообщения» (МИИТ); 127994, Россия, Москва, ул. Образцова, 9, e-mail: machernin@yandex.ru

Chernin Mark A. – researcher at Department of Innovative Technologies; Moscow State University of Railway Engineering (MIIT); 127994, Russia, Moscow, Obraztsova Str., 9, e-mail: machernin@yandex.ru

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 621.0:338.2

Е.В. Ташлыкова, А.Б. Петроченков, А.А. Ташкинов

О ПОКАЗАТЕЛЯХ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

E.V. Tashlykova, A.B. Petrochenkov, A.A. Tashkinov

ABOUT INDICATORS EFFICIENCY OF HIGH-TECH MANUFACTURING

Рассмотрены параметры оценки высокотехнологичных производств на основе постановления Правительства РФ от 9 апреля 2010 года № 218, создана модель высокотехнологичных производств на основе этих параметров.

ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ №218, МОДЕЛЬ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.

The article describes estimating parameters of high-tech manufacturing on the basis of the resolution of the RF Government of 9 April, 2010 № 218. The article created a model of high-tech productions on the basic estimating parameters.

HIGH-TECH MANUFACTURING, RESOLUTION OF THE RF GOVERNMENT № 218, MODEL OF HIGH-TECH ENTERPRISES.

Развитие научно-технического прогресса приводит к появлению высоких технологий, подразумевающих совокупность информации, знаний, опыта, материальных средств, использующихся при разработке, создании и производстве как новых видов продукции и процессов, так и для улучшения качества и удешевления производства существующих продуктов [1].

В быстро меняющихся экономических условиях предприятия вынуждены эффективно реагировать на внешние факторы, перестраивать внутреннюю политику, внедрять высокие технологии и ориентироваться на потребителя.

Использование высоких технологий формирует основу для создания высокотехнологичных предприятий, представляющих собой сложную производственно-технологическую и организационно-экономическую систему, эффективность развития которой зависит от правильного управления изменениями – востребованной технологии в современном бизнесе, затрагивающей не только основные, но и вспомогательные процессы, и персонал [2].

На высокотехнологичных предприятиях создание модели успешных изменений, подразумевающей конкретные процессы и инструменты, которые позволяют внедрять изменения эффективно, зависит от направления деятельности, стратегии, методы ведения бизнеса и может включать в себя различные подходы и модели управления изменениями, классификация которых довольно обширна [3].

Следует иметь в виду, что ни один из подходов (и ни одна модель) к управлению изменениями не является самым лучшим. Выбор того или иного подхода должен базироваться на учете реальных условий [4].

Применение подходов и моделей к управлению изменениями приводит к повышению эффективности и ускорению темпов применения и распространения высоких технологий в России, что на сегодняшний день является приоритетной задачей производственного комплекса. Особая роль отводится созданию высокотехнологичных предприятий, осущест-

вляющих проектирование, освоение и производство конкурентоспособной продукции с высокой степенью наукоемкости и новизны, и, как следствие, обеспечивающих лидирующее место страны на мировом рынке [5].

Развитие таких предприятий в последние годы неразрывно связано с государственным комплексом мер направленных на создание и поддержку высокотехнологичных производств, в том числе организованных с участием высших учебных заведений (вузов) в рамках постановлений Правительства РФ № 218, № 219 от 09.04.2010 [6, 7]. Целью мер по государственной поддержке развития кооперации российских вузов организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства, является вовлечение российских вузов в деятельность, осуществляемую организациями реального сектора экономики в сфере научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ (НИОКТР), повышение уровня подготовки специалистов в вузах, развития исследовательской и технологической базы вузов, и инновационной активности высокотехнологичных предприятий реального сектора экономики и вузов [8].

Исходя из постановления Правительства РФ от 9 апреля 2010 года № 218, можно выделить ключевые параметры оценки высокотехнологичных производств (см. таблицу).

Выявленные показатели позволяют сформировать модель высокотехнологичного предприятия (см. рисунок), основу которой составляют входные и выходные параметры, а также функционал предприятия.

Каждое воздействие на функционал предприятия можно описать следующими параметрами.

Входные воздействия определяются в виде множества ресурсов предприятия:

$$R = \{IR, InR, OR, RP\}, \qquad (1)$$

где *R* – ресурсы предприятия;
IR – информационные ресурсы;
InR – интеллектуальные ресурсы;
OR – организационные ресурсы;
RP – ресурсы персонала.

Информационные ресурсы высокотехнологичного предприятия представляются следующими входными переменными:

$$IR = \{I_1R, I_2R, I_3R, I_4R\}, \qquad (2)$$

где *I1R* – портал научно-образовательного центра, созданного в рамках совместного проекта;
I2R – портал предприятия;
I3R – база данных разработок предприятия;
I4R – сайт, созданный в рамках постановления Правительства РФ от 9 апреля 2010 № 218.

Интеллектуальные ресурсы (*InR*) определяются набором результатов интеллектуальной собственности предприятия и представляются в виде:

$$InR = \{In_1R, In_2R, In_3R\}, \qquad (3)$$

где *In1R* – количество объектов интеллектуальной собственности, ранее использовавшихся на предприятии;
In2R – количество созданных РИД в рамках проекта;
In3R – количество научных публикаций в российских и зарубежных журналах по тематике НИОКТР, выполняемых по проекту.

Организационные ресурсы (*OR*) предприятия представим в виде:

$$OR = \{OR_1, OR_2, OR_3, OR_4\}, \qquad (4)$$

где *OR1* – количество рабочих мест созданных в ходе реализации проекта;
OR2 – средний размер доходов, полученных от участия в выполнении НИОКТР по проекту;
OR3 – доля затрат на привлечение молодых ученых, аспирантов и студентов в общем размере фонда оплаты труда по проекту;
OR4 – доля доходов молодых ученых, аспирантов и студентов, полученных от участия в выполнении НИОКТР по проекту в общем доходе.

Ресурсы персонала (*RP*) представляются в виде:

$$RP = \{RP_1, RP_2, RP_3, RP_4\}, \qquad (5)$$

где *RP1* – количество молодых ученых ВУЗов;

Параметры оценки высокотехнологичных производств

Наименование	Показатели
1. Объем продукции (услуг), произведенной с использованием результатов выполненных НИОКТР	объем новой высокотехнологичной продукции (услуг); объем усовершенствованной высокотехнологичной продукции (услуг)
2. Объем средств, направленных на реализацию проекта по созданию высокотехнологичного производства с участием высшего учебного заведения или государственной научной организации	объем собственных средств, организации-получателя субсидии; объем средств, затраченных на НИОКТР
3. Количество сотрудников вузов и/или государственной научной организации, привлеченных к выполнению НИОКТР в рамках проекта	количество молодых ученых вузов; количество студентов вузов; количество аспирантов вузов; количество иных молодых специалистов (инженерно-технических)
4. Средний размер доходов, полученных от участия в выполнении НИОКТР по проекту	средний размер доходов молодых ученых (специалистов); средний размер доходов студентов; средний размер доходов аспирантов; средний размер доходов инженерно-технических работников; доля затрат на привлечение молодых ученых, аспирантов, студентов в общем размере фонда оплаты труда по проекту; доля доходов молодых ученых, студентов, аспирантов, полученных от участия в выполнении НИОКТР по проекту в общем доходе
5. Количество рабочих мест созданных в ходе реализации проекта	общее количество созданных рабочих мест; количество созданных рабочих мест для молодых ученых (специалистов)
6. Количество РИД по тематике проекта поданных/полученных организацией-получателем субсидии, высшим учебным заведением или их непосредственными исполнителями работ по проекту	количество заявок на выдачу российских патентов по тематике проекта; количество заявок на выдачу зарубежных патентов по тематике проекта; количество патентов (российских и зарубежных); по тематике проекта
7. Количество научных публикаций в ведущих российских и зарубежных журналах по тематике НИОКТР, выполняемых по проекту	количество научных публикаций в ведущих российских журналах; количество научных публикаций в ведущих зарубежных журналах

RP2 – количество студентов;
RP3 – количество аспирантов;
RP4 – количество иных молодых специалистов (инженерно-технических), привлеченных к выполнению НИОКТР в рамках проекта.

Внешняя среда в модели представлена в виде:

$$WS = \{WS_1, WS_2, WS_3, WS_4\}, \qquad (6)$$

где *WS* – множество параметров внешней среды;
WS1 – широта распространения рынков сбыта;
WS2 – законодательная база и поддержка государства в области инновационных и высокотехнологичных промышленных предприятий;
WS3 – частно-государственное партнерство в области высокотехнологичных производств;
WS4 – конкурентная среда.

Функционирование предприятия определяется кортежем следующих параметров и показателей:

$$F = \{F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6\}, \qquad (7)$$

где *F* – множество параметров функционала предприятия;
F1 – номенклатура выпускаемой продукции;
F2 – конструктивно-технологическая сложность производимой продукции;
F3 – качество производимой продукции;
F4 – уровень инновационности продукции;
F5 – месторасположение предприятия;

F6 – инвестиционные риски.

В качестве выходных параметров в модели высокотехнологичного предприятия выступают такие показатели, как:

$$VP = \{V_1, V_2, V_3\}, \quad (8)$$

где *VP* – выходные показатели модели; *V1* – объем новой и усовершенствованной высокотехнологичной продукции (услуг), произведенной с использованием результатов НИОКТР; *V2* – объем собственных средств, организации получателя субсидии, направленных на реализацию проекта по созданию высокотехнологичного производства с участием вузов; *V3* – доход предприятия.

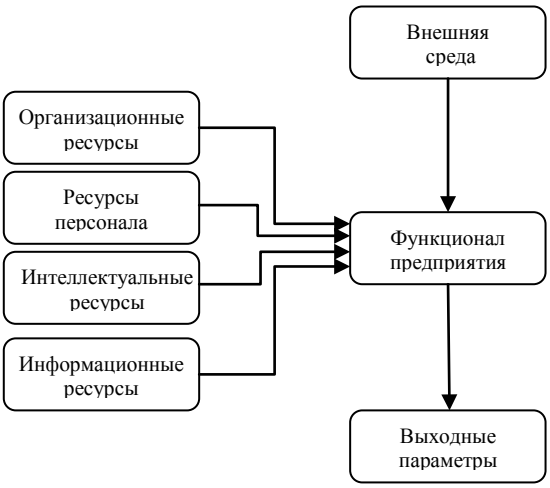
В целом необходимо отметить, что для развития высокотехнологичных предприятий в рамках взаимодействия с вузами, важным является качественный рост количественных параметров, используемых для оценки. Увеличение показателей выводит предприятия на более высокий уровень в своей отрасли [9].

Для вузов эффекты развития такой кооперации заключаются в:

формировании атмосферы востребованности научного потенциала вуза, расширении возможностей выполнения НИОКТР в вузе,

повышении делового потенциала вуза как исследовательской организации и повышение ее конкурентоспособности,

привлечении преподавателей и студентов к



Проблематика управления инновационными процессами

проведению актуальных и перспективных НИОКТР,

развитии международных научных и производственных связей вуза и предприятия.

Реализация подобных глобальных проектов дает возможность аккумулировать научные знания специалистов, университетов, научных школ различных отраслей для воплощения идей в реальное производство [10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Popova N.S., Petrochenkov A.B.** Workflow automation within internal audit of quality management system for ensuring technological process of tests the knowledge-intensive products. Collection of scientific works SWorld. Proceedings of International Scientific and Practical Conference «Scientific researches and their practical application. Modern state and ways of development 2012», Odessa: KUPRIENKO, 2012, release 3, Vol. 6, P. 22-27.

2. Musaeva Y., Petrochenkov A. Support system of project management (work with documents, task, time management) // Solutions of applied problems in control, data processing and data analysis: 2nd International Conference of young scientists (4 April, 2011 Koethen, Germany). – Perm, Perm State Technical University Publishing house, 2011. P. 83-94.

3. **Мусаева Ю.К., Петроченков А.Б.** Модель открытых инноваций //Инноватика – 2012: сб. материалов VIII Всерос. шк.– конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием (25 – 28 апреля 2012). Т.1 / под ред. А.Н. Солдатова, С.Л. Минькова. – Томск: Изд – во Томск. гос. ун– та систем упр. и радиоэлектроники, 2012. – с. 290 – 292.

4. **Дроздов И.Н.** Управление развитием организации: Уч. пособие. – Владивосток: ПИППККГС, 2001. – 110 с.

5. **Соломенникова С.И.** Разработка информационно – аналитической подсистемы интеллектуальной поддержки высокотехнологичного предприятия: автореферат дис. на соискание уч. степени канд. тех. наук. – Ижевск. 2011. – 25 с.

6. Постановление Правительства РФ от 9 апреля 2010№ 218 «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений, государственных научных учреж-

дений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства»

7. Постановление Правительства РФ от 09.04.2010 № 219 («О государственной поддержке развития инновационной инфраструктуры в федеральных образовательных учреждениях высшего профессионального образования» (вместе с «Положением о государственной поддержке развития инновационной инфраструктуры, включая поддержку малого инновационного предпринимательства, в федеральных образовательных учреждениях высшего профессионального образования»).

8. **Выголова Е.А., Елтышев Д.К., Петроченков А.Б.** Методические аспекты реализации крупных проектов в национальном исследовательском университете // Научные исследования и инновации. – Пермь: Изд– во Перм. нац.– иссл. политехн. ун – та, 2012. – Т 6. – № 1–4. – с. 36–42.

9. **Петроченков А.Б., Мусаева Ю.К.** Об опыте взаимодействия в формате «ВУЗ – ПРЕДПРИЯТИЕ» в рамках Постановления Правительства РФ № 218 от 09.04.2010 // Высокие интеллектуальные технологии и инновации в национальных исследовательских университетах: материалы Международной научно– методической конференции. 9 – 10 февраля 2012 года, Санкт– Петербург. Т.2. – СПб.: Изд – во Политехн. ун– та, 2012. – с. 155– 157.

10. Т**ашкинов А.А., Петроченков А.Б., Арбузов И.А., Щенятский Д.В., Бибичев А.П.** О научных итогах совместной работы по Постановлению №218 Правительства РФ между ОАО «ПРОТОН – Пермские моторы» и Пермским национальным исследовательским политехническим университетом // Высокие интеллектуальные технологии и инновации в национальных исследовательских университетах: материалы Международной научно– методической конференции. 28 февраля – 1 марта 2013 года, Санкт–Петербург. Т.3. – СПб.: Изд– во Политехн. ун– та, 2013. – с. 91–95.

REFERENCES

1. **Popova N.S., Petrochenkov A.B.** Workflow automation within internal audit of quality management system for ensuring technological process of tests the knowledge – intensive products. Collection of scientific works SWorld. Proceedings of International Scientific and Practical Conference «Scientific researches and their practical application. Modern state and ways of development 2012», Odessa: KUPRIENKO, 2012, release 3, Vol. 6, P. 22 – 27.

2. **Musaeva Y., Petrochenkov A.** Support system of project management (work with documents, task, time management) // Solutions of applied problems in control, data processing and data analysis: 2nd International Conference of young scientists (4 April, 2011 Koethen, Germany). – Perm, Perm State Technical University Publishing house, 2011. P. 83 – 94.

3. **Musaeva Y., Petrochenkov A.** Model otkrytykh innovatsii // Innovatika– 2012: sbornik nauchnykh trudov VIII Vserossiiskoi shkoly– konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh s mezhdunarodnym uchastiem (25–28 aprelia 2012). Tom 1/ pod redaktsiei A.N. Soldatov, S.L. Minkov – Tomsk: Izdatelstvo Tomskii gosudarstvennyi universitet system upravlenia i radioelectroniki, 2012. – P. 290 – 292.

4. **Drozdov I.** Upravlenie razvitiem orga– nizatsii. Vladivostok: PIPPKKGS, 2001. – P. 110.

5. **Solomennikova S.** Razrabotka informatsionno – analiticheskoi podsistemy intel– lektualnoi podderzhki vysokotekhnologichnogo predpriatia: avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk – Izhevsk. 2001. – P. 25.

6. Postanovlenie Pravitelstva RF ot 9 aprelia 2010 g. №218 «O merakh gosudarstvennoi podderzhki razvitia kooperatsii rossiiskikh vysshikh uchebnykh zavedenii, gosudarstvennyh nauchnykh uchrezhdenii i organizatsii, realizu– iushchikh kompleksnye proekty po sozdaniu vysokotekhnologichnogo proizvodstva».

7. Postanovlenie Pravitelstva RF ot 09.04. 2010 g. № 219 «O gosudarstvennoi podderzhke razvitia innovatsionnoi infrastruktury v federalnykh obrazovatelnykh uchrezhdeniakh vysshego professionalnogo obrazovania» (vmeste s «Polozheniem o gosudarstvennoi podderzhke razvitia innovatsionnoi infrastruktury, vkliuchay podderzhku malogo innovatsionnogo predpri– nimatelstva, v federalnykh obrazovatelnykh uchrezhdeniakh vysshego professionalnogo obrazovania».

8. **Vygolova E., Eltyshev D., Petrochenkov A.** Metodicheskie aspekty realizatsii krupnykh proektov v natsionalnom issledovatelskom universitete // Nauchye issledovania i innovatsii. – Per, PNIPU Publ., 2012, Tom 6, №1– 4, P. 36 – 42.

9. **Petrochenkov A., Musaeva Y.** Ob opyte vzaimodeistvia v formate «VUZ– PREDPRIATIE» v ramkakh Postanovlenia Pravit-elstva RF №218 ot 09.04.2010// Vysokie intellektualnye tekhno– logii i innovatsii i natsionalnykh issledova– telskikh universitetakh: materialy Mezhduna– rodnoi nauchno– metodicheskoi konferentsii. 9– 10 fevraly 2012, Sankt– Peterburg. Tom 2. – SPb: Izvatelstvo Politekhnicheskogo universiteta, 2012. – P. 155– 157.

10. **Tashkinov A., Petrochenkov A., Arbuzov I., Shcheniatskii D., Bibichev A.** O nauchnykh itogakh sovmestnoi raboty po Postanovlenia №218 Pravitelstva RF mezhdu OAO «PROTON – Permskie motory» i Permskim matsionalnym issledovatelskim politekhnicheskim

universitetom// Vysokie intellektualnye tekhno– logii i innovatsii i natsionalnykh issledovatelskikh universitetakh: materialy Mezhdunarodnoi nauchno– metodicheskoi konferentsii. 28 fevralia – 1 marta 2013 goda, Sankt–Peterburg. Tom 3. – SPb: Izvatelstvo Politekhnicheskogo universiteta, 2013. – P. 91– 95.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

ПЕТРОЧЕНКОВ Антон Борисович – заведующий кафедрой микропроцессорных средств автоматизации, кандидат технических наук, доцент; Пермский национальный исследовательский политехнический университет; 614990, Комсомольский пр., 29, Пермь, Россия; e-mail: pab@msa.pstu.ac.ru
PETROCHENKOV Anton B. – Perm National Research Polytechnic University; 614990, Komsomolskii pr., 29, Perm, Russia; e-mail: pab@msa.pstu.ac.ru

ТАШКИНОВ Анатолий Александрович – профессор кафедры механики композиционных материалов и конструкций, доктор технических наук; Пермский национальный исследовательский политехнический университет; 614990, Комсомольский пр., 29, Пермь, Россия; e-mail: tash@pstu.ru
TASHKINOV Anatolii A. – Perm National Research Polytechnic University; 614990, Komsomolskii pr., 29, Perm, Russia; e-mail: tash@pstu.ru

ТАШЛЫКОВА Елизавета Владимировна – студент-магистрант кафедры микропроцессорных средств автоматизации, Пермский национальный исследовательский политехнический университет; 614990, Комсомольский пр., 29, Пермь, Россия; e-mail: evtashlykova@gmail.com
TASHLYKOVA Elizaveta V. – Perm National Research Polytechnic University; 614990, Komsomolskii pr., 29, Perm, Russia; e-mail: evtashlykova@gmail.com

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 338.23

Ю.Р. Нурулин, И.В. Скворцова

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ОТКРЫТЫХ ИННОВАЦИЙ

Y.R. Nurulin, I.V. Skvortsova

TRENDS IN INFRASTRUCTURE AND TECHNOLOGY OF OPEN NNOVATION

Статья посвящена анализу влияния выделенных феноменов развития ИКТ на инфраструктуру и технологии открытого инновационного бизнеса. Проанализированы принципы организации элементов инновационной инфраструктуры на основе концепции коворкинга и показана необходимость дополнения ее технологическим ядром для реализации функции быстрого прототипирования. Рассмотрены базовые принципы методологии Serendipity Management и показаны возможности ее применения в образовательной и инновационной деятельности высшей школы.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИКТ, ОТКРЫТЫЕ ИННОВАЦИИ, ИННОВАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА, SERENDIPITY MANAGEMENT.

This article analyzes the impact of selected phenomena in the ICT development on infrastructure and technology of open innovation business. The principles of creation of innovation infrastructure elements based on the concept of co-working have been analyzed and the need to supplement its by technology core to realize the function of rapid prototyping has been showed. The basic principles of the Serendipity Management methodology and the possibility of its use in education and innovation has been described.

ICT TRENDS, OPEN INNOVATIONS, INNOVATION INFRASTRUCTURE, SERENDIPITY MANAGEMENT.

Открытые инновации, как новая парадигма инновационного бизнеса, получили широкое распространение во всем мире. Сам термин «открытые инновации», введенный в оборот в 2005 Генри Чесбро [1], очень точно отражает суть явления и способствует формированию позитивного имиджа данного подхода, который стал активно развиваться в начале XXI века. Предпосылкой этому стали объективные процессы, происходящие в обществе, среди которых особого внимания заслуживают глобализация бизнеса и связанные с ней мобильность идей и капитала, а также развитие информационных технологий, влияние которых на содержание и инфраструктуру бизнеса непрерывно возрастает. Мобильность в широком понимании становится определяющим фактором для бизнеса. Если раньше глобальная конкурентоспособность высокотехнологичного предприятия в основном определялась его способностью быстро реагировать на изменяющиеся требования рынка, то сегодня как внутренние бизнес-процессы, так и продукция предприятия должны не только динамично развиваться, но и ориентироваться на повышение мобильности сотрудников, партнеров и заказчиков предприятия.

Предмет и гипотеза исследования

Чтобы отвечать новым вызовам, предприятие должно формировать свои бизнес-процессы и инфраструктуру, опираясь на открытость и мобильность, как основу философии бизнеса. Для доказательства данного ут-

верждения рассмотрим выделенные ключевые факторы научно-технологического развития общества.

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ).

В конце XX века разработчиками и пользователями ИКТ были выделены следующие феномены, оказывающие определяющие непосредственное влияние на развитие бизнеса [2]:

феномен персональных вычислений, когда с развитием технологий микроэлектроники и появлением персональных ЭВМ исчез организационный барьер между и исследователем и инструментом решения задач науки или бизнеса и отпала необходимость в работниках-исполнителях (машинистки, чертежники, делопроизводители и др.), выступающих посредниками между постановкой задачи и ее решением;

феномен отрытых коммуникаций, когда в результате развития информационно-коммуникационных технологий исчезают организационно-финансовые барьеры для обмена информацией любого объема и содержания. Это позволяет исключить необходимость обмена бумажными документами для их согласования, отменить ненужные переезды для проведения совещаний и обеспечить постоянную готовность работников обмениваться информационными материалами вне зависимости от места их географического расположения;

феномен кооперативных технологий, состоящий в компьютерной поддержке совместной согласованной работы группы разработчиков над одним проектом. Это стало возможным благодаря развитию методов параллельного проектирования, которые обеспечивают управление доступом членов группы к различным частям проекта, управление версиями и редакциями проектной документации и согласованным выполнением работ в последовательной процедуре работ.

Дальнейшее развитие ИКТ привело к появлению в начале XXI века новых феноменов, которые также оказывают существенное влияние на развитие бизнеса: *феномена независимости информации от носителя, феномена распределенных вычислений и феномена мобильных вычислений.* Рассмотрим эти феномены и их влияние на бизнес-процессы.

Для последующего анализа нам потребуется понимание различий и взаимосвязи понятий «данные», «информация» и «знания», которые имеют разное значение в зависимости от контекста их применения. В рамках настоящей статьи будем пользоваться следующими определениями [3]:

Данные – набор объективных фактов об объектах, событиях, явлениях, процессах, это все то, что регистрируется, описывается и воспринимается человеком и не связано контекстом.

Информация – данные в определенном контексте, представленные для дальнейшего использования.

Знание – комбинация опыта, ценностей, контекстной информации, экспертных оценок. Знания – информация, используемая людьми в соответствии с их необходимостью, согласно установленным правилам и процедурам с учетом их отношения к этой информации.

По степени общности виды знаний принято группировать следующим образом [4]:

Декларативное (know-what) – утверждения об объектах предметной области, их свойствах и отношениях между ними (*что* вы знаете).

Процедурное (know-how) – правила преобразования объектов предметной области (*как* использовать то, что вы знаете).

Условное (know-why) – знание о том, когда использовать процедуру, умение, или стратегию и когда не использовать; почему процедура работает и при каких условиях; и почему одна процедура лучше чем другая (*когда* и *почему* нужно использовать то, что вы знаете).

Ориентационное (know-where) – знание того, где можно найти информацию (например, источники знаний, библиотеки, базы данных).

Индивидуальное (know-who) – знания о том, кто является экспертом в данной области.

Процесс формирования и развития человеческого общества неразрывно связан с получением, хранением и использованием знаний. В начале развития общества информация и знания неразрывно связаны с субъектом – человеком, который получает данные, преобразует их в информацию и знания и передает их соплеменникам. Такой человек занимает верхние ступени в иерархии общества, что

подчеркивает значимость знаний. Появление письменности и технологий печати позволяет отделить данные, информацию и частично – знания от субъекта. Это увеличивает скорость распространения информации и оказывает революционное воздействие на общество. Связь субъекта и знаний обеспечивается за счет сохранения авторских прав на интеллектуальную собственность. Появляются библиотеки – центры хранения информации, привязанной к бумажному носителю, а через авторские права – к субъекту.

Следующим революционным событием в истории развития общества стало появление компьютера, который изменил тип носителя информации. Электронные носители информации обладали принципиально новыми качествами: они разорвали прямую зависимость между стоимостью и объемом хранения, копирования и передачи информации. Развиваются технологии формирования баз данных и знаний, предприятия формируют собственные электронные архивы и наращивают мощности собственных информационных систем. Появление в дальнейшем электронной почты также следует рассматривать как революционное событие, которое кардинальным образом изменило процесс обмена информацией между отдельными компьютерами, как физическими носителями информации, и сделало возможным появление Интернета.

Важнейшим феноменом Интернета является *отрыв информации от физического носителя.* Говоря о том, что «информация хранится в Интернете», мы признаем факт такого отрыва – пользователь не знает, да и не хочет знать, на каком конкретно компьютере или элементе памяти хранится нужная ему информация. Главное – необходимо обеспечить доступ к этой информации. Ключевым фактором конкурентоспособности предприятия становится не столько обладание мощными ресурсами хранения информации, сколько обладание доступом к информации в Интернете. Таким образом, на первый план выходят ориентационное и индивидуальное типы знаний.

Отрыв информации от физического носителя неизбежно приводит к ослаблению связи между информацией и субъектом. Отражением данного факта являются многочисленные нарушения авторских прав, которые фиксируются в Интернете. Борьба с этими нарушениями развивается и будет развиваться, однако, ее эффективность снижается по мере перехода от декларативного и индивидуальному знанию. Парадигма открытых инноваций объективно отражает этот процесс. Фактически, *стратегию защиты результатов интеллектуальной деятельности (РИД)* в рамках открытых инноваций предлагается заменить на стратегию *использования РИД*, заменив ограничительные и запретительные меры на организационно-экономические меры по формированию баланса интересов субъектов инновационной деятельности. Альтернативная стратегия неизбежно потребует модернизации бизнес-процессов и инфраструктуры организации, реализующей открытые инновации.

Феномен независимости информации от носителя неразрывно связан с *феноменом распределенных вычислений*. Он отражает факт отрыва от носителя ряда процедурных знаний, которые выражены в информационных технологиях решения сложных задач. Для развития таких процедурных знаний используются технологии и программное обеспечение распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем [5].

Фактически, феномен распределенных вычислений отражает циклический характер развития общества. На качественно новом уровне происходит возврат от персональных к централизованным вычислениям, при этом централизация определяется не на физическом уровне (центральным компьютером), а на информационном уровне (условные, ориентационные и индивидуальные знания). Облачные технологии, получившие распространение в последнее время, являются отражением данного феномена.

Мобильность. Влияние корпоративных и распределенных вычислений на жизнь общества вышло на новый качественный уровень в связи с появлением *феномена мобильных вычислений*. Этот феномен базируется на результатах развития микро- и нанотехнологий и неразрывно связан с феноменами отрыва информации от физических носителей, корпоративных и распределенных вычислений. Появились мобильные устройства, у которых объ-

емы памяти и вычислительные мощности с учетом доступа к удаленным ресурсам через Интернет достаточны для решения основных задач управления бизнесом. Понятия «мобильный офис», «мобильный банк», «мобильные приложения» которые становятся все более популярными как в бизнес-сообществе, так и среди населения, отражают новые подходы к организации инфраструктуры управления бизнесом. Характерно, что идея мобильности наиболее востребована организациями, которые рассматривают открытые инновации как парадигму развития своего бизнеса. Ярким примером здесь может служить норвежская компания Telenor Group, центральный офис которой организован на принципах широкого использования мобильных решений, что нашло свое отражение в планировке, оснащении и правилах работы сотрудников этого офиса [6].

В ряде случаев требование обеспечения мобильности становится необходимым условием работы организации. Типичным примером может служить высшая школа, где уровень развития академической мобильности выступает как один из критериев эффективности работы университета.

Мобильные вычисления, как минимум, позволяют снизить затраты предприятия на содержание инфраструктуры бизнеса, перенося некоторые бизнес-процессы из офисных в частные или публичные помещения. Дополнительный эффект предприятие может получить за счет интенсификации труда сотрудников и сокращения их непроизводительных затрат времени на дорогу до офиса и обратно, поездок к партнерам, в банк и т.п. Однако наибольший эффект от развития мобильности возникает в результате увеличения числа информационных контактов сотрудников как внутри организации, так и за ее пределами. Традиционные вертикально ориентированные организационные структуры предприятия формируют своеобразные барьеры, препятствующие открытому обмену информацией, знаниями и идеями между сотрудниками. Результатом этого могут быть проявления группового эгоизма, информационной изолированности подразделений и другие негативные последствия.

Подводя итог сказанному выше, можно констатировать наличие тесной связи между парадигмой открытых инноваций, феноменом независимости информации от носителя, распределенных, корпоративных и мобильных вычислений.

Предлагаемые пути развития

Для максимально эффективного использования в инновационной деятельности рассмотренных выше феноменов необходимы соответствующие инфраструктурные и методологические решения.

Инфраструктура. Существует большое число различных инфраструктурных решений, которые декларируют свою нацеленность на реализацию парадигмы открытых инноваций. Типичным примером здесь могут служить бизнес-инкубаторы, идеальная модель развития которых предполагает организацию бизнес-инкубатором для своих резидентов консалтинговых услуг по развитию бизнеса на основе синергетического эффекта от горизонтального взаимодействия резидентов. Однако на практике данная модель реализуется с большими трудностями, поскольку, как правило, физическое пространство бизнес-инкубаторов организовано по закрытой схеме: каждый резидент занимает собственный офис и его общение с соседями ограничивается редкими совместными мероприятиями, которые организует бизнес-инкубатор, или же случайными встречами в коридорах.

Альтернативным вариантом организации физического пространства инновационной инфраструктуры является концепция коворкинга (англ. co-working – совместная работа). Эта концепция независимо сформировалась в начале двухтысячных в США, Англии (eOffice) и Финляндии (FlexLab, Business Oasis) [5]. Американский и английские подходы в основном ориентировались на представителей информационного и креативного бизнеса, отражая феномены развития ИКТ. Финский подход был ориентирован на предпринимателей широкого профиля и отражал идею поддержки мобильности: приезжая в другой город, предприниматель мог воспользоваться услугами коворкинга, который предоставлял

своим резидентам доступ к офисным помещениям различного назначения, офисной технике и сервисам. В ходе развития коворкингов были выработаны концептуальные требования к физической инфраструктуре поддержки мобильного бизнеса. Эта инфраструктура должна содержать следующие выделенные зоны.

Открытая публичная зона. Ее особенность заключается в отсутствие физических и организационных барьеров, препятствующих свободному перемещению людей, звуков и визуальной информации. Основное назначение зоны – проведение публичных мероприятий, распространение рекламной информации, поддержка коммуникаций резидентов. Особая роль в публичной зоне отводится местам отдыха и коридорам – тех мест, в которых резиденты коворкинга не полностью погружены в проблемы собственного бизнеса и наиболее открыты для контактов с соседями. Принципиальным является наличие открытой зоны приготовления и приема пищи (оборудованная кухня, общий аппарат приготовления кофе и т.п.), а также отсутствие прямых платежей за их использование. Правила поведения в данной зоне относительно свободны и не отличаются от правил поведения в публичных местах.

Полузакрытая зона. Основное назначение этой зоны – проведение переговоров, работа в малых группах (3 – 8 человек) и организация совещаний или семинаров (10 – 50 человек). Для групп разного типа («начальник-подчиненный», «круглый стол», «мозговой штурм» и т.п.) предусматривается различные варианты дизайна помещений, мебели и элементов оснащения. Использование элементов данной зоны предполагает предварительное планирование доступа к ним и прямую оплату по факту их использования. Вводятся ограничения (на уровне физической реализации и на уровне поведенческих норм для резидентов) на доступ к элементам этой зоны.

Закрытая частная зона. Назначение данной зоны – индивидуальная работа резидентов. Доступ к элементам данной зоны реализован по принципу традиционных офисных помещений. По желанию резидентов возможна временная или постоянная персонификация этих элементов, т. е. рабочий стол или помещение могут быть закреплены за конкретным резидентом.

Были также отработаны различные варианты бизнес-моделей коворкинга.

Коммерческая модель – прямая компенсация всех затрат. Пусть I – объем инвестиций в коворкинг, m – срок окупаемости этих инвестиций, E – годовые эксплуатационные расходы коворкинга, S_j – стоимость разового использования j-го элемента коворкинга, M – число различных элементов коворкинга, N – число резидентов, n_{ij} – количество использований j-го элемента резидентами коворкинга. Тогда необходимо обеспечить ежегодный доход от платежей резидентов за использование элементов коворкинга:

$$V = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{M} s\,j \cdot n_{i,j} \geq \left(\frac{I}{m} + E\right).$$

Отсюда можно определить s_j , $j = \overline{1,M}$, исходя из прогноза частоты использования элементов коворкинга резидентами.

Некоммерческая модель – частичная компенсация эксплуатационных расходов. Данная модель предполагает наличие внешнего финансирования, которое полностью покрывает инвестиционные и частично-эксплуатационные затраты.

$$V \leq \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{J} s\,j \cdot n_{i,j},$$

где J – число элементов, эксплуатационные расходы которых оплачивают резиденты, $J<M$.

Идеальная некоммерческая модель предполагает наличие абонентской платы для резидентов, которая обеспечивает частичную компенсацию затрат на совместные мероприятия, не связанные с производственной деятельностью (кофе, содержание зоны отдыха и т.п.).

Комбинированная модель предполагает компенсацию всех эксплуатационных затрат коворкинга за счет платежей резидентов.

$$V \geq \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{M} s\,j \cdot n_{i,j}$$

Прибыль от коворкинга при этом формируется также за счет дополнительных услуг,

предоставляемых резидентам коворкинга и сторонним клиентам (организация и проведение заказных мероприятий, эксплуатация объектов общественного питания, гостиничные услуги и т.п.).

Первое десятилетие развития концепции коворкинга характеризуется медленным стабильным ростом их числа в различных странах. Последние несколько лет наблюдается стремительный рост числа коворкингов по всему миру, включая Россию. Так, по данным электронного ресурса deskmag.com, на 1 февраля 2013 года в мире насчитывалось свыше 2500 коворкингов в 80 странах, а их резидентами являлось более 110 000 человек. В среднем в мире каждый день появляются 4,5 коворкинга, а темпы роста их общего числа увеличиваются (рис. 1) [7].

Методология управления. Уже первый опыт создания и развития коворкингов внес определенные изменения в понимание миссии этого инфраструктурного объекта. Из физического пространства, которое в режиме разделения времени совместно используется различными субъектами инновационной деятельности для реализации своих проектов, коворкинг достаточно быстро превратился в пространство генерации новых коммерциализируемых идей. Фактически коворкинг стал инфраструктурной платформой для реализации парадигмы открытых инноваций, поскольку особенности организации его физического пространства объективно способствуют развитию горизонтального взаимодействия резидентов коворкинга. Это взаимодействие при определенных условиях может создавать синергетический эффект, при котором идея нового инновационного проекта возникает в ходе неформального информационного взаимодействия носителей различных видов знаний.

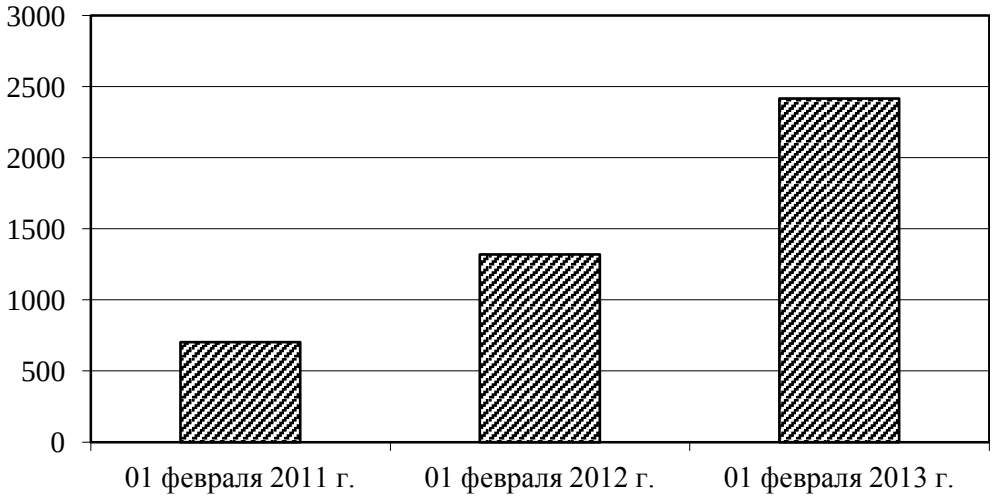


Рис. 1. Общее число коворкингов в мире

Нетрудно заметить, что рост числа коворкингов по времени совпадает с ростом числа мобильных приложений, используемых в бизнесе.

Наибольшее число коворкингов находится в США (781), затем следуют Германия (230), Испания (199), Великобритания (154) и Япония (129). Несмотря на отсутствие достоверных статистических данных, можно отметить устойчивый рост числа аналогичных структур в России. Так, в 2013 году в Санкт-Петербурге было создано не менее трех новых коворкингов, в которых реализованы как коммерческие, так и комбинированные бизнес-модели.

Стремление целенаправленно стимулировать синергию взаимодействия резидентов коворкинга привело к возникновению новой методологии управления в социо-технических системах – Serendipity Management, которую Wikipedia определяет как планирование получения незапланированных результатов или «способность, делая глубокие выводы из случайных наблюдений, находить то, чего не

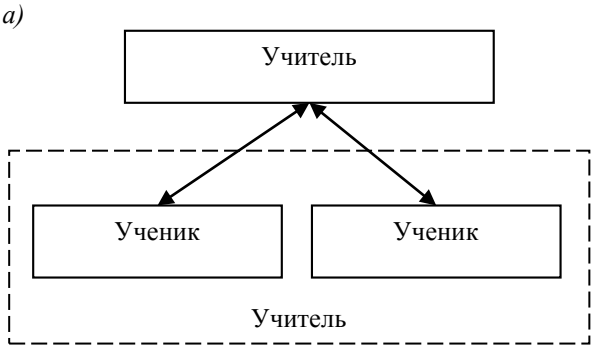
искал намеренно.

Ключевые положения Serendipity Management состоят из двух основных блоков [8]:

интеграция в едином физическом, информационном и организационном пространстве принципиально разнородных элементов (соединение разных поколений исследователей; сочетание искусства, науки и бизнеса; глобальный подход к решению всех задач и проблем);

подготовка получения незапланированных результатов (организация специальных видов взаимодействия, включая полную смену ролей участников взаимодействия; целенаправленная подготовка к неожиданным ситуациям; смена комбинаций компетенций участников взаимодействия).

а)



б)

Рис. 2. Взаимодействие субъектов инновационного сообщества

Суть Serendipity Management хорошо иллюстрируют слова Вилларда Мариотта (J. Willard Marriott), президента Marriott Corporation: «Бизнес полон людьми, которые стали эффективным планировщиками, разработчиками расписаний и контролерами времени их исполнения. Гораздо реже встречаются люди, которые выработали в себе способность замечать неожиданные возможности». Эти слова подтверждают известные экспертные оценки о том, что один талантливый инноватор приходится на сто прекрасных инженеров. Таким образом, цель Serendipity Management состоит в том, чтобы повысить число идей, имеющих потенциал коммерциализации, за счет развития у инноваторов компетенций, связанных с использованием незапланированных результатов и неожиданных возможностей.

Особенности высшей школы. Рассмотренные выше коворкинг и Serendipity Management достаточно универсальны по отношению к субъектам инновационной деятельности. Тем не менее применение их на практике требует учета особенностей корпоративной инновационной системы конкретной организации. Проанализируем, как могут измениться концепции коворкинга и Serendipity Management при реализации их в рамках стратегии развития политехнического университета [9].

Сравнительный анализ требований образовательных стандартов нового поколения к компетенциям бакалавров и магистров в области инновационного менеджмента и основных положений Serendipity Management показывает высокую (но не полную) степень их совпадения.

Принцип соединения разных поколений исследователей является определяющим для развития научных школ университета. Serendipity Management в дополнение к вертикальному академическому подходу (рис. 2,*а*) предполагает расширение горизонтального взаимодействия студентов, аспирантов и преподавателей в ходе инновационной деятельности (рис. 2,*б*). Такой подход объективно отражает динамику развития общества знаний, когда студенты могут быть более компетентны, чем преподаватель в тех вопросах, которыми они интересуются (например, в области ИКТ).

Принцип подготовки получения незапланированных результатов не характерен для университетского образования, которое традиционно ориентировано на освоение методов и инструментов целенаправленного получения требуемых результатов. Однако именно открытость и подготовленность к восприятию

новых возможностей, задач или путей их решения является ключевой компетенцией инноватора. Поэтому данный принцип Serendipity Management следует максимально использовать при формировании компетенций студентов, изучающих управление инновациями.

Основой инновационной деятельности политехнического университета являются результаты научных исследований, связанные с необходимостью быстрого прототипирования (изготовления макетных образцов или прототипов инновационных разработок) для последующего испытания и доработок разрабатываемых устройств или систем. Традиционный коворкинг не предоставляет таких возможностей своим резидентам, поэтому возникает необходимость расширения функций университетского коворкинга и включения в его состав элементов, реализующих функции центра коллективного пользования сложным научно-технологическим оборудованием. При этом бизнес-модель работы такого центра должна быть интегрирована с бизнес-моделью коворкинга. В наибольшей степени требованиям интеграции с университетским коворкингом отвечает концепция FabLab, которая появилась и развивается в мировом университетском сообществе [10]. Выбор в качестве целевой аудитории студентов и школьников, имеющих склонность к техническому творчеству; функционально полный набор технологического оборудования FabLab, которое обеспечивает проектирование и изготовление прототипов изделий из металла, дерева или пластика; требование открытого доступа к результатам разработок и единый банк идей и проектов международной сети FabLab – все это свидетельствует о том, что в сочетании с коворкингом FabLab может являться эффективным элементом инновационной инфраструктуры политехнического университета. Данное заключение подтверждается успешным опытом создания и развития этих элементов в СПбГПУ.

Выделенные феномены развития ИКТ (отрыв информации от носителя, распределенные и мобильные вычисления) в сочетании с методологией открытых инноваций формируют принципиально новые условия для инновационного бизнеса. Для эффективной работы в этих условиях необходимы новые инфраструктурные решения поддержки инновационного бизнеса. Основой для таких решений служит концепция коворкинга, дополненного научно-технологическим ядром, которое способно обеспечить решение задачи быстрого прототипирования создаваемых устройств и систем. Методологической основой управления элементами инновационной инфраструктуры нового типа должен быть подход, реализующий сочетание традиционного менеджмента с базовыми принципами Serendipity Management.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Чесбро Г.** Открытые инновации. Создание прибыльных технологий [Текст] /Чесбро; Пер. с англ. В.Н. Егорова / М.: Поколение, 2007. – 336 с.

2. **Зиндер Е.З.** Новое системное проектирование: информационные технологии и бизнес-реинжиниринг [Электронный ресурс] / Е.З.Зиндер. Режим доступа: http://www.osp.ru/data/www2/dbms/ 1995/04/38.htm

3. **Тузовский А.Ф.** Системы управления знаниями (методы и технологии) [Текст] / А.Ф. Тузовский, С.В. Чириков, В.З. Ямпольский / Под общ. ред. В.З. Ямпольского. – Томск: Изд-во НТЛ, 2005. – 260 с.

4. **Garud R.** On the distinction between know–how, know- why, and know- what: Advances in Startegic Management, Vol. 14, pages 81-101. 1997.

5. Критические технологии Российской Федерации, утвержденные указом Президента Российской Федерации от 7 июля 2011г. N 899. [Электронный ресурс].– Режим доступа: http://intelpro.extech.ru/ docs/ krit_teh.php

6. Open Innovation [Электронный ресурс].– Режим доступа: http://www.telenor. com/ innovation/open– innovation/

7. **Raita E.** Principals of co– working. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://acea. spb.ru/ OpenInno/?action=prout

8. **Olma S.** (2012). The Serendipity Machine. A Disruptive Business Model for Society 3.0. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.theserendipitymachine.com

9. **Нурулин Ю.Р.** Стратегия построения корпоративной инновационной системы политехнического университета [Текст] / Ю.Р. Нурулин, И.В. Скворцова, Д.Ю. Нурулин // Научно-технические ведомости СПбГПУ. –2010. –№ 3 (106). –С. 221– 226.

10. **Asonov I.** FabLab Politech – from idea to prototype [Электронный ресурс].– Режим доступа: http://www.acea.spb.ru/OpenInno/?action =prout

REFERENCES

1. **Chesbro G.** Otkrytyye innovatsii. Sozdaniye pribylnykh tekhnologiy [Tekst] / G.Chesbro; Per. s angl. V.N. Yegorova / M.: Pokoleniye, 2007. – 336 s.

2. **Zinder Ye.Z.** Novoye sistemnoye proyektirovaniye: informatsionnyye tekhnologii i biznesreinzhiniring [Elektronnyy resurs] / Ye.Z. Zinder. – Rezhim dostupa: http://www. osp.ru/data/ www2/dbms/ 1995/ 04 / 38.htm

3. **Tuzovskiy A.F.** Sistemy upravleniya znaniyami (metody i tekhnologii) [Tekst] / A.F. Tuzovskiy, S.V. Chirikov, V.Z. Yampolskiy/Pod obshch. red. V.Z.Yampolskogo. – Tomsk: Izd– vo NTL, 2005. – 260 s.

4. **Garud R.** On the distinction between know– how, know– why, and know– what: Advances in Startegic Management, Vol. 14, pages 81– 101, 1997

5. Kriticheskiye tekhnologii Rossiyskoy Federatsii, utverzhdennyye ukazom Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 7 iyulya 2011 g. N 899. [Elektronnyy resurs].– Rezhim dostupa: http://intelpro.extech.ru/ docs/krit_teh.php

6. Open Innovation [Elektronnyy resurs].– Rezhim dostupa: http://www.telenor.com/ innovation/open– innovation/

7. **Raita E.** Principals of co- working. [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: http://acea.spb.ru/ OpenInno/ ?action=prout

8. **Olma S.** (2012). The Serendipity Machine. A Disruptive Business Model for Society 3.0. [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: www.theserendipitymachine.com

9. **Nurulin Yu.R.** Strategiya postroyeniya korporativnoy innovatsionnoy sistemy politekhnicheskogo universiteta [Tekst] / Yu.R. Nurulin, I.V. Skvortsova, D.Yu. Nurulin // Nauchno– tekhnicheskiye vedomosti SPbGPU. –2010. –№ 3(106) –S. 221 – 226.

10. **Asonov I.** FabLab Politech – from idea to prototype [Elektronnyy resurs].– Rezhim dostupa: http:// www.acea.spb.ru/ OpenInno/?action = prout

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

НУРУЛИН Юрий Рифкатович – доктор технических наук, профессор кафедры управления проектами Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: yury.nurulin@gmail.com

NURULIN Yury R. – St. Petersburg State Polytechnical University; 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: yury.nurulin@gmail.com

СКВОРЦОВА Инга Викторовна – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и менеджмента в энергетике и природопользовании Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: ingaskvor@list.ru

SKVORTSOVA Inga V. – St. Petersburg State Polytechnical University; 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: ingaskvor@list.ru

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 336.228:330.3

Ю.В. Трифонов, С.Н. Яшин, Е.В. Кошелев

НАЛОГОВЫЕ ЭФФЕКТЫ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ, ФИНАНСИРУЕМЫХ С ПОМОЩЬЮ ЗАЕМНОГО КАПИТАЛА

Y.V. Trifonov, S.N. Yashin, E.V. Koshelev

TAX EFFECTS ON HIGH-TECH INNOVATION PROJECTS FINANCED BY MEANS OF THE LOAN CAPITAL

Исследовано совместное влияние на NPV высокотехнологичного инновационного проекта амортизационного (D), налогового (T) и долгового (Debt) рычагов. Показано, что для проектов с высоким DTD-рычагом при увеличении ставки налога на прибыль NPV проекта сначала возрастает, а затем снижается, что свидетельствует о наличии оптимума налоговой ставки для инвестора.

НАЛОГОВЫЙ ЭФФЕКТ, ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЙ ПРОЕКТ R&D, NPV ПРОЕКТА, DTD-РЫЧАГ, ОПТИМУМ НАЛОГОВОЙ СТАВКИ.

Joint influence on NPV of the high-tech innovative project depreciation (D), tax (T) and debt (Debt) of levers is investigated. It is shown that for projects with the high DTD-leverage with an increase in the income tax rate NPV of the project at first increases and then decreases, suggesting that there is an optimum tax rate for the investor.

TAX EFFECT, HIGH-TECH R&D PROJECT, NPV OF THE PROJECT, DTD-LEVERAGE, OPTIMUM TAX RATE.

Инновационное развитие является наиболее перспективным способом хозяйствования в современных условиях, который базируется на непрерывном поиске и использовании новых методов и сфер реализации потенциала предприятия в условиях изменчивой внешней среды. В настоящее время пристальное внимание уделяется инвестированию в инновационное развитие промышленных предприятий. Однако традиционные подходы к инвестированию далеко не всегда приводят к ожидаемому положительному результату [1, 2], поэтому необходимо осуществлять поиск новых, нестандартных методов и инструментов управления инновационной деятельностью предприятий, использованию современных технологий менеджмента, действующих в коммерческой среде [3].

Несмотря на наличие соответствующих государственных программ поддержки приоритетных отраслей и предприятий России, было бы не менее важным использовать соответствующие финансовые рычаги воздействия на увеличение объема инвестиций и, в частности, рычаги налоговые [4]. Один из наиболее важных налогов в экономической деятельности предприятий налог на прибыль [5].

Как будет показано ниже, для высокотехнологичных инновационных проектов (проектов R&D), т. е. проектов с высокой долей амортизации, при увеличении ставки налога на прибыль организаций чистый приведенный доход (NPV) проекта R&D возрастает, но при достижении некоторой величины он начинает снижаться. Однако такое поведение NPV не обусловлено только влиянием амортизации. На него также влияет способ финансирования проекта, а именно, эффект присутствует при 100%-ном заемном финансировании. Таким образом, имеет смысл исследовать совместное влияние на NPV амортизационного (D), налогового (T) и долгового (Debt) рычагов. В дальнейшем будем называть его «DTD-рычаг». Опишем эту модель подробнее.

В книге Л. Крушвица «Инвестиционные расчеты» [6] выведена формула для вычисления NPV с учетом налога на прибыль:

$$NPV = -I_0 + \sum_{t=1}^{n} \left(CF_t(1-T) + T \cdot D_t\right)\left(1+i_T\right)^{-t}, \quad (1)$$

где I_0 – капитальные вложения в $t = 0$; CF_t – возвратный поток от инвестиции в момент t; Dt – амортизационные отчисления в момент t; T – ставка налога на прибыль; $i_T = i(1-T)$ – расчетная ставка процента с учетом налога на прибыль; i – процентная ставка по инвестированию и заимствованию в условиях совершенного рынка капитала, т. е. когда ставка по инвестированию равна ставке по заимствованию; n – горизонт планирования (срок проекта).

При этом Л. Крушвиц [6 – 8] определяет возвратный поток от инвестиции (CF) следующим образом:

возвратный поток от инвестиций = налогооблагаемая прибыль ± проценты + сумма амортизационных отчислений.

Это по сути известный денежный показатель *EBITDA* [1, 2, 9], т. е. прибыль до выплаты (получения) процентов и налогов из прибыли плюс амортизационные отчисления. Поскольку

$$EBITDA_t = EBIT_t + D_t, \quad (2)$$

где $EBIT_t$ – прибыль до выплаты (получения) процентов и налогов из прибыли (операционная прибыль) в момент t.

Формулу (1) можно упростить:

$$NPV = -I_0 + \sum_{t=1}^{n} \left(EBIT_t(1-T) + D_t\right)\left(1+i_T\right)^{-t} \quad (3)$$

Условия российского налогового законодательства подразумевают отнесение лишь части процентов на расходы организации, поэтому в последней формуле необходима корректировка величины $i_T = i(1-T)$. Согласно п. 1 ст. 269 главы 25 НК РФ предельная величина процентов, признаваемых расходом, принимается равной ставке рефинансирования ЦБ РФ, увеличенной в 1,8 раза, при оформлении долгового обязательства в рублях.

Тогда формула для NPV изменится следующим образом:

$$NPV = -I_0 + \sum_{t=1}^{n} \left(EBIT_t(1-T) + D_t\right)\left(1+i_1(1-T)+i_2\right)^{-t}, \quad (4)$$

где i_1 – предельная величина процентов, признаваемых расходом;

i_2 – величина процентов, не признаваемых расходом в целях налогообложения.

Предельную величину процентов, признаваемых расходом, можно найти как kr, где r – ставка рефинансирования ЦБ РФ, а коэффициент $k = 1{,}8$ в 2013 году. Тогда

$$NPV = -I_0 + \sum_{t=1}^{n} \left(EBIT_t(1-T) + D_t\right)\left(1+kr(1-T)+i-kr\right)^{-t};$$

$$NPV = -I_0 + \sum_{t=1}^{n} \left(EBIT_t(1-T) + D_t\right)\left(1+i-krT\right)^{-t}, \quad (5)$$

где i – процентная ставка по займам, включающая в себя i_1 и i_2.

Чтобы оценить влияние DTD-рычага на NPV высокотехнологичного проекта R&D, будем изменять соответствующие параметры рычага: амортизацию D, ставку налога на прибыль T и коэффициент k. С этой целью рассмотрим следующий пример:

Инвестор оценивает проект R&D с денежным потоком по годам: $I_0 = 2100$ ден. ед., $EBIT_1 = 50$ ден. ед., $EBIT_2 = 250$ ден. ед., $EBIT_3 = 450$ ден. ед. Капитальные вложения складываются из приобретения основных средств, которые амортизируются в течение трех лет линейным методом. Проект полностью финансируется банковским кредитом по ставке i = 5 % годовых. Ставка рефинансирования r = 8,25 %. Таким образом, исследуем проект R&D с

$$NPV = -3D + \frac{EBIT_1(1-T)+D}{1+i-krT} + \frac{EBIT_2(1-T)+D}{(1+i-krT)^2} + \frac{EBIT_3(1-T)+D}{(1+i-krT)^3} \quad (6)$$

Результаты симуляции в Matlab [10] представлены на рис. 1 – 6.

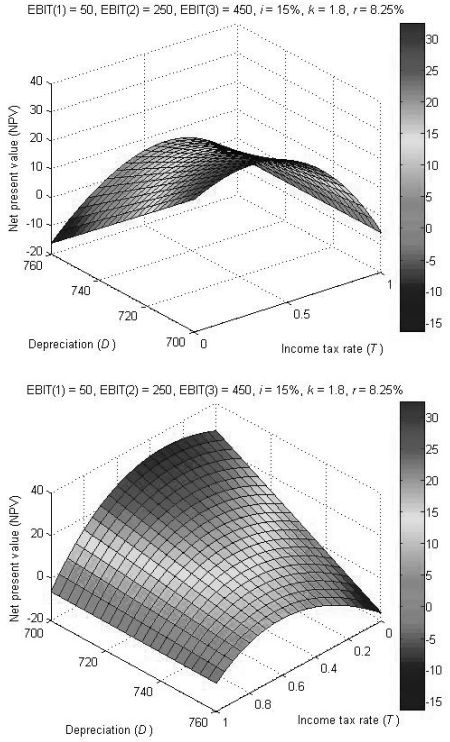


Рис. 1. Влияние изменения амортизации (*D*)

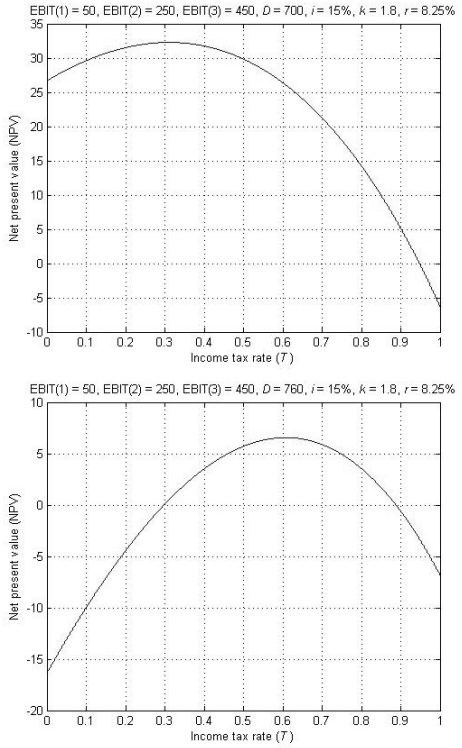


Рис. 2. Влияние изменения амортизации (*D*)

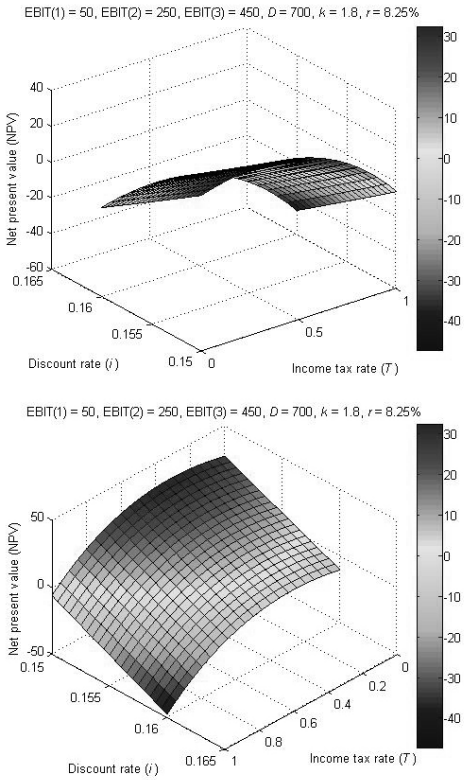


Рис. 3. Влияние изменения процентной ставки по займу (*i*)

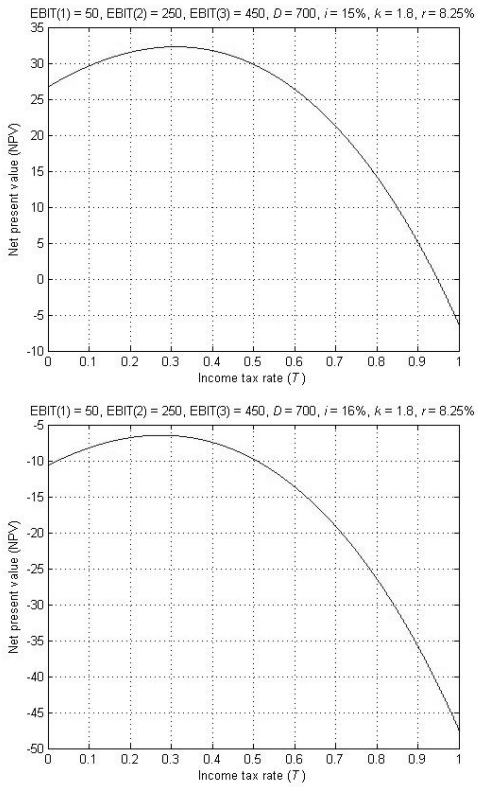


Рис. 4. Влияние изменения процентной ставки по займу (*i*)

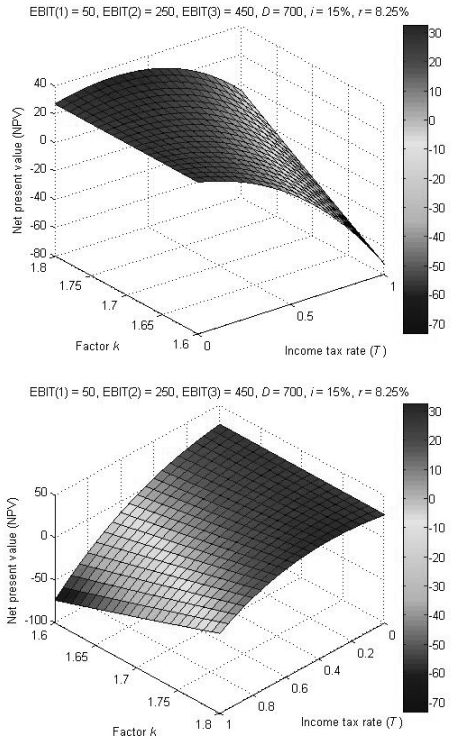


Рис. 5. Влияние изменения коэффициента *k*

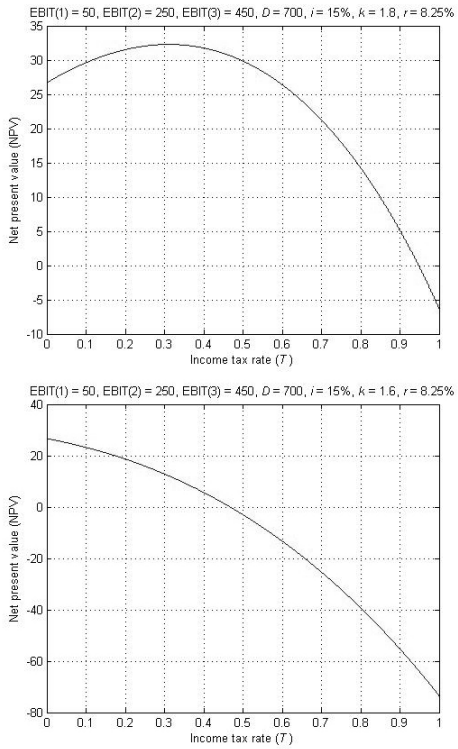


Рис. 6. Влияние изменения коэффициента k

По графикам на рис. 1 – 6 можно сделать следующие выводы:

1. При увеличении амортизации (D) график NPV(T) становится более выпуклым. При этом оптимальная ставка налога на прибыль (T) растет.

2. При увеличении ставки по займу (*i*) график NPV(T) становится менее выпуклым. При этом оптимальная ставка налога на прибыль (T) уменьшается.

3. При увеличении коэффициента включения процентов по займам в расходы организации (*k*) график NPV(T) становится более выпуклым. При этом оптимальная ставка налога на прибыль (T) растет.

4. Наиболее ощутимый параметр DTD-рычага – это амортизация. При незначительном увеличении амортизации график NPV(T) сильно выгибается вверх, а оптимальная ставка налога на прибыль (T) резко возрастает.

5. Указанные зависимости выполняются только для проектов с высокой долей амортизации. Это высокотехнологичные проекты, т. е. инновационные. Например, это могут быть проекты модернизации оборудования, т. е. замены старого парка оборудования на новый. В этом случае все инвестиции (I_0) направляются на покупку нового оборудования. При этом эффект наблюдается лишь при 100%-ом заемном финансировании.

Полученные результаты могут быть полезны финансовым менеджерам и аналитикам компаний, оценивающим и реализующим высокотехнологичные инновационные проекты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Дамодаран А.** Инвестиционная оценка. Инструменты и техника оценки любых активов / А. Дамодаран. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. – 1342 с.

2. **Лимитовский М.А.** Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках: учеб.-практич. пособие. – 4-е изд., перераб. и доп. / М.А. Лимитовский. – М.: «Изд-во Юрайт». 2008. – 464 с.

3. **Acemoglu D.** Introduction to Modern Economic Growth / D. Acemoglu. – Massachusetts Institute of Technology. Department of Economics, 2009. – 1247 p.

4. **Koshelev E**. Corporate Innovative Strategy: Development and Financing / E. Koshelev, Y. Trifonov, S. Yashin. – Saarbrucken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012. – 281 p.

5. Бригхем Ю. Финансовый менеджмент: полный курс / Ю. Бригхем, Л. Гапенски. – СПб.: Экономическая школа, 1999. – 1166 с.

6. **Крушвиц Л.** Инвестиционные расчеты / Л. Крушвиц. – СПб.: Питер, 2001. – 432 с.

7. **Крушвиц Л.** Финансирование и инвестиции / Л. Крушвиц. – СПб.: Питер, 2000. – 400 с.

8. **Крушвиц Л.** Финансирование и инвестиции. Сборник задач и решений / Л. Крушвиц, Д. Шефер, М. Шваке. – СПб.: Питер, 2001. – 320 с.

9. **Рош Дж.** Стоимость компании: От желаемого к действительному / Дж. Рош. – Минск: Гревцов Паблишер, 2008. – 352 с.

10. **Ануфриев И.Е.** MATLAB 7 / И.Е. Ануфриев, А.Б. Смирнов, Е.Н. Смирнова. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 1104 с.

REFERENCES

1. **Damodaran A.** Investment Valuation. Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset, Moscow: Alpina Business Books, 2004.

2. **Limitovsky M.A.** Investment Projects and Real Options in Developing Markets: Teaching and Practical Aid, 4th edn. Moscow: Urait Publishing House, 2008.

3. **Acemoglu D.** Introduction to Modern Economic Growth, Massachusetts Institute of Technology, Department of Economics. 2009.

4. **Koshelev E. Trifonov Y.** and **Yashin S.** Corporate Innovative Strategy: Development and Financing, Saarbrucken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. 2012.

5. **Brigham E.F.** and **Gapenski L.C.** Financial Management, St.-Petersburg: Economicheskaya Shkola. 1993.

6. **Kruschwitz L.** Investment calculation, St.-Petersburg: Piter. 2001.

7. **Kruschwitz L.** Financing and Investment, St.-Petersburg: Piter. 2000.

8. **Schafer D. Kruschwitz L.** and **Schwake M.** Financing and Investment. Problem and Solution Book, St.-Petersburg: Piter. 2001.

9. **Roche J.** The Value of Nothing: Mastering Business Valuations, Minsk: Grevtsov Publisher. 2008.

10. **Anufrief I.E., Smirnov A.B.** and **Smirnova E.N.** Matlab 7, St.-Petersburg: BHV-Petersburg. 2005.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

ТРИФОНОВ Юрий Васильевич – декан экономического факультета, доктор экономических наук, профессор; Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского; 603950, пр. Гагарина, 23, Нижний Новгород, Россия; e-mail: decanat@ef.unn.ru

TRIFONOV Yuriy V. – Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod; 603950, Prospekt Gagarina 23, Nizhni Novgorod, Russia; e-mail: decanat@ef.unn.ru

ЯШИН Сергей Николаевич – заведующий кафедрой управления инновационной деятельностью, доктор экономических наук, профессор; Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева; 603950, ГСП-41, ул. Минина, 24, Нижний Новгород, Россия; e-mail: jashin@52.ru

YASHIN Sergey N. – Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev; 603950, GSP-41, Minina Street 24, Nizhni Novgorod, Russia; e-mail: jashin@52.ru

КОШЕЛЕВ Егор Викторович – доцент кафедры государственного и муниципального управления, кандидат экономических наук, доцент; Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского; 603950, пр. Гагарина, 23, Нижний Новгород, Россия; e-mail: ekoshelev@yandex.ru

KOSHELEV Egor V. – Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod; 603950, Prospekt Gagarina 23, Nizhni Novgorod, Russia; e-mail: ekoshelev@yandex.ru

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 658:006

А.Д. Шадрин

О КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ ОСНОВАХ СТАНДАРТИЗАЦИИ МЕНЕДЖМЕНТА

A.D. Shadrin

ON CYBERNETIC BASIS OF MANAGEMENT STANDARDIZATION

Подчёркивается аналогия между деятельностью живого организма и менеджментом предприятия. Показано, что многочисленные стандарты менеджмента, направленные на устойчивое развитие, основаны на принципах кибернетики.

СТАНДАРТЫ МЕНЕДЖМЕНТА, РЫНОК, СВОБОДА, САМООРГАНИЗАЦИЯ, ПОТРЕБНОСТИ, УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ.

Emphasized analogy between alive organism activities and management of enterprise. It is shown, that numerous standards of management aimed at sustainable development are based on cybernetics principles.

STANDARDS OF MANAGEMENT, MARKET, FREEDOM, LOOPING EXECUTION, SELF-ORGANIZING SYSTEM, REQUIREMENTS, SUSTAINABLE DEVELOPMENT.

Не существует законов развития, богом данных специально для них и для нас. Законы общие, на всех одни. Правда, их проявление в жизни редко когда совершается сходно. Один закон земного притяжения действует на гирю и на пращу, но как они различно ему подчиняются в одних и тех же условиях воздушной среды.

В. Тендряков

Принципы и проблемы стандартов менеджмента

В течение последних 10–15 лет за рубежом, у нас в стране, и в международных организациях, прежде всего в ИСО, появляются всё новые и новые стандарты менеджмента. В этих стандартах публикуются требования и рекомендации в отношении управления организациями самых разных отраслей – образования, муниципального управления, энергетики, нефтедобычи, железнодорожного транспорта, телекоммуникаций, информационных технологий, метрологии, лабораторной практики, автомобилестроения, пищевой, медицинской, оборонной промышленности и других. В европейских странах разработаны и применяются национальные стандарты менеджмента инноваций, определённые шаги в этом направлении сделаны и в России [1].

В значительной части стандартов менеджмента прямо или косвенно используется концепция (а порой и структура) стандарта ИСО 9001 в редакции 2000 – 2008 годов [2].

Сама идея стандартизации менеджмента достаточно проста. Она состоит в том, что в мире существует немало успешных предприятий[1], принципы и методы управления этих

[1] Стандарты серии 9000 применяют термин «организация». В статье, в этом смысле, применяется термин «предприятие», поскольку «организация» в русском языке означает ещё и деятельность по упорядочиванию чего-либо.

предприятий известны специалистам и многократно описаны. Кибернетика давно установила, что все системы управления сложными объектами изоморфны. Поэтому известные принципы успешного менеджмента предприятия вполне могут и должны быть описаны в стандарте[1] или ряде стандартов.

После появления стандартов ИСО серии 9000 в редакции 2000 не было объективной необходимости разрабатывать другие международные и национальные стандарты в области менеджмента, поскольку концепция стандартов ИСО серии 9000 является универсальной, не налагает никаких ограничений на разумные действия предприятия и даже стимулирует такие действия, требуя от предприятия постоянного улучшения. Недаром концепция, структура и содержание ИСО 9001 практически не изменились за 13 лет.

При этом никто не мешал и не мешает предприятию, руководствуясь только принципами ИСО 9000 [3] и требованиями ИСО 9001, применить к своей системе менеджмента требования или рекомендации, сформулированные, например, в ИСО/ТС 16949 [4], ИСО 13485 [5], ИСО/ТС 29001 [6] и многие другие методы, известные из теории и практики менеджмента, возможно, ещё не описанные в каких-либо стандартах, но которые предприятие считает для себя целесообразными. Именно так поступали и поступают разумные специалисты на различных предприятиях.

Вместе с тем авторы некоторых национальных и (реже) международных стандартов менеджмента порой, подобно известному жителю Крайнего Севера, являются «писателями, а не читателями», т. е. не анализируют и не используют концепции и даже терминологию уже действующих стандартов. В частности, поэтому практика применения стандартов менеджмента оставляет желать лучшего [7 – 9]. Но это не главная причина неудач с применением указанных стандартов.

Главная причина неудач состоит в том, что в мире господствуют рынок и свобода[2]. Причём обычно считается, что и рынок, и свобода несут благо для общества, а стандарт рассматривается как ограничитель и свободы, и рынка. Формально это так и есть, но, по существу, это ошибка.

Свобода и рынок понятия многогранные, и они не могут быть исчерпывающе рассмотрены в статье, посвящённой менеджменту и стандартизации. Поэтому далее будут отмечены только некоторые аспекты свободы и рынка, которые непосредственно касаются рассматриваемой темы – менеджмента на основе стандартов.

Стандартизация и свобода

Английский дипломат и философ, ведущий теоретик по вопросам свободы И. Берлин отмечал: «Полная свобода для волков оборачивается смертью ягнят… Свободу… бывает нужно урезать, чтобы увеличить общее благосостояние» [10].

А.И. Солженицын в своей известной работе «Как нам обустроить Россию?», помимо прочего отмечал, что «Устойчивое общество может быть достигнуто не на равенстве сопротивлений (т. е. не на свободной конкуренции – примечание *А.Ш.*), а на сознательном самоограничении».

Академик А.Д. Сахаров подчёркивал важность достижения равновесия в мире. «Отсутствие равновесия очень опасно: ту сторону, которая ощущает себя сильнее, оно может толкнуть на скорейшее использование собственного временного преимущества, а более слабую сторону оно может толкнуть на авантюристические, отчаянные шаги, чтобы использовать время, пока преимущество противника не слишком велико» [11].

Специалист по лингвистике Э. Бенвенист отмечает, что слово «свобода» в разных языках связано не с отсутствием ограничений, а с названиями поселений (в русском, вероятно, – со «слободой»), с «принадлежностью». Первоначальным значением слова «свободный» оказывается не «избавленный от чего-либо», а

[1] Напомним, что стандарт это документ, направленный на достижение оптимальной степени упорядоченности в определенной области… (ГОСТ 1.1-2002. Межгосударственный стандарт. Межгосударственная система стандартизации. Термины и определения)

[2] Эти два аспекта жизни общества связаны: говоря «рынок», мы зачастую подразумеваем «свободу» и наоборот.

«принадлежащий к этнической группе». Свободен член общины, «эта принадлежность дает человеку привилегии, которых никогда не имеет раб и чужестранец» [12].

По известной классификации А. Маслоу, «принадлежность» действительно является одной из имманентных потребностей человека, а вот свободы среди таких потребностей нет.

Другое дело, что «свобода» в русском языке имеет множество значений и одно из них – противоположность рабству или тюрьме; такая «свобода» в обществе действительно объективно необходима, и эта «свобода» в статье не рассматривается.

Академик Ю.С. Пивоваров в одной из публичных лекций отмечал: «Только когда в стране прописаны – и выполняются – права и обязанности людей, тогда в стране есть свобода» [13]. Подобную оговорку в отношении «свободы» вслед за Гегелем[1] делают многие авторы и словари. При этом возникает ряд естественных вопросов.

Прежде всего: «свобода» ли нужна человеку и обществу для благополучия или всё-таки на самом деле людям нужны установленные (прописанные и достижимые) права наряду с установленными (прописанными и выполняемыми) обязанностями[2]?

Не «волки» ли в обществе, состоящем, в большинстве своём, из «овец», во все времена ставят свободу на одно из главных мест среди человеческих ценностей? Ведь мало кто читал работы Э. Бенвениста и Гегеля и понимает, что свобода, это не возможность делать то, что хочется, а дисциплинирующее знание и принадлежность к тому или иному сообществу людей.

И не «волки» ли, возглавляющие сегодня различные организации, порой препятствуют применению стандартов менеджмента, предпочитая имитацию инновационности и «потёмкинскую деревню», которые позволяют получить дополнительное финансирование или сертификат соответствия на систему? Ведь в условиях реального действия стандарта функция руководителя тоже прописана. В соответствии с законом У.Р. Эшби о необходимом разнообразии руководитель является частью системы, и ему тоже надо нести ответственность. А в условиях «свободы» можно управлять «овцами» «по понятиям».

Не является ли «свобода», по существу, такой же фигурой речи, как, например, «обеспечение качества» (см. [16])? Ведь «абсолютная» свобода человека, живущего среди людей, так же невозможна, как «абсолютное» качество продукции, которую произвели люди, а не боги.

Что касается реальных результатов свободного рынка, ни для кого не секрет, что рынок не только «регулятор» (что, безусловно, верно), но и место, где постоянно и во все времена, одновременно осуществляется обмен и обман.

Лауреаты Нобелевской премии Д. Акерлоф, М. Спенс и Д. Стиглиц около 40 лет тому назад показали: свободный конкурентный рынок сам по себе не обеспечивает ни высокого качества, ни благополучия. На рынке имеет место асимметричность информации: производителю и потребителю доступна различная информация о продукции, тем более о новой продукции. Потребитель в принципе не может хорошо разбираться во всех, существенных для него, свойствах продукции (т. е. в её качестве). Эта неопределённость и асимметричность информации субъектов рынка даже в условиях цивилизованной конкуренции и свободы приводят к тому, что продукция плохого качества вытесняет с рынка продукцию лучшего качества, и реальное благополучие всех членов общества падает [17]. И жители России, к сожалению, уже лет двадцать могут наблюдать такого рода факты в самых разных областях жизни общества.

Свобода и самоорганизация

В цитированной выше работе И. Берлин, говоря о свободе, также отмечал: «Представление о гармоничном единстве, когда все блага будут сосуществовать, представляется мне

[1] «Свобода как идеальность непосредственного и природного не есть непосредственное и природное, но, напротив того, сперва нужно заслужить и приобрести ее, а именно посредством бесконечного воспитания, дисциплинирующего знание и волю» [14].

[2] Ведь очевидно, что Библия, Коран, Тора, Упанишады, Ганжур – это всё стандарты по широкому кругу важнейших вопросов жизни людей. Причём «Глубинное ядро одной религии ближе к глубинному ядру другой, чем к своей собственной поверхности» [15].

не только недостижимым, но и концептуально непоследовательным; я не знаю, что значит подобного рода гармония. Некоторые Великие Блага не могут жить вместе».

Понятно, что в этом отрывке уважаемый автор говорит об обществе, и он на сегодняшний день, скорее всего, прав. Вместе с тем область гармоничного единства на Земле существует. Есть основания предполагать, что все «Великие Блага» сосуществуют в человеке, точнее – в организме человека.

Как известно, человеческий организм с его способностью воспринимать, хранить, перерабатывать информацию и поддерживать самого себя на всех этапах развития науки является эталоном для любой системы. Именно на этом принципе возникла кибернетика, как наука об оптимальном управлении.

Фундаментальными идеями кибернетического подхода стали идеи цикличности, обратной связи и самоорганизации [18]. Эти идеи являются основой концепции стандартов ИСО серии 9000 и «лежат на поверхности» в опубликованных стандартах менеджмента. Во всех этих стандартах, в том или ином виде регламентируется методика реализации цикла Plan-Do-Check-Act.

В стандарте [19] сформулирована концепция устойчивого развития (sustainable development)[1]. В этом стандарте, в частности, предлагается включать в системы менеджмента качества блок инноваций, и это правильно, поскольку инновационная составляющая служит поддержанию конкурентоспособности (читай – существования) организации. Причём в ИСО 9004 разделяются улучшения (improvement), о которых неоднократно говорится как об обязательном элементе менеджмента качества в ИСО 9001 и инновации (innovation).

Таким образом, хотя стандартизация, очевидно, связана со стабилизацией лучшего из достигнутого, а инноватика – также очевидно – связана со стремлением к обновлению, это две тесно связанные области деятельности. Точнее, они должны быть связаны в каждой организации, если данная организация (от отдельного предприятия до государства) стремится к реальному долгосрочному поддержанию своей деятельности в условиях конкуренции.

Приведём высказывания двух крупнейших физиологов в отношении особенностей управления организмом человека.

Академик И.П. Павлов в своей знаменитой лекции «О русском уме» в 1918, помимо прочего отмечал: «То, что мы называем свободой, то у нас на физиологическом языке называется раздражением то, что обычно зовется дисциплиной – физиологически соответствует понятию «торможение». И оказывается, что вся нервная деятельность слагается из этих двух процессов – из возбуждения и торможения. И, если хотите, второе имеет даже большее значение. Раздражение – это нечто хаотическое, а торможение вставляет эту хаотичность в рамки».

Таким образом, торможение (упорядоченность, стандартизация) выполняет необходимые, естественные, имманентные живой природе функции.

«Правильное» понимание стандартизации поясняется, например, бесспорным тезисом о том, что сам человек стандартен. Отклонение от стандарта в организме человека означает болезнь. Очевидно, что этот стандарт «написан» Мастером (хотя его имя точно не известно) и не ограничивает свободу деятельности, а допускает (и даже предполагает!) безграничное разнообразие: двух одинаковых людей нет.

Фактически о «стандартизации» говорит Л.Н. Толстой: «Все счастливые семьи похожи друг на друга, каждая несчастливая семья несчастна по-своему». По этому поводу теперь можно сказать, что во всех счастливых семьях мужчины, женщины и дети действуют изоморфно – в соответствии с объективными законами управления сложными системами. А несчастны все по-своему, поскольку способов нарушения законов управления гораздо больше, чем самих законов.

Важно, что такие результаты «раздражения», как свобода слова, демократия, рынок, государство, система образования, религиозные конфессии и постулаты, наука, искусство, спорт и многое другое − «выдуманы» людьми. Строго говоря, люди могут существовать и без всего пере-

[1] М.Б. Игнатьев считает, что более точный перевод этого термина – «поддерживающее развитие» [19].

численного. Эти аспекты в целом делают нашу жизнь разнообразной и интересной.

А вот такой результат «торможения», как стандарт, заложен природой и делает существование человека и общества возможным[1].

Но этим назначение стандартизации в живой природе и в менеджменте не ограничивается.

Академик Н.П. Бехтерева в одной из своих книг писала: «В человеческом мышлении легко завоевывают себе место стереотипы. Да и жить они существенно помогают: не надо каждый раз заново решать стандартные задачи. Стереотипное мышление – базис для нестереотипного, как бы высвобождение для него пространства и времени. Стереотипное мышление – уже решенная мыслительная операция, нестереотипное – решение по большему или меньшему количеству известных опорных данных» [20].

Очевидно, что абсолютно те же функции выполняет (точнее, должен выполнять при надлежащем применении) стандарт: он высвобождает ресурсы предприятия от решения рутинных (уже много раз успешно решенных другими предприятиями) задач для решения задач новых, нестереотипных, связанных с изменением окружающей среды.

Самоорганизация и стандарты менеджмента

Не опираясь на «стандартное», ни человек, ни предприятие не может быть ни инновационным, ни успешным.

Аналогия между деятельностью живого организма и менеджментом предприятия достаточно распространена в работах известных специалистов. Приведём три мнения.

И. Адизес: «Организации имеют свои жизненные циклы: они рождаются и развиваются, и, если их руководство не знает, что делать дальше, они стареют и умирают» [21].

Д. Коллинз: «Для действительно великой компании прибыль и поток денежных средств становятся, как кровь и вода для здорового организма: они абсолютно необходимы для жизнедеятельности, но они не являются сутью жизни» [22].

П. Друкер: «Характерным свойством инноватора является способность объединить в систему то, что другим представляется несвязанным набором разрозненных элементов» [23].

Отметим также, что мейнстрим мировой инновационной мысли говорит о «тройной спирали (университеты – предприятия – государство)», являющейся очевидной аналогией инновационной системы с живым организмом и экосистемой, в которой все элементы, сохраняя свою независимость, поддерживают друг друга, а гармонизация взаимоотношений между отдельными ветвями спирали ведёт к достижению их единой цели [24].

Плодотворной является аналогия предприятия с живым организмом в изучении природы инновационной деятельности. Причина стремлений людей к новому совсем не очевидна. Ведь новое не всегда приятно и полезно для человека, оно таит в себе и неприятные неожиданности. Известно: инновационный бизнес – наиболее рискован, инноваторы чаще терпят неудачи, чем добиваются успеха, а иногда и погибают в поисках нового. Недаром, существуют точки зрения – «лучшая новость – это отсутствие новостей», и большинство во все времена предпочитает «мириться со знакомым злом».

По-видимому, лучшую разгадку тяги людей к новому дал Стив Джобс, сказавший, что смерть – это самое лучшее изобретение жизни. Очевидно, источник инноваций – внутри природы человека. Стремясь к новому, человек, даже не отдавая себе в этом отчёта, стремиться избежать смерти или, по крайней мере, отодвинуть её. Недаром большим успехом на рынке пользуется инновационная (и не только) продукция, позволяющая людям сохранить здоровье и эффективно использовать время (которое и есть жизнь) [25].

Сущностью стандартов менеджмента является рациональная организация информационных потоков на предприятии. Стандарты менеджмента представляют собой программы, написанные не для ЭВМ, а для людей [26, 27]. Да, люди никогда не будут работать так же чётко и однозначно, как ком-

[1] Представим себе, что почки, лёгкие или лейкоциты в организме не хотят подчиняться стандарту, а хотят быть свободными…

пьютеры. Хотя иногда именно это и требуется. Но люди должны работать лучше, чем компьютеры, потому что в их тезаурусе (должно быть) записано гораздо больше стандартных программ, чем у компьютера.

Перефразируя Л.Н. Толстого, можно сказать, что все успешные организации похожи друг на друга – они выполняют известные (хотя порой ещё не написанные) стандарты, а каждая неуспешная, идущая «своим путём» организация, неуспешна посвоему.

В заключение следует отметить, что, несмотря на определённые недостатки и противоречия в текстах, появление большого количества отраслевых стандартов менеджмента – факт, скорее, положительный, поскольку это, с одной стороны, подтверждает эффективность концепции стандартизации менеджмента (и стандарта ИСО 9001, прежде всего) с другой стороны, популяризирует идею стандартизации менеджмента и порождает надежду на то, что количество стандартов менеджмента перейдёт в качество экономики и благосостояния людей.

Полученные результаты могут быть полезны финансовым менеджерам и аналитикам компаний, оценивающим и реализующим высокотехнологичные инновационные проекты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 1. ГОСТ Р 54147–2010. Стратегический и инновационный менеджмент. Термины и определения.

2. ИСО 9001:2008. Международный стандарт. Системы менеджмента качества. Требования (Для целей статьи – аналог: ГОСТ ISO 9001:2011. Межгосударственный стандарт. Системы менеджмента качества. Требования).

3. ИСО 9000:2000. Международный стандарт. Системы менеджмента качества. Общие положения и словарь. (Аналог: ГОСТ ISO 9000:2011. Межгосударственный стандарт. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь).

4. ИСО/ТС 16949:2009. Техническая спецификация. Системы менеджмента качества Особые требования по применению ИСО 9001:2008 для организаций – производителей серийных и запасных частей для автомобильной промышленности.

5. ИСО 13485:2012. Медицинская техника – Системы менеджмента качества – Требования к регулированию.

6. ИСО/ТС 29001:2010. Техническая спецификация. Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленность. Отраслевые системы менеджмента качества. Требования к организациям, поставляющим продукцию и услуги.

7. **Конти Т.** Качество: упущенная возможность? М.: Стандарты и качество, 2007.– 213 с.

8. **Шадрин А.Д.** О причинах низкой эффективности применения ИСО серии 9000 // Стандарты и качество. 2009. № 2. – С. 48.

9. **Конарева Л.А**. Делать хорошо то, что следует делать // Стандарты и качество. 2013. № 2. – С. 66-72.

10. **Берлин И.** Подлинная цель познания. Избранные Эссе. – М.: Канон+, 2002 – 800 с.

11. **Сахаров А.Д.** Интервью. Звезда. 1991. № 5. – С. 140-143.

12. **Бенвенист Э..** Общая лингвистика. – М.: Книжный дом «Либроком», 2010. С. 356.

13. ТВ канал «Культура». Программа «Академия». 16.02.2011.

14. **ГегельВ.** Философия истории // Сочинения. Т. VIII. М., 1935. – С. 40.

15. **Померанц Г.С., Миркина З.А.** Великие религии мира. – М.: Издательский дом Международного университета в Москве, 2006. – 256 с.

16. **Филатов И.Н., Шадрин А.Д.** Некоторые особенности обеспечения качества в России // Качество. Инновации. Образование. 2012. № 1. – С. 30.

17. **George A.A.** The Market for «Lemons»: Quality Uncertainty and the Market Mechanism // The Quarterly Journal of Economics. August 1970. Vol. 84. P. 488 – 500.

18. **Игнатьев М.Б.** Кибернетическая картина мира. Теория сложных систем: учебное пособие. – СПб.: ГУАП, 2011. – 448 с.

19. ИСО 9004. Международный стандарт. Менеджмент для достижения устойчивого успеха организации. Подход на основе менеджмента качества.

20. **Бехтерева Н.П.** Магия мозга и лабиринты жизни. – СПб.: Сова, 2010. – 383 с.

21. **Адизес И.** Управление жизненным циклом корпорации. – СПб.: Питер. 2008.

22. **Коллинз Д.** От хорошего к великому. – СПб.: Стокгольмская школа экономики в Санкт-Петербурге. 2001. 280 с.

23. Цит. по: Душенко К.В. Универсальный цитатник бизнесмена и менеджера. – М.: ЭКСМО. 2003. 636 с.

24. **Ицковиц** Тройная спираль. Университеты – предприятия - государство. Инновации в действии. – Томск: Изд-во Томск. Гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2010. – 238 с.

25. **Винницкая Н.Ю., Шадрин А.Д.** О психологической характеристике инноватора //XL Неделя науки СПбГПУ: Материалы международной научно-практической конференции. Ч. XVII. – СПб Изд-во Политехнического ун-та, 2011. – С. 29.

26. **Матюшин В.А., Шадрин А.Д.** Менеджмент качества и «электронная нервная система» Билла Гейтса // Стандарты и качество. 2003. № 4. С. 77.

27. **Крюков И.Э., Шадрин А.Д.** Эффективный менеджмент на основе международных стандартов и автоматизации // ББ-Управленческий учет. Алматы: Издательский дом «БИКО». 2006. 32 с.

REFERENCES

1. GOST R 54147 - 2010. Strategicheskiy i innovatsionnyy menedzhment. Terminy i opredeleniya.

2. ISO 9001: 2008. Mezhdunarodnyy standart. Sistemy menedzhmenta kachestva. Trebovaniya (Dlya tseley stati - analog: GOST ISO 9001:2011. Mezhgosudarstvennyy standart. Sistemy menedzhmenta kachestva. Trebovaniya).

3. ISO 9000: 2000. Mezhdunarodnyy standart. Sistemy menedzhmenta kachestva. Obshchiye polozheniya i slovar. (Analog: GOST ISO 9000:2011. Mezhgosudarstvennyy standart. Sistemy menedzhmenta kachestva. Osnovnyye polozheniya i slovar).

4. ISO / TS 16949: 2009. Tekhnicheskaya spetsifikatsiya. Sistemy menedzhmenta kachestva Osobyye trebovaniya po primeneniyu ISO 9001:2008 dlya organizatsiy-proizvoditeley seriynykh i zapasnykh chastey dlya avtomobilnoy promyshlennosti.

5. ISO 13485: 2012. Meditsinskaya tekhnika – Sistemy menedzhmenta kachestva – Trebovaniya k regulirovaniyu.

6. ISO / TS 29001: 2010. Tekhnicheskaya spetsifikatsiya. Neftyanaya, neftekhimicheskaya i gazovaya promyshlennost. Otraslevyye sistemy menedzhmenta kachestva. Trebovaniya k organizatsiyam, postavlyayushchim produktsiyu i uslugi.

7. **Konti T.** Kachestvo: upushchennaya vozmozhnost? – M.: Standarty i kachestvo, 2007. – 213 s.

8. **Shadrin A.D.** O prichinakh nizkoy effektivnosti primeneniya ISO serii 9000 // Standarty i kachestvo. 2009. № 2. – S. 48.

9. **Konareva L.A.** Delat khorosho to, chto sleduyet delat // Standarty i kachestvo. 2013. № 2. – S. 66-72.

10. **Berlin I.** Podlinnaya tsel poznaniya. Izbrannyye Esse. – M.: Kanon+, 2002 – 800 s.

11. **Sakharov A.D.** Intervyu. Zvezda. 1991. № 5. – S. 140-143.

12. **Benvenist E.** Obshchaya lingvistika. – M.: Knizhnyy dom «Librokom», 2010. S. 356.

13. TV kanal «Kultura». Programma «Akademiya». 16.02.2011.

14. **Gegel G.V.** Filosofiya istorii // Sochineniya. T. VIII. M., 1935. – S. 40.

15. **Pomerants G.S., Mirkina Z.A.** Velikiye religii mira. - M.: Izdatelskiy dom Mezhduna-rodnogo universiteta v Moskve, 2006. – 256 s.

16. **Filatov I.N., Shadrin A.D.** Nekotoryye osobennosti obespecheniya kachestva v Rossii // Kachestvo. Innovatsii. Obrazovaniye. 2012. № 1. S. 30.

17. **George A.A.** The Market for «Lemons»: Quality Uncertainty and the Market Mechanism // The Quarterly Journal of Economics, August 1970, v.84, p. 488-500.

18. **Ignatyev M.B.** Kiberneticheskaya kartina mira. Teoriya slozhnykh sistem: uchebnoye posobiye. – SPb.: GUAP, 2011. – 448 s.

19. ISO 9004. Mezhdunarodnyy standart. Menedzhment dlya dostizheniya ustoychivogo uspekha organizatsii. Podkhod na osnove menedzhmenta kachestva.

20. **Bekhtereva N.P.** Magiya mozga i labirinty zhizni. – SPb.: Sova, 2010. – 383 s.

21. **Adizes I.** Upravleniye zhiznennym tsiklom korporatsii. – SPb.: Piter. 2008. – S. 30.

22. **Kollinz D.** Ot khoroshego k velikomu. – SPb.: Stokgolmskaya shkola ekonomiki v Sankt-Peterburge. 2001. 280 s.

23. Tsit. po: Dushenko K.V. Universalnyy tsitatnik biznesmena i menedzhera. – M.: EKSMO. 2003. 636 s.

24. **Itskovits G.** Troynaya spiral. Universitety – predpriyatiya - gosudarstvo. Innovatsii v deystvii. – Tomsk: Izd-vo Tomsk. Gos. un-ta sistem upr. i radioelektroniki, 2010. – 238 s.

25. **Vinnitskaya N.Yu., Shadrin A.D.** O psikhologicheskoy kharakteristike innovatora //KhL Nedelya nauki SPbGPU: Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Ch. XVII. – SPb Izd-vo Politekhnicheskogo un-ta, 2011. – S. 29.

26. **Matyushin V.A., Shadrin A.D.** Menedzhment kachestva i «elektronnaya nervnaya sistema» Billa Geytsa // Standarty i kachestvo. 2003, № 4, s. 77.

27. **Kryukov I.E., Shadrin A.D.** Effektivnyy menedzhment na osnove mezhdunarodnykh standartov i avtomatizatsii // Upravlencheskiy uchet. Almaty. Izdatelskiy dom «BIKO». 2006.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

ШАДРИН Александр Давыдович – доктор технических наук, профессор; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: sigmads@yandex.ru

SHADRIN Alexander D. – Department of processes management, Institute of Information Technology and Management, St. Petersburg State Polytechnical University, professor. 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: sigmads@yandex.ru

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 005.8:65.012.123

А.Е. Итс, А.В. Сурина

УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫМИ ПРОЕКТАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОДХОДА У.Р. ЭШБИ

A.E. Its, A.V. Surina

INNOVATION AND PROJECT MANAGEMENT USING APPROACH W.R. ASHBY

Рассмотрена возможность использования подхода У.Р. Эшби для управления инновационными проектами. Предложена методика выбора руководителя проекта, изложены основные принципы её применения.

УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫМИ ПРОЕКТАМИ, ЗАКОН НЕОБХОДИМОГО РАЗНООБРАЗИЯ, РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЕКТА, ИННОВАЦИОННАЯ СФЕРА, РАЗНООБРАЗИЕ.

The article discusses the approach W.R. Ashby for the management of innovative projects. Method of selection of the project manager is suggested, the basic principles of its application is stated.

PROJECT MANADGMENT, LAW OF REQUISITE VARIETY, PROJECT MANAGER, INNOVATION SPHERE, MULTIPLICITY.

В современном мире сложность систем управления быстро возрастает. Это говорит о том, что органу управления необходимо увеличивать степень своей сложности, чтобы иметь возможность управлять такими системами. Инновационные системы наиболее сложны вид систем управления. Это объясняется тем, что в таких системах одним из основных элементов являются люди, в процессе взаимодействия которых друг с другом и с окружающей средой возникает неопределенность, характерная для инновационной деятельности.

В данной статье под системой управления подразумевается инновационная система как искусственно создаваемый комплекс элементов, предназначенный для решения сложной организационной, экономической, технической задачи [1]. При управлении проектами формируется определенная цель (организационная, экономическая, техническая задача), для достижения которой формируется команда проекта, выделяются ресурсы, определяются сроки (искусственно создаваемый комплекс элементов). Такой подход к управлению проектами опирается на закон необходимого разнообразия, сформулированный Уильямом Россом Эшби в книге «Введение в кибернетику». Этот закон звучит так: только разнообразие может уничтожить разнообразие [2]. Переформулируем его для управления системой: оптимальное управление сложной системой может быть достигнуто только органом управления, степень сложности которого будет не меньше сложности самой системы.

Эшби выделяет основные объекты регулирования и связи между ними (рис. 1): Здесь: *T* – объект регулирования; *D* – множество возмущений, которые могут влиять как прямо, так и косвенно на объект регулирования.

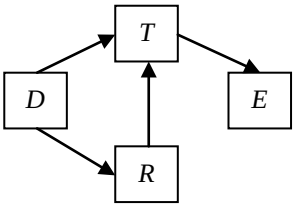


Рис. 1. Схема отношений основных объектов регулирования

При их возникновении в случае бездействия регулятора *R*, они начинают угрожать правильному функционированию объекта. Значение *E* соответствует «исходам», которые представляют собой результаты функционирования объекта регулирования; только некоторая их часть является допустимой для рассматриваемой системы. Поэтому регулятор R воздействует на объект в зависимости от возмущений *D*, так чтобы значения E попадали в допустимый предел [3].

Существуют ситуации, когда регулятор R не оказывает никакого воздействия на объект, т.е. не предпринимаются никакие корректирующие действия, что может привести к разрушению системы, так как значения *E* могут начать выходить за рамки допустимого предела.

В схему на рис. 1 необходимо ввести управляющее устройство *C*, которое будет выбирать определенный «исход» в качестве желаемого (рис.2).

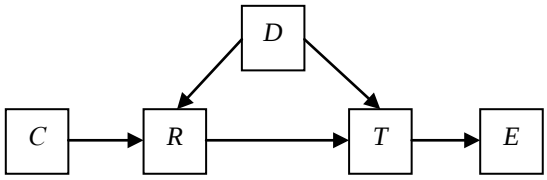


Рис. 2. Схема отношений объектов регулирования с управляющим устройством.

В данной схеме управляющее устройство *C* посылает сигнал, который преобразуется в регуляторе R и выводит некое значение *E*. Одновременно с этим существует возмущающее воздействие D из окружающей среды, которое может исказить посылаемый сигнал. Тогда регулятор *R* как орган управления системой уменьшает воздействие *D* на посылаемый сигнал *C*.

Если рассматривать данную схему с точки зрения инновационной деятельности, то описание данных блоков может быть представлено следующим образом [4]: *D* – возмущения, которые влияют на инновационный проект, как внешние, так и внутренние; *R* – руководитель проекта, принимающий решения в зависимости от *C* и *D*; *C* – планируемый результат; *E* – фактический достигнутый результат выполнения инновационного проекта.

В начале любого инновационного проекта определяются цели, задачи и желаемые результаты, т.е. «исходы» рассматриваемой системы, которые необходимо получить по окончанию проекта, другими словами, определяется значение *C*.

В процессе реализации проекта, из-за наличия возмущений *D* фактические результаты могут отклоняться от желаемых. Внешними возмущениями для инновационной деятельности, в первую очередь, является потребность рынка в предлагаемой продукции или услуге. К внутренним возмущениям можно отнести все риски, которые относятся к реализации проекта, такие как риск срыва сроков финансирования, риск не реализуемости идеи и др.

Руководитель проекта (регулятор *R*), обязан своевременно реагировать на возмущения и предпринять необходимые меры по устранению отклонений, которые возникают в процессе реализации проекта. Также руководителю проекта необходимо учитывать отклонения от запланированных промежуточных результатов. Поэтому необходимо ввести в предлагаемую схему ещё одно воздействие – обратную связь, которая будет позволять руководителю проекта *R* учитывать при принятии решения значения фактических результатов *E*.

В процессе управления объектом регулирования (инновационным проектом) T учитываются мероприятия, которые были предложены руководителем проекта, что позволяет достичь поставленных целей и уменьшить воздействия внешних и внутренних возмущений.

На рис. 3 представлена схема, учитывающая обратную связь:

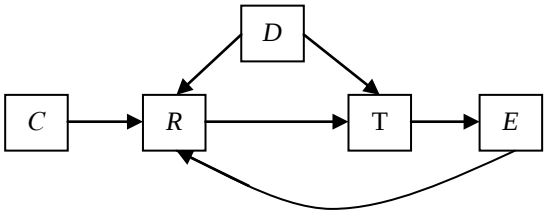


Рис. 3. Схема отношений объектов регулирования с управляющим устройством и с обратной связью

В итоге полученный конечный результат *E*

может как соответствовать запланированному результату *C*, так и иметь некие отклонения от него. Величина расхождения между этими результатами характеризует качество выполнения проекта, а именно эффективность работы руководителя проекта.

Если руководитель проекта имеет степень своей сложности не меньше сложности самого проекта, т. е. разнообразие решений, принимаемых руководителем проекта, должно быть больше разнообразия проблем, которые могут возникнуть в процессе реализации проекта, то возможны совпадение или незначительные отклонения фактического от желаемого результата проекта.

Следовательно, для того чтобы фактические результаты не выходили за рамки допустимых пределов, необходимо следовать не только плану, разработанному на начальном этапе, но и реагировать по обстановке, учитывая локальную информацию [5].

Кроме того, любой инновационный проект уникален, поэтому «правильные» решения для одного проекта, при тех же проблемах, возмущениях и условиях могут не произвести никакого положительного эффекта, но и нанести вред.

Следовательно, уровень «сложности» управления проектом должен либо соответствовать уровню «сложности» проекта, либо превышать его.

«Сложность» проекта необходимо рассматривать в зависимости от принадлежности его к одной из следующих типологических групп: монопроект, мультипроект и мегапроект.

В свою очередь каждая типологическая группа описывается с точки зрения уровня «сложности» следующими основными группами параметров:

P1 – масштабность: уровень достижимости целей, сроки проекта, объем работ и др.

P2 – материальные ресурсы: уровень обеспеченности материальными ресурсами *k*-го вида, $k \epsilon 1,..,5$.

P3 – человеческие ресурсы: уровень компетенций членов команды проекта.

P4 – предметная область проекта.

Таким образом, уровень «сложности» проекта можно представить следующим образом: $F_{cn}^{l} = \{P_1, P_2, P_3, P_4\}$, – уровень «сложности» проекта *l*-го типа, где $l \epsilon 1,..,3$.

Уровень «сложности» управления проектом зависит от индивидуальных характеристик руководителя проекта, которые предлагается описывать следующими группами параметров:

M1 – опыт реализации проектов: общее количество проектов, в том числе и успешных.

M2 – опыт реализации проектов в конкретной предметной области.

M3 – уровень компетенций: образование кандидата, уровень его знаний, применимость его знаний для управления проектами.

M4 – мотивированность: личная заинтересованность кандидата в реализации данного проекта.

Тогда уровень «сложности» управления проектом будет представлен:

$F_{cyn}^{l} = \{M_1, M_2, M_3, M_4\}$, – это уровень «сложности» управления проектом *l*-го типа, где $l \epsilon 1,..,3$.

Предлагается использовать предложенный критерий «сложности» для сравнения уровней «сложности» проекта и управления проектом.

Для расчета критерия используется метод определения интегральных значений, позволяющий получить обобщенные числовые характеристики по группам исходных показателей, по формулам:

$$m^l = \sum_{1}^{4} P_i \alpha_i,$$

где P_i – значение *i*-ого параметра у проекта *l*-ого типа; α_i – весовой коэффициент P_i-ого параметра.

$$m_j = \sum_{i=1}^{n} M_i \alpha_i,$$

где, M_i – значение параметра у *j*-ого кандидата; α_i – весовой коэффициент M_i-ого параметра.

В частности, полученные при расчете значения критерия «сложности» проекта и управления проектом начают:

$m^l - m_j \leq 0$ => уровень «сложности» управления проектом превышает уровень «сложности» проекта;

$m^l - m_j > 0$ => уровень «сложности» управления проектом меньше уровня «сложности» проекта.

Таблица 1

Весовые коэффициенты, выделенных групп параметров

Группа параметров	Общий ранг	Весовой коэффициент
Для «сложности» проекта:		
Предметная область проекта, специфика отрасли	1	0,34
Масштабность	2	0,31
Человеческие ресурсы	4	0,16
Материальные ресурсы	3	0,19
Для «сложности» управления проектом:		
Группа параметров	Общий ранг	Весовой коэффициент
Опыт реализации проектов в необходимой предметной области	4	0,13
Опыт реализации проектов	2	0,23
Уровень компетенций	1	0,42
Мотивированность	3	0,22

Определение весовых коэффициентов осуществлялось с помощью экспертных оценок, которые были получены путем опроса. Результаты представлены в табл. 1.

На основе исследований были определены допустимые диапазоны изменения параметров (см. табл. 2).

Следующим этапом выбора кандидата является расчет критерия «сложности» проекта (m^l) и «сложности» управления проектом (m_j), а также их сравнение.

Из списка кандидатов на основе сравнения величин уровней «сложности» отбирается наиболее подходящий кандидат на роль руководителя проекта.

Исходную информацию для оценки возможных руководителей (кандидатов) можно получить из анализа представленных резюме, заполненных анкет или проведенных индивидуальных собеседований.

Предлагаемая методика не дает точного ответа на вопрос, кого надо выбрать, зато может помочь более эффективно отбирать кандидатов, соответствующих заданным требованиям. Но необходимо отметить, что окончательное решение о выборе кандидата принимается заказчиком проекта.

Таблица 2

Значения параметров «сложности»

Наименование параметра	Способ определения*	Значение	Примечание
Предметная область проекта	Риск, накладываемый предметной областью	0 – 10	Чем выше риск, тем больше значение
Масштабность	Качественная оценка, в зависимости от типа проекта	0 – 4 5 – 7 8 – 10	Монопроект Мультипроект Мегапроект
Человеческие ресурсы	Качественная оценка доступности ресурса	0 – 4 5 – 7 8 – 10	Достаточное количество людей Недостаточное Избыточное
Материальные ресурсы	Качественная оценка доступности ресурса	0 – 10	Чем меньше количество материальных ресурсов, тем выше значение параметра
Опыт реализации проектов	Кол-во успешных проектов / кол-во проектов * 10	По формуле	–
Опыт реализации проектов в необходимой предметной области	Кол-во проектов, реализуемых в предметной области / кол-во проектов * 10	По формуле	–
Уровень компетенций	Качественная оценка соответствия базы знаний кандидата тематике проекта	0 5 10	Не соответствует Соответствует Выше требуемого
Мотивированность	Качественная оценка заинтересованности кандидата в проекте	0 5 10	Не заинтересован Не имеет особо значения Заинтересован

* – Качественные и количественные оценки

Методика отбора кандидатов была апробирована на инновационных проектах. Но она также может применяться для управления инновационными системами, которые можно рассматривать как мегапроект.

Необходимо помнить, что инновационная система имеет тенденцию к саморазвитию, т.е. к увеличению уровня своей «сложности», отобранный кандидат должен соответствовать новому уровню «сложности» системы, что требует постоянного контроля соответствия уровней «сложности» системы и органа управления системы.

Руководителю необходимо постоянно развивать свои когнитивные компетенции.

Важным фактором успешности проекта является его руководитель. Поэтому предложенная методика дополняет известные подходы к управлению проектами, предоставляя инструмент для эффективного отбора руководителя проекта, способного его реализовать.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки / Лопатников Л.И. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Дело, 2003. – 520 с.
2. Введение в кибернетику / Эшби У.Р.; под редакцией В.А. Успенского. М.: Изд-во иностр. литературы, , 1959. – 432 с.
3. **Итс А.Е.** Методика подбора руководителя проекта с учетом когнитивных компетенций // Формирование профессиональной культуры специалистов XXI века в техническом университете : сб. науч. тр. / СПбГПУ – Вып. 13. – СПб. Изд-во политехн. ун-та. – 2013. – 222 с. – 75 экз.
4. **Итс А.Е., Шадрин А.Д.** Закон необходимого разнообразия в инновационной сфере // Неделя Науки СПбГПУ : сб. науч. тр. / СПбГПУ, факультет инноватики, ч. XVII. – Вып. 41. – СПб.: Изд-во политехн. ун-та. – 2012. – 64 с. – 40 экз.
5. Эпоха инноваций / Феликс Янсен. Пер. с англ. – М.: ИНФРА-М, 2002. – XII, 308 с. – (Серия «Менеджмент для лидера»).
6. Управление инновационными проектами: учебник / И.Л. Туккель, А.В. Сурина, Н.Б. Культин / Под ред. И.Л. Туккеля. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 416 с.: ил. – (Учебная литература для вузов)
7. Методы и инструменты управления инновационным развитием промышленных предприятий / И.Л. Туккель, С.А. Голубев, А.В. Сурина, Н.А. Цветкова; под ред. И.Л. Туккеля. СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 208 с.
8. Технологии и механизмы организации инновационной деятельности. Обзор и проблемно-ориентированные решения / сост.: В.И. Аблязов, В.А. Богомолов, А.В. Сурина, И.Л. Туккель: под ред. И.Л. Туккеля. – СПб.: Изд-во политехн. уни-та, 2009. – 215 с.
9. **Богомолов В.А., Сурина А.В.** Общие подходы к формированию инновационного кластера как модели развития экономических систем // Научно-технические ведомости СПбГПУ. –2009. –№ 5(87). – С. 73–76.
10. **Итс Т.А., Туккель И.Л.** Модели дифференцированного управления экологическими рисками инновационных процессов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. –2011. – № 3(121). – С. 123–126.

REFERENCES

1. Economic and mathematical dictionary: the Dictionary of modern Economics. / Lopatnikov L.I. – 5th Edition, revised and added. – M.: Delo, 2003. – 520 p.
2. Introduction to Cybernetics / Ashby W.R. – M.: Publishing house of foreign literature, edited by V.A. Uspenskiy, 1959. – 432 p.
3. **Its A.E.** The method of selection of the project manager taking into account the cognitive competencies // Building of a professional culture specialists of the XXI century in the technical University : collection of proceedings. / SPbSPU – Issue 13. – SPb: Publisher of Polytechnical University. – 2013. – 222 p. – 75 copies.
4. **Its A.E., Shadin A.D.** Law of requisite variety in the innovation sphere // Week of Science SPbSPU : collection of proceedings. / SPbSPU, Department of innovation, part XVII – Issue 41. – SPb: Publisher of Polytechnical University. – 2012. – 64 p. – 40 copies.
5. The era of innovation / Felix Jansen. – Trans. from English. – M: INFRA-M, 2002. – XII, 308 p. – (Series «Management for the leader»).
6. Innovative project management: book / I.L. Tukkel, A.V. Surina, N.B. Kultin / edited by I.L. Tukkel. – SPb.: BHV-Petersburg, 2011. – 416 p. – (Educational literature for universities).
7. Methods and tools of management of innovative

development of industrial enterprises / I.L. Tukkel, S.A. Golubev, A.V. Surina, N.A. Tsvetkova: edited by I.L. Tukkel. – SPb.: BHV-Petersburg, 2013. – 208 p.

8. Technologies and mechanisms of organization of innovative activities. Review and problem-oriented solutions / compiled: V.I. Ablyazov, V.A. Bogomolov, A.V. Surina, I.L. Tukkel: edited by I.L. Tukkel. – SPb.: Publisher of Polytechnical University, 2009. –215 p.

9. **Bogomolov V.A., Surina A.V.** General approaches to formation of an innovation cluster as a model of development of economic systems // Scientific and Technical Bulletin SPbSPU. –2009. –№ 5(87), –P. 73–76.

10. **Its T.A., Tukkel I.L.** Model of differentiated management of environmental risks of innovative processes // Scientific and Technical Bulletin SPbSPU. –2011. –№ 3, –P. 123–126.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

ИТС Алёна Евгеньевна – студент 6-го курса; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: alyits@yandex.ru

ITS Alena E. – St. Petersburg State Polytechnical University; 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: alyits@yandex.ru

СУРИНА Алла Валентиновна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры управления проектами; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: avs@acea.neva.ru

SURINA Alla V. – St. Petersburg State Polytechnical University; 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: avs@acea.neva.ru

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 338.22:364

О.И. Кондрашова, И.Ф. Колонтаевская

СОЦИАЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ В БИЗНЕСЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ В РОССИИ

O.I. Kondrashova, I.F. Kolontaevskaya

SOCIAL INNOVATION IN BUSINESS: PROSPECTS OF DEVELOPMENT IN RUSSIA

Рассмотрены теоретические и практические аспекты распространения социальных инноваций в России и мире. Предложены рекомендации по развитию социального предпринимательства на территории РФ.

СОЦИАЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ, СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ, СОЦИАЛЬНОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО, СЕРЕБРЯНАЯ ЭКОНОМИКА, ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ, СОЦИАЛЬНАЯ ПОЛЬЗА.

The article discusses the theoretical and practical aspects of social innovations in Russia and in the world. Recommendations on development of social entrepreneurship on the territory of the Russian Federation are offered.

SOCIAL INNOVATION, SOCIAL RESPONSIBILITY, SOCIAL ENTREPRENEURSHIP, SILVER ECONOMY, HUMAN CAPITAL, SOCIAL BENEFITS.

Основной целью предпринимательской деятельности является, прежде всего, систематическое получение прибыли. В этом заключаются природа и сущность предпринимательства. Главная же функция предпринимателя, по мнению выдающегося ученого-экономиста XX в. Й. Шумпетера, состоит в том, чтобы быть инноватором, осуществлять нововведения и тем самым быть проводником экономического развития. При этом высокая конкурентоспособность и экономический рост достигаются путем постоянного внедрения инноваций [1, с. 38 – 39].

Вместе с тем с каждым годом в России и за ее рубежами все больше компаний и отдельных предпринимателей не ограничиваются только коммерциализацией своих проектов, завоеванием рынков и достижением собственного благополучия, а берут на себя социальную ответственность, решая в ходе предпринимательской деятельности важные социально-ориентированные задачи. Все чаще можно наблюдать удивительные примеры совмещения успешного ведения бизнеса и достижения социально-полезных целей. В российскую действительность постепенно входят такие понятия, как «социальные инновации», «социальное предпринимательство», «социальный предприниматель», «зеленые технологии», «серебряная экономика», которые на Западе стали широко употребительными уже во второй половине XX века. [2].

Само же стремление к соединению экономического прогресса и социальной гармонии, старо как мир. Первым в истории человечества социальным инноватором и предпринимателем, по праву считается Ашока Великий – древнеиндийский император, правивший в III веке до н.э. Воплощая идею бизнеса во благо общества, он создал экономически мощное государство размером с целый континент и использовал эту мощь в общественных интересах. Именно в честь него современный американский бизнесмен Б. Дрейтон, вдохновленный идеями инновационных преобразований и общественного благосостояния, назвал свою

компанию «Ашока: Инновации для общества».

В научно-практической литературе, социальной работе и бизнес-практике под социальными инновациями, в самом общем виде, понимаются инновационные идеи, концепции, стратегии, технологии, бизнес-модели и организации, которые направлены на устранение или смягчение любых социальных противоречий, удовлетворение социально-значимых потребностей и решение социально-ориентированных задач, способствуя тем самым укреплению социального государства, развитию гражданского общества, благосостоянию человечества в целом [3, с. 12].

Говоря более конкретно, социальные инновации – это целенаправленно и систематически внедряемые нововведения, реализуемые хозяйствующими субъектами в соответствии с запросами общества, имеющие целью решение острых социальных проблем путем введения различного рода инноваций, эффективного использования ресурсов и социального потенциала организаций [4, с. 319].

Соответственно, социальные инновации в бизнесе представляют собой коммерциализуемые социально-ориентированные нововведения в области производства соответствующей продукции, сферы оказания услуг, организации труда и управления, новой комбинации ресурсов, решающие те или иные социальные проблемы.

Необходимость социальных инноваций объясняется целым рядом причин: углубление неравенства между социальными группами, несовершенством социальной политики государства, расширением социальных потребностей населения, существование недоиспользованных ресурсов экономического развития, распространение социально-либеральных идей, рост социальной корпоративной ответственности и др. Ни одно государство, каким бы социально-ориентированным оно не являлось, не в состоянии самостоятельно, без участия общества и частного предпринимательства, справиться со всеми социальными проблемами и поставленными в этой связи задачами [5, с. 104 – 106].

Естественной предпосылкой возникновения социальных инноваций может быть сложившийся нежелательный социальный порядок в какой-то области, например, застойная безработица, проблемы в среде этнических меньшинств, социальная исключенность инвалидов, упадок сельских и промысловых поселений, экологический вред от массового сжигания мусора [2, с. 16]. Невозможность решить социальные проблемы только с помощью существующих традиционных методов стимулирует поиск новых, нестандартных идей, внедрение нетрадиционных, инновационных технологий, моделей, структур, организаций.

Использование инновационных процессов в развитии социальной сферы часто является основой инноваций и изменений в научно-технической сфере вообще и в обыденной жизни граждан, в частности. Так, например, внедрение в 1940 – 1950-х годах в быту западных стран рычаговых водопроводных кранов было продиктовано заботой о послевоенных инвалидах с ограниченными двигательными функциями рук. Со временем преимущество рычаговых кранов позволило им конкурировать с традиционными сантехническими устройствами подобного рода уже в общепотребительском масштабе.

В начале XXI века, благодаря инновационным подходам к острой проблеме старения населения стран Европы и Северной Америки была разработана целая концепция, получившая деликатное и достойное название «серебряная экономика», которая позволяет воспринимать стариков не как «груз на шее общества», а новый мощный ресурс экономического роста за счет расширения рынка труда, потребления и производства [6].

С учетом возрастных демографических реалий отдельные компании уже оперативно выстраивают новые маркетинговые и продуктовые стратегии. Транснациональная фармацевтическая компания «Новартис» стремительно осваивает офтальмологический рынок. Американская лекарственная компания «Пфайзер» занялась производством продукции из стволовых клеток, нацеленной на борьбу с 20 возрастными заболеваниями. Мировые IT-гиганты «Интел», «Микрософт», «Сиско», «Гугл» и «АйБиэМ» интенсивно выходят на многообещающий рынок телемедицины и удаленного контроля за состоянием здоровья. Индийский Банк Махараштра, учитывая осо-

бенности людей старшего возраста, активно внедряет биометрические банкоматы, где вместо пин-кода достаточно ввести отпечаток пальца. Российская телекоммуникационная компания «Мегафон» специально для пожилых людей выпустила мобильный телефон с крупными клавишами и звучным гудком [7].

Социальные инновации могут быть реализованы в некоммерческих системах (оказание государственных услуг, образование, просвещение, обязательное медицинское страхование, культура, искусство), коммерческих сферах (бизнес, частный сектор), а также интегрированных структурах (образование – наука – политика – бизнес).

Эффективным механизмом продвижения социальных инноваций является бизнес, принимающий специфическую форму социального предпринимательства, появившегося на стыке социальной и экономической систем страны, и занимающего промежуточное положение между сферами традиционного предпринимательства, социальной работы и благотворительности, отличаясь от первого ценностно-целевой ориентацией на достижение общественного блага, а от двух других – коммерческим характером достижения цели.

Приоритетом для этого вида бизнеса является не извлечение прибыли, а устойчивый социальный эффект, заключающийся в решении или значительном смягчении существующих социальных проблем. Следуя общим законам экономики, социальные предприятия строятся на принципах инновационности, самоокупаемости, устойчивости механизма обеспечения результата, конкурентоспособности используемых подходов. Постоянное внедрение новшеств и новые комбинации ресурсов, предпринимательская смекалка, чутье, оправданный риск и дерзость стратегий, способность решать проблемы за счет собственных доходов формируют ключевые преимущества социального предпринимательства. Реинвестирование прибыли социальных предприятий нацелено на достижение социальной пользы, экологической безопасности и экономической выгоды (people, planet, profit).

Социальные предприниматели при этом выступают как субъекты, осознающие социальную корпоративную ответственность и использующие экономические принципы предпринимательства для организации деятельности своих предприятий с целью достижения позитивных социальных изменений.

В социальные бизнес-модели изначально закладываются масштабируемость, тиражируемость (мультиплицируемость) и долгосрочность достигнутого социального эффекта, что, в свою очередь, позволяет быстро и эффективно расширять число предприятий, распространять оправдавшие себя подходы и идеи. Это сопровождается повышением компетентности социальных предпринимателей, их профессиональным ростом и вносит вклад в развитие человеческого капитала страны [8, с. 44].

В социальном предпринимательстве кроме экономической составляющей чрезвычайно важен человеческий фактор, требующий от социальных предпринимателей безупречной этичности. Австрийский предприниматель А. Хайнеке, автор проекта бизнес-тренингов «Диалог в темноте», которые проводят незрячие тренеры в полной темноте, назвал главное отличие социального предпринимательства от остального бизнеса: «Вы работаете больше, а зарабатываете меньше, но компенсация в том, что вы превращаете боль в любовь» [9].

В основе социального предпринимательства часто лежат удивительные истории воплощения бизней-идей обычных людей, которые тихо, день за днём, делают свои «малые дела». Это оказание финансовых услуг для бедных (микрокредитование); биодинамическое культивирование растений; инновационное трудоустройство людей с ограниченными возможностями здоровья; использование уникальных аналитических способностей аутистов для тестирования IT-продукции; обучение доходному ремеслу малоимущих; продажа по символическим ценам ламп на солнечных батареях; создание самофинансируемых и самоподдерживающихся объединений иммигрантов; организация демократичных хостелов для путешественников; внедрение инновационной концепции сухой автомойки для привлечения к работе маргинальных групп населения и т. д.

Социальные предприятия могут иметь различные юридические статусы: кооператив, компания общественных интересов, общество

с ограниченной ответственностью, коммерческое объединение, общество доверительного управления (трастовая компания) и др.

В связи с тем, что социальное предпринимательство является феноменом развитой рыночной экономики и требует определенной эволюции бизнеса и общества, в России идеи социальных инноваций получили воплощение в первом десятилетии XXI века. [2, с. 111].

В результате научных поисков, дискуссий и результатов практического опыта в этой сфере в 2007 в форме некоммерческой организации был создан Фонд региональных социальных программ «Наше будущее» (фонд Вагита Алекперова), целью которого стало развитие социального предпринимательства на территории России. Комплексная поддержка фондом начинающих социальных предпринимателей включает: 1) финансовую поддержку в виде грантов, займов и участия в уставном капитале; 2) обучение и консультирование по актуальным вопросам их деятельности; 3) информационное обеспечение и продвижение; 4) иные формы поддержки. К концу 2013 года фонд оказал содействие реализации 91 социально-ориентированного проекта в 38 регионах России [10].

Начиная с 2008 года фондом проводится ежегодный Всероссийский Конкурс проектов «Социальный предприниматель года», способствующий выявлению социальных предпринимателей в России и привлечению внимания общественности, региональных органов законодательной и исполнительной власти, региональных предпринимателей (малый, средний бизнес), некоммерческих организаций и СМИ к деятельности социальных предпринимателей в решении социальных проблем и достижения долгосрочных позитивных изменений в обществе. С 2011 Фондом учреждена ежегодная премия всероссийского масштаба «Импульс добра» за вклад в развитие и продвижение социального предпринимательства.

Социальные предприятия действуют в различных направлениях социально-экономической жизни России, в том числе в коммерции, финансировании, здравоохранении, социальном обслуживании, искусстве, уходе за детьми, спорте и организации отдыха, общественном транспорте, жилищно-коммунальном обслуживании, обустройстве территорий и многих других. Особенно актуальным социальное предпринимательство оказывается для российской «глубинки», где помощь в организации небольшой пекарни, сыроварни или любого несложного для региона производства, будь то валенки или вязаные носки и рукавицы, – уже социальное предпринимательство, которое оказывается гораздо важнее просто рыночной экономики: это и высокая миссия, и доход, и возвращение к родной земле, и патриотизм.

Несмотря на социальную значимость и очевидные экономические преимущества практика деятельности отечественных социальных предприятий высвечивает целый ряд проблем, которые требуют реагирования и решения.

На сегодняшний день в Российской Федерации социальное предпринимательство на постоянной основе поддерживается достаточно ограниченным числом некоммерческих организаций и фондов. Недостаточно развита система грантов и конкурсов в этой области. Все они организовываются, проводятся и финансируются либо частными фондами, либо регионами РФ, либо иностранными инвесторами. То есть на федеральном уровне социальное предпринимательство не поддерживается в необходимом объеме.

В сфере социального бизнеса нет специальных законодательных актов, регулирующих отношения в данной сфере.

Слабо прослеживается взаимосвязь социальных предприятий с местными сообществами, в которых они работают.

Не разработаны эффективные бизнес-модели, что заставляет социальных предпринимателей идти методом проб и ошибок в поиске оптимальных вариантов.

Большое число предпринимателей пока еще воспринимают социальные инновации как очередную популистскую кампанию, некое давление на бизнес со стороны государства, либо как некоторую возможность получить определенные финансово-экономические выгоды при открытии и ведении бизнеса.

Деятельность российских социальных предприятий направлена в основном на оказание ограниченного перечня традиционных

социальных услуг (предприятия торговли и общественного питания, прачечные или парикмахерские экономкласса, фирмы по привлечению надомного труда многодетных мам).

Социальные предприятия еще не завоевали повсеместного доверия у потребителей из-за низкого качества и скудного ассортимента предлагаемых товаров и оказываемых услуг.

В качестве рекомендаций по решению проблем на пути внедрения социальных инноваций в бизнесе можно предложить следующее:

Разработка общенациональной идеологии социальных инноваций в России.

Интеграция усилий общества, бизнеса и власти в развитии в России.

Создание краткосрочных (1 – 2 года) и долгосрочных (5 – 10 лет) программ развития социальных инноваций в России на основе обобщения и исследования опыта работы в сфере социального предпринимательства, корпоративной социальной ответственности, внедрения социальных инноваций в России и за рубежом.

Разработка и принятие закона о социальном предпринимательстве, где будет дано четкое определение социальному предпринимательству, чтобы исключить злоупотребления и мошенничество в этом секторе экономики.

Изучение, оценка, адаптация и использование лучшего зарубежного и отечественного опыта социальных инноваций.

Развитие международного сотрудничества в сфере социального предпринимательства. Создание в России уникальной площадки по международному обмену опытом среди специалистов в сфере социального предпринимательства, государственно-частного партнерства, корпоративной социальной ответственности.

Расширение опыта микрофинансирования социальных предпринимателей.

Организация бизнес-инкубаторов на базе или в качестве сопровождения уже зарекомендовавшей себя практики успешных предпринимателей в своих регионах для ее тиражирования и совершенствования.

Сотрудничество с «профильными» вузами, имеющими направления подготовки «Инноватика» и «Менеджмент», обладающими потенциалом предоставить сильные кадры, способные помочь другим создать новый бизнес.

Продолжать научное исследование проблем социальных инноваций в России и мире и донесение их результатов до всех заинтересованных лиц и широкой общественности в целях преодоления скептицизма и недоверия в отношении социально-экономических инициатив и привлечения все большего числа участников к социальным инновациям.

Важным фактором успешности проекта является его руководитель. Поэтому предложенная методика дополняет известные подходы к управлению проектами, предоставляя инструмент для эффективного отбора руководителя проекта, способного его реализовать.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Шумпетер Й.А.** Теория экономического развития. – М.: Изд-во «Директмедиа Паблишинг», 2008. – 400 с.

2. Социальное предпринимательство в России и в мире: практика и исследования [Текст] / отв. ред. А.А. Московская; Нац. исслед.ун-т «Высшая школа экономики». – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2011. – 284 с.

3. **Николлс А.** Социальное предпринимательство: Новые модели: для устойчивости социальных преобразований. Изд-во Оксфордского ун-та, 2006. (на англ. яз.)

4. **Калюгина С.Н.** Инновации в социальной сфере организации: сущность, виды, отличительные характеристики// Сб. матер. Второй междунар. научно-практ. конф. «Проблемы развития инновационно-креативной экономики». – М.: Креативная экономика, 2010. С. 319-322.

5. **Аминов И.И.** Социальное государство: опыт стран Северной Европы // Государственно-правовая политика в Северо-Западном регионе. Сб. матер. Междунар. научно-практ. конф. (3 – 4 дек. 2009). С. 104 – 106.

6. Серебряная экономика. Прекрасная возможность [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.citylabcoventry.org/ upload /file /Workplacesand OlderPeople.pdf (дата обращения 23.10.2013) (англ. яз.)

7. По расчетам Accenture и Oxfordhttp [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://obmens. do. am/ news/po_raschetam_accenture_i_oxford /2013-09-18-505 (дата обращения 23.10.2013).

8. **ИзотоваС., Зверева Н.И.** Социальное предпринимательство – новый институт современной России. // Экономические стратегии. – 2011. № 9. С. 44 – 45.

9. Диалог в темноте, или венская суббота [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://socbusiness.livejournal.com/34724.html (дата обращения 23.10.2013).

10. Фонд «Наше будущее». Официальный сайт: http://www.nb-fund.ru (дата обращения 23.10.2013).

REFERENCES

1. **Schumpeter J.A.** Theory of economic development. – M., Publishing house «Direktmedia publishing», 2008. - 400 P.

2. Social enterprise in Russia and in the world: practice and research [Text] / ed. editor A. A. Moscowskaya; NAC. research University-Higher school of Economics. - M: Ed. house of the Higher school of Economics, 2011. - 284 P.

3. **Nicholls A.** Social Entrepreneurship: New Models of Sustainable Social Change. Oxford University Press. 2006. P. 12. (Engl)

4. **Kalyugina S.N.** Innovations in social sphere organizations: types and distinctive characteristics// proceedings of the Second international scientific-practical conference «Problems of development of innovative and creative economy». - M: Creative economy, 2010. P. 319-322.

5. **Aminov I.I.** The welfare state: the experience of countries of Northern Europe,// State-legal policy in the North-West region. Proceedings of the International scientific-practical conference (3 - 4 Decembers. 2009,). P. 104-106.

6. The Silver Economy. A Great Opportunity [Electronic resource]. Mode of access: http://www.citylabcoventry.org/upload/file/WorkplacesandOlderPeople.pdf (reference date 23.10.2013). (Engl)

7. According to the calculations of Accenture Oxfordhttp [Electronic resource]. Mode of access: http://obmens.do.am/news/po_raschetam_accenture_i_oxford/2013-09-18-505 (reference date 23.10.2013).

8. **Izotova G.S., Zvereva N.I.** Solial entrepreneurship is a new Institute of modern Russia. //The economic policy. -№ 9 - 2011. - P. 44-45. ..

9. Dialogue in the dark, or the Vienna Saturday [Electronic resource]. Mode of access: http://socbusiness.livejournal.com/34724.html (reference date 23.10.2013).

10. Fund «Our future». Official website: http://www.nb-fund.ru (reference date 23.10.2013).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

КОНДРАШОВА Ольга Ивановна – заведующая кафедрой управления инновациями, кандидат технических наук, доцент; Российский государственный университет инновационных технологий и предпринимательства; 107078, ул. Новая Басманная, дом 9. Москва, Россия; e-mail: koi-olga@yandex.ru

KONDRASHOVA Olga I. – head of the Department «Management of innovations», candidate of technical Sciences, associate Professor, Russian State University of Innovation Technologies and Entrepreneurship; 9, Novaya Basmannaya Str., Moscow, Russia, 107078; e; e-mail: koi-olga@yandex.ru

КОЛОНТАЕВСКАЯ Ирина Федоровна – профессор кафедры управления инновациями, доктор педагогических наук, профессор; Российский государственный университет инновационных технологий и предпринимательства; 107078, ул. Новая Басманная, дом 9. Москва, Россия; e-mail: kolont@bk.ru

KOLONTAEVSKAYA Irina F. – Professor of the Department «Management of innovations», doctor of pedagogical Sciences, Professor; Russian State University of Innovation Technologies and Entrepreneurship; 9, Novaya Basmannaya Str., Moscow, Russia, 107078; e-mail: kolont@bk.ru

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 65.011

И.Л. Туккель, Н.А. Цветкова

ОБ ОСОБЕННОСТИ МНОГОПРОЕКТНОГО УПРАВЛЕНИЯ: ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

I.L. Tukkel, N.A. Tsvetkova

ABOUT PECULIARITIES OF THE MULTIPROJECT MANAGEMENT: SEQUENCE OF PROJECTS IN THE INNOVATIVE PROGRAM

В статье предложены постановка и решение задачи определения последовательности реализации проектов в инновационной программе, учитывающие ограниченность в различных ресурсах и взаимное влияние проектов друг на друга. Приведен пример, иллюстрирующий предложенное решение.

МНОГОПРОЕКТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ, ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ, ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТОВ, ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОЕКТОВ ПРИ ОГРАНИЧЕННЫХ РЕСУРСАХ, ВЗАИМОВЛИЯНИЕ ПРОЕКТОВ, ПОРТФЕЛЬ ПРОЕКТОВ, ИННОВАЦИОННАЯ ПРОГРАММА.

In the article the following statement – determination of implementation sequence of the projects in the innovative program - and the solution of this problem are offered. They consider limitations in various resources and mutual influence of projects at each other. The example illustrating the proposed solution is given.

MULTIPROJECT MANAGEMENT, INNOVATION PROJECT, PROJECT SCHEDULING PROBLEM (PSP), RESOURCE-CONSTRAINED PROJECT SCHEDULING PROBLEM (RCPSP), INFLUENCE OF THE PROJECTS, PORTFOLIO OF PROJECTS, INNOVATIVE PROGRAM.

Многопроектное управление по сложности возникающих задач, по специфическим особенностям и неопределенностям принципиально отличается от управления отдельно взятым проектом (монопроектом) или совокупностью мало связанных между собой проектов как в части правил распределения ресурсов, так и возможного противоречия локальных целей.

При построении системы многопроектного управления важно проанализировать не только каждый проект в отдельности, но и подняться на уровень выше и посмотреть, каким же образом проекты взаимодействуют между собой и как могут повлиять на стадию коммерциализации результаты каждого из них.

Задачи построения многопроектного управления возникают при управлении мультипроектами, мегапроектами, портфелями проектов и, в самом общем случае, при управлении программами как совокупностью моно-, мульти- и мегапроектов. Характерным примером программы является программа инновационного развития (ПИР): для территории, для отрасли, для предприятия, актуальность и обязательность формирования и реализации которых подчеркивается стратегической целью перевода экономики страны на инновационный путь развития.

В дальнейшем без потери общности эффективных для многопроектного управления результатов будем рассматривать задачу запуска инновационных монопроектов, входящих в общую ПИР.

Как показал анализ имеющихся научных подходов, инструментов и методов многопроектного управления, на сегодняшний день в существующих теоретических и методологических наработках недостаточно внимания уделяется вопросу анализа взаимозависимости

инноваций в программах проектов и влияния их дальнейшего распространения на рынке. Все это на практике может привести либо к игнорированию открывающихся благоприятных возможностей и упущенной выгоде (случай недооценки возможных приобретений), либо потере эффекта от инвестиций в инновационные проекты (случай недооценки возможных потерь) [1 – 3]. Следовательно, необходимо разработать такие алгоритмы определения последовательности запуска инновационных проектов, которые бы учитывали вышеописанные факторы и обладали экономической значимостью.

Задачу определения последовательности запуска проектов в программе можно свести к постановке задачи разработки расписания. В общем виде задачу составления расписаний можно сформулировать следующим образом. С помощью некоторого множества ресурсов должна быть выполнена некоторая фиксированная многопараметрическая система заданий (работ, проектов), целью которой является оптимизация или стремление оптимизировать желаемую меру эффективности.

С точки зрения теории управления проектами в качестве основных мер эффективности могут выступать следующие показатели:

время завершения всего комплекса проектов (длина расписания);

показатели эффективности инвестиций (чистый дисконтированный доход NPV от реализации портфеля проектов, рентабельность инвестиций ROI, внутренняя норма рентабельности IRR и другие);

равномерность загрузки материально-технических, человеческих ресурсов;

время или стоимость использования ресурсов;

сумма штрафов за невыполнение директивных сроков завершения проектов.

Для описания взаимодействия нововведений в инновационной программе представим требуемые ресурсы двумя составляющими: вещественные и невещественные.

1. Под *вещественными ресурсами* будем понимать совокупность условий, дающую возможность реализовать цели проекта (все необходимые средства для реализации проекта). Отличительной чертой вещественных ресурсов проекта является их зависимость от времени t. Выделим следующие типы таких ресурсов:

финансовое обеспечение проекта;

материально-техническое обеспечение проекта. Средства труда, основные и оборотные фонды предприятия (материалы, сырье, полуфабрикаты, машины, оборудование);

обеспечение человеческими ресурсами. Совокупность профессиональных, деловых, личностных качеств участников проекта и членов его команды и их возможностей (влияния, «веса», связей и т. п.), которые могут быть использованы при осуществлении проекта;

информационное обеспечение.

При проведении анализа программы проектов вещественные ресурсы R задаются двумя параметрами:

располагаемый в момент времени t фонд ресурса вида r;

потребность в момент времени t в ресурсе вида r для выполнения проекта.

Все вещественные ресурсы предлагается нормировать. Например, загрузку исполнителя (сотрудник, отдел, подрядчик, станок и т. п.) можно рассматривать так: исполнитель может выполнить в месяц работ не более N условных единиц, для проекта требуется M условных единиц работы исполнителя. Условными единицами могут выступать деньги, трудозатраты и т. п.

2. *Невещественные ресурсы* представляют собой такие ресурсы, которые принадлежат проекту изначально, не зависят от времени выполнения проекта t и не обладают материально-вещественной (физической) структурой. К невещественным ресурсам будем относить объекты интеллектуальной собственности: сущность, идею инновации. Выделение невещественных ресурсов важно для учета влияния проектов друг на друга, на будущий объем рынка сбыта инноваций, на степень инновационности предприятия, репутацию предприятия и т. д.

Под положительной взаимозависимостью, или синергией, будем понимать ситуацию, когда эффект от совместной реализации проектов больше суммы эффектов от их индивидуальной реализации. Под отрицательной взаимозависимостью, или каннибализацией, будем понимать обратную ситуацию, когда эффект от совместной реализации проектов

меньше суммы эффектов от их индивидуальной реализации [4].

Определение сущности инновации представляет собой типизацию данной инновации. Для цели предлагается выделить следующие типы инноваций [5]:

категория инновации, т. е. в какой части жизненного цикла товара реализуется инновация (инновация конечного продукта, процессов, процедур, циклов);

класс инновации, т. е. величина производимых изменений (модифицирующая, улучшающая, прорывная, интегрирующая);

масштаб инновации, т. е. соотношение величины производимых изменений к величине реализуемой продукции (глобальная, локальная).

Для вычисления параметра взаимовлияния в первую очередь необходимо отобрать проекты, которые пересекаются своими сущностями, например, по следующему алгоритму:

· Определение для каждого проекта типов инновации;

· Последовательное сравнение типа инновации между двумя проектами и, если значения совпадает, то устанавливается значение равное единице, в противном случае – ноль;

· Отсечение тех проектов, которые получили нулевое значения по отношению к остальным проектам.

После выявления взаимодействующих проектов нужно определить степень их влияния друг на друга. При исполнении взаимодействующих по невещественным ресурсам проектов, как правило, важно насколько раньше или позже проект i завершится относительно проекта j, ведь если разница будет существенной, то это прямым способом может сказаться на рынке сбыта инноваций, на имидже компании и, в конечном счете, на эффективности программы проектов. Тогда для задачи построения расписания инновационной программы проектов будем такое влияние определять как степень зависимости эффективности взаимодействующих проектов от разности времени окончаний таких проектов.

Перейдем к *математической постановке задачи*.

Пусть имеется n проектов в составе портфеля, тогда множество всех проектов $P = \{1, 2, \dots, n\}$, *о*бозначим через $i \in P$ текущий проект. Предполагается, что все проекты выполняются без прерываний.

Обозначим через $T = \{1, 2, \dots, \tau\}$ множество допустимых для расписания квантов времени, в которые может осуществляться выполнение ограничений. Тогда длительность $\tau \in T$ – желаемая или максимальная продолжительность выполнения всех проектов в программе, $\bar{\tau} \in T$– предлагаемая алгоритмом продолжительность. Для удобства время выполнения каждого проекта $t_i \in T$ будем определять в месяцах (для проектов продолжительностью более полугода длительность обычно кратна месяцам, менее полугода – неделям).

Каждый проект характеризуется такими параметрами как s_i – номер начального события проекта i, f_i – номер конечного события проекта i, при этом $s_i, f_i \in T$.

Пары проектов, определимые как зависимые по своей сущности, обозначим через $Z \in P$, $Z = \{1, 2, \dots, \zeta\}$, $\zeta > 1$, независимые - $Y \in P$, $Y = \{1, 2, \dots, \gamma\}$. Сумма зависимых и независимых проектов будет равна числу всех проектов в программе $\zeta + \gamma = n$.

Для зависимых проектов работает закон транзитивности:

$\forall\, a, b, c \in P, a \leftrightarrow b \cap a \leftrightarrow c \Rightarrow a \leftrightarrow c.$

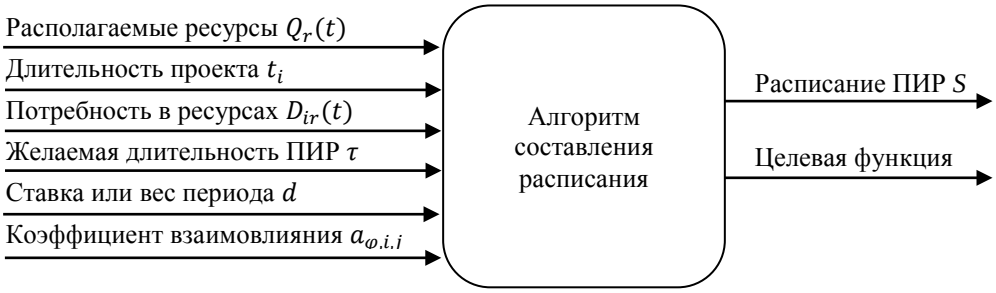
Коэффициент взаимовлияния проектов $a_{\varphi,i,j}$ показывает степень зависимости чистого дисконтированного дохода ЧДД проектов i и j от разности окончаний проектов $\varphi = f_i - f_j, \varphi \in \mathbb{N}, i \neq j$.

Пусть $R = \{1, 2, \dots, \rho\}$ множество видов ресурсов, необходимых для выполнения проектов и имеющих прямое влияние на последовательность запуска в программе. Тогда $Q_r(t)$ – располагаемый в определенный момент времени фонд ресурса вида r, $D_{ir}(t)$ – потребность в ресурсе r для выполнения проекта i, при этом $t \in T$, $r \in R$, $Q \in \mathbb{Z}^+$, $D \in \mathbb{Z}$. Денежный поток проекта будем обозначать $D_{ic}(t)$, где $c \in R$.

Введем также понятие d – ставки дисконтирования или веса периода, обозначающего, что предпочтительнее проект начинать как можно раньше.

Вектор $S = (s_1, s_2, \dots, s_n)$ называется расписанием выполнения проектов в программе.

Расписание S называется допустимым, если:



Процесс разработки расписания ПИР

Для $\forall r \in R\ \sum_{i=1}^{n} D_{ir}(t) \leq\ Q_r(t),\ t \in T.$

В каждый момент времени $t \in T$ потребность в ресурсах для выполнения проектов должна быть удовлетворена. В ограничениях учитываются все виды вещественных ресурсов.

$$1 \leq s_i \leq \tau - t_i + 1,\ i \in P.$$

Проект i может быть начат в период не позже, чем разница между количеством доступных периодов τ и длительностью проекта t_i плюс один период, т.к. отсчет начинается с 1, тогда по аналогии получим окончание проекта $f_i = s_i + t_i - 1$.

Тогда чистый дисконтированный доход ЧДД (*Net Present Value, NPV*) будет:

$$NPV_i = \sum_{t=1}^{\tau} \frac{D_{ic}(t)}{(1+d)^{t-1}}$$

ЧДД независимых проектов равен:

$$NPV_Y = \sum_{i=1}^{\gamma} NPV_i$$

ЧДД взаимосвязанных проектов зависит от коэффициента взаимовлияния проектов:

$$NPV_Z = \frac{\sum_{i,j=1}^{\zeta} a_{\varphi,i,j} * (NPV_i + NPV_j)}{\zeta - 1},$$
$$i, j \in P,\ i \neq j,\ \zeta > 1$$

Для определенности в качестве целевой функции возьмем показатель ЧДД программы проектов:

$$NPV = NPV_Y + NPV_Z \rightarrow max.$$

Необходимо сформировать оптимальный (рациональный) вариант расписания выполнения проектов рассматриваемой программы (найти такое s_i для каждого проекта), обеспечивающий максимальный $NPV \rightarrow \max$ и удовлетворяющий всем ограничениям.

Поставленную задачу можно изобразить в следующем виде (см. рисунок.).

Поставленная дискретная оптимизационная задача в условиях заданных ограничений на ресурсы является *NP*-трудной в сильном смысле. В силу сложности данной задачи целесообразно использовать малотрудоемкие алгоритмы, такие как приближенные методы [6 – 9], базирующиеся на приоритетных правилах, лагранжевых релаксациях, идеях эволюции, локальном поиске и др.

Для решения примера поставленной задачи используется эволюционный метод, основанный на генетическом алгоритме и локальном поиске [10]. Генетический алгоритм – эвристический алгоритм поиска, напоминающий биологическую эволюцию. В таком алгоритме генерируется и используется одновременно не одно, а несколько допустимых решений. Итеративно на основе комбинации лучших свойств этих нескольких решений создаются новые более эффективные расписания, которые заменяют полученные на более ранних итерациях алгоритма и используются на дальнейших этапах решения. Особенностью метода локального поиска заключается в том, что на каждой итерации процесса выбор нового решения производится не детерминированно, а в результате реализации некоторого случайного процесса [11].

Рассмотрим следующий пример. Пусть программа состоит из пяти инновационных проектов. Первым шагом будет определение значений вещественных ресурсов. Зададим значения параметров денежного потока проектов табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные для определения денежного потока программы проектов

Потребность в финансовых ресурсах D_{ic}													
Периоды t		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Проекты	Проект 1	-100	-200	-100	0	100	500	-	-	-	-	-	-
	Проект 2	-100	-300	-400	-200	0	-100	300	800	800	-	-	-
	Проект 3	-50	-150	-200	-100	-100	-200	-100	0	500	1000	-	-
	Проект 4	-100	-300	-200	0	100	300	300	-	-	-	-	-
	Проект 5	-350	-100	0	200	400	400	-	-	-	-	-	-
Сумма D_{ic}		-700	-850	-900	-100	500	900	500	800	1300	1000	0	0
Ограничения Q_c		-700	-800	-800	-800	-500	-200	0	0	0	0	0	0

Таблица 2

Исходные данные для определения загрузки человеческих ресурсов

Потребность в человеческих ресурсах D_{ir}													
Периоды t		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Проекты	Проект 1	-5	-10	0	0	-50	-80	-	-	-	-	-	-
	Проект 2	-100	-70	-70	-50	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	-
	Проект 3	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-
	Проект 4	-20	-30	-30	-30	-20	-10	-10	-	-	-	-	-
	Проект 5	-20	-20	-20	-20	-20	-	-	-	-	-	-	-
Сумма D_{ir}		-165	-170	-130	-110	-110	-110	-30	-20	-20	-10	0	0
Ограничения Q_r		-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100

Таблица 3

Исходные данные для определения зависимости окончаний проектов на NPV

Коэффициент зависимости проектов a_{ms}								
Разность финишей $f_i - f_j$		0	1	2	3	4	5	6
Проекты	Проект 1 и Проект 2	1,3	1,3	1	0,9	0,9	0,5	0,5
	Проект 1 и Проект 3	1,2	1	1	0,8	0,8	0,8	0,8
	Проект 2 и Проект 3	1,3	1,2	1	1	0,8	0,7	0,7

Пусть для программы нам важно учесть работу отдела маркетинга, участвующего на всех этапах инновационных проектов. Загрузку отдела будем измерять в доступных часах в месяц. Таким образом, мы можем учитывать любые другие человеческие, технические ресурсы. Значения зададим таблицей 2. Вторым шагом будет определение невещественных ресурсов. Рассмотрим влияние сущностей разрабатываемых инноваций друг на друга. Пусть путем анализа проектов выявлено, что три проекта зависят друг от друга согласно предложенному выше алгоритму. Тогда составим таблицу, в которой определим для примера, насколько разница в окончании зависимых проектов будет влиять на суммарный NPV.

После задания всех ограничений, используя эволюционный метод, найдем оптималь-

Таблица 4

Оптимальное время начала проектов

Проекты	Номер стартовогопериода s_i
Проект 1	5
Проект 2	1
Проект 3	2
Проект 4	4
Проект 5	6

Таблица 5

Полученный денежный поток портфеля проектов

Потребность в финансовых ресурсах D_{ic}													
Периоды t		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Проекты	Проект 1	0	0	0	0	-100	-200	-100	0	100	500	0	0
	Проект 2	-100	-300	-400	-200	0	-100	300	800	800	0	0	0
	Проект 3	0	-50	-150	-200	-100	-100	-200	-100	0	500	1000	0
	Проект 4	0	0	0	-100	-300	-200	0	100	300	300	0	0
	Проект 5	0	-350	-100	0	200	400	500	0	0	0	0	0
Сумма D_{ic}		-100	-700	-650	-500	-300	-200	500	800	1200	1300	1000	0
Ограничения Q_c		-700	-800	-800	-800	-500	-200	0	0	0	0	0	0

ное время старта проектов.

В результате вычислений целевая функция, представляющая собой чистый дисконтированный доход программы инновационных проектов, получилась равна 1720 условным единицам. Если бы не были учтены ограничения на невещественные ресурсы, то ЧДД программы был бы равен 1458 усл. ед., и был бы предложен другой порядок проектов. Такой разброс в значениях указывает на важность учета невещественных ресурсов при принятии решения о запуске инновационной программы.

Приведенные постановка и решение задачи определения последовательности запуска инновационных проектов при многопроектном управлении имеют следующие преимущества: описывают реальную инновационную программу, учитывают ограничения по вещественным ресурсам и взаимозависимость проектов по невещественным ресурсам, что позволяет применять решение в различных отраслях экономики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Трубкина Н.А., Туккель И.Л.** Взаимодействие инноваций в мегапроектах [Текст] / Научно-технические ведомости СПбГПУ. –2011. –№ 3 (121). –С. 88–90.

2. **Тисенко В.Н., Шадрин А.Д.** О проблемах стандартизации, качества и инноватики в России [Текст]. Научно-технические ведомости СПбГПУ. –2011.–№ 3 (121). –С. 61–67.

3. **Редько С.Г.** Моделирование в управлении инновациями [Текст]: учеб. пособие / С.Г. Редько. м СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. – 2008. – 93 с.

4. Модели управления портфелем проектов в условиях неопределенности [Текст] / В.М. Аньшин и др. – М.: МАТИ, 2008. – 194 с.

5. **Туккель И.Л., Голубев С.А., Сурина А.В., Цветкова Н.А.** Методы и инструменты управления инновационным развитием промышленных предприятий [Текст]. СПб.: БХВ-Петербург. – 2013. – 208 с.

6. **Сервах В.В., Щербинина Т.А.** О сложности одной задачи календарного планирования со скла-

дируемыми ресурсами [Текст]. // Вестник НГУ. Серия: математика, механика, информатика. – 2008. – Т8, выпуск 3. – С. 105-112.

7. **Artigues C., Demassey S., Neron E.** Resource-constrained project scheduling: models, algorithms, extensions and applications. Wiley-ISTE, 2007. 288 P.

8. Weglarz J. Project scheduling. Recent models, algorithms and applications. Boston: Kluwer acad. Publ., 1999, 535 P.

9. **Кочетов Ю.А., Столяр А.А.** Использование чередующихся окрестностей для приближенного решения задачи календарного планирования с ограниченными ресурсами [Текст] // Дискрет. анализ и исслед. операций. Сер. 2. 2003. Т. 10, № 2. С. 29-55

10. Basic Solver – Algorithms and Methods Used [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.solver.com/content/basic-solver-algorithms-and-methods-used

11. **Зак Ю.А.** Прикладные задачи теории расписаний и маршрутизации перевозок [Текст]. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ». – 2012. – 394 с.

REFERENCES

1. **Trubkina N.A., Tukkel I.L.** Vzaimo-deistvie innovatsii v megaproektakh [Tekst] / Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU. –2011. –№3 (121). –S. 88-90.

2. **Tisenko V.N., Shadrin A.D.** O proble-makh standartizatsii, kachestva i innovatiki v Rossii [Tekst]. Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU. –2011. - №3 (121). - S. 61-67.

3. **Red'ko S.G.** Modelirovanie v upravlenii innovatsiiami [Tekst]: ucheb. posobie / S.G. Red'ko. - SPb.: Izd-vo Politekhn. un-ta. - 2008. - 93 s. .

4. Modeli upravleniia portfelem proektov v usloviiakh neopredelennosti [Tekst] / V.M. An'shin i dr. – M.: MATI, 2008. – 194 s.

5. **Tukkel' I.L, Golubev S.A., Surina A.V.** Tsvetkova N.A. Metody i instrumenty upravleniia innovatsionnym razvitiem promyshlennykh predpriiatii [Tekst]. SPb.: BKhV-Peterburg. - 2013. – 208 s.

6. **Servakh V.V., Shcherbinina T.A.** O slo-zhnosti odnoi zadachi kalendarnogo planirovaniia so skladiruemymi resursami [Tekst]. // Vestnik NGU. Seriia: matematika, mekhanika, informatika. - 2008. - T8, vypusk 3. - C. 105-112.

7. **Artigues C., Demassey S., Neron E.** Resource-constrained project scheduling: models, algorithms, extensions and applications. Wiley-ISTE, 2007. 288 P.

8. **Weglarz J.** Project scheduling. Recent models, algorithms and applications. Boston: Kluwer acad. Publ., 1999, 535 P.

9. **Kochetov Iu.A., Stoliar A.A.** Ispol'zovanie chereduiushchikhsia okrestnostei dlia pribli-zhennogo resheniia zadachi kalendarnogo planirovaniia s ogranichennymi resursami [Tekst] // Diskret. analiz i issled. operatsii. Ser. 2. 2003. T. 10, № 2. S. 29-55.

10. Basic Solver - Algorithms and Methods Used [Электронный ресурс]. – Available at: http://www.solver.com/content/basic-solver-algorithms-and-methods-used (accessed July 1, 2013)

11. **Zak Iu.A.** Prikladnye zadachi teorii raspisanii i marshrutizatsii perevozok [Tekst]. M.: Knizhnyi dom «LIBROKOM». - 2012. - 394 s.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

ТУККЕЛЬ Иосиф Львович – доктор технических наук, профессор; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: tukkel@acea.neva.ru

TUKKEL Iosif L. – St. Petersburg State Polytechnical University; 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: tukkel@acea.neva.ru

ЦВЕТКОВА Надежда Андреевна – аспирант кафедры управления проектами; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: nadezhdaat@gmail.com

TSVETKOVA Nadezhda A. – St. Petersburg State Polytechnical University; 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: nadezhdaat@gmail.com

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 658.5.012.7

Т.Е. Масликова, С.Г. Редько

ПРИМЕНЕНИЕ ПОДХОДОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

T.E. Maslikova, S.G. Redko

USE OF SIMULATION APPROACHES TO EVALUATE THE EFFECTIVENESS OF LOGISTIC PROCESSES

Рассмотрена задача исследования и повышения эффективности логистических процессов с использованием различных подходов имитационного моделирования. На основании анализа различных методов решения логистических проблем проведена сравнительная характеристика подходов имитационного моделирования применительно к логистическим процессам. Обоснована эффективность многоподходного моделирования.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЛОГИСТИКА, УПРАВЛЕНИЕ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК, ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, СИСТЕМНАЯ ДИНАМИКА, ДИСКРЕТНО-СОБЫТИЙНЫЙ ПОДХОД, АГЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.

The article deals with the problem of studying and improving the efficiency of logistic processes using different approaches of simulation. Three approaches of simulation were studied in a comparative aspect to logistics: system dynamics, discrete-event and agent-based modeling. The efficiency of hybrid simulation is determined.

SIMULATION, LOGISTICS, SUPPLY CHAIN MANAGEMENT, LOGISTIC PROBLEMS, SYSTEM DYNAMICS, DISCRETE-EVENT APPROACH, AGENT-BASED MODELLING.

В условиях жесткой конкуренции компании сталкиваются с проблемами минимизации затрат, максимизации прибыли, улучшения качества обслуживания клиентов и снижения влияния факторов неопределенности. Логистика является одной из быстро развивающихся сфер деятельности, дающих предприятиям значительные преимущества в конкурентной борьбе. В связи с этим корпоративные структуры имеют сильную мотивацию к повышению эффективности управления логистическими процессами для получения конкурентных преимуществ.

Концепция управления цепями поставок – одно из самых динамично развивающихся направлений научной и практической деятельности на протяжении последних десятилетий. Управление цепями поставок означает управление потоком (материалы, товары, услуги) и обеспечение эффективной интеграции и координации поставщиков, производителей, логистических, торговых компаний и потребителей.

Наиболее сложным этапом в управлении цепями поставок процесс принятия решения, так как необходимо проанализировать множество взаимосвязанных, часто стохастических событий. Для того, чтобы достичь общего снижения затрат в цепи поставок при заданном уровне качества обслуживания конечных потребителей необходимо найти компромисс между стоимостью, сервисом, качеством и временем. Можно выделить три возможных пути решения подобных задач:

аналитические (математические) модели;
физические эксперименты;
имитационные модели.

Очевидно, что физические эксперименты требуют, как правило, больших технических и финансовых затрат. Использование известных аналитических моделей ограничено анализом

относительно простых систем особенно в условиях неопределенности [9].

Целью работы является исследование возможностей многоподходного имитационного моделирования (т. е. использование в моделях различных парадигм имитационного моделирования) для оценки эффективности и улучшения логистических процессов.

Имитационное моделирование позволяет анализировать логистические процессы практически любой сложности [2]. С помощью симуляции уже на этапе проектирования можно сравнить и оценить альтернативы реализаций процессов, провести ряд экспериментов с различными показателями («что – если») и сделать наиболее обоснованный и эффективный выбор [3].

позволяет говорить о повышении эффективности управления логистическими процессами в среднем на 10 – 15 % [4]. Представим обобщенную имитационную модель логистической системы в виде «чёрного ящика» (рис. 1). Первичные показатели на выходе модели измеряются с помощью соответствующих физических величин, например, объём перевезённого или обработанного груза, моменты времени начала и окончания операций, суммарный путь, пройденный транспортными средствами, и т.п. Путём использования соответствующих нормативных коэффициентов на базе этих показателей могут быть рассчитаны любые требуемые экономические показатели.

Существует три парадигмы имитационного моделирования (системная динамика, дискретно-событийный и агентный подходы), каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки.

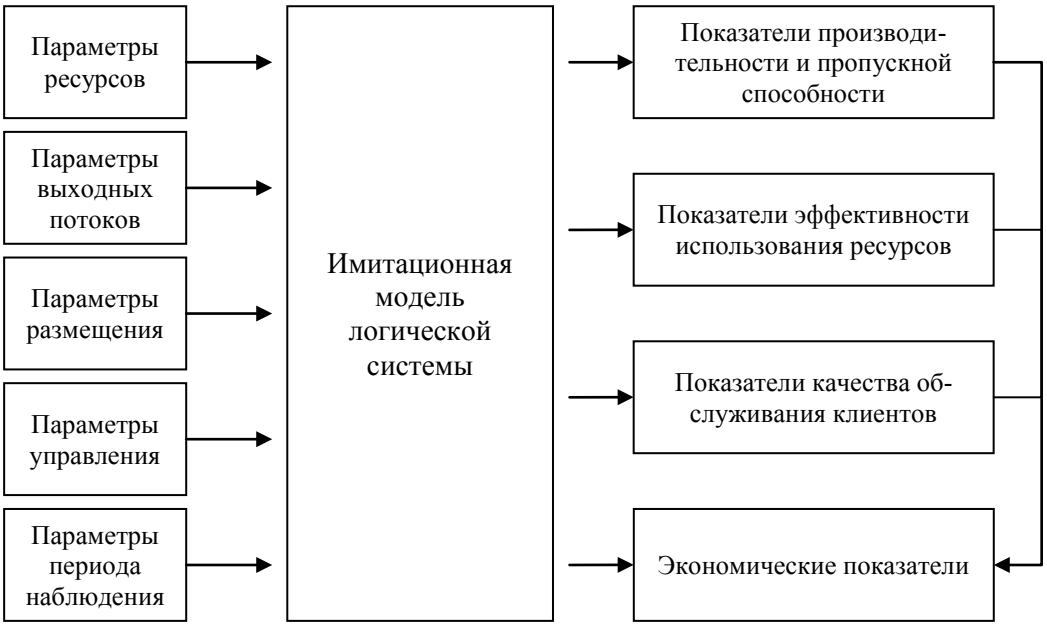


Рис. 1. Входные данные и результаты имитационного моделирования логистической системы

В индустриально развитых странах имитационное моделирование логистических цепочек используется достаточно широко и считаеться обычной составной частью проектов по созданию новых или реконструкция существующих логистических цепочек. Такие компании, как BMW, Daimler-Chrysler, Mercedes-Benz, Audi используют имитационное моделирование, как инструмент принятия логистических решений. Мировая статистика принятия решений на основе имитационных моделей

Парадигма имитационного моделирования, которая используется в модели управления цепями поставок, во многом зависит от типа задач, которые необходимо решить. Основной критерий, который оказывает важное влияние на разработку имитационной модели логистических процессов, – это уровень декомпозиции (детализации) системы.

Схема имитационной модели, изображенная на рис. 1, может быть реализована любым из подходов имитационного моделирования. Но не все логистические задачи можно решить с использованием только одного подхода, часто необходимо комбинировать подходы в пределах одной модели, чтобы достигнуть желаемого результата.

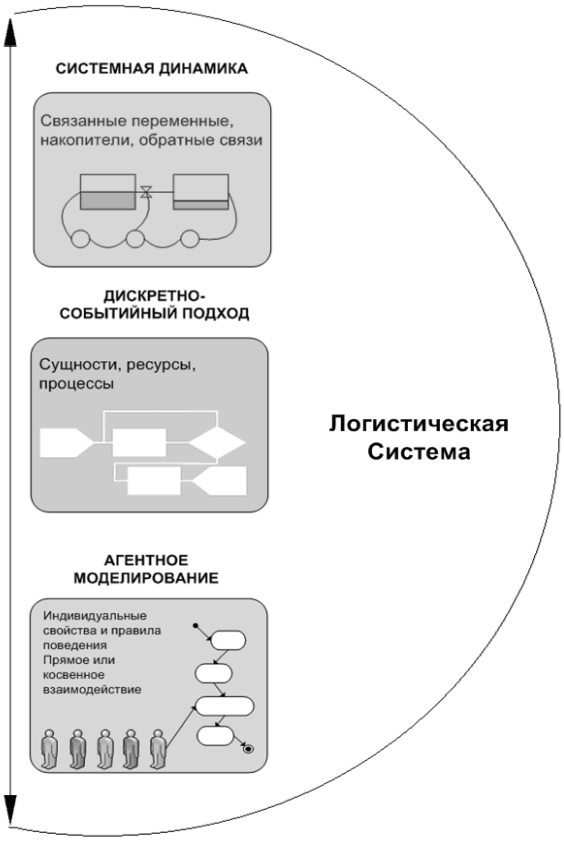


Рис. 2. Уровни реализации комплекса моделирования логистических систем

Отсюда важным является комплексность подхода к моделированию логистических систем, сочетание различных парадигм имитационного моделирования, что позволит использовать преимущество каждой их них. Предлагаемое многоподходное моделирование заключается в реализации комплекса моделей, в котором результаты, полученные с помощью одного типа моделей, могут быть использованы в других моделях.

В создаваемом комплексе моделей можно выделить три интегрированных уровня (рис. 2), двигаясь по которым «сверху-вниз» или «снизу-вверх» может решать задачи проектирования и оценки эффективности логистических систем.

Уровень 1. Потоковые модели. Применение потоковых моделей системной динамики эффективно для исследования общих свойств цепей поставок, проявляющихся на протяжении длительных периодов времени (например, многих месяцев). Системная динамика позволяет оценить устойчивость цепочки поставок в зависимости от динамичного спроса, а также исследовать систему сбалансированных показателей в логистике.

Логистические потоки часто создают обратные связи между участниками цепочки поставок, поэтому системная динамика является наиболее приемлемым подходом имитационного моделирования в данном случае. Экспериментируя с потоковыми моделями логистических процессов, можно сделать вывод о важности тех или иных обратных связей в цепи поставок.

Используя результаты имитационного моделирования на основе системной динамики, можно определить условия, при которых колебания спроса приводят к хаотичному поведению всей цепи поставок (эффект «хлыста»). Модели системной динамики позволяют выделить параметры, к которым чувствительно поведение цепочки поставок, и при их удачной комбинации, например, значительно уменьшить эффект «хлыста» и нестабильность цепи поставок.

Таким образом, основное назначение моделей данного уровня состоит в проектировании общей структуры логистической системы (взаимосвязь логистических процессов).

Уровень 2. Дискретно-событийные модели. Модели данного уровня предназначены для оценки эффективности отдельных процессов как внутренней, так и внешней логистики предприятия. К внутренней логистике относится перемещение объектов внутри всей территории предприятия или в отдельных подразделениях. К внешней логистике относится перевозка грузов между различными географическими пунктами с применением средств

транспортировки: автомобильного, железнодорожного, морского и воздушного.

Дискретно-событийный уровень комплекса моделей можно представить в виде трех типовых видов моделей, охватывающих большинство логистических процессов внутренней и внешней логистики:

базовая модель (1 продукт – 1 клиент):

мультипродуктовая модель (несколько продуктов и клиентов);

многозвенная (multichain) модель (цепочка поставок, многоклиентный поставщик – производитель, дилер, оптовый продавец и потребитель и т. д.)

Рассмотрим мультипродуктовую модель, реализованную в среде имитационного моделирования Arena 13.5. Производственные мощности выпускают три типа продуктов, которые поставляются трем независимым потокам клиентов. Исходный материал (сырье) поступает в производственный процесс, а готовая продукция сохраняется на складе. Заказы клиентов поступают в систему, и если спрос (размер заказа) не может быть удовлетворен текущим запасом готовой продукции, то не обеспеченная часть заказа теряется или задерживается. Каждый продукт имеет собственные настраиваемые параметры спроса и

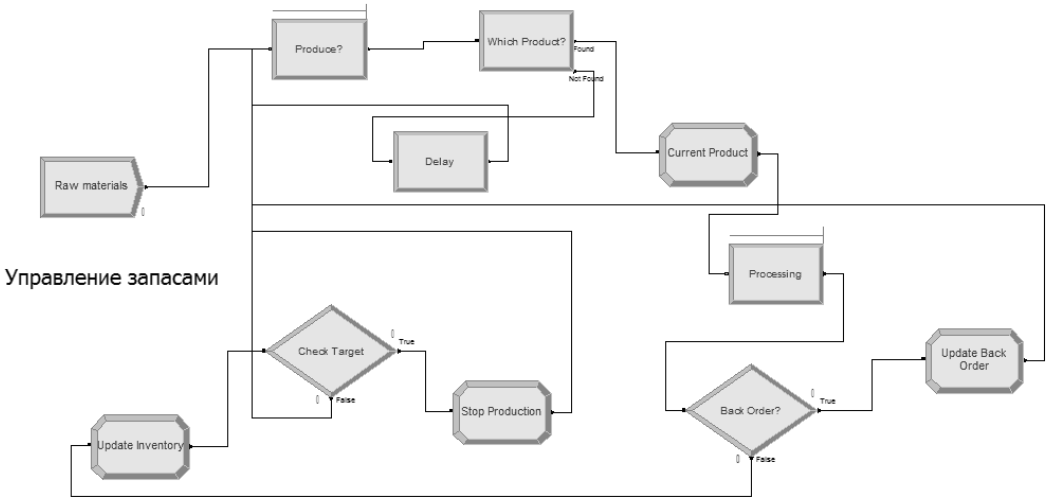


Рис. 3. Сегмент управления запасами

Рис. 4. Сегмент управления спросом

Средний уровень запасов

Stock on Hand I	73.9237	0,378763452	0.00	105.00
Stock on Hand II	137.73	1,46919	0.00	205.00
Stock on Hand III	180.41	2,53026	0.00	305.00

Вероятность потери (задержки) заказов

Fill rate I	0.00095801
Fill rate II	0.00905231
Fill Rate III	0.05890094

Число задержанных заказов

	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Lost Sales I	5.0939	(Insufficient)	2.9405	9.2637
Lost Sales II	9.8118	(Insufficient)	0.9008	14.9991
Lost Sales III	19.2961	0,610166159	0.02894693	29.9972

Рис. 5. Фрагмент статистики результатов моделирования

хранения. Модель состоит из двух сегментов: управление запасами и управление спросом.

Сегмент управления запасами (рис. 3) моделирует производственные мощности. Модуль Create (имя Raw Material) генерирует одну единственную единицу, которая управляет процессом производства для всех типов продуктов. Модули Hold (имя Produce?) и Search (имя Which Product?) инициируют запуск на производство одного из типов продуктов, включая учет приоритета продуктов.

Модуль Processing имитирует производство текущего вида продукции. Затем в блоках Decide (имя Back Order) и Assign (Update Back order) проверяется выполнение задержанных заказов, блок Update Inventory обновляет уровень текущих запасов и в завершении цикла в модуле Decide (имя Check Target) проверяется достижение целевого уровня запасов.

В сегменте управления спросом (рис. 4) моделируется прибытие заказов на готовую продукцию.

Блоки Create (имя Customer 1, 2, 3 Arrives) генерируют сущности (заказы клиентов) на продукты трех типов, а в модулях Assign (Customer 1, 2, 3 Demand) задаются размеры поступивших заказов. При недостаточном уровне запасов для удовлетворения текущего заказа, заявка переходит с выхода модуля Decide (имя Check Inventory) в модуль Assign (имя Lost Customer), который обновляет статистику по задержанным и невыполненным заказам. При наличии достаточного запаса после обновления текущего уровня запасов в модуле Assign (имя Take Away from Inventory) выполняется проверка в модуле Decide (имя Restart Production?) необходимости возобновления запасов для данного типа продуктов, если текущий уровень запасов данного типа продукта снизился (меньше или равен) до точки заказа Reorder Level.

В модели можно управлять такими показателями, как начальный уровень запасов на складе, частота поступления заказов и их количество, размер партии и время производства и др., тем самым оценивая (рис. 5):

уровень обслуживания клиентов (например, доля удовлетворенных требований заказчика, Fill rate).

средний уровень запасов (Stock on Hand) и средний уровень задержанных заказов.

скорость (в единицу времени) и общее количество потерянных или задержанных заказов (BackOrder и Lost Sales).

Таким образом, уровень дискретно-событийных моделей используется для улучшения параметров отдельных логистических процессов – процессов физического перемещения во времени и пространстве материальных объектов.

Уровень 3. Агентные модели. При наличии большого числа независимых клиентов или территориально-распределенной цепочки поставок, характеризующейся наличием независимых участников, необходимо использовать агентный подход. Глобальное поведение в такой системе возникает, как результат деятельности агентов, каждый из которых следует своим собственным правилам.

Преимуществом агентного моделирования является возможность оценки эффективности

взаимодействия агентов друг с другом, а именно: агенты обмениваются необходимой информацией (количество заказов, распределение спроса и т.п.) и принимают решения на основании полученных данных, что снижает риск появления эффекта «хлыста». Моделирование общения агентов помогает выявлять положительный или отрицательный эффект от действий одного агента на другого. Например, эксперименты с агентной моделью цепи поставок помогут менеджеру проанализировать влияние обмена информацией партнеров на уровень запасов и выбрать оптимальную стратегию для минимизации затрат на их хранение.

Выводы. В статье рассматривается применение различных подходов имитационного моделирования для оценки эффективности логистических процессов.

Представлена обобщенная структура имитационной модели функционирования логистической системы. Для ее реализации предложено использование трехуровневого комплекса моделей, использующих различные парадигмы имитационного моделирования (системная динамика, дискретно-событийный подход, агентное моделирование).

Определено назначение моделей каждого уровня: системная динамика – для проектирования общей структуры логистической системы; дискретно-событийный подход – для улучшения параметров отдельных логистических процессов; агентное моделирование – для независимой территориально – распределенной цепочки поставок.

Предложен пример реализации уровня дискретно-событийных моделей в виде трех типовых видов моделей. В среде имитационного моделирования Arena разработана мультипродуктовая модель для оценки базовых показателей эффективности логистической системы: уровень обслуживания (Fill rate), средний уровень запасов (Stock on Hand), средний уровень задержанных заказов, общее количество потерянных или задержанных заказов (BackOrder и Lost Sales).

В ходе дальнейшей работы планируется наполнение предложенного комплекса моделей с использованием всех трех подходов имитационного моделирования.

В целом можно сделать вывод, что применение многоподходного моделирования является перспективным и может быть использовано для широкого круга предприятий различных отраслей деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Борщев А.В.** Применение имитационного моделирования в России – состояние на 2007 г. // Имитационное моделирование. Теория и практика: Сб. Третьей всероссийской научно-практической конференции – СПб.: ФГУП ЦНИИ ТС, 2007. – С. 11 – 13.

2. **Беккер Й.** Менеджмент процессов // Й. Беккер, Л. Вилков, В. Таратухин, М. Кугелер. – М.: ЭКСМО, 2007. – 384 с.

3. **Гаджинский А.М.** Логистика: Учебник для вузов. – 20-е изд., перераб. и доп. // М.: Дашков и К, 2012. – 484 с.

4. **Иванов Д.А.** Управление цепями поставок // СПб.: Изд-во Политехн, ун-та, 2009. – 660 с.

5. **Рожков М.И.** Имитационное моделирование логистических сетей поставщиков в автомобильной промышленности // Логистика и управление цепями поставок. – 2012. – № 2. – С . 40 – 49.

6. **Стерлигов А.К.** Использование метода имитационного моделирования в прикладных логистических задачах // Логистика сегодня. – 2006. – №1. – С. 40 – 48

7. **Суслов С.А.** Имитационная модель – уже вполне обычная составная часть логистических проектов // Логистика. – 2012. – № 2. – С. 22 – 23.

8. **Толуев Ю.И.** Методология создания моделей логистических сетей на базе стандартных средств имитационного моделирования // Logistics, Supply Chain Management and Information Technologies: Proceedings of the German-Russian Logistics Workshop. Ivanov D., Kuhn A., Lukinsky V. (eds.), St. Petersburg, Publishing House of the State Polytechnic University, 2006. – P. 133-142.

9. **Cachon G., Terwiesch C.** «Matching Supply With Demand: An Introduction To Operations Management» // 2008, McGraw-Hill Higher Education s. 486.

10 **Terzi S., Cavalieri S.** «Simulation in the supply chain context: a survey», // Computers in Industry. – 2004.Vol. 53. P. 3 – 16,

REFERENCES

1. **Borshchev A.V.** Primeneniye imitatsion-nogo modelirovaniya v Rossii – sostoyaniye na 2007g. // Imitatsionnoye modelirovaniye. Teoriya i praktika: Sb. Tretyey vserossiyskoy nauchno – prakticheskoy konferentsii – SPb.: FGUP TsNII TS. 2007. – S. 11-13.

2. **Bekker Y.** Menedzhment protsessov // Y. Bekker, L. Vilkov, V. Taratukhin, M. Kugeler. – M.: EKSMO, 2007. – 384 s.

3. **Gadzhinskiy A.M.** Logistika: Uchebnik dlya vuzov. – 20-ye izd., pererab. i dop. // M.: Dashkov i K, 2012. – 484 s.

4. **Ivanov D.A.** Upravleniye tsepyami postavok // SPb.: Izd-vo Politekhn, un-ta, 2009. – 660 s.

5. **Rozhkov M.I.** Imitatsionnoye modeliro-vaniye logisticheskikh setey postavshchikov v avtomobilnoy promyshlennosti // Logistika i upravleniye tsepyami postavok. – 2012. - № 2. – S . 40-49.

6. **Sterligov A.K.** Ispolzovaniye metoda imitatsionnogo modelirovaniya v prikladnykh logisticheskikh zadachakh // Logistika segodnya. – 2006. – № 1. – S. 40–48.

7. **Suslov S.A.** Imitatsionnaya model – uzhe vpolne obychnaya sostavnaya chast logistiche-skikh proyektov // Logistika. – 2012. - №2. – P. 22-23.

8. **Toluyev Yu.I.** Metodologiya sozdaniya modeley logisticheskikh setey na baze sta-ndartnykh sredstv imitatsionnogo modelirovaniya // Logistics, Supply Chain Management and Information Technologies: Proceedings of the German-Russian Logistics Workshop. Ivanov D., Kuhn A., Lukinsky V. (eds.), St. Petersburg, Publishing House of the State Polytechnic University, 2006. – s.133-142.

9. **Cachon G., Terwiesch C.** «Matching Supply With Demand: An Introduction To Operations Management» // 2008, McGraw-Hill Higher Education s.486

10. **Terzi S., Cavalieri S.** «Simulation in the supply chain context: a survey», // Computers in Industry. – 2004.Vol. 53. P. 3–16.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

РЕДЬКО Сергей Георгиевич – заведующий кафедрой управления проектами института информационных технологий и управления, доктор технических наук, профессор; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: redko@acea.neva.ru

REDKO Sergey G. – St. Petersburg Politechnical University; 195251 Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: redko@acea.neva.ru

МАСЛИКОВА Татьяна Евгеньевна – аспирант; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: t.e.maslikova@gmail.com

MASLIKOVA Tatyana E. – St. Petersburg Politechnical University; 195251 Politekhnicheskaya Str. 29, St.-Petersburg, Russia; e-mail: t.e.maslikova@gmail.com

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 621.396.6.004.12.658.562

В.Н. Тисенко, А.Д. Шадрин

О МЕТОДИКЕ СОЗДАНИЯ КОНКУРЕНТНОГО ПРЕИМУЩЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ

V.N. Tisenko, A.D. Shadrin

ABOUT METHOD OF COMPETITIVE ADVANTAGE PROCESSES OF BUSINESS

Рассматриваются различные подходы к созданию конкурентного преимущества предприятий в условиях развитого рынка. Предлагается новый метод ранжирования проектов по созданию конкурентного преимущества с применением нечеткой логики противоположностей.

КОНКУРЕНТНОЕ ПРЕИМУЩЕСТВО, РАЗВИТОЙ РЫНОК, ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫЕ МОДЕЛИ, ЛОГИКА ПРОТИВОПОЛОЖНОСТЕЙ.

Various methods of attack to competitive advantage of business in conditions of highly developed market are considered. New method of competitive advantage projects levelizing with fuzzy logic of antithesis application is suggested.

COMPETITIVE ADVANTAGE, HIGHLY DEVELOPED MARKET, CAUSE-EFFECT MODELS, FUZZY LOGIC.

Главной целью любой организации является сохранение своего существования. В частном случае целевой функцией могут быть желаемые финансовые показатели (доходы, прибыль и т. д.). Достижение поставленных целей может обеспечиваться различными путями в зависимости от многих факторов, среди которых есть как внешние (сложившаяся в экономике страны ситуация, рыночная ниша организации), так и внутренние (наличие в организации ресурсов – финансовых, временных, кадровых и др.).

В достижении целей заинтересованы различные стороны. В основополагающих документах менеджмента, прежде всего, в международных стандартах ИСО серии 9000 [1, 2], перечислены заинтересованные стороны в деятельности организации: потребители, наемные работники и владельцы организации, поставщики и общество. При этом интересы перечисленных сторон зачастую противоположны. К тому же в зависимости от ситуации, сложившейся вне и внутри организации, способы и пути удовлетворения потребностей заинтересованных сторон различны.

Главным внешним фактором можно считать то, насколько сложившиеся отношения в экономике соответствуют развитому рынку, в котором существует конкуренция между компаниями, производящими аналогичную продукцию (в том числе услугу).

Развитой рынок характеризуется существенным превышением предложения над спросом на продукцию. Если имеется обратная ситуация – превышение спроса над предложением, то говорить о развитом рынке не приходится [3]. Поведение игроков на рынке имеет свои особенности в зависимости от того, насколько развитым является рынок.

Если конкуренция на рынке отсутствует, то фактически цену на продукцию формирует продавец (производитель, поставщик), а покупатель (заказчик, потребитель) установленную цену вынужден принимать. Иными словами, в этом случае деятельность продавца направлена в основном на удовлетворение потребностей самого продавца. Конечно, потребности покупателя нужно тоже удовлетворять, но, как правило, в минимальной степени. Авторы в прошлом многократно были свидетелями того,

как незаконченная, несформированная должным образом продукция, в угоду требованию выполнения плана, отправлялась покупателю в незавершенном виде, а выполнение завершающих этапов работы (сборка, настройка, испытания) проводились уже у покупателя, при этом далеко не оптимально расходовались денежные средства и иные ресурсы. Конечно, производитель в этом случае преследует свои цели, думает об удовлетворении своих потребностей. Но он имеет возможность делать это, по сути, за счет потребителя, жертвуя степенью удовлетворенности потребителя, например, увеличивая цену на свою продукцию или увеличивая сроки исполнения заказа и т. д.

Если же речь идет о развитом рынке, то здесь ситуация меняется кардинально. Компании-производители, продающие свою продукцию, вынуждены бороться за потребителя. При этом должны уже удовлетворяться не только лишь минимальные потребности, но нужно стремиться удовлетворить все потребности потребителя. Если потребителя не устраивает, например, цена на продукцию, то он всегда имеет возможность уйти к тому производителю, который лучше удовлетворит его потребности. Выигрывает соревнование тот производитель, который сумеет удовлетворить не только все установленные потребности потребителя, но даже и невысказанные, то есть те, о которых потребитель, может быть, и не задумывался, а производитель сам предлагает потребителю возможность их удовлетворения.

В результате конкуренции на развитом рынке конкурирующие предприятия, стараясь привлечь покупателей, снижают цену на свою продукцию до тех пор, пока превышение цены над себестоимостью не станет составлять (5 – 10) %, а то и меньше. Таким образом, по сути дела, цену на продукцию на развитом рынке определяют потребители. Производителю же не остается ничего иного, как работать над снижением себестоимости произведенной продукции за счет, например, применения новых технологий, новых конструкций, за счет снижения издержек (дефектов) в работе и т. д. При этом выигрывает всё общество.

Многолетний опыт работы компаний в условиях развитого рынка показывает, что преимущество можно обеспечить двумя способами:

Применение известных приемов улучшения деятельности – обучение персонала, совершенствование всех процессов, снижение накладных расходов и т. д. Этот способ, как правило, не содержит больших рисков, но и сравнительно малоэффективен (если под эффектом понимать приращение конкурентного преимущества организации), так как он хорошо известен всем конкурирующим компаниям.

Применение новых приемов улучшения деятельности – принципиально новых технологий производства продукции, принципиально новых свойств продукции, неизвестных ранее организационных приемов и т. д. Этот способ, как правило, содержит бОльшие риски, возможно, потребует затрат бОльших ресурсов, но он и значительно более эффективен, так как производитель применяет то, что еще никто из конкурентов не применял. В результате производитель может рассчитывать на создание конкурентного преимущества. К тому же, если производитель сумеет сохранить в тайне то, каким образом он создал такое преимущество, он сможет сохранить его на долгое время.

Первый способ реализуется в рамках менеджмента качества на основе стандартов усилиями специалистов в различных производственных сферах – технологов, управленцев, конструкторов и т. д. Инструменты, позволяющие находить и реализовать возможности для улучшения, создаются указанными специалистами, использующими разнообразные известные методы: кайдзен, «бережливое производство», статистическое регулирование, технологии поиска решения сложных проблем и т. д.

Второй способ относится к инновационной сфере, когда улучшения создаются за счет использования ранее неиспользовавшихся научных достижений.

Вопрос о связи научных разработок и инновационной деятельности до сего дня не имеет окончательного решения. Так, крупнейший теоретик менеджмента П. Друкер, признавая научные разработки одним из источников инноваций, подчеркивает, что «новое знание, особенно новое научное знание, не является самым надежным и предсказуемым источни-

ком успешных нововведений» [4]. В то же время неожиданный успех или даже неожиданная неудача как источники инновации – по мнению П. Друкера – связаны с небольшим риском.

В приводимом в [4] перечне П. Друкера источники инноваций носят самый разнообразный характер. Тут и удача, и неудача, и случайность, и результат упорного труда.

Таким образом, на практике источником успешной инновации не всегда является новое научное достижение.

Вместе с тем, обязательным признаком инновации является реализуемая технология (метод, способ) удовлетворения потребности. С этим согласны все исследователи. Так вот, насколько обязательным (необходимым) является условие того, чтобы эта технология была научно обоснованной? По этому поводу П. Друкер говорит о «программных исследованиях» в отличие от традиционных «чистых исследований», которые проводят ученые. И подчеркивает: – «Чтобы воспользоваться инновационной возможностью, необходим анализ. Неожиданный результат – это только симптом, а инновационная деятельность – это организованная систематическая, рациональная работа» [4]. Рассмотрим важнейшие аспекты этой работы.

Известно, что целью науки является описание, объяснение и предсказание процессов и явлений действительности. «Чтобы управлять, нужно знать, как взаимодействуют между собой различные силы… Знания, необходимые для того, чтобы что-то улучшить, основываются на теории и приходят извне», – отмечает Э. Деминг [5]. Именно наука является этой «внешней средой», из которой приходят знания, и обеспечивает воспроизводимость результата.

Научная деятельность называется таковой лишь постольку, поскольку её результат принципиально нетрадиционен, и она даёт приращение нового знания. Именно поэтому научное обоснование технологии (способа) деятельности выступает как необходимое условие успешных инноваций.

И еще одна сторона вопроса о связи инноватики и науки в целом. Успешные действия инноватора (как и любого другого успешного субъекта) подчиняются небольшому количеству известных законов оптимального управления. Известно: формулируя закономерности, и разрабатывая методики, наука стремится превратить «искусство» (доступное немногим талантам) в «ремесло» (доступное каждому работнику).

Таким образом, инновационный процесс начинается с того момента, когда научный анализ инноватора (первой стороны) подтвердил воспроизводимость нового результата, направленного на удовлетворение идентифицированной потребности второй стороны [6].

До этого момента можно говорить о более или менее целенаправленной (традиционной) деятельности субъектов, в том числе и по удовлетворению потребностей различных заинтересованных сторон.

Подобный вывод подтверждается приводимыми ниже определениями терминов «инновация» и «инновационная деятельность» в стандарте [7]:

«*Инновация:* Конечный результат инновационной деятельности, получивший реализацию в виде нового или усовершенствованного продукта, реализуемого на рынке, нового или усовершенствованного технологического процесса, используемого в практической деятельности.

Инновационная деятельность, процесс: Процесс, направленный на разработку и на реализацию результатов законченных научных исследований и разработок либо иных научно-технических достижений в новый или усовершенствованный продукт, реализуемый на рынке, в новый или усовершенствованный технологический процесс, используемый в практической деятельности, а также связанные с этим дополнительные научные исследования и разработки».

Из сказанного следует, что и постепенные улучшения, и использование научного достижения, с одной стороны, позволяют рассчитывать на положительный результат, но с другой стороны, требуют затрат различных ресурсов и отличаются большей или меньшей степенью риска. При этом следует иметь в виду, что, как правило, побудительным мотивом для улучшений является необходимость существовать («жить») при наличии конкуренции на рынке.

Нет конкуренции, нет угрозы существованию – нет и серьёзных причин для поиска путей улучшения деятельности. Отсутствие в российских условиях развитого рынка является основной причиной того, что отечественные предприятия не относятся серьезно ни к поиску и внедрению инноваций, ни к менеджменту качества вообще.

Для организаций, понимающих необходимость подготовки к работе в условиях развитого рынка (а после вступления России в ВТО, рано или поздно, всем придется вступать в конкурентную борьбу с зарубежными компаниями), необходимо овладение инструментами поиска оптимальных путей создания конкурентного преимущества в условиях ограниченных (а это всегда так!) ресурсов (финансовых, временных, кадровых и иных).

Сложность вопросов управления предприятием, большое число факторов, влияющих на результат управления улучшениями, отсутствие четко выраженных связей между факторами и результатом определяет актуальность решения задачи формализованного описания деятельности предприятия с использованием современных математических теорий и инструментов. При этом многочисленные попытки формализовать процесс управления улучшениями в организации, например, описанные в [8], либо приводят к необходимости составлять громоздкие математические модели, стремясь к поиску «четкого» решения, либо приводят к весьма «грубым» моделям, в которых учитываются лишь небольшое число параметров, характеризующих ситуацию в организации. При этом следует учитывать тот факт, что никакие модели, никакие предложения по улучшениям не будут одобрены лицом, принимающим решение (ЛПР), если ЛПР не поверит в корректность предлагаемых моделей. Ведь в бизнесе, особенно в малом, ЛПР рискует своими финансами.

Как же сделать так, чтобы дать в руки ЛПР простые и в то же время достаточно надежные инструменты для управления компанией?

При этом вряд ли в настоящее время можно рассчитывать на автоматизированную генерацию идей по улучшению, но решить задачу выбора оптимального варианта из множества возможных вариантов проектов по улучшению деятельности предприятия вполне возможно.

В процессе оценивания потенциальной эффективности приходится учитывать множество показателей проектов, каждый из которых характеризует проект с одной стороны, в то время как для оценивания проекта важна их совокупность. Каждый из показателей отражает интересы той или иной из заинтересованных сторон. Что касается метода оценивания, то в настоящее время наиболее распространенным являются методы, разработанные в теории квалиметрии – методы «свертки» [9]. Однако они в малой степени отвечают условию хорошей адекватности ходу рассуждений опытных ЛПР, ибо, как правило, они основаны на аддитивной свертке оценок отдельных показателей. Кроме того, в таких моделях отсутствует связь между отдельными единичными показателями, что также является большим недостатком.

Ниже предлагается решение сформулированной задачи с использованием нечеткой логики противоположностей, отличающейся простотой и хорошей адекватностью причинно-следственной модели реальному положению дел [10].

При разработке системы оценивания проектов по улучшению необходимо решить две основные задачи: создание системы метрик оценки (показателей, характеризующих оцениваемый объект – в данном случае качество проекта), и выбор метода вычисления, например, комплексного показателя, являющегося «сверткой» множества значений единичных показателей, каждый из которых характеризует проект с определенной стороны. Такая «свертка» дает возможность ЛПР принять решение по значению единственного комплексного показателя, а не по значениям множества единичных.

Задача 1. Создание системы метрик оценки. Очевидно, что для оценки проекта необходимо разработать такой перечень показателей проекта, который будет отражать потребности всех заинтересованных сторон. Такой перечень удобно представить в виде иерархической древовидной структуры. При этом целесообразно, прежде всего, понять чьи потребности и как они должны быть удовлетворены при реализации проекта.

Составляется перечень заинтересованных сторон организации (см. выше. Как было отмечено, потребности разных заинтересованных сторон, как правило, противоречивы.

На следующем уровне рассматриваемой структуры проводится разбиение потребностей сторон на группы, например, на группы «показатели, характеризующие свойства продукции», «показатели, характеризующие проект» и т. д. После этого группы разбиваются на подгруппы следующего уровня. Например, свойства продукции (производительность выпускаемых машин, точность, надежность и др.). Этот процесс продолжается до тех пор, пока не будет создана возможность простой количественной оценки каждого показателя (в рублях, днях, баллах и т. д.). Эти показатели могут быть «измерены» непосредственно (например, затраты и сроки могут быть взяты из бизнес-плана проекта) или оценены экспертно (например, степень инновационности проекта). Таким образом, последовательное рассмотрение всех ветвей дерева дает перечень метрик оценивания (показатели нижнего уровня), а соединения между показателями двух соседних уровней (ветви дерева или дуги графа) определяют причинно-следственные связи между показателями. Полученный граф можно использовать как для оценки качества работы организации в целом, так и для оценки качества отдельных проектов организации. Составление таких перечней вполне под силу ЛПР с привлечением нужных специалистов.

Задача 2. Выбор метода «свертки» единичных показателей (характеризующих выявленные потребности заинтересованных сторон) – получение того комплексного показателя, который и нужен ЛПР. Поставленная задача очень важна для оценки, так как от корректности метода «свертки» зависит и корректность получения значения комплексного показателя, характеризующего качество выполнения проекта. Задачу приходится решать в условиях неопределенностей, когда нет возможности создать строгую аналитическую модель, связывающую значения единичных показателей и значения комплексного показателя качества проекта. В этой ситуации можно рекомендовать применение одной из нечетких логик – логики противоположностей (антонимов), созданной Голотой Я.Я. [10].

Как и в других математических логиках, в логике антонимов (ЛА) рассматриваются объекты простые и сложные. Сложные связки образуются с помощью операторов α, β, γ. Первая из них одноместная, вторая и третья – двухместные. Объекты вида А и «не А» (отрицание А) образуют антонимические пары. Чем больше оценивается один, тем меньше другой, и наоборот. В сумме же обе эти оценки никакой константы не образуют. В этом одна из отличительных черт ЛА.

Напомним, что в булевой алгебре объект «не А» является дополнением объекта А до единицы. Двухместные операторы β и γ поразному связывают элементы: оператор γ связывает их теснее, чем оператор β. Тесная связь γ означает, что одновременно с обращением в ноль оценки одного из элементов совокупная оценка обращается также в ноль, слабая же – β - подразумевает, что обнуление одного из элементов приводит к уменьшению всей совокупной оценки, но не настолько, чтобы она обратилась в ноль. Любому объекту рассмотрения в ЛА может быть поставлено в соответствие любое неотрицательное число.

Последовательное применение правил ЛА позволяет определять число, которое ставится в соответствие сложному объекту (в нашем случае – качеству проекта) путём вычисления значения некоторой функции от многих переменных.

В ЛА доказывается теорема о том, что, как бы ни был сложен объект рассмотрения, всегда может быть получено число, ему соответствующее, если элементарным объектам, из которых состоит сложный объект, поставлены в соответствие числа. В ЛА противоположности, символизируемые знаками А и αА, связываются уравнением:

$$H[\alpha A] = -\log 2\,[1 - 2^{-H[A]}],$$

где H[A], H[αA] – числа (значения функционала H, определённого на A), причём: $H[A] \in [0, \infty)$.

Голота Я.Я. доказал, что если элементарные объекты связаны тесно, то справедливо выражение:

$$H[C] = -\log_2[1-(1-2^{-H[A]})(1-2^{-H[B]})],$$

а в случае слабой связи справедливо выражение:

$$H[C] = H[A] + H[B],$$

где A, B, C – рассматриваемые объекты (в нашем случае – потребности заинтересованных сторон на первом уровне графа), а H[C], H[A], H[B] – числа, обозначающие степень отношения (оценку) к объекту.

Не являясь физическими величинами, эти числа могут рассматриваться лишь в сравнении с себе подобными в одной системе оценок. В нашем случае эти числа определяются оценкой единичных показателей в шкалах [0, 1].

Процедура оценки, например, варианта управленческого решения при использовании ЛА сводится к построению графа, отражающего «жизнь» организации, по которому рассчитывается комплексный показатель работы организации (например, «качество работы организации» = степень удовлетворения потребностей всех заинтересованных сторон).

Важно отметить, что установление характера связи между отдельными элементами графа вполне по силам ЛПР, ведь часто именно он лучше всех «чувствует», чем живет его компания, знает причинно-следственные связи между результатом работы организации и отдельными показателями ее работы. При личном участии ЛПР в построении модели существенно повышается степень его доверия к получаемым результатам. Простота построения модели, Большая степень доверия к ней ЛПР позволяют утверждать, что предлагаемый метод улучшения деятельности организации с учетом потребностей всех заинтересованных сторон может найти широкое применений на практике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ ISO 9001-2011. Системы менеджмента качества. Требования.

2. ГОСТ ISO 9000-2011. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.

3. **Алешина И.В.** Маркетинг для менеджеров [Текст] / И.В. Алешина – М.: Фаир-Пресс, 2003. – 456 с.

4. **Друкер П.Ф.** Бизнес и инновации [Текст] / П.Ф. Друкер – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2007. – 432 с.

5. **Деминг У.Э.** Новая экономика [Текст] / У.Э. Деминг – М.: Эксмо, 2006. – 208 с.

6. **Тисенко В.Н.** О проблемах стандартизации, качества и инноватики в России [Текст] / В.Н. Тисенко, А.Д. Шадрин // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Наука и образование. 2011. № 3 (121). СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. – с. 61 – 67.

7. ГОСТ Р 54147–2010. Стратегический и инновационный менеджмент. Термины и определения.

8. **Бурков В.Н.** Как управлять организацией [Текст] / В.Н. Бурков, Д.А. Новиков. – СИНТЕТ, 2004. – 400 с.

9. **Лобанов А.С.** Управление качеством на основе квалиметрии [Текст] / А.С. Лобанов. – Сочи, «Лавина», 2007. – 292 с.

10. **Голота Я.Я.** Об одном классе задач, решаемых с помощью логики антонимов / Я. Я. Голота, В.Н. Тисенко // International Conference of Soft Computing and Measurements, Vol. 2. St-Petersburg, 1998. – P. 211–214.

REFERENCES

1. GOST ISO 9001-2011. Sistemy mene-dzhmenta kachestva. Trebovaniia.

2. GOST ISO 9000-2011. Sistemy mene-dzhmetna kachestva. Osnovnye polozheniia i slovar.

3. **Aleshina I.V.** Marketing dlia menedzherov [Tekst] / I.V. Aleshina - M.: Fair-Press, 2003. – 456s.

4. **Druker P.F.** Biznes i innovatsii [Tekst] / P.F. Druker – M.: OOO «I.D. Vil'iams», 2007. – 432s.

5. **Deming U.E.** Novaia ekonomika [Tekst] / U.E. Deming – M.: Eksmo, 2006. – 208 s.

6. **Tisenko V.N.** O problemakh standartizatsii, kachestva i innovatiki v Rossii [Tekst] / V.N. Tisenko, A.D. Shadrin // Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU. Nauka i obrazovanie. № 3 (121). – SPb.: Izdatelstvo Politekhnicheskogo universiteta. 2011. – S. 61–67.

7. GOST R 54147–2010. Strategicheskii i innovatsionnyi menedzhment. Terminy i opredeleniia.

8. **Burkov V.N.** Kak upravliat organizatsiei [Tekst] / D.A. Novikov. – SINTET, 2004. – 400 s.

9. **Lobanov A.S.** Upravlenie kachestvom na osnove kvalimetrii [Tekst] / A.S. Lobanov. – Sochi, «Lavina», 2007. – 292 s.

10. **Golota Ia.Ia.** Ob odnom klasse zadach, reshaemykh s pomoshch'iu logiki antonimov / Ia. Ia. Golota, V.N. Tisenko // International Conference of Soft Computing and Measurements, v.2. St-Petersburg, 1998. – P. 211-214.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

ТИСЕНКО Виктор Николаевич – профессор, доктор технических наук, профессор; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: v-tisenko@mail.ru

TISENKO V.N. – Department of processes management, Institute of Information Technology and Management, St. Petersburg State Polytechnical University, professor. 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: v-tisenko@mail.ru

ШАДРИН Александр Давыдович – профессор, доктор технических наук, профессор; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: sigmads@yandex.ru

SHADRIN Alexander D. – Department of processes management, Institute of Information Technology and Management, St. Petersburg State Polytechnical University, professor. 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: sigmads@yandex.ru

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 658.001.76:33

Д.П. Устич

РОЛЬ КРУПНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ И МОДЕРНИЗАЦИИ РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ

D.P. Ustich

ROLE OF BIG COMPANIES FOR SUPPORT OF INNOVATIVE DEVELOPMENT AND MODERNIZATION OF RUSSIAN ECONOMICS

Обоснована ведущая роль крупных предприятий в обеспечении инновационного развития и модернизации российской экономики. Дана характеристика крупных предприятий как объекта исследования. Доказано, что в современных условиях рост инновационной активности российской экономики зависит от инновационной политики крупных компаний.

ИННОВАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ, КРУПНЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ, НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ СФЕРА, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ, ИННОВАЦИИ.

The article states a key role of big companies for support of innovative development and modernization of Russian economics. It characterizes a big company as a subject of research. It is proved that growth of innovative activity of Russian economy depends on the innovation policies of large companies.

INNOVATIVE ACTIVITY, BIG COMPANIES, SCIENTIFIC AND TECHNICAL SPHERE, ECONOMIC GROWTH, INNOVATIONS.

В течение последних десяти лет руководство Российской Федерации последовательно принимает политические решения и осуществляет практические шаги, которые направлены на обеспечение инновационного развития и модернизации экономики страны. Только за последние годы был принят ряд решений, направленных на обеспечение роста инновационной активности российских предприятий.

С одной стороны, создаются условия для увеличения числа малых инновационных предприятий, на которых находят свое первое воплощение результаты научных исследований. Так, в 2009 году был принят Федеральный закон ФЗ-217, вносящий изменения в Закон о науке и государственной научно-технической политике [1]. Согласно этому закону, создается возможность для государственных вузов и бюджетных научных организаций выступать учредителями малых предприятий, или «хозяйственных обществ», как они называются в ФЗ-217, целью которых становится внедрение результатов научных исследований и технологических разработок. Создание этих малых предприятий, по замыслу авторов законопроекта, должно способствовать ускорению практической реализации научно-технических разработок, которые были выполнены в научных организациях и высших учебных заведениях – учредителях этих предприятий, то есть повысить уровень инновационной активности экономики России в целом за счет вывода на рынок большого числа современных, конкурентоспособных и высокотехнологичных разработок [2].

С другой стороны, Правительство Российской Федерации как собственник или основной акционер ряда крупнейших российских предприятий, которые определяют конкурентоспособность и безопасность страны, в 2010

году потребовало от руководителей этих предприятий разработки, совершенствования и динамичной реализации Программ инновационного развития этих предприятий на период до 2015 года, в которых основной акцент должен быть сделан на обеспечение обновления и модернизацию основных фондов и рост объемов производства конкурентоспособных продуктов и услуг [3]. В первоначальный перечень вошли 47 предприятий, которые должны были разработать Программы своего инновационного развития и регулярно отчитываться об их выполнении [4]. В настоящее время этот перечень расширен до 96 крупнейших предприятий страны, в которых производится около 2/3 ВНП.

Необходимо отметить, что в современной методологии как научных исследований, так и организации статистического учета деятельности предприятий классификация предприятий по группам исходя из их размера до настоящего времени остается непроработанной. Как правило, выделяются следующие группы предприятий: крупные, средние и малые, а в качестве критерия классификации, как правило, используется численность, которая может привязываться к отрасли или применяться как абсолютный и единственный показатель. Так, европейская статистика разделяет предприятия на группы по размерам на основе численности работающих: до 100 чел. – малые предприятия, до 500 чел. – средние, свыше 500 чел. – крупные [5].

Российская нормативная база в 1990 – 2000-е годы связывала размеры предприятий с видами их деятельности и годовым объемом валовой продукции (работ, услуг). При этом характеристика затрагивала только группу малых предприятий (малыми считались предприятия, среднесписочная численность которых в промышленности не превышала 100 чел., в сельском хозяйстве – 60 чел., в розничной торговле – 30 чел., в остальных отраслях – 50 чел.), граница же между крупными и средними предприятиями никакими нормативными документами не устанавливалась. В настоящее время согласно Федеральному закону от 24 июля 2007 года № 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» в России установлены критерии отнесения предприятий к группам малых и средних предприятий, представленные в табл. 1. Остальные предприятия, согласно данному закону, считаются крупными. Однако для научных исследований данная классификация представляется недостаточной, поскольку в группу крупных предприятий отнесены компании, имеющие слишком неоднородные характеристики, чтобы можно было сформулировать какие-то единые рекомендации в их отношении. Вследствие этого каждый исследователь крупного бизнеса предлагает свои критерии отнесения предприятия к данной группе.

Если в отношении признания предприятия малым в России существует определенная практическая потребность, связанная с введением льгот в области налогообложения и ведения учета (возможность перехода на упрощенную схему учета), то отнесение предприятий к крупным связано, как правило, с аналитическими или научными исследованиями. Поэтому в научной литературе в настоящее время используются дополнительные критерии и подходы к классификации предприятий по их размерам. Российские ученые и специалисты при классификации предприятий по размерам применяют различные критерии, предлагают собственные подходы к дифференциации объектов исследования – от преемственности международных подходов к сбору статистических данных (полное заимствование критериев Евростата или Мирового банка) до построения статистических моделей распределения и формирования однородных групп исходя из целей и задач исследования.

Так, ряд исследователей считает крупными предприятиями те, которые доминируют на национальном или региональном рынке либо выступают градообразующими, либо интегрированы в глобальные экономические процессы. В качестве количественных характеристик крупных предприятий называется годовой объем выручки от реализации продукции – свыше 5 млрд руб., стоимость активов – более 7 млрд руб., среднесписочная численность работающих – от 1 тыс. чел.

Говоря о системообразующих крупных предприятиях, которые относятся к различным отраслям экономики, имеют в виду компании,

обладающие хотя бы одним из следующих признаков: (а) находятся в государственной собственности (являются федеральными государственными унитарными предприятиями или государственными корпорациями); (б) государство владеет контрольным пакетом акций или выступает единственным акционером (являются открытыми акционерными обществами).

стимулированию инновационных процессов для подобных крупных предприятий, оказывается достаточно значимым фактором при формировании их стратегии развития, а принимаемые Советами директоров (или других исполнительных органах управления) подобных предприятий стратегические решения в отношении программ инновационного развития должны согласовываться и утверждаться

Таблица 1

Критерии отнесения предприятий к малым и средним в соответствии с 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в РФ» [6]

Показатель	Микро-предприятие	Малое предприятие	Среднее предприятие
Средняя численность работников за предшествующий календарный год, чел.	До 15	16 – 100	101 – 250
Предельная суммарная доля участия, принадлежащая одному или нескольким юридическим лицам, не являющимся субъектами малого и среднего предпринимательства, %	25	25	25
Предельная выручка от реализации продуктов (работ, услуг) за предшествующий год, млн руб.	60	400	1000

Некоторые из данных предприятий входят в список естественных монополий, вследствие чего выполнение ряда функций управления (планирование, ценообразование и др.) оказывается в прямой зависимости от государства и его экономической политики. Другие крупные предприятия обеспечивают обороноспособность страны, а основным потребителем их продукции (работ, услуг) выступает Министерство обороны и как следствие – их деятельность находится под особым контролем со стороны государства.

Таким образом, для данной группы предприятий характерно активное участие государства в управлении ими (например, через своих представителей в Советах директоров компаний или прямое утверждение органами государственного управления руководителей предприятий). Данное условие является принципиально важным, так как государственная политика повышения инновационной активности напрямую реализуется именно через данные предприятия, и решения, которые принимают органы государственного управления по

органами государственного управления.

Однако и сами крупные предприятия подобного рода оказывают достаточно сильное влияние на состояние социально-экономической сферы страны, динамику ее развития и инновационную активность.

Как правило, данная группа крупных предприятий имеет сложную диверсифицированную структуру, нередко они являются холдингами, контролирующими деятельность множества других предприятий, являющихся их дочерними и зависимыми обществами. Кроме того, к ним же относятся государственные корпорации, объединяющие предприятия, находящиеся в собственности государства. Деятельность холдингов и государственных корпораций в сфере инновационной активности порождает волну так называемых «вторичных инновационных активностей», которая связана с необходимостью комплексной модернизации и обновления процессов производства, а также производимой продукции (выполняемых работ, оказываемых услуг). Поскольку данные вторичные инновации, как

правило, не имеют самостоятельного значения (новые продукты и технологии потребляются внутри холдинга или имеют единственного потребителя в лице крупного предприятия, поэтому они, как правило, не попадают, на открытый рынок), в диссертации рассматриваются холдинговые структуры в целом и инновационная деятельность, которая завершается общим для холдинга конечным результатом в виде освоенного нового продукта (работы, услуги), новой технологии, нового организационного или маркетингового решения.

Например, ввод в эксплуатацию в ОАО «Российские железные дороги» нового типа локомотива – газотурбовоза ГТ1, который оснащен газотурбинным двигателем и способен развивать скорость до 100 км/ч, обеспечивая тягу составов весом 16 тыс. т, или 170 вагонов, что является абсолютным мировым рекордом по мощности локомотивов – требует значительных инноваций в дочерних и зависимых обществах, обеспечивающих обслуживание (например, заправку сжиженным газом, ранее не использовавшимся на железных дорогах) и ремонт локомотивов, а также перекладку с целью укрепления участков пути, по которым будут проходить маршруты грузовых перевозок вследствие большего веса перевозимых составов, которые обеспечивает данный новый локомотив. Но с точки зрения анализа инновационной активности исследовательский интерес представляет изучение инновационных процессов холдинга при вводе в эксплуатацию на грузовых перевозках газотурбовоза, а не освоение отдельных связанных между собой, но не обладающих автономной полезностью инноваций в системе путевого хозяйства и в депо.

Таким образом, к группе крупных предприятий, которые выступают в роли объекта исследования, относятся холдинговые структуры в целом, которые осуществляют управление группами, входящими в них предприятий через механизм владения контрольными пакетами акций или в форме государственных корпораций.

Отличительными особенностями данной группы крупных предприятий являются: (1) среднегодовая численность работающих – не менее 50 тыс. чел., (2) годовой объем реализованной продукции, или выручка от реализации продукции (без учета налога на добавленную стоимость) – не менее 100 млрд руб.; (3) балансовая стоимость основных производственных фондов – не менее 100 млрд руб.; (4) доля на соответствующем сегменте внутрироссийского рынка – не менее 15% (а для естественных монополий – более 35%).

Кроме того, как правило, компании работают не только на внутренних, но и на внешних рынках и ведут операции с зарубежными партнерами. Эти компании одними из первых ощутили последствия глобализации, которые выразились в принятии международных стандартов и технологических регламентов. Так, для обеспечения возможностей международных перевозок (в том числе транзитные перевозки в направлении восток – запад) российские крупнейшие перевозчики (в частности, ОАО «Аэрофлот», ОАО «РЖД») и логистические центры (ОАО «Новороссийский морской порт») должны развивать свою инфраструктуру исходя из мировых стандартов размеров и конструкций контейнеров. По инициативе ОАО «Российские железные дороги» в 2013 году создана Объединенная транспортно-логистическая компания, которая обеспечивает перевозку контейнерных грузов в рамках Единого экономического пространства. В свою очередь, крупные российские компании оказывают определенное влияние на конъюнктуру глобальных рынков, процессы международной кооперации и сотрудничества в научно-технической сфере. Так, ОАО «Газпром» поставляет на европейский рынок более 25% природного газа, влияя на ценовую конъюнктуру газового рынка. Нефтяная компания «Роснефть» после слияния с ТНК-ВР в 2013 году вышла на первое место среди публичных нефтяных компаний мира по запасам и по добыче, что усиливает ее роль на рынке нефти. Крупные предприятия оборонно-промышленного комплекса обеспечивают взаимодействие с зарубежными партнерами по линии военно-технического сотрудничества.

Деятельность крупных предприятий обеспечивает решение стратегических задач национальной безопасности в широком смысле (территориальное единство, энерго- и ресурсонезависимость, обороноспособность и др.).

В то же время следует отметить, что данные крупные предприятия, как правило, ориентированы на работу преимущественно в секторах B2B и B2G. Как отмечалось выше, они являются многоотраслевыми холдинговыми структурами, предприятия которых ведут различные виды деятельности. Также нередко крупные предприятия выступают в качестве ядра кластера, объединяющего работу ряда предприятий внутри технологических цепочек (то есть являются либо поставщиками для последующей дифференциации и обработки промежуточных продуктов (работ, услуг), либо выступают в роли потребителей многочисленных мелких и средних производителей, но при этом являются самостоятельными и не зависимыми от крупного предприятия). Как следствие данной особенности крупных компаний, они, как правило, выступают в роли «инновационных локомотивов», которые формируют направление и определяют динамику инновационных процессов по всей технологической цепочке – от их поставщиков до дилеров и дистрибьюторов. Так, ОАО «АвтоВАЗ» имеет более ста поставщиков комплектующих, которые вынуждены обновлять свой ассортимент и осваивать новые технологии синхронно с процессом освоения производства новых моделей автомобилей на заводе, а их авторизованные дилеры – применять новые методы ремонта и технического обслуживания.

Все чаще российские крупные предприятия выступают в роли инициаторов создания технопарковых структур или соучредителей малых инновационных предприятий, где происходит отработка и доведение до стадии практического применения научно-технических достижений, созданных в исследовательских центрах компаний. Одновременно крупный бизнес в России расширяет масштабы своего взаимодействия с научно-исследовательскими институтами, проектно-конструкторскими и инжиниринговыми организациями, а также техническими вузами в области разработки новых продуктов, технологий и технических решений, что также повышает инновационный потенциал российской экономики.

Вследствие всех этих факторов роль крупных предприятий в повышении уровня инновационной активности российской экономики (рис. 1) представляется достаточно значимой, а для ряда отраслей – определяющей.

Следует отметить, что экономическая политика в России следует за изменениями парадигмы научных исследований в области теории инновационной деятельности. Так, классический подход к инновационным процессам основывался на «шумпетерианском» определении предпринимательства, согласно которому роль ключевого фактора инновационной активности отводилась предпринимателям-антрепренерам [7]. Предприниматели, проявляющие инновационную активность, согласно этой модели, создают новый бизнес, формируют новые рынки и действуют преимущественно в сфере малого инновационного предпринимательства.

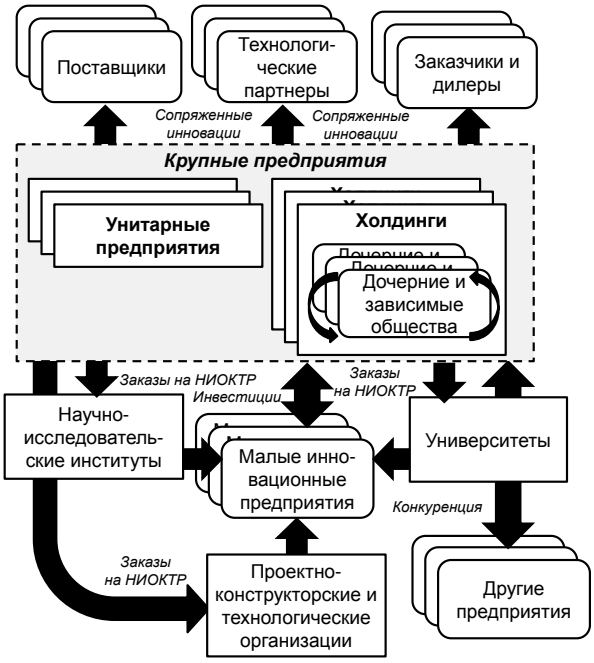


Рис. 1. Влияние крупных предприятий на инновационные процессы в экономике (показано стрелками)

Концепция «созидательного разрушения», популярная в XX веке, исходила из того, что малые инновационные предприятия получали конкурентные преимущества перед большим бизнесом за счет быстрого освоения передовых технологий и вследствие этого преимуще-

Таблица 2

Распределение различных размеров предприятий в экономически развитых странах, % [12]

Доля предприятий	США			Франция			Япония		
	Крупные	Средние	Малые	Крупные	Средние	Малые	Крупные	Средние	Малые
В общем количестве предприятий	0,5	7,9	91,6	0,3	1,3	98,4	1,4	21,6	77,0
В объеме промышленной продукции	35,0	28,4	36,6	42,1	19,1	38,8	34,4	30,1	35,5

ства в конечном итоге вытесняли большой «старый» бизнес, которому сложнее перестроиться на новый технологический лад, в результате чего обеспечивалось изменение расстановки сил на рынке и возникало новое соотношение долей новых и старых отраслей – происходили так называемые «структурные сдвиги» в экономике. Более того, монополизация и усиление крупных компаний в этой модели рассматривалась как угроза малому бизнесу и фактор «загнивания и застоя» в обществе [8].

Современные исследователи [9, 10] хотя и не отвергают роль малого инновационного предпринимательства как полигона для апробации новых научно-технических решений, в то же время отмечают усложнение технологий и рост инвестиционных потребностей при создании новых технологических производств. Вследствие этого все большее значение приобретает именно крупный бизнес, который в этих условиях становится ключевым фактором инновационного развития экономики. Доказательство данного тезиса, как правило, строится на статистическом анализе, который показывает, что, как правило, в экономически развитых странах мира крупный бизнес занимает ведущее место в экономике. Как правило, именно в крупных и средних компаниях производится более 55 – 65% внутреннего национального продукта (табл. 2) [11].

Кроме того, крупные компании производят преобладающие доли объемов отраслевых производств в индустриальных, а также наукоемких и капиталоемких отраслях экономики. Крупный бизнес в экономически развитых странах доминирует в таких отраслях машиностроения, как общее и транспортное машиностроение, электротехническая промышленность и приборостроение; ему принадлежит основной объем производства химической промышленности, черной и цветной металлургии, топливно-энергетического комплекса, добывающей промышленности, фармацевтической промышленности, морском и железнодорожном транспорте и связи.

Высокая концентрация капитала также свидетельствует о значительном влиянии на экономику именно крупного капитала. В условиях глобализации лишь крупным компаниям удается одновременно выйти на несколько национальных рынков; если этого не происходит – инициативу перехватывают другие более мощные компании. Ряд исследователей [13, 14] приводят описание «виолентных» стратегий инновационного развития бизнеса, которые характерны для современных крупных компаний. Суть этих стратегий сводится к тому, что крупные предприятия, осознав новые технологические преимущества, которые создает применение научно-технических достижений, предпринимают все возможные усилия (от приобретения лицензий до поглощения малых инновационных предприятий, обладающих этими технологическими преимуществами), чтобы получить доступ к этим технологиям. Об этом свидетельствует статистика слияний и поглощений на рынке новых инновационных предприятий: как правило, как только компания начинает играть сколько-нибудь заметную роль на рынке, находится более крупный конкурент, который предлагает сделку по покупке бизнеса. При этом концентрация ресурсов позволяет крупным компаниям реализовывать масштабные инновационные

Рис. 2. Уровень инновационной активности крупных предприятий
по стадиям инновационного процесса
(экспертная оценка по результатам исследования автора)

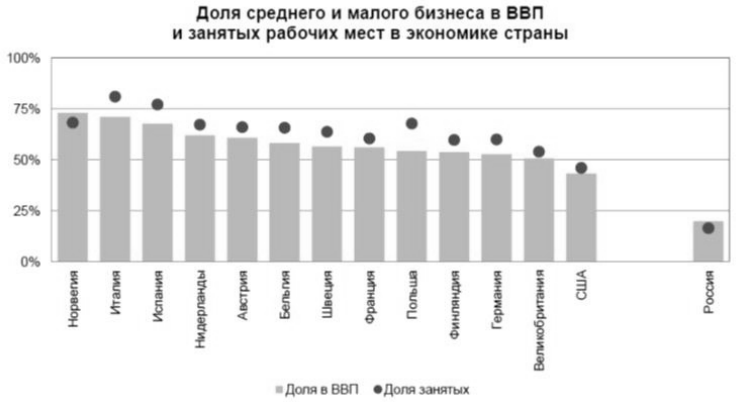


Рис. 3. Доля среднего и малого бизнеса в ВВП
и занятых рабочих мест в экономике по странам мира [5]

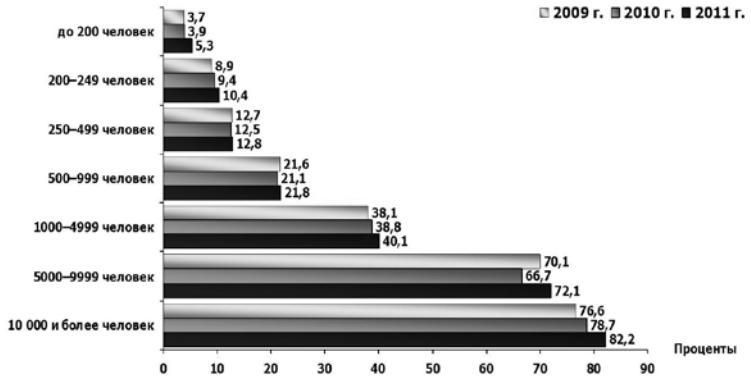


Рис. 4. Удельный вес организаций промышленного производства,
осуществлявших технологические инновации, в группах организаций
по численности работников в 2009-2011 годах [15]

проекты и формировать новые рынки в глобальном масштабах, что в условиях глобализации является существенным фактором конкурентоспособности.

Обладая значительными ресурсами, крупный капитал имеет значительно больше возможностей для реализации технологических инноваций, направленных на рост эффективности функционирования крупных предприятий. Так, в течение последних 20-25 лет в пяти наиболее развитых экономических странах (США, Япония, Германия, Франция, Великобритания) [15] (с корректировкой на кризисные 2008 – 2009 годы) крупные компании демонстрировали более высокий уровень доходности инвестиций, фондоотдачи и производительности труда, чем предприятия малого и среднего бизнеса, что является косвенным свидетельством их достаточно высокой инновационной активности – способности и готовности осваивать технологические достижения в своей производственной деятельности.

В то же время крупный бизнес менее склонен к риску при освоении новых технологических достижений, поэтому говоря об инновационной активности, как правило, в отношении крупных компаний чаще имеют в виду не радикальные новшества, а усовершенствования уже существующих продуктов, технологий, организационных и маркетинговых решений. Опробование возможности практического применения новых научно-технических достижений происходит на малых инновационных предприятиях, создание которых все чаще происходит по инициативе и при непосредственном участии крупных предприятий. Исходя из этого можно утверждать, что крупные предприятия в процессе инновационного развития, с одной стороны, выступают в роли их стимуляторов, задача которых состоит в формировании спроса на проведение исследований и разработок как начальной стадии инноваций; с другой стороны, крупные предприятия с наибольшей активностью включаются в финишные стадии, обеспечивая масштабирование новых технологий и продвижение на широком рынке новых продуктов (работ, услуг). Распределение инновационной активности крупных предприятий по стадиям инновационного процесса (по объему инвестиций) представлено на рис. 2.

В России роль крупных предприятий в инновационных процессах значительно выше, чем в других странах. Следует отметить, что малые и средние предприятия по численности занятых и доле их суммарного объема выручки от реализации продукции (работ, услуг) во внутреннем валовом продукте страны составляют незначительный сектор (рис. 3).

При этом инновационная активность российского малого бизнеса также существенно отстает от других стран: так, доля малых предприятий, действующих в научно-технической сфере, по своей численности составляет в настоящее время всего около 5% от числа зарегистрированных малых предприятий. Данный вывод подтверждает статистика инновационно активных предприятий, которая в течение последних лет практически не меняется (рис. 4). Как видно из рис. 4, вследствие своей незначительности в масштабах экономики малый бизнес в России пока не играет существенной роли в повышении инновационной активности – руководство страны лишь ставит стратегические задачи по развитию малого инновационного предпринимательства и формирует условия для роста новых предприятий в научно-технической сфере. Таким образом, в настоящее время лишь крупные предприятия страны способны обеспечить основной рост инновационной активности российской экономики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 23 августа 1996 года № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» с внесенными изменениями от 21 июля 2011 года № 284-ФЗ.

2. Федеральный закон от 2 августа 2009 года № 217-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности».

3. Перечень поручений Президента Российской Федерации от 04.01.2010 № 22-Пр.

4. Перечень предприятий в соответствии с

Протоколом заседания Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям от 3 августа 2010 года № 4 под председательством Председателя Правительства Российской Федерации В.В. Путина.

5. OECD Small and Medium Enterprise Outlook 2005 // Organisation for Economic Co-operation and Development (электронный ресурс http://www.camaras.org/ publicado/ europa/ pdf/ 8505011E.pdf).

6. Федеральный закон Российской Федерации от 24 июля 2007 года № 209-ФЗ. «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации».

7. **Шумпетер Й.А.** Теория экономического развития (Исследование предпринимательской прибыли, капитала, кредита, процента и цикла конъюнктуры). – М.: Прогресс, 1982. – 455 с. – ISBN 978-5-374-00385-7.

8. **Шумпетер Й.А.** Капитализм, Социализм и Демократия. – М.: Экономика, 1995. – 540 с. – (Эконом. наследие) – ISBN 5-282-01415-7.

9. **Davenport T.H.; Beck J.C.** The Attention Economy: Understanding the New Currency of Business. – Harvard Business School Press, 2001. – P. 272.

10. **Betz F.** Managing Technological Innovation: Competitive Advantage from Change. – USA: Wiley-InterScience. 2011. – P. 272.

11. The World Bank: World Development Indicators. 2013. Gross Domestic Product 2012. (электронный ресурс http://databank.worldbank.org/data/downl/GDP.pdf).

12. **Грузинов В.П., Грибов В.Д.** Экономика предприятия. – М.: Финансы и статистика, ИНФРА-М, 2009. – 400 с. – ISBN 978-5-279-03335-5, 978-5-16-003678-6.

13. **Юданов А.Ю.** Конкуренция: теория и практика. – М.: ГНОМ и Д, 2001. – 142 с. – ISBN 5–296–00076–5.

14. **Баранчеев В.П., Масленникова Н.П., Мишин В.М.** Управление инновациями. – М.: ЮРАЙТ, 2012. – 711 с. – ISBN 978–5–9916–0915–9.

15. Статистика инноваций в России: Материалы Федеральной службы государственной статистики (электронный ресурс) www.gks.ru/free_doc/ new_site/business/nauka/ind_2020/pril3.ppt

REFERENCES

1. Federal Law of August 23, 1996 # 127-FZ «On Science and State Science and Technology Policy», as amended July 21, 2011 № 284- FZ.

2. Federal Law of August 2, 2009 # 217-FZ «On Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation on issues of creating budget scientific and educational institutions, business entities with a view to practical application (implementation) of the results of intellectual activity».

3. List of orders of the President of the Russian Federation dated 04.01.2010 # 22-Pr.

4. List of companies in accordance with the Protocol of the meeting of Governmental Commission on High Technology and Innovation on August 3, 2010 # 4 under the Chairmanship of Prime Minister of the Russian Federation V.V. Putin.

5. OECD Small and Medium Enterprise Outlook 2005 // Organisation for Economic Co-operation and Development (electronic resource http://www.camaras.org/publicado/europa/pdf/8505011E.pdf)

6. Federal Law of 24 July 2007 # 209-FZ «On the development of small and medium enterprises in the Russian Federation».

7. **Schumpeter J.A.** Theory of Economic Development. – Moscow: Progress Publishers , 1982. – 455 P. – ISBN 978-5-374-00385–7.

8. Schumpeter J.A. Capitalism, Socialism, and Democracy. – M.: Eco-nomika, 1995. – 540 P. – ISBN 5–282–01415-7.

9. **Davenport T.H.; Beck J.C.** The Attention Economy: Understanding the New Currency of Business. – Harvard Business School Press, 2001. – 272 P.

10. **Betz F.** Managing Technological Innovation: Competitive Advantage from Change. – USA: Willey-Inter Science, 2011. – 272 P.

11. The World Bank: World Development Indicators, 2013 . Gross Domestic Product in 2012 . (electronic resource http://databank.worldbank.org/ data/down-load/GDP.pdf)

12. **Gruzinov V.P.; Gribov V.D.** Enterprise's Economics. – Moscow: Financy i Statistika, INFRA-M, 2009 . - 400 P. - ISBN 978-5-279-03335-5, 978-5-16-003678-6.

13. **Yudanov A.Y.** Competition: Theory and Practice. - M.: GNOM-D, 2001. – P. 142 ISBN 5-296-00076-5

14. **Barancheev V.P., Maslennikova N.P., Mishin V.M.** Innovation Management. – M.: Yurait, 2012. – 711 c. – ISBN 978-5-9916-0915-9.

15. Statistics innovation in Russia : Materials of the Federal State Statistics Service (electronic resource) www.gks.ru / free_doc / new_site/ business/ nauka/ ind_2020/pril3.ppt

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

Устич Дмитрий Петрович – стажер-исследователь кафедры управления инновациями в реальном секторе экономики ФГБОУ ВПО «Государственный университет управления», 109542, Россия, Москва, Рязанский проспект, 99, e-mail: ustichdp@yandex.ru
Ustich Dmitry P. – researcher at Innovation Management Department in Real Sector of Economy, State University of Management (Moscow), 99 Ryazansky prospect, Moscow, 109542, Russia, e-mail: ustichdp@yandex.ru

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 004.89:65.012.16

А.С. Жиляева, Н.Б. Культин

ЭКСПЕРТИЗА ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ НА ОСНОВЕ АППАРАТА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

A.S. Zhiliaeva, N.B. Kultin

INNOVATION PROJECT ASSESSMENT BASED ON FUZZY LOGIC APPROACH

Рассматривается возможность применения математического аппарата нечеткой логики при проведении экспертизы инновационных проектов. Изложена методика построения правил принятия решений и особенности ее применения при определении эффективности инновационных проектов.

ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ, МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ, НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА, ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА, ПРАВИЛА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ.

This article discusses opportunities of usage of fuzzy logic approach in innovation project assessment. Methods of formulization of rules for decision making process and specificity of its usage for an estimation of projects' efficiency is presented.

INNOVATION PROJECT, METHODS OF INNOVATION PROJECTS' ASESSMENT, FUZZY LOGIC, EXPERT SYSTEM, DECISION-MAKING RULES.

Успешная реализация инновационных проектов является ключевым фактором эффективной коммерческой деятельности и развития компаний. Уникальность решений, закладываемых в инновационный продукт, позволяет усилить конкурентоспособность организации, создать новые или занять существующие ниши рынка. Однако инновационность проекта и отсутствие прямых аналогов существенно усложняет оценку его перспектив. На ранних стадиях развития проекта информация о сроках, необходимых ресурсах, количественных характеристиках будущего продукта, его потребительской ценности носят приблизительный характер [1]. Вместе с тем решение о реализации проекта (или отказе от реализации) целесообразно принимать именно на начальном этапе, так как объем затраченных к этому моменту средств, как правило, незначителен.

На практике решение о реализации проекта принимается на основе анализа показателей эффективности инвестиций (NPV, IRR, PB, PI и др.) [2]. Необходимо понимать, что полученные в результате расчета значения показателей являются прогнозными и отражают только единственный частный случай из множества вариантов развития проекта. Таким образом, задача экспертизы инновационного проекта сопряжена с высоким уровнем технологической и рыночной неопределенности.

Традиционно для принятия решений в условиях неопределенности используют экспертные методы. Данный подход также позволяет учесть влияние проекта на компанию, которое невозможно оценить при помощи показателей эффективности инвестиций. Как правило, при проведении экспертиз оценка каждой альтернативы, сформулированная экспертом, выражается некоторым числом (баллом). Несмотря на то что полученная таким образом оценка, по сути, является отображением значения качественной характеристики, в расчетах эффективности она используется как точное, однозначно определенное число, что понижает достоверность получаемого результата и затрудняет интерпретацию итогового значения.

На практике задачи, связанные с неопределенностью, довольно часто решаются с использованием математического аппарата нечеткой логики [3] и технологий экспертных систем [4]. В приложении к сфере управления проектами применение аппарата нечеткой логики позволит формализовать процесс принятия решений экспертом, получить математически обоснованные результаты экспертизы. Формализация процесса принятия решений позволит разработать инструментарий, облегчающий работу экспертов и лиц, принимающих решения, а также уменьшить влияние человеческого фактора на процесс и результат экспертизы. Примером подобного инструментария может служить экспертная система, способная «самостоятельно» вырабатывать решение на основе заложенных в нее правил и информации о проекте [5].

Попытки создания методики оценки инновационных проектов на основе математического аппарата нечеткой логики предпринимались рядом исследователей [6, 7]. Однако в существующих работах рассматриваются общие вопросы применения нечеткой логики, специфика управления инновационными проектами не учитывается, оценка инновационных проектов используется исключительно как иллюстрация, а выбор критериев оценки, их возможных значений, видов используемых функций принадлежности не обосновывается, набор правил для определения потенциала альтернатив формируется бессистемно. С учетом недостатков существующих подходов предлагается новая методика построения правил экспертных систем [8], которую можно представить как последовательность следующих этапов:

- Определение критериев оценки альтернатив как лингвистических переменных
- Построение иерархической структуры критериев
- Построение интегральных показателей в виде деревьев лингвистических переменных
- Определение зависимостей между критериями
- Определение нечеткой истинности выбранных значений критериев
- Определения условий и заключений, реализующих правила экспертной системы.

В процессе апробации методики были определены правила принятия решений, используемые экспертами при оценивании инновационных проектов, выявлены особенности, присущие экспертизам в данной сфере, а также сформулированы дополнительные рекомендации по построению правил определения будущей эффективности проектов.

Первоочередной задачей, решаемой при подготовке проектных альтернатив к экспертизе, является отбор критериев. Разработка универсального инструментария предполагает выбор показателей, которые можно использовать не только для одиночной экспертизы, где все проекты и их особенности известны, но также для любой другой процедуры оценивания. На основе анализа литературы, документации конкурсов инновационных проектов были отобраны около 50 наиболее часто используемых для оценки проектов показателей, которые были разделены по следующим группам:

общие показатели проекта (тип инновации, сфера внедрения);

показатели взаимосвязи проекта с внешними факторами (экологичность, количество создаваемых рабочих мест);

рыночные показатели (доля рынка, уровень конкуренции на рынке);

научно-технические показатели (наукоемкость);

производственные показатели (обеспеченность ресурсами);

финансовые показатели (*NPV, IRR, PB* и др.);

характеристики исполнителя (полнота проектной команды).

Стоит отметить, что значения ряда критериев позволяют только отнести альтернативу к некоторой группе проектов, но не сравнивать ее с другими. Значения подобных классификационных показателей не используются для расчета эффективности напрямую, но определяют группы близких проектов, среди которых должна проводиться оценка значений остальных критериев. Данный подход позволяет избежать прямого сравнения показателей разнородных альтернатив. Так, например, некоторые показатели финансовой эффективности проектов, относящихся к разным сферам внедрения, могут существенно отличаться независимо от степени эффективности каждого про-

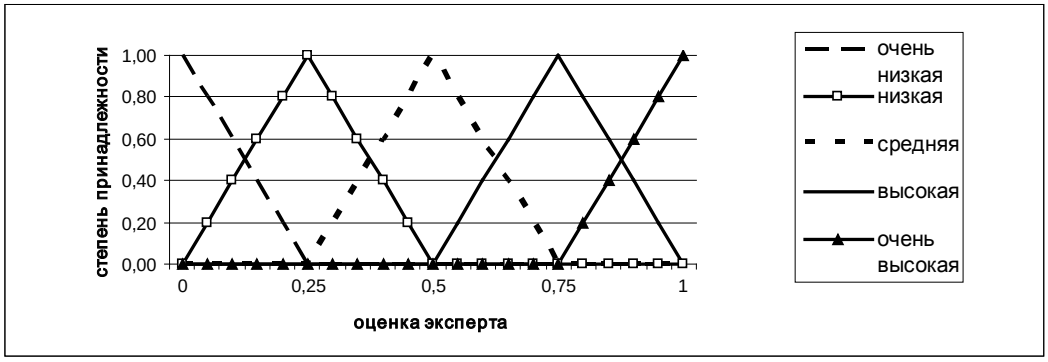


Рис. 1. Графики рекомендуемых функций принадлежности для определения значений качественных критериев

екта в связи с различным объемом финансовых ресурсов в отраслях.

Для использования математических методов нечеткой логики при оценке эффективности проекта критерии были определены в качестве лингвистических переменных. В ходе данной операции для каждого критерия были подобраны лингвистические значения, интуитивно понятные эксперту и естественные для используемого языка. Например, в качестве значений показателя «доля рынка» используются утверждения «большая», «средняя», «малая». Для определения значений ряда критериев возможно использовать не суждения экспертов, получаемые в ходе одиночной экспертизы, а известные о проекте факты и принятые способы их интерпретации. Поэтому важно определить, какие данные о проекте, связанные с критерием, могут помочь в определении его значения. Так, если создаваемый инновационный продукт предполагается выводить на внешний рынок, то значение показателя «географический масштаб нововведения» может считаться «значительным». Были определены модификаторы, позволяющие при необходимости расширить множество значений переменных. В качестве модификаторов предлагается использовать слова «довольно», «очень», «не» и т. д. Для каждой переменной были определены их универсальные множества и базовые переменные. Для исходно количественных показателей универсальное множество представляет собой совокупность возможных численных значений, а базовая переменная выражается в единицах измерения данной характеристики (например, количество лет, число рабочих мест). Для качественных критериев в качестве универсального множества выбран отрезок [0,1], а в качестве базовой переменной - значение 0,01. Такой подход позволяет получить своего рода шкалу из ста численных значений, способных отразить соотношение различных оценок в рамках одного критерия.

Наиболее сложной задачей, связанной с описанием критериев в терминах нечеткой логики, является определение функций принадлежности. В то время как для качественных критериев можно использовать стандартные «треугольные» функции (рис. 1) [9], функции принадлежности для количественных показателей целесообразно определять на основе статистических или аналитических данных.

По результатам анализа 80 бизнес-планов реальных проектов были предложены статистически значимые функции принадлежности для показателей инвестиционной эффективности. Графики функций принадлежности, полученных для показателя «срок окупаемости проекта», представлены на рис. 2.

Для построения правил принятия решений необходимо определить иерархию критериев. Разбиение показателей на группы применяется для облегчения работы эксперта, позволяя ему на каждой стадии экспертизы концентрироваться только на небольшом числе показателей. Интегральный показатель каждой группы

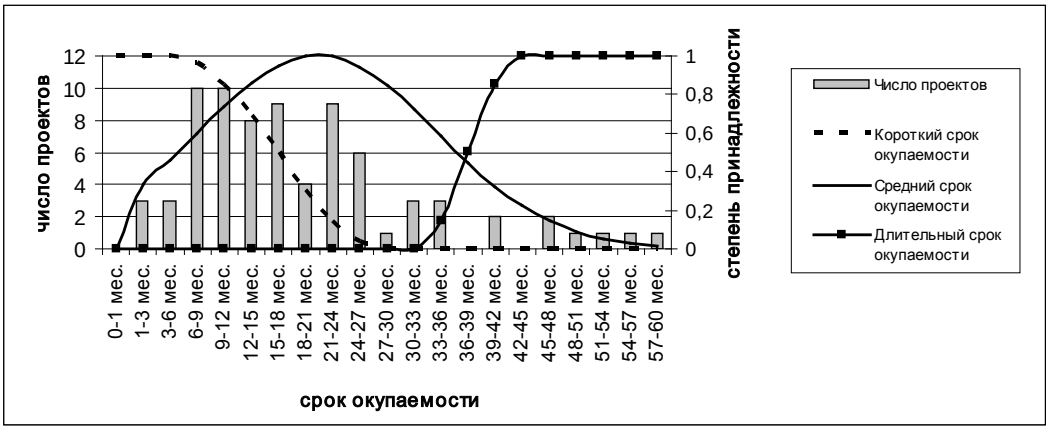


Рис. 2. Графики функций принадлежности для показателя «срок окупаемости»

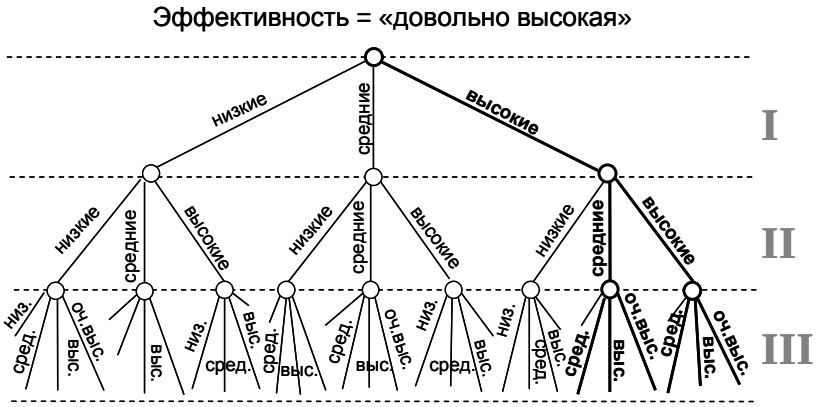


Рис. 3. Дерево лингвистической переменной «Эффективность» с построенным на нем правилом
Рыночные (I) и научно-технические (II) показатели;
показатели квалификации исполнителя (III).

критериев является лингвистической переменной, которая может принимать значения «высокий», «низкий», «средний».

Другим способом, позволяющим уменьшить трудоемкость процесса экспертизы, проводимой по большому числу критериев, является визуализация оценок, используемых при построении правил [10]. Для каждого интегрального показателя строится дерево лингвистической переменной, вершиной которого является искомый показатель, уровнями графа – подкритерии интегрального показателя, а ребрами – их возможными значениями. В качестве примера на рис. 3 представлен фрагмент дерева лингвистической переменной «Эффективность».

Необходимо отметить, что критерии проекта связаны между собой не только иерархически. Значения одних показателей проекта часто позволяют интерпретировать известные о нем данные и производить более точную оценку по другим критериям. Например, одно и то же численное значение показателя *NPV* для проектов с разной степенью наукоемкости может интерпретироваться и как «малое», и как «значительное».

Еще одним фактором, который необходимо учитывать при расчете значений интегральных показателей является степень истинности суждения, полученного от эксперта. Степень истинности также может быть представлена как лингвистическая переменная, значение которой определяется на основе данных о компетентности эксперта, степени расхождения экспертных

суждений, полноте, актуальности и достоверности данных о проекте. Степень истинности оценок может оказывать существенное влияние на вес критериев, используемых при расчете эффективности проекта.

Завершающим этапом методики является генерация правил принятия решений на основе данных, полученных на предыдущих стадиях. На этом этапе при помощи функций принадлежности определяются правила интерпретации численных базовых переменных, правила интерпретации фактических данных, принципы определения истинности суждений. Для определения значений интегральных критериев используются построенные деревья лингвистических переменных. При построении правила в вершину графа записывается целевое значение интегрального критерия, затем на каждом уровне дерева отмечаются ветви с оценками, допустимыми для достижения указанного значения интегрального показателя (см. рис. 3).

Представленная методика построения правил позволяет формализовать процесс построения базы знаний, содержащей наиболее полную информацию об альтернативах и принципах принятия решений. Рассмотренная методика может быть использована при разработке экспертной системы оценки инновационных проектов. Проделанная работа позволяет сделать выводы о необходимости дальнейшего исследования в данной области. Требуют дальнейшего изучения вопросы построения статистически обоснованных функций принадлежности для численных показателей проекта, а также вопросы влияния определенных в методике модификаторов на нечеткие множества, соответствующие значениям показателей и соответствующие им функции принадлежности. Особый интерес для последующих исследований представляет анализ взаимосвязей между критериями, а также механизмы определения истинности полученных суждений. Выявленные закономерности могут позволить в будущем создать самообучающуюся экспертную систему, способную «самостоятельно» определять значения показателей любого уровня на основе статистических и аналитических данных о проектах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Туккель И.Л.** Управление инновационными проектами : учеб. пособие для вузов / И.Л. Туккель, А.В. Сурина, Н.Б. Культин. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2011. – 416 с.

2. **Савчук В.П.** Оценка эффективности инвестиционных проектов: учеб. пособие / В.П. Савчук. – Москва: Перспектива, 2006. – 384 с.

3. **Заде Л.А.** Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л.А. Заде ; пер. с англ. Н.И. Ринго. – Москва: Мир, 1976. – 167 с.

4. **Культин Н.Б.** Методическое обеспечение процесса экспертизы инновационных проектов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2011. – № 3 (121). - С. 131-134.

5. **Культин Н.Б.** Экспертная система как инструмент поддержки принятия управленческих решений // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2011. - № 3 (121). - С. 139-141.

6. **Низамова А.Ш.** Оценка эффективности инновационных проектов методом нечетких множеств [Электронный ресурс] // Управление экономическими системами. – 2012. - №40. – Режим доступа: http://www.uecs.ru/uecs40-402012/item/ 1241 - 2012 - 04-10-06-36-09 (24.09.2013)

7. **Соколова А.Ю.** Разработка моделей многокритериального выбора альтернатив на основе нечетких множеств второго порядка для решения экономических задач [Электронный ресурс] // Материалы V Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум». - 2013. – Режим доступа: www.scienceforum.ru/ 2013/ 235/ 3388 (24.09.2013).

8. **Жиляева А.С.** Методика формирования правил экспертной системы на основе математического аппарата нечеткой логики / А.С. Жиляева, Н.Б. Культин // XLI Неделя Науки СПбГПУ : материалы научно-практической конференции с международным участием. – Санкт-Петербург, 2012 – С. 43 – 44.

9. **Шипилина А.И.** Применение теории нечетких множеств при оценке сложных инвестиционных проектов / А.И. Шипилина, А.И. Беспалов // Регион: экономика и социология. – 2010. - № 3. - С. 176 – 189.

10. **Жиляева А.С.** Использование математического аппарата нечеткой логики при оценке инновационных проектов / А.С. Жиляева, Н.Б. Культин // Неделя науки СПбГПУ. Лучшие доклады: материалы научно-практической конференции с международным участием. – Санкт-Петербург, 2013 – С. 75 – 78.

REFERENCES

1. T**ukkel' I.L.** Upravlenie innovatsionnymi proektami : ucheb. posobie dlia vuzov / I.L. Tukkel', A.V. Surina, N.B. Kul'tin. – Sankt-Peterburg: BKhV-Peterburg, 2011. – 416 s. .

2. **Savchuk V.P.** Otsenka effektivnosti investitsionnykh proektov: ucheb. posobie / V.P. Savchuk. – Moskva: Perspektiva, 2006. – 384 s. .

3. **Zadeh L.A.** The concept of linguistic variable and its application to approximate reasoning / L.A. Zade, N.I. Ringo. – Moskva: Mir, 1976. – 167 s.

4. **Kul'tin N.B.** Metodicheskoe obespechenie protsessa ekspertizy innovatsionnykh proektov // Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU. - 2011. - № 3 (121). - s. 131-134.

5. **Kul'tin N.B.** Ekspertnaia sistema kak instrument podderzhki priniatiia upravlencheskikh reshenii // Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU. – 2011. - № 3 (121). - s. 139-141.

6. **Nizamova A.Sh.** Otsenka effektivnosti innovatsionnykh proektov metodom nechetkikh mnozhestv [Elektronnyi resurs] // Upravlenie ekonomicheskimi sistemami. – 2012. - № 40. – Rezhim dostupa: http://www.uecs.ru/uecs40-402012/item/1241 -2012-04 -10-06-36-09 (24.09.2013).

7. **Sokolova A.Iu.** Razrabotka modelei mnogokriterial'nogo vybora al'ternativ na osnove nechetkikh mnozhestv vtorogo poriadka dlia resheniia ekonomicheskikh zadach [Elektronnyi resurs] // Materialy V Mezhdunarodnoi stude-ncheskoi elektronnoi nauchnoi konferentsii «Studencheskii nauchnyi forum». - 2013. – Rezhim dostupa: www.scienceforum.ru/ 2013/ 235/ 3388 (24.09.2013).

8. **Zhiliaeva A.S.** Metodika formirovaniia pravil ekspertnoi sistemy na osnove matematicheskogo apparata nechetkoi logiki / A.S. Zhiliaeva, N.B. Kul'tin // XLI Nedelia Nauki SPbGPU : materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. – Sankt-Peterburg, 2012 – s. 43–44.

9. **Shipilina A.I.** Primenenie teorii nechetkikh mnozhestv pri otsenke slozhnykh investitsionnykh proektov / A.I.Shipilina, A.I. Bespalov // Region: ekonomika i sotsiologiia. – 2010. - № 3. - s. 176 – 189.

10. **Zhiliaeva A.S.** Ispol'zovanie matematicheskogo apparata nechetkoi logiki pri otsenke innovatsionnykh proektov / A.S. Zhiliaeva, N.B.Kul'tin // Nedelia nauki SPbGPU. Luchshie doklady: materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. – Sankt-Peterburg, 2013 - s. 75-78.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

ЖИЛЯЕВА Анастасия Сергеевна – аспирант кафедры управления проектами; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: anastasia.zhil@yandex.ru

ZHILIAEVA Anastasiia S. - St. Petersburg State Polytechnical University; 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: anastasia.zhil@yandex.ru

КУЛЬТИН Никита Борисович – доцент кафедры управления проектами, кандидат технических наук, доцент; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: nkultin@yandex.ru

KULTIN Nikita B. - St. Petersburg State Polytechnical University; 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: nkultin@yandex.ru

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 658.51

Ю.И. Рягин, А.О. Умеренков, И.И. Толстоухов

МАЛЫЕ СОЦИАЛЬНЫЕ ОБЩНОСТИ КАК ОСНОВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ В КРИТИЧЕСКИ ВАЖНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Y.I. Ryagin, A.O. Umerenkov, I.I. Tolstoukhov

SMALL SOCIAL COMMUNITIES AS A BASIS FOR MAINTENANCE THE HIGH QUALITY OF THE PRODUCT IN THE CRUCIAL FOR THE STATE SPHERES OF PRODUCTION

Рассмотрены преимущества производственной команды над иерархической производственной группой в деле исключения человеческого фактора, влияющего на качество выпускаемой продукции в критически важном производстве (аэрокосмическом, оборонном и т. д.). Показано, что возможности современных IT-технологий могут быть использованы для обеспечения целевых характеристик выпускаемых изделий.

ЛИН-ТЕХНОЛОГИЯ, КОМАНДА, БРИГАДА, ГРУППА, ПРОИЗВОДСТВО, ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР, КОММУНИКАЦИИ.

The article discusses the advantages of teambuilding over providing a hierarchical model of relations among employees on the field of elimination the human errors in the crucial for the state spheres of production (aerospace, defense industries, etc.). The authors show how the power of modern IT-technology can be used to provide desired characteristics of the products.

LEAN THINKING TECHNOLOGY, TEAM, BRIGADE, GROUP, MANUFACTURING, HUMAN FACTOR, COMMUNICATIONS.

За последнее время в России возникли проблемы в ряде критически важных отраслях промышленности, таких как аэрокосмическая, оборонная и т. д. Расследование неудачных запусков научного зонда «Фобос-Грунт», спутников системы «Глонасс», морских ракет «Булава», ракеты-носителя «Протон-М» показало, что причина кроется в качестве выпускаемых изделий. Именно оно является основным параметром высокотехнологической продукции. В свою очередь, низкое качество является следствием ошибок в проектировании и напрямую связано с человеческим фактором на производстве. Как показывает опыт, этот фактор – самый непредсказуемый, плохо структурируемый. Человек с его субъективностью, усталостью, склонностью к ошибкам и предрасположенностью к снисходительности является в производстве наиболее слабым звеном [1].

Существует ряд подходов для предотвращения подобной проблемы. Один из наиболее эффективных сегодня ЛИН-технология (Lean Thinking technology). Она была впервые применена в середине 50-х годов прошлого века японской автомобильной корпорацией Toyota. Концепция подобной технологии, известной как технология бережливого производства, подразумевает уменьшение всех видов потерь на каждом этапе выпуска высокотехнологичной продукции. Основной задачей является устранение действий, потребляющих ресурсы, но не создающих ценности [2].

Современная ситуация в российской промышленности такова, что основной рабочей единицей является производственная бригада или группа, состоящая из руководителя (бригадира, наставника и т. д.) и нескольких под-

чиненных, каждый из которых ориентирован на конкретную трудовую задачу. Бригадная (групповая) работа в аэрокосмической, оборонной и т.п. промышленности сложилась исторически. Она имеет немало положительных сторон:

· Члены группы ориентированы на узкую предметную область. Достаточно быстро накапливается профессионализм и автоматизм в действиях, уменьшаются ошибки «новичка».

· Формальный лидер (бригадир) имеет устойчивые связи с производственным менеджментом более высокого уровня и впрямую влияет на оценку результата труда каждого члена группы, что обеспечивает рабочий настрой в течение всего трудового дня.

· Жесткая иерархия в производственной группе мобилизует людей, заставляя их работать на конечный результат.

Однако у группового взаимодействия есть серьезные недостатки, а именно:

Вышестоящий менеджмент имеет возможность оперативно изменять состав производственной группы, что неблагоприятно сказывается на стабильности ее межличностных связей. Приветствуется разнородный по квалификации смешанный возрастной состав, микширующий такие качества, как стремление получить одобрение в группе, присуще молодежным общностям.

Цели отдельных членов группы могут идти вразрез с целью существования самой группы, тогда получение адекватного вознаграждения за качественный труд подменяется установлением дружеских отношений с формальным лидером – бригадиром. Стремление быстро и без замечаний выполнить полученное задание ведет к спешке и сокрытию дефектов в работе.

Ошибки в распределении обязанностей между членами производственной группы снижают ответственность за конечный результат труда. Нередки ситуации, когда мнение неформального лидера превалирует над позицией руководителя группы. Тогда вероятны затяжные конфликты, а эффективность работы резко снижается.

Формальный лидер (бригадир) склонен подавлять мнение других людей. Идеи и предложения, направленные на уменьшение потерь в производстве и повышение качества выпускаемой продукции, не всегда находят практическое применение. Внедряемые «сверху» популярные групповые методы, «обсуждение» и «мозговой штурм», зачастую становятся формальностью и не влияют на итоговое качество продукции.

Упомянутая выше ЛИН-технология основывается на принципах «автономизации» и «точно вовремя», которые взаимодействуют между собой. Добиться взаимодействия можно только с помощью оперирования такой структурной единицей, как производственная команда. Последняя понимается как малая общность людей, имеющих высокую квалификацию в определенной области и максимально преданных цели деятельности организации. Для достижения цели члены команды действуют сообща, взаимно согласовывая свою работу [3]. Основные отличия производственной группы от малой социальной общности (производственной команды) представлены в табл. 1.

Эффективная работа производственной команды возможна при четко налаженной системе коммуникации как внутри нее, так и на уровне всего промышленного предприятия. Прежде всего, для связи с проектной службой (блоком дизайна), а также службой продаж и сопровождения готовых изделий (блоком сейлинга). Для достижения этой цели целесообразно использовать современные IT-средства. Сегодня менеджеры всех уровней не мыслят работу без ставшей уже традиционной мобильной связи, использования служб мгновенных сообщений и электронной почты, позволяющей обмениваться информацией в асинхронном режиме. Однако в низовых производственных подразделениях подобные технологии не приветствуются. В аэрокосмической и оборонной промышленности, прежде всего, по режимным соображениям.

Но эти технологии можно применить для оперативного обмена информацией между членами производственной команды. Поток сообщений о возникших сложностях, «узких» производственных местах, варианты качественной защиты «от дурака», видеосвязь для наглядной демонстрации нового «ноу-хау» и т. д. позволяют за короткое время исключить ошибки и сбои в работе. Тем самым, заклады-

вается необходимый плацдарм для обеспечения необходимого качества выпускаемой продукции.

По мнению авторов, для этой цели на первое место сегодня вышли внутрикорпоративные социальные сети. Они вобрали в себе основные преимущества прочих средств коммуникации и вполне могут быть использованы в деятельности производственных команд. Наличие собственного коммуникативно-аналитического центра, оценивающего в текущем режиме всю протекающую информацию внутри подобной сети, с упором на выявление отклонений от «идеального» производственного процесса, дает возможность на ранних этапах исключить сумму «мелочей», влияющих в силу эффекта кумуляции на качество выпускаемых изделий.

Общая структура современного внутрикорпоративного взаимодействия представлена на рис. 1.

На рисунке выделены службы проектирования, производственные подразделения, а также служба продаж и сопровождения, т.к. они являются критически важными для большинства промышленных предприятий. Особое внимание следует уделить защите внутрикорпоративного трафика, потенциально интересного для конкурентов.

Здесь основные службы изолированы друг от друга в плане прямого информационного обмена. Более эффективно многоканальное внутрикорпоративное взаимодействие, где не только подразделения в целом, но и отдельные сотрудники взаимодействуют между собой по принципу «каждый работает с каждым». Это можно реализовать с помощью личных коммуникаторов, работающих по защищенным каналам связи с ведомственными точками доступа, к примеру, по стандартам Wi-Fi и DECT. Апробированные технологии социальных сетей позволяют организовывать закрытые форумы и тематические группы для обсуждения и решения как текущих, так и общих корпоративных проблем. Рис. 2 иллюстрирует вариант такого взаимодействия.

Таблица 1

Сравнение группового (бригадного) типа работы и работы в команде

Параметр	Бригада	Команда
Производительность зависит	Индивидуального вклада в работу	Индивидуального и совместного вклада в работу
Оценка результатов труда	Индивидуальная	В равной мере индивидуальная и совместная
Члены заинтересованы в	Достижении поставленных целей	Формулировании и достижении целей
Работа определяется	Целями, поставленными вышестоящими руководителями	Общими целями и совместными обязательствами
Производятся продукты	Индивидуальной деятельности	Индивидуальной и коллективной деятельности
Формы совместного решения проблем	Производственные собрания	Свободные встречи на производстве и в быту
Оценка эффективности труда	Косвенная, по готовому продукту	Непосредственно по произведенному продукту, высока роль социальных связей
Процесс работы	Обсуждение; решение; делегирование полномочий	Обсуждение; решение; совместное выполнение
Состоит из работников	Одного уровня подразделения	Всех уровней и подразделений

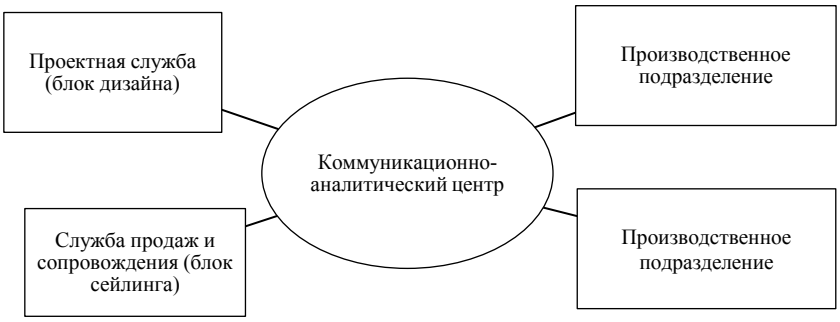


Рис. 1. Структура внутрикорпоративного взаимодействия

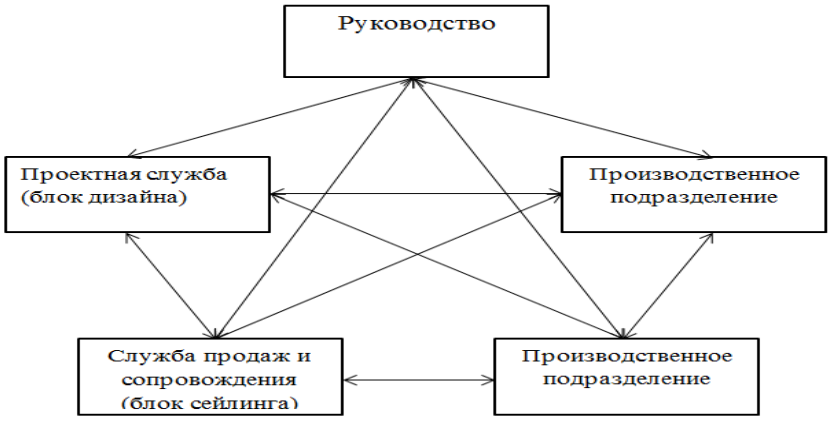


Рис. 2. Многоканальная схема внутрикорпоративного взаимодействия

Здесь все подразделения взаимодействуют между собой. Коммуникативно-аналитический центр на схеме не указан, но он существует и работает по принципу «инкогнито» в фоновом режиме. Центр готовит обобщенные выводы и рекомендации для высшего менеджмента предприятия, с упором на обеспечение заданного качества продукции.

Предложенная модель считает недопустимыми даже незначительные отклонения от утвержденной конструкторско-технологической документации, ведущие к мелким дефектам в конструкции выпускаемого изделия. Принцип можно сформулировать словами: «Нет допуска допускам!». Роль производственных команд заключается в том, что любой сбой в работе либо конструкторская ошибка с большой долей вероятности будут обнаружены, детально описаны и включены в базу отклонений. Накопленный массив следует непрерывно структурировать и тщательно изучать на основе известного в информационно-аналитической деятельности метода сбора информационной мозаики. Обобщенные данные послужат отправной точкой для модификации конструкции, корректировки техпроцессов производства и т. д. Принцип можно сформулировать как: «Вчерашняя ошибка – сегодняшняя инновация!».

Немаловажным фактором в обеспечении эффективности работы предложенных производственных команд является поддержание постоянной общности между ее членами. Большую роль играет неформальное общение, а также смешение деловых и личных отношений. Добиться этого также можно с помощью

использования внутрикорпоративной социальной сети путем создания открытых тематических групп с лояльной модерацией и постоянным обновлением тематики обсуждений.

В сумме такой подход послужит драйвером постоянного потока «сигналов снизу». Их значение сложно переоценить. Это могут быть как рекомендации по незначительным изменениям в конструкции выпускаемых изделий, так и предложения глобальных инноваций, относящихся к стратегии продвижения на новые рынки, изменению формы продаж, сопровождения готовых изделий и т. д. Все сигналы и предложения должны немедленно рассматриваться менеджментом предприятия и в случае одобрения оперативно включаться в текущую деятельность. Следует признать, что реализация подобной концепции требует гибкого управления не только производственными и сбытовыми процессами, но и процессом разработки.

работающем изделии, что целесообразно делать во время его ввода в эксплуатацию, достижения заданного периода работы и т. д. Это могут быть флэш-носители, твердотельные устройства памяти, магнитные диски и пр. Информация об отклонениях и сбоях через служебные средства коммуникации должна быть доступна не только в блоке дизайна и менеджменту предприятия, но в производственных командах. Анализ на низовом уровне причин отклонений от определенного конструкторами режима эксплуатации готового изделия и выработка на основе совместных обсуждений рекомендаций по повышению качества выпускаемых изделий позволит предотвратить дальнейшее появление низкокачественных узлов и блоков, являющихся причиной большинства сегодняшних аварий и катастроф в рассматриваемой сфере.

Порядок обработки информации об отклонениях, которые возникают при эксплуатации

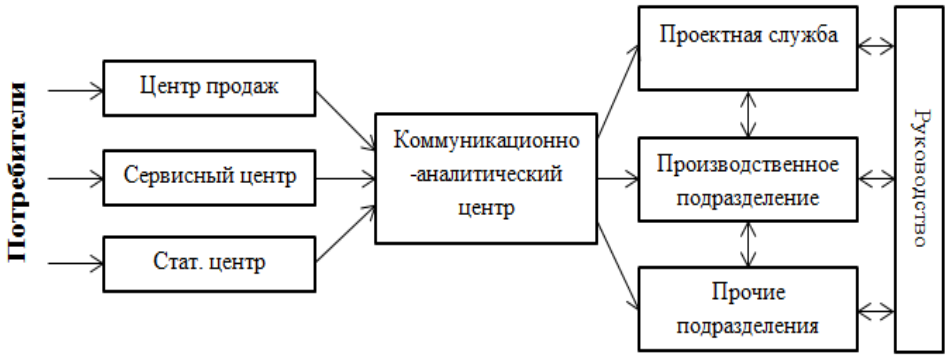


Рис. 3. Порядок обработки информации
при выявлении нежелательных отклонений при эксплуатации готовых изделий

Для фиксации отклонений, которые могут возникнуть при эксплуатации критичного по качеству изделия, целесообразно использовать концепцию «белого ящика», по аналогии с «черным ящиком», используемым в авиации для фиксации параметров летательного аппарата в процессе катастрофы. Сбор информации обо всех возникающих отклонениях от заданного конструкторами режима должен производиться непрерывно. Собранный массив – оперативно поступать на предприятие-изготовитель путем его переноса с устройств записи информации, штатно установленных на

готовой продукции, изображен на рис. 3.

Внешними источниками информации могут также служить центры продаж, сервисные подразделения и т. д. Обработка собранной информации происходит в едином коммуникационно-аналитическом центре, который систематизирует и отправляет в соответствующие службы предприятия «сигналы снизу» для коррекции отклонений во время производства. Важно, что не только руководство предприятия, но и низовые звенья связаны «родовой пуповиной» с судьбой произведенных изделий. Качество последних контролируется

на всех участках их создания, а не только представителями военной приемки, как это происходит сейчас в отечественной оборонной промышленности.

Представленная в статье схема функционирования промышленного производства применима при организации труда в виде малых социальных сообществ (производственных команд). Подчеркнем, что широко используемая сегодня бригадная организация труда не предполагает зарождение идей снизу, а также гибкое управление возникшими инновациями. Также стоит учесть, что описанные методы организации внутрикорпоративных коммуникаций будут максимально эффективными в коллективе, состоящем из молодёжи с активной жизненной и гражданской позицией.

Предлагаемые авторами идеи являют собой развитие хорошо зарекомендовавшей себя ЛИН-технологии с акцентом на минимизацию проблем, связанных с человеческим фактором. Они позволят в максимальной мере использовать предложения, возникающие в процессе обсуждения сбойных ситуаций, оперативно выявлять отклонения от утвержденной технологии и парировать неизбежные ошибки, связанные с наиболее слабым звеном в современном высокотехнологичном производстве – человеком. Поток «инноваций снизу» окажется востребованным в блоке дизайна, который получит полезную информацию для разработки новых образцов критически ответственной по качеству продукции в принципиально важной для современной России промышленной сфере (аэрокосмической, оборонной и т. д.).

Добавим, что саморегулируемые сущности, к которым относятся рассмотренные в статье производственные команды, обладают, среди прочего, свойствами сохранения и развития. Они могут длительное время «оставаться на плаву» при резко изменившейся внешней среде, как это произошло с отечественной средней и высшей школой, а также с Российской академией наук. За два последних десятилетия коренных социально-экономических преобразований эти структуры сохранили свой потенциал. Они способны в короткий срок встать на рельсы инновационного развития, что свидетельствует в пользу пропагандируемой авторами командой организации труда.

По всей видимости, использование механизма внутренней саморегуляции и встроенных механизмов развития окажется широко востребовано завтра. Сфера высоких технологий неизбежно будет вовлечена в гонку за эффективность человеческого труда. Иерархические производственные группы уступят место социально-производственным общностям, которые возьмут на себя бремя погружения в «мелочи жизни», без обуздания которых невозможен истинный прогресс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Рягин Ю.И.** Формула риска : учеб. пособие / Екатеринбург : Изд-во Урал ун-та/ 2012.
2. **Тайити О.** Производственная система Тойоты. Уходя от массового производства / Пер. с англ. – М.: Институт комплексных стратегических исследований. Изд-во. 2005.
3. **Мурашова Н.А.** Управление изменениями / Н. Новгород : Нижегород. гос. техн. ун-т. им. Р.Е. Алексеева, 2013.
4. **Шарков Ф.И.** Основы теории коммуникации: Учебник / М.: «Перспектива», 2002
5. **Адаир Дж.** Эффективная коммуникация. / пер. с англ. М.: Эксмо. 2003.
6. **Белбин Р.М.** Команды менеджеров. Секреты успеха и причины неудач / пер. с англ. М.: HIPPO, 2003.
7. **Фатхутдинов Р.А.** Организация производства: учебник / М.: ИНФРА-М, 2003.
8. **Шапиро С.А.** Организационные коммуникации в целях эффективной работы компании: учебно-практическое пособие. – М.: ГроссМедиа: РОСБУХ, 2007.
9. **Савченко И.В.** Управление предприятием (фирмой) с использованием информационных систем / М.: ИНФРА-М, 2007
10. **Армстронг М.** Стратегическое управление человеческими ресурсами: [пер. с англ.] / М.: ИНФРА-М, 2002.

REFERENCES

1. **Ryagin Yu.I.** Formula riska [Formula of risk]. Ekaterinburg : Ural university publ., 2012.
2. **Taiichi O.** Toyota production system. Moscow: The Institute of Complex Strategic Studies, 2005
3. **Murashova N.A.** Upravleniye izmenen-iyami [Management of changes]. N. Novgorod: Nizhny Nov-

gorod State Technical University R.E. Alekseev. 2013.

4. **Sharkov F.I.** Osnovy teorii kommunikatsii [Foundations of the theory of communication]. Moscow: «Perspectiva» publ., 2002. (rus.)

5. **Adair J.** Effective communication. Moscow: Eksmo publ., 2003.

6. **Belbin R.M.** Management Teams. Why They Succeed or Fail. Moscow: HIPPO publ., 2003.

7. **Fathutdinov R.A.** Organizatsiya proizv-odstva [The organization of production] / Moscow: INFRA-M publ., 2003.

8. **Shapiro S.A.** Organ izatsionnye kommunikatsii v tselyakh effektivnoy raboty kompanii [Organizational communication for efficient operation of the company] / Moscow: GrossMedia: ROSBUH publ., 2007.

9. **Savchenko I.V.** Upravlenie predpriyatiem (firmoy) s ispolzovaniem informatsionnykh system [Enterprise Management (firm) using information systems] / Moscow: INFRA–M publ., 2007.

10. **Armstrong M.** Strategic human resource management. Moscow: INFRA–M publ., 2002.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

РЯГИН Юрий Игнатьевич – доцент института естественных наук; Уральский федеральный университет; 620002, ул. Мира, 19, Екатеринбург, Россия; e-mail: yuryagin@yahoo.com
RYAGIN Yuri I. – Ural Federal University; 620002 Mira Str. 19, Ekaterinburg, Russia; e-mail: yuryagin@yahoo.com

УМЕРЕНКОВ Андрей Олегович – студент магистратуры института естественных наук; Уральский федеральный университет; 620002, ул. Мира, 19, Екатеринбург, Россия; e-mail: andrej-umerenkov@yandex.ru
UMERENKOV Andrey O. – Ural Federal University; 620002 Mira Str. 19, Ekaterinburg, Russia; e-mail: andrej-umerenkov@yandex.ru

ТОЛСТОУХОВ Илья Игоревич – студент магистратуры института естественных наук; Уральский федеральный университет; 620002, ул. Мира, 19, Екатеринбург, Россия; e-mail: myldy20@gmail.com
TOLSTOUKHOV Ilya I. – Ural Federal University; 620002 Mira Str. 19, Ekaterinburg, Russia; e-mail: myldy20@gmail.com

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 681.3.06

Т.А. Итс, А.В. Сурина

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ И РАЗВИТИЮ КОГНИТИВНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ ЖИТЕЛЕЙ МЕГАПОЛИСА

T.A. Its, A.V. Surina

A COMPREHENSIVE APPROACH TO THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF COGNITIVE ECOLOGICAL COMPETENCE OF THE INHABITANTS OF A MEGACITY

Рассмотрен новый (комплексный) подход к формированию и развитию когнитивной экологической компетенции различных возрастных категорий жителей мегаполиса. Сформулированы принципы, предложены модель и алгоритм, а также методика формирования индивидуального маршрута развития когнитивных экологических компетенций. Модель реализована с использованием имитационного моделирования в среде Arena.

ЭКО-КУЛЬТУРА, КОМПЕТЕНЦИИ, КОГНИТИВНАЯ МОДЕЛЬ, КОГНИТИВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЕТЕНЦИИ, МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ КОГНИТИВНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ, ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ТРАЕКТОРИЯ.

The paper examines a new (comprehensive) approach to the formation and development of cognitive ecological competence of various age categories of inhabitants of a megacity. Principles have been formulated, a model and an algorithm, and also a technique of formation of an individual route of development of cognitive environmental competencies. The model is implemented using the simulation in the environment Arena.

ECO-CULTURE, COMPETENCE, COGNITIVE MODEL, COGNITIVE ECOLOGICAL COMPETENCE, METHODS OF FORMING OF COGNITIVE ECOLOGICAL COMPETENCIES, INDIVIDUAL TRAJECTORY.

В последнее время усилился интерес к экологической компетентности, что обусловлено рядом обстоятельств теоретического и практического характера. В первую очередь это связано с пониманием того, что решение глобальной экологической проблемы, существующей в современном мире, невозможно без качественного изменения экологической культуры (экокультуры) в целом и экологической компетентности в частности [1].

Понятие «экологическая компетентность» принимает универсальный, междисциплинарный, интегральный и социокультурный характер. Взаимосвязь основных компонентов экологической компетентности позволяет устанавливать экологические отношения в системе общество-природа-человек, т.е. формировать эко-культуру. Формирование эко-культуры невозможно без наличия определенной когнитивной экологической компетенции [2, 3].

Под когнитивной экологической компетентностью будем понимать такое качество личности, которое обеспечивает ее готовность к самообразованию, личностному и профессиональному росту в области экологии.

Структура когнитивной экологической компетентности включает элементы, представленные в табл. 1.

Методика формирования индивидуального варианта развития когнитивных экологических компетенций подразумевает проведение превентивных мероприятий со школьниками и студентами младших курсов методами раннего выявления проблем поведения и проведение дальнейшей работы с молодыми людьми для их адаптации и социализации в условиях формирования техносреды [4].

На первом этапе происходит декомпозиция и оценка каждой компоненты когнитивной экологической компетенции. Первоначальное тестирование проводится стандартизированными, адаптированными методиками выявления динамики и оценки уровня сформированности когнитивной компетенции. Критериями и показателями оценки здесь выступают идейная и предметная направленность, динамичность, сформированность невербального и вербального интеллекта, креативность, способность к освоению новых видов деятельности, способность к саморазвитию и самообразованию, выражение рефлексивности. Первоначально вес каждой компоненты определяется как внутренними факторами – индивидуальными психологическими и возрастными особенностями, так и внешними – социальными, организационными, методологическими, информационными, географическими.

На следующих этапах на основании проведенной оценки разрабатывается индивидуальная траектория развития когнитивной экологической компетенции с использованием адекватных технологий и инструментов [5].

На сегодняшний день существует достаточно большое количество методик и технологий развития когнитивных компетенций, которые успешно применяются в образовательном процессе. Однако их использование в сфере экологии ограничено.

Основой предлагаемого подхода является модульный принцип, причем модули тесно связаны с компонентами когнитивной компетентности (табл. 1). Для развития когнитивных экологических компетенций предлагается использовать такие методы как аукцион решений, синтез проектов и организационных форм, лекция, консультация, тестирование, когнитивный тренинг, обучающие, проблемно-поисковые практикумы и семинары, дидактические игры, круглые столы [6, 7].

Таблица 1

Структура когнитивной экологической компетентности

Компонент компетентности	Показатели компонента
Мотивационный	Умение ставить цель (микроцель) собственной деятельности и принимать ее; умение выбирать индивидуальную образовательную траекторию; сформированность потребности в самообразовании
Информационный	Умение моделировать информацию, обобщать и выделять ключевую информацию в рамках предметной области
Операциональный	Умение программировать свою деятельность: строить план, предвидеть ее результаты, осознавать и обосновывать выполняемые действия, переносить знания в новую ситуацию
Оценочный	Умение осуществлять рефлексию собственной деятельности

Анализ различных подходов к созданию моделей компетенций показал необходимость алгоритмизации и программной реализации оценки уровня сформированности когнитивной экологической компетенции.

Алгоритм формирования экологических компетенций (включая когнитивную составляющую) на примере жителей Санкт-Петербурга представлен на рис. 1.

Реализация модели когнитивных экологических компетенций различных возрастных категорий жителей Санкт-Петербурга осуществлялась средствами имитационного моделирования, для выполнения поставленной задачи использовался дискретно-событийный подход (Arena) [8 – 10].

В зависимости от комбинации свойств объекты были разделены на группы, указанные в таб. 2.

В процессе имитации типы сущностей могут изменяться (модуль Assign). Из модуля Create сущности «возрастная группа» с различной вероятностью распределялись (модуль Decide) на 7 групп, в которых с помощью модулей Assign им присваивались новые типы и атрибуты (табл. 3).

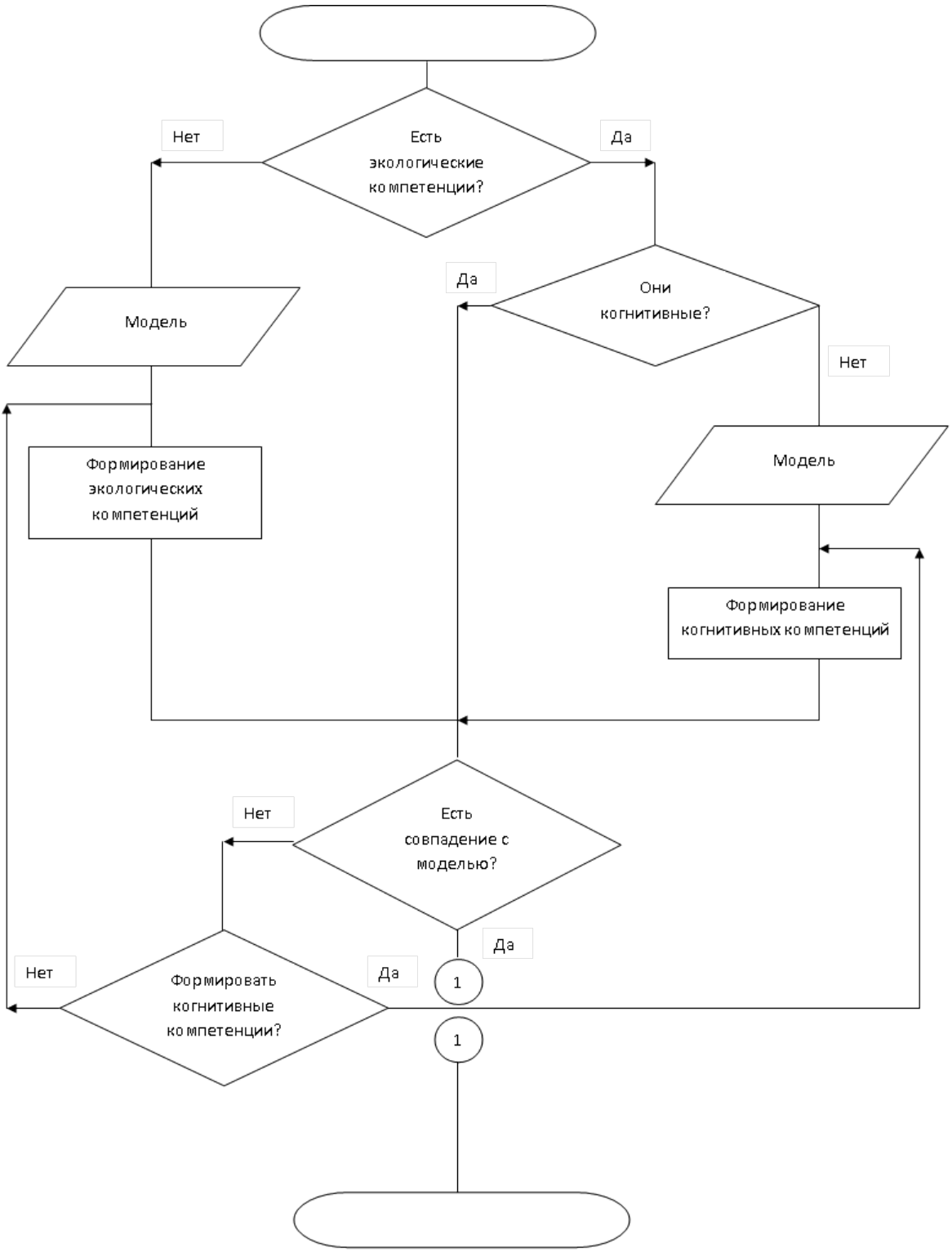


Рис. 1. Алгоритм формирования экологических компетенций

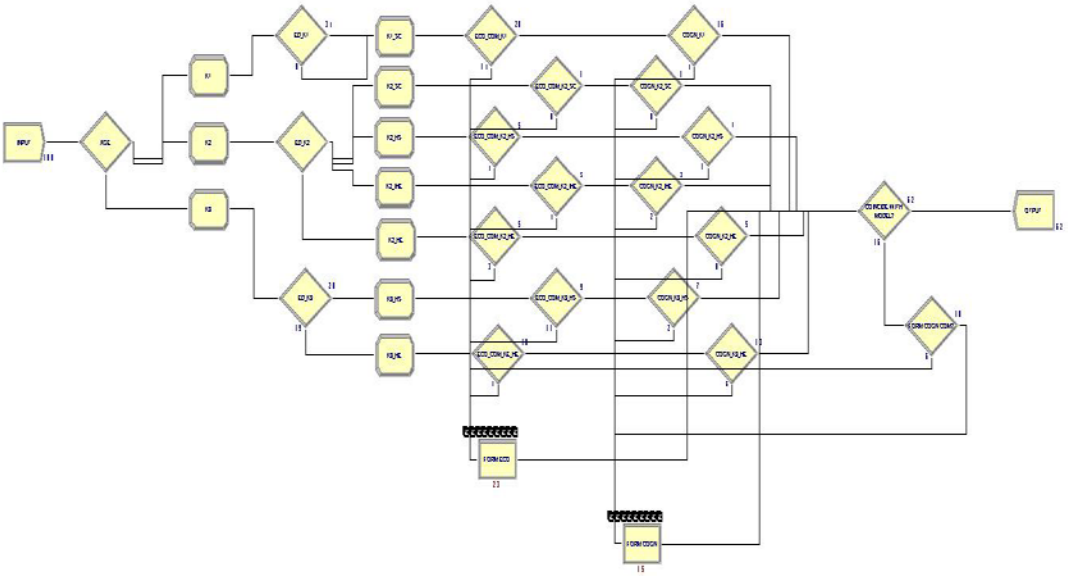


Рис. 2. Результат работы имитационной модели формирования экологических компетенция жителей Санкт-Петербурга

Таблица 2

Свойства характеризующие объект исследования

Группа	Комбинация свойств		
	Возрастная группа	Образование	
		Уровень	Завершено
1	К1	Среднее	Незаконченное
2	К2	Среднее профессиональное	Незаконченное
3	К2	Среднее профессиональное	Законченное
4	К2	Высшее	Незаконченное
5	К2	Высшее	Законченное
6	К3	Среднее профессиональное	Законченное
7	К3	Высшее	Законченное

Таблица 3

Атрибуты сущностей

Тип сущности	Блок assign	Примечание
Young	К1	До 15 лет
Adult	К2	От 15 до 25 лет
Aged	К3	От 25 до 40 лет
Entity	Сущности, подающиеся в систему для последующего распределения по возрастным категориям (блок Create)	
Имя атрибута	Значение	Примечание
High school	1	Законченное среднее образование
-	0	Незаконченное среднее образование
Higher education	1	Законченное высшее образование
-	0	Незаконченное высшее образование

По результатам моделирования было выявлено, что при принятом подходе к оценке уровня экологической компетенции, на сегодняшний день существует необходимость в формировании экологической и когнитивной экологической компетенции для всех групп населения Санкт-Петербурга. Результаты моделирования представлены на рис. 2.

Эффективность варианта формирования когнитивной компетенции обеспечивается за счет единства составляющих блоков методики: организационно-целевого (цель, специфика обучения), содержательно-технологического (принципы, формы, методы, средства, содержание подготовки и педагогические условия реализации) и оценочно-результативного (этапы, уровни сформированности когнитивной компетенции и конечный результат).

Предложенная методика формирования индивидуального варианта развития когнитивных экологических компетенций подразумевает проведение превентивных мероприятий по предотвращению проблем в области эко-культуры, возникающих на различных уровнях становления личности.

Методика прошла апробацию при проведении занятий со студентами старших курсов, а также со слушателями программ дополнительного образования, реализуемых в Санкт-Петербургском государственном политехническом университете.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Итс Т.А.** Экологические аспекты инновационной деятельности // Труды. СПбГТУ. –2008. –№ 505. –С. 83–87.

2. **Богомолов В.А., Сурина А.В.** Использование гравитационной модели для оценки уровня распространения знаний // Научно-технические ведомости СПбГПУ: Информатика. Телекоммуникации. Управление. –2011. –№ 2 (120). –С. 195–199.

3. **Богомолов В.А., Сурина А.В.** Общие подходы к формированию инновационного кластера как модели развития экономических систем // Научно-технические ведомости СПбГПУ. –2009. –№ 5(87). –С. 73–76.

4. **Редько С.Г.** Имитационное моделирование в управлении инновациями: учебное пособие – Спб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2010. – 108 с.

5. **Итс Т.А., Туккель И.Л.** Модели дифференцированного управления экологическими рисками инновационных процессов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. –2011. –№3 (121). –С. 123 – 126.

6. **Итс Т.А.** Экология: учебное пособие – Спб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2013. – 132 с.

7. Технологии и механизмы организации инновационной деятельности. Обзор и проблемно-ориентированные решения / сост.: В.И. Аблязов, В.А. Богомолов, А.В. Сурина, И.Л. Туккель: под общ. ред. проф. И.Л. Туккеля. – Спб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2009. – 215 с.

8. **Деттер Г.Ф., Туккель И.Л., Сурина А.В.** О концепции развития инфраструктуры инноваций в регионе // Научно-технические ведомости СПбГПУ. –2011. –№ 3 (121). –С. 55-61.

9. **Туккель И.Л, Голубев С.А., Сурина А.В., Цветкова Н.А.** Методы и инструменты управления инновационным развитием промышленных предприятий. СПб.: БХВ-Петербург. 2013. – 208 с.

10. **Туккель И.Л., Сурина А.В., Культин Н.Б.** Управление инновационными проектами: учебник – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 416 с.

REFERENCES

1. **Its T.A.** Ekologicheskiye aspekty innovatsionnoy deyatelnosti // Trudy. SPbGTU. –2008. –№505.–C. 83-87.

2. **Bogomolov V.A., Surina A.V.** Ispolzovanie gravitacionnoj modeli dlja ocenki urovnja rasprostranenija znanij // Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGPU: Informatika. Telekommunikacii. Upravlenie. –2011. –№ 2 (120). –C. 195–199.

3. **Bogomolov V.A., Surina A.V.** Obshhie podhody k formirovaniju innovacionnogo klastera kak modeli razvitija jekonomicheskih sistem // Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGPU. –2009. –№ 5(87). –C. 73–76.

4. **Redko S.G.,** Imitatsionnoye modeliro-vaniye v upravlenii innovatsiyami: uchebnoye posobiye – Spb.: Izd-vo Politekhn. un-ta, 2010. – 108 s.

5. **Its T.A., Tukkel I.L..** Modeli differencirovannogo upravlenija jekologicheskimi riskami innovacionnyh processov // Nauchno-

tehnicheskie vedomosti SPbGPU. –2011. –№3 (121).

6. **Its T.A.** Ekologiya: uchebnoye posobiye – Spb.: Izd-vo Politekhn. un-ta, 2013. – 132 s.

7. Tekhnologii i mekhanizmy organizatsii innovatsionnoy deyatelnosti. Obzor i problemno-oriyentirovannyye resheniya / sost.: V.I. Ablyazov, V.A. Bogomolov, A.V. Surina, I.L. Tukkel: pod obshch. red. prof. I.L. Tukkelya. – Spb.: Izd-vo Politekhn. un-ta, 2009. – 215 s.

8. **Detter G.F., Surina A.V., Tukkel I.L.** O koncepcii razvitija infrastruktury innovacij v regione // Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGPU. –2011. –№ 3 (121). –S. 55-61.

9. **Tukkel, I.L, Golubev S.A., Surina A.V., Tsvetkova N.A.** Metody i instrumenty upravleniya innovatsionnym razvitiyem promyshlennykh predpriyatiy. SPb.: BKhV-Peterburg. - 2013. – 208 s.

10. **Tukkel I.L. Surina A.V. Kultin N.B.** Upravleniye innovatsionnymi proyektami: uchebnik – SPb.: BKhV-Peterburg, 2011. – 416 s.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

ИТС Татьяна Александровна – доцент кафедры управления проектами, кандидат технических наук; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: its7654321@yandex.ru

ITS Tatiana A. – St. Petersburg State Polytechnical University; 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: its7654321@yandex. ru

Сурина Алла Валентиновна – доцент кафедры управления проектами, кандидат технических наук, доцент; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: avs@acea.neva.ru

SURINA Alla V. – St. Petersburg State Polytechnical University; 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: avs@acea.neva.ru

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 623.9

М.Ш. Гареев, Р.Е. Григорюнов, И.Н. Филатов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РИСКА РАЗРАБОТКИ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

M.S. Gareev, R.E. Grigoryunov, I.N. Filatov

DETERMINING THE LEVEL OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RISK OF WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT DEVELOPMENT

Рассмотрен подход к определению уровня научно-технического риска реализации требований к вооружению и военной технике на ранних этапах разработки. Приведен гипотетический пример, опирающийся на теоретические положения предлагаемого подхода.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА, ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКАЯ РАБОТА, РАЗРАБОТКА ВООРУЖЕНИЯ, НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ РИСК, УПРАВЛЕНИЕ РИСКОМ.

A method assessment of scientific and technical risk of implementation of requirements for arms and military equipment in the early stages of development is considered in the article. A hypothetical example, based on the theoretical principles of the proposed approach, is described.

QUALITY ASSESSMENT, R & D WORK, WEAPON DEVELOPMENT, SCIENTIFIC AND TECHNICAL RISK, RISK MANAGEMENT.

В настоящее время существует объективная необходимость определения научно-технического риска реализации требований к вооружению и военной технике (ВВТ) на ранних этапах разработки. Результаты анализа рисков, возникающих в течение жизненного цикла изделия, позволяют сделать вывод о том, что наибольшее значение имеют риски, сопровождающие разработку ВВТ. Это обусловлено большой стоимостью разработки изделий с одновременно высокой степенью неопределённости конечного результата [1].

Разработка ВВТ как одна из стадий жизненного цикла состоит из нескольких этапов. Выполнение каждого из этапов заканчивается контрольными мероприятиями, призванными определить соответствие создаваемого образца ВВТ предъявляемым тактико-техническим требованиям (ТТТ). Очевидно, что наибольший интерес вызывает оценка научно-технического риска выполнения ранних этапов разработки [2, 8]. Рассмотрим порядок его определения, для чего требуется рассмотреть систему определений.

Научно-техническим риском RНТП, связанным с успешным завершением проекта (этапа проекта) П (разработкой научно-технической продукции (НТП)), называется вероятность того, что какой-либо из этапов (подэтапов) работ окажется неудачным и ход их выполнения будет прекращен.

Начальным научно-техническим риском RНТП(0) называется априорная (до начала выполнения проекта П) вероятность прекращения работ на каком-либо этапе (подэтапе).

Этапным научно-техническим риском RНТП(ЭП) называется вероятность прекращения работ по проекту П на этапе (подэтапе) *n* по причинам научно-технического характера или в дальнейшем при условии, что предыдущие этапы (подэтапы) Э1, Э2,…, $Э_{n-1}$ были завершены успешно.

Потери (непроизвольные потери ресурсов) – это выделенные на разработку материальные средства, которые расходуются для компенсации возникающих различных абсолютно непредвиденных расходов. К ним следует отнести:

Таблица 1

Оценки начального научно-технического риска

Качество признака	Характеристики состояний	RHTП(0)
Малое значение	Успех возможен, т. к. имеются прецеденты: Произведённый прогноз затрат на контроль показал, что денежные средства и время, отведённые на контроль, позволяют провести контроль всех характеристик продукции, в соответствии с обобщённым перечнем. Принято решение о типах испытаний, подготовлены все необходимые условия. Имеется квалифицированный персонал и программное обеспечение для обработки результатов контроля. Имеются квалифицированные эксперты для принятия достоверного решения о качестве продукции.	0,47
Среднее значение	Предложение технически осуществимо: Произведённый прогноз затрат на контроль показал, что денежные средства и время, отведённые на контроль, позволяют провести контроль характеристик продукции, в соответствии с оптимизированным перечнем. Принято решение о типах испытаний, подготовлены все необходимые условия. Имеется квалифицированный персонал и программное обеспечение для обработки результатов контроля и принятия решения.	0,68
Большое значение	Теоретически осуществима рискованная идея: Произведённый прогноз затрат на контроль показал, что денежные средства и время, отведённые на контроль, позволяют провести контроль лишь нескольких характеристик продукции из предполагаемого оптимизированного перечня. Принято решение о типах испытаний, подготовлены базовые условия. Отсутствует квалифицированный персонал и программное обеспечение для обработки результатов контроля и принятия решения.	0,85

возможные потери (ВП) резервов денежных средств, предназначенных для компенсации факторов неопределенности. Обусловлены они, как правило, ошибками, вызванными неточностью выбранного метода принятия решения;

потери первого рода (ППР), определяемые вероятностью прекращения разработки ВВТ по причине научно-технического характера;

потери второго рода (ПВР), возникающие из-за необходимости дополнительного финансирования заданной опытно-конструкторской работы (ОКР), выполняемой с отставанием от директивного срока;

потери третьего рода (ПТР), обусловленные запаздыванием начала серийного производства ВВТ из-за несвоевременности выполнения предыдущих этапов.

Далее вводится ряд допущений, имеющих принципиальное значение при оценке научно-технического риска:

процесс реализации проекта (этапа проекта) П представляется в виде N последовательно выполняемых этапов (подэтапов) Э1, Э2,…, $Э_{n-1}$ в соответствии с установленным планом-графиком работ;

финансирование проекта П осуществляется поэтапно в момент начала выполнения i-го этапа (в момент t_i) при условии успешного завершения предыдущего этапа $Э_{i-1}$, $i = \overline{1,N}$;

вероятность успешного выполнения любого из этапов П равна нулю при отсутствии финансирования;

вероятность прекращения процесса принятия решения о качестве продукции при успешном выполнении всех этапов П равна нулю.

С учетом принятых допущений рассмотрим порядок определения научно-технического риска выполнения этапа проекта П.

По признакам, интерпретированным к проекту П, из табл. 1 выбирается значение научно-технического риска RHTП(0) [5].

Качество признаков может иметь и другую градацию, отличающуюся от приведенной в табл. 1. Например, предельно низкое, почти низкое, чуть лучше, чем низкое, почти среднее, среднее, чуть лучше, чем среднее, почти высокое, высокое, чуть лучше, чем высокое, наивысшее. Очевидно, что в этом случае будут другие характеристики состояний и другие значения научно-технического риска, которые целесообразно определять с помощью энтропийного подхода с целью получения «оптимальных» коэффициентов.

Тогда для каждой градации качества признака можно рассчитать энтропию [6, 7]:

$$H = -\sum_{i=1}^{n} p_i \ell n\, p_i\ , \qquad (1)$$

где n – число характеристик каждого i-го состояния.

Следовательно, начальный коэффициент научно-технического риска в зависимости от качества признака будет представлять отношение $H_j / H_{\max}$

Далее рассчитываются значения научно-технических рисков для каждого подэтапа выполнения проекта П с помощью выражения:

$$R_{НТП}(Э_{ni}) = R_{НТП}(0) \cdot K_{НТП}(Э_{ni}),\ i = \overline{1, L}, \qquad (2)$$

где L – количество подэтапов; $K_{НТП}$ – коэффициент научно-технического риска, значения которого определяются на основе статистических или экспертных данных.

В силу трудности сбора статистических данных предпочтение отдается методу экспертных оценок. Так, если для каждого этапа получить КНТП max и КНТП min, то среднее значение (точечный прогноз), даваемое экспертом j, находится по зависимости:

$$\hat{K}_{НТП\,j} = \frac{1}{2}\left(K_{НТП}\max + K_{НТП}\min\right). \qquad (3)$$

Точечный прогноз всей группы экспертов будет равен (при одинаковом доверии к каждому эксперту)

$$\hat{K}_{НТПгр} = \frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} \hat{K}_{НТП\,j}, \qquad (4)$$

где m – количество экспертов, привлечённых к работе в составе комиссии.

Разброс точечных прогнозов отдельных экспертов относительно $\hat{K}_{НТПгр}$ рассчитывается по формуле:

$$\hat{D} = \frac{1}{m-1}\sum_{j=1}^{m}\left(\hat{K}_{НТПгр} - \hat{K}_{НТП\,j}\right)^2, \qquad (5)$$

а коэффициент вариации, характеризующий степень единодушия экспертов по точечным прогнозам, – по выражению

$$V = \frac{\sqrt{\hat{D}}}{\hat{K}_{НТПгр}}. \qquad (6)$$

Если предусмотрено выполнение этапа проекта П в L - подэтапов, то значение научно-технического риска определяется с помощью соотношения

$$R_{НТП}(Э) = R_{НТП}(0) \cdot \prod_{i=1}^{L-1} K(Э_i), \qquad (7)$$

где $K(Э_i) = R_{НТП}(Э_i) / R_{НТП}(Э_{i-1}).$ (8)

Вероятность успешного завершения этапа может находиться с помощью рекуррентной зависимости, начиная с расчета величины Pn - вероятности успешного выполнения последнего подэтапа, т.е.

$$\begin{aligned} &P_n = 1 - R_{НТП}(Э_n); \\ &P_{n-1} = 1 - R_{НТП}(Э_{n-1}) / 1 - R_{НТП}(Э_n); \\ &P_1 = 1 - R_{НТП}(Э_1) / 1 - R_{НТП}(Э_k). \end{aligned} \qquad (9)$$

Следовательно, вероятность «доживания» этапа П до подэтапа Эk (в зависимости от соотношения начального и текущего значений научно-технического риска) будет рассчитываться согласно выражения.

$$P_{Пv}(Э_k) = 1 - R_{НТП}(Э_{kн}) / 1 - R_{НТП}(Э_k), \qquad (10)$$

где Эkн - подэтап, с которого начат процесс принятия решения.

Если ввести начальное значение научно-технического риска RНТП(0), т.е. задать априорную вероятность прекращения этапа П, то вероятность успешного завершения этапа проекта находится по зависимости.

Таблица 2

Научно-технический риск

Подэтапы выполнения ЭП							
	Анализ данных, материалов и результатов ранее проведенных исследований, в том числе по зарубежным аналогам	Определение состава, назначения составных частей, основных тактико-технических характеристик, разработка схемы деления структурной вариантов изделия	Оценка модернизационного потенциала, уровня стандартизации и унификации, расчет надежности, метрологического и эргономического обеспечения, обитаемости и технической эстетики	Оценка технико-экономических показателей	Проведение технической экспертизы ЭП	Доработка ЭП по результатам технической экспертизы	Оценка возможности серийного производства, приемка этапа
КНТП	0,69	0,56	0,44	0,35	0,22	0,10	0,08
RНТП (Эni)	0,47	0,38	0,30	0,24	0,15	0,07	0,06

$$P_{П} = 1 - R_{НТТ}\left(Э_n\right) \cdot \frac{1 - R_{НТП}(0)}{1 - R_{НТП}\left(Э_n\right)}. \qquad (11)$$

Рассмотрим порядок определения научно-технического риска выполнения этапа эскизного проектирования (ЭП) разработки учебно-тренировочного средства (УТС) пусковой установки ракетного комплекса (ПУ РК) [4] при условии, что известно об успешном завершении подэтапа проведения технической экспертизы.

Каждый этап стадии разработки считается завершенным после принятия результатов работы, т. е. проведения контроля качества научно-технической продукции.

Контроль качества включает следующие подэтапы: получение информации об исходных ограничениях по времени и материальным затратам, требуемой достоверности; формирование обобщённого перечня контролируемых характеристик; оптимизацию полученного множества характеристик, в соответствии с их значимостью и стоимостью; выбор стратегии контроля, проведение контроля, сбор и обработку результатов контроля; принятие решения о качестве продукции.

Этап эскизного проектирования включает в себя следующие подэтапы [3, 9]:

анализ данных, материалов и результатов ранее проведенных исследований, в том числе по зарубежным аналогам;

определение состава, назначения составных частей, основных тактико-технических характеристик, разработку схемы деления структурной вариантов изделия;

оценку модернизационного потенциала, уровня стандартизации и унификации, расчет надежности, метрологического и эргономического обеспечения, обитаемости и технической эстетики;

оценку технико-экономических показателей;

проведение технической экспертизы ЭП;

доработку ЭП по результатам технической экспертизы;

оценку возможности серийного производ-

Таблица 3

Вероятность успешного завершения подэтапов ЭП

	Подэтапы выполнения ЭП						
	Анализ данных, материалов и результатов ранее проведенных исследований, в том числе по зарубежным аналогам	Определение состава, назначения составных частей, основных тактико-технических характеристик, разработка схемы деления структурной вариантов изделия	Оценка модернизационного потенциала, уровня стандартизации и унификации, расчет надежности, метрологического и эргономического обеспечения, обитаемости и технической эстетики	Оценка технико-экономических показателей	Проведение технической экспертизы ЭП	Доработка ЭП по результатам технической экспертизы	Оценка возможности серийного производства, приемка этапа
Pn	0,68	0,78	0,8	0,88	0,86	0,99	0,94

ства, приемку этапа.

Исходя из вышеизложенных положений решение задачи можно свести к следующей схеме. По признакам, интерпретированным к рассматриваемому проекту *П*, из табл. 1 выбирается величина начального научно-технического риска RНТП(0). Поскольку известно о завершении двух этапов: получения информации об исходных ограничениях по времени и материальным затратам, формирования обобщённого перечня контролируемых характеристик, то можно считать, что доказаны техническая осуществимость принятия достоверного решения о качестве продукции в планируемом периоде. Следовательно, из табл. 1 целесообразно выбрать значение RНТП(0) = 0,68.

Рассчитываются величины научно-технических рисков для каждого подэтапа эскизного проектирования по формуле (2). При расчете используем наиболее распространенные на практике значения коэффициентов КНТП, полученных исходя из предпосылок, описанных в формулах (3 – 6). Результаты вычислений представлены в табл. 2.

Определяются вероятности успешного выполнения этапа эскизного проектирования с помощью зависимости (9). Итоговые результаты также представлены в табл. 3.

Рассчитывается значение научно-технического риска выполнения этапа эскизного проектирования при условии, что успешно завершен подэтап проведения технической экспертизы:

$$R_{НТП}(Э_L) = P(П_v / Э_1, Э_2, ..., Э_{L-1}) =$$

$$= 1 - \prod_{i=L}^{n} P_I = 1 - 0{,}68 \times 0{,}78 \times 0{,}8 \times 0{,}88 \times 0{,}86 =$$

$$= 0{,}68$$

Результаты применения методики показывают, что научно-технический риск выполнения этапа эскизного проектирования УТС пусковой установки ракетного комплекса имеет относительно высокое значение даже при условии успешного завершения технической экспертизы.

Следует предположить, что данная методика может быть положена в основу определения прогнозных затрат на выполнение разработки образцов ВВТ [10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Костогрызов А.И.** Инновационное управление качеством и рисками в жизненном цикле систем: практическое руководство для системных аналитиков/ А.И. Костогрызов, П.В. Степанов. – М.: ВПК, 2008 – 404 с.

2. **Филатов И.Н.** Основы проектирования РСЗО и ПТРК [Текст]/ И.Н. Филатов, А.Е. Филюстин, Д.Л. Тукеев. – СПб.: МО РФ, 2002 – 176 с.

3. ГОСТ РВ 15.203–2001 Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Порядок выполнения опытно-конструкторских работ по созданию изделий и их составных частей. Основные положения. – М.: Госстандарт России, 2002 – 111 с.

4. **Сергеев С.Ф.** Виртуальные тренажеры: проблемы теории и методологии проектирования/ С.Ф. Сергеев//Биотехносфера. – 2010. – № 2 (8). – С. 15

5. **Дубров А.М.** Моделирование рисковых ситуаций в экономике и бизнесе [Текст]/ А.М. Дубров, Б.А. Лагоша, Е.Ю. Хрусталёв. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 172 с.

6. **Клейменов Ю.А.** Проблемы и особенности оценки соответствия оборонной продукции (работ, услуг) и связанных с нею процессов установленным требованиям/ Ю.А. Клейменов, В.В. Миронов, В.А. Щеглов// Вооружение и экономика. – 2012. – № 3 (19). – С. 4.

7. **Хинчин А.Я.** Понятие энтропии в теории вероятностей/ А.Я. Хинчин// Успехи математических наук. – 1953. – № 3 (55). – С. 3.

8. **Лутай Л.Н.** Метод агрегированной оценки риска научно-технического проекта, учитывающий степень новизны работ/ Л.Н. Лутай, Е.С. Яшина// Радиоэлектронные и компьютерные системы. – 2010. – №3(44). – С. 146.

9. ГОСТ РВ 0015–215–2010 Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Организация и порядок проведения технической экспертизы в процессе разработки изделий. – М. Госстандарт России, 2011. – 20 с.

10. **Мартыщенко Л.А.** Военно-научные исследования и разработка вооружения и военной техники: учебник/ Л.А. Мартыщенко. – СПб.: МВАУ, 1993 – 184 с.

REFERENCES

1. **Kostogryzov A.I.** Innovative quality management and risk management in the life cycle of systems: a practical guide for systems analysts / A.I. Kostogryzov, P.V. Stepanov. – M.: VPK, 2008 – 404 p.

2. Filatov I.N., Fundamentals of MLRS and ATMS [Text] / I.N. Filatov, A.E. Filyustin, D.L. Tukeyev. – SPb.: RF DoD, 2002 – 176 p.

3. GOST RV 15.203 – 2001 System development and launch of new products. Military equipment. The order of the development work on the creation of products and their components. The main provisions. – M.: State Standard of Russia, 2002. – 111 p.

4. **Sergeev S.F.** Virtual simulators: theory and design methodology/ S.F.Sergeev//Biotechnosphere. – 2010. – №2(8). – p. 15.

5. **Dubrov A.M.** Simulation of risk situations in economics and business [Text] / A. Dubrov, B.A. Lagos, E.Yu. Khrustalyov. – M.: Finances and Statistics, 2000. – 172 p. (rus.)

6. **Kleimenov Y.** Problems and features of conformity assessment of defense products (works, services) and related processes with the requirements / Y.A. Kleimenov, V.V. Mironov, V.A. Sh'eglov / / Weapons and Economy. – 2012. – № 3 (19). – p. 4.

7. **Khinchin A.Y.** The concept of entropy in probability theory / A.Y. Khinchin / / Advances Mathematical Sciences. – 1953. – № 3 (55). – p. 3.

8. **Lutai L.N.** Method aggregate risk assessment of scientific and technological project, taking into account the degree of novelty of the work / L.N. Lutai, E.S. Yashin / / Radio– electronic and computer systems. – 2010. – № 3 (44). – P. 146.

9. GOST RV 0015– 215– 2010 System development and launch of new products. Military equipment. Organization and procedure of the technical expertise in the development of products. – M. State Standard of Russia, 2011. – 20 p. (rus.)

10. **Martyshchenko L.A.** Military research and development of weapons and military equipment: the textbook / L.A. Martyshchenko. – St. Petersburg.: MMAU, 1993 – 184 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

ГАРЕЕВ Марат Шамильевич – адъюнкт; Михайловская военная артиллерийская академия; 195009, ул. Комсомола, 22, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: mark-on@mail.ru
GAREEV Marat S – Mikhailovskaya Artillery Academy; 195009, Komsomola Str. 22, St. Petersburg, Russia; e-mail: mark-on@mail.ru

ГРИГОРЮНОВ Роман Евгеньевич – адъюнкт; Михайловская военная артиллерийская академия; 195009, ул. Комсомола, 22, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: grigoryunov@yandex.ru
GRIGORYUNOV Roman E. – Mikhailovskaya Artillery Academy; 195009, Komsomola Str. 22, St. Petersburg, Russia; e-mail: grigoryunov@yandex.ru

ФИЛАТОВ Игорь Николаевич – начальник отдела организации научной работы и подготовки научно-педагогических кадров; Михайловская военная артиллерийская академия; 195009, ул. Комсомола, 22, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: filin.05@mail.ru
FILATOV Igor N – head of Department of organization of scientific work and training of the teaching staff; Mikhailovskaya Artillery Academy; 195009, Komsomola Str. 22, St. Petersburg, Russia; e-mail: filin.05@mail.ru

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 334.021

И.В. Зимина

ПУБЛИЧНО-ЧАСТНОЕ ПАРТНЕРСТВО КАК ФАКТОР ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

I.V. Zimina

PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP AS FACTOR OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE REGION

Формирование экономики знаний в регионах России актуализирует становление и развитие региональных инновационных систем. Одним из факторов, обеспечивающих этот процесс, является публично-частное партнерство. Раскрыты виды и формы партнерства, проблемы и задачи его развития в контексте становления региональных инновационных систем.

ЭКОНОМИКА ЗНАНИЙ, ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ, РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОЕ ПАРТНЕРСТВО, ПУБЛИЧНО-ЧАСТНОЕ ПАРТНЕРСТВО.

Formation of knowledge economy in the regions of Russia actualizes the establishment and development of regional innovation systems. One of the factors providing this process, the public-private partnership is. In article types and forms of partnership, a problem and a problem of its development in a context of formation of regional innovative systems reveal.

KNOWLEDGE ECONOMY, INNOVATION ACTIVITY, INNOVATIVE DEVELOPMENT, REGIONAL INNOVATIVE SYSTEMS, STATE-PRIVATE PARTNERSHIP, PUBLIC -PRIVATE PARTNERSHIP.

Формирование экономики знаний в регионах России, происходящее в условиях глобализации и «стирания» национальных особенностей, актуализирует развитие региональных инновационных систем, создающих организационно-правовые условия для активизации инновационной деятельности организаций, опирающихся на специфические ресурсы региона.

Эта специфичность ресурсов, как и специфичность систем управления регионами, определяется разным уровнем их территориального социально-экономического развития. Последний в значительной степени определяет неравномерность распределения научно-технического и инновационного потенциала регионов [1]. Преодоление этой неравномерности осуществляется регионами разными способами, в том числе – через развитие инструментов государственно-частного партнерства (ГЧП), как одного из механизмов стимулирования инновационного развития.

Английский термин Public-Private Partnership дословно означает общественно-частное партнерство, что больше отражает социальную значимость деятельности альянса [2]. В современном понимании хозяйственное партнерство государства и частного сектора представляет собой институциональный и организационный альянс между государством и бизнесом для реализации общественно значимых проектов во всех сферах экономики [3].

В методических рекомендациях Министерства экономического развития ГЧП определяется как «долгосрочное взаимовыгодное сотрудничество публичного и частного партнеров, направленное на реализацию проектов ГЧП в целях достижения задач публично-правовых образований, повышения уровня доступности и качества публичных услуг, достигаемое посредством привлечения частных ресурсов и разделения рисков между партнерами» [4].

В отличие от государственного заказа или

субсидии ГЧП предполагает не просто освоение выделенных бюджетных средств частным партнером, но и получение обеими сторонами дохода на инвестиции (в денежной или материальной форме) и разделение рисков.

Нам представляется методологически верным использование термина «публично-частное партнерство» (ПЧП), и выделение его видов (обладающих всеми свойствами ПЧП[1], но имеющих специфические свойства с точки зрения его участников-субъектов публичного сектора[2]): государственно-частное-партнерство и муниципально-частное партнерство (МЧП). Такое деление видов ПЧП является одним из его классификационных признаков.

ГЧП и МЧП проявляют свое содержание в различных формах, которые можно сгруппировать с точки зрения правового характера соглашений о партнерстве; объектов соглашений; продуктов, создаваемых в рамках соглашений, и др. (см. табл. 1).

Список групп не является завершенным и по мере развития института ПЧП может дополняться.

В Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 года развитие институтов государственно-частного партнерства определяется в качестве стратегического направления. Однако федеральный закон о ГЧП пока не принят.

В качестве основы для законодательного закрепления российскими экспертами термин ГЧП рассматривается как юридически оформленные отношения органов власти и субъектов предпринимательства в отношении объектов, находящихся в юрисдикции государства, основанные на обязательном разделении рисков, учете интересов и координации усилий сторон, осуществляемые в целях наиболее эффективной реализации проектов, имеющих важное общественно-государственное значение» [5].

Таблица 1

Виды и формы публично-частного партнерства

Классификация форм ПЧП	Виды ПЧП	
	ГЧП	МЧП
С точки зрения правового характера соглашений о партнерстве	Концессионное соглашение[3], соглашение о разделе продукции[4], иные правовые конструкции соглашений	
С точки зрения объектов соглашений о партнерстве	О передаче имущества, о предоставлении права использования результатов интеллектуальной деятельности или средств индивидуализации (исключительных и(или) неисключительных прав)	
С точки зрения продуктов, создаваемых в рамках согла-шений о партнерстве	Инфраструктурные объекты (транспортная, энергетическая, коммунальная, социальная инфраструктура); товары и услуги; технологии (процессы); компетенции и др.	

В проекте Федерального закона «Об основах государственно-частного партнерства в Российской Федерации» под государственно-частным партнерством понимается «взаимодействие публичного партнера, с одной стороны, и частного партнера, с другой стороны, осуществляемое на основании заключенного по результатам конкурсных процедур согла-

[1] Долгосрочный характер; взаимодействие частного партнера с публичными партнерами имеет юридическую основу; ПЧП применяется при реализации проектов, имеющих существенную общественно-государственную значимость; финансовые риски и затраты, а также достигнутые в ПЧП результаты распределяются между сторонами в пропорциях согласно взаимным договоренностям, оформленным юридически, и др.

[2] Российская Федерация и (или) субъект (субъекты) Российской Федерации; орган (органы) местного самоуправления в лице уполномоченных ими органов.

[3] Специфическая форма отношений между публичным и частным партнером, где государственный орган или орган местного самоуправления в рамках партнерских отношений, оставаясь полноправным собственником имущества, составляющего предмет концессионного соглашения, уполномочивает частного партнера выполнять в течение определенного срока оговариваемые в соглашении функции и наделяет его с этой целью соответствующими правомочиями, необходимыми для обеспечения нормального функционирования объекта концессии (например, Западный скоростной диаметр в С.-Петербурге).

[4] Напоминает традиционную концессию, но если в концессиях концессионеру на правах собственности принадлежит вся выпущенная продукция, то в соглашениях о разделе продукции партнеру государства принадлежит только ее часть. Условия и порядок раздела продукции между государством и инвестором определяются в специальном соглашении.

шения о государственно-частном партнерстве, направленного на повышение качества и обеспечение доступности предоставляемых услуг населению, а также на привлечение в экономику частных инвестиций…». В проекте закона виды ПЧП не разграничиваются, отмечается лишь, что «публичным партнером является Российская Федерация, и (или) субъект (субъекты) Российской Федерации, и (или) орган (органы) местного самоуправления».

Ряд специалистов разделяют государственно-частное и частно-государственное партнерство (ЧГП). Во втором случае проекты партнерства базируются уже на частной собственности, и все связанные с этими проектами программы государственной помощи (льготное кредитование, субсидирование и др.) предлагается рассматривать именно как ЧГП. Однако в данном случае, на наш взгляд, нивелируется четкое различие между проектами господдержки бизнеса и проектами партнерства на условиях разделения затрат, рисков и результатов.

Смысл ПЧП в сфере инновационного развития мы видим в достижении синергетического эффекта от партнерства в реализации инновационных проектов. Участие бизнеса в партнерских проектах инновационного развития регионов в качестве соинвестора позволяет государству обеспечить существенную экономию бюджетных средств и увеличить эффективность их использования, а бизнесу интересна возможность государства гарантировать возвратность инвестиций на достаточно продолжительный срок даже при значительно меньших показателях прибыльности инновационных проектов (особенно – с высокими рисками).

Становление института ПЧП как фактора инновационного развития переживает ряд трудностей, тормозящих его развитие:

отсутствует стратегия поэтапного введения и использования моделей ПЧП в сфере инновационного развития на национальном и региональном уровнях;

несовершенство российского законодательства («рамочный» характер проекта федерального закона о ГЧП; недостаточное регулирование в отраслевых законах партнерских отношений органов власти и бизнес-структур в сфере создания и внедрения инноваций; отсутствие на законодательном уровне четкого указания на отрасли и сферы, в которых допустимо заключение между органами власти и бизнесом договоров и соглашений публично-правового характера и др.) не позволяет устанавливать взаимоотношения долгосрочного характера.

Эти трудности отчасти преодолеваются на региональном уровне за счет инициатив региональных органов власти в области законодательного закрепления института ГЧП. Законы о ГЧП приняты более чем в 20 субъектах РФ.

К примеру, в Республике Коми государственно-частное партнерство определено как «взаимовыгодное сотрудничество Республики Коми, иных публичных образований с частным партнером на основе соглашения в целях реализации общественно значимых проектов в социально-экономической сфере на территории Республики Коми, направленных на создание, реконструкцию или эксплуатацию объектов соглашения, обеспечения в соответствии с законодательством Российской Федерации и законодательством Республики Коми эффективного использования имущества, находящегося в государственной собственности Республики Коми» [6].

Среди форм публично-частного партнерства, используемых в регионах для обеспечения роста инновационной активности, можно выделить предоставление частным партнерам прав на объекты интеллектуальной собственности, иных имущественных и неимущественных прав, находящихся в государственной собственности субъектов РФ, для осуществления деятельности, предусмотренной соглашениями о ГЧП.

Несмотря на правовые пробелы, в регионах России уже есть успешные примеры развития ПЧП в сфере инновационного развития.

В Таганроге в 2008 году был открыт центр «Нанотехнологии». Он представляет научное сообщество Дона на федеральном уровне, обеспечивает разработку плана стратегического развития и оказывает помощь университетским центрам в привлечении внебюджетных инвестиций на инновационные проекты из сферы бизнеса.

Еще один пример – проект по созданию

особой экономической зоны в городе Дубне, где создание объектов инженерной, транспортной, социальной и инновационной инфраструктуры, объектов для выполнения государственных функций осуществляется за счет бюджетных средств, а научно-производственные комплексы компаний-резидентов строятся за счет частных инвестиций.

Новым заявлением Правительства РФ о готовности развивать механизмы государственно-частного партнерства для активизации процессов модернизации стало принятие Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года. Прежде всего, это заявление касается сферы высоких технологий в рамках проектов Комплексного освоения территории.

В целях реализации комплексного подхода к использованию инструментов поддержки инновационной деятельности, расширению практики ГЧП в Стратегии инновационного развития предусмотрено содействие разработке региональных программ и стратегий инновационного развития с привлечением заинтересованных научных, образовательных организаций, предприятий и институтов развития.

Среди сфер, в которых проекты ПЧП, способствующие генерации и внедрению инноваций в регионах, развиваются более динамично, можно выделить сферу образования.

Примером эффективного проекта ПЧП в сфере образования является Президентская программа подготовки управленческих кадров для организаций народного хозяйства РФ [7].

В 2008 году Министерством экономического развития Республики Коми был инициирован опрос выпускников Программы с целью оценки ее эффективности за десять лет реализации. Опрос показал, что 41% слушателей, принявших участие в исследовании, стали инициаторами создания новых рабочих мест. Среди выпускников, которые способствовали созданию рабочих мест в своей организации, в 20% случаев прирост вакансий составил от одного до девяти рабочих мест. Каждый третий опрошенный выпускник программы указал на увеличение личных доходов после обучения минимум на 30%. Каждый десятый респондент констатировал увеличение личных доходов более чем на 100%, каждый двадцатый – более чем на 200% [8].

Платформой для апробации и развития инструментов ПЧП является также формирование в регионах инновационных образовательных кластеров [9].

Развитию ПЧП способствует формирование системы общественно-профессиональной аккредитации образовательных программ, проекты разработки профессиональных стандартов с участием бизнес-сообщества, активное разворачивание которых началось в 2012 году. Важным инструментом формирования национальных приоритетов технологического развития и объединения усилий бизнеса, образования, науки и государства по их реализации становятся технологические платформы [10].

Вышеизложенное позволяет сделать следующие выводы:

институт ПЧП активно формируется на региональном уровне, отчасти компенсируя отсутствие его законодательного регулирования на федеральном уровне;

акцент в разворачивании ПЧП государством делается на капиталоемкие инфраструктурные проекты в сфере промышленности и транспорта, в связи с принятием Стратегии инновационного развития РФ до 2020 года спектр сфер сотрудничества расширен за счет инновационной инфраструктуры, сферы высоких технологий в рамках проектов Комплексного освоения территорий и др.;

значительную динамику развития проектов ПЧП в России демонстрирует сфера образования, подтверждая тем самым свою роль в процессах модернизации экономики и социальной сферы, в развитии экономики знаний. Последнее, в свою очередь, придет новый импульс проектам ПЧП за счет развития коллективного производства и потребления знаний;

актуализируется необходимость создания интегрированных систем управления инновационным развитием территорий (объединяющим взаимодополняющие уровни субъектов РФ и входящих в него МО), в том числе – за счет активизации проектов МЧП. Это, в свою очередь, определяет новые направления исследований в данной области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Беков М.Б., Иванов В.В., Сурина А.В., Туккель И.Л.** Управление инновациями: национальные и региональные инновационные системы [Текст] // Научно-технические ведомости СПбГУ. – 2009. –№ 5(87). –С.13–20.

2. Public Private Partnership: Ein Lcitfaden fur offentliche Verwaltung und Unternehmer (Dokumentation) // Bundesministerium fur Wirtschaft. 2003.

3. **Варнавский В.Г.** Партнерство государства и частного сектора. Формы, проекты, риски [Текст]. – М.: Наука, 2005.

4. Рекомендации по реализации проектов государственно-частного партнерства в субъектах Российской Федерации [Текст]. Министерство экономического развития РФ. – М., 2013.

5. Государственно-частное партнерство: проблемы, тенденции, перспективы [Текст] // Материалы Круглого стола Института законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве РФ. – М., 2008.

6. Об участии Республики Коми в государственно-частном партнерстве [Текст]. Закон Республики Коми от 4 октября 2010 года. N 112 – РЗ.

7. **Зимина И.В., Канева Ю.О.** Эффективные инструменты взаимодействия государства, образования и бизнеса при осуществлении Президентской программы как проекта государственно-частного партнерства в условиях модернизации экономики и социальной сферы [Текст] // Модернизация экономики и социальной сферы через развитие управленческих компетенций: роль Президентской программы: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Сыктывкар: Изд-во Сыктывкарского ун-та, 2012.

8. **Зимина И.В., Канева Ю.О., Глубокая С.Е.** Президентская программа в Республике Коми: импульс к развитию [Текст] // Сборник аналитических материалов. – Сыктывкар: Изд-во Сыктывкарского ун-та, 2008.

9. **Зимина И.В.** Роль инновационных образовательных центров в формировании инновационной инфраструктуры региона (на примере Республики Коми) [Текст]// Университетское управление. – 2009. – № 4.

10. Перечень технологических платформ [Электронный ресурс] / Министерство экономического развития РФ. – Режим доступа: http://www.economy.gov.ru/ wps/ wcm/ connect/ economylib4/ mer/ activity/ sections/ innovations/ formation/ doc20120403_11

REFERENCES

1. **Bekov M.B., Ivanov V.V., Surina A.V., Tukkel I.L.** Upravlenie innovacijami: Nacionalnye i regionalnye innovacionnye sistemy // St.-Petersburg State Polytechnical University Journal. –2009. –№ 5(87). –pp. 13–20.

2. Public Private Partnership: Ein Lcitfaden fur offentliche Verwaltung und Unternehmer (Dokumentation) // Bundesministerium fur Wirtschaft und Arbeit. 2003.

3. **Varnavsky V.G.** Partnership of the state and private sector. Forms, projects. Moscow, Nauka, 2005.

4. Recommendations about implementation of projects of state-private partnership in subjects of the Russian Federation. Ministry of Economic Development of the Russian Federation. Moscow, 2013.

5. State-private partnership: problems, tendencies, prospects// Materials of the Round table of the Institute of Legislation and Comparative Law under the Government of the Russian Federation. Moscow, 2008.

6. About participation of the Komi Republic in state-private partnership. The law of the Komi Republic of October 4, 2010, No 112-RZ.

7. **Zimina I.V., Kaneva Yu.O.** Effective instruments of interaction of the state, education and business at implementation of the Presidential program as project of state-private partnership in the conditions of modernization of economy and the social sphere//Modernization of economy and the social sphere through development of administrative competences: role of the Presidential program: Materials of the All – Russian scientific practical conference. Syktyvkar: Publishing house Syktyvkar university, 2012.

8. **Zimina I.V., Kaneva Yu.O., Glubokaya S.E.** The presidential program in the Komi Republic: impulse to development// Collection of analytical materials. Syktyvkar: Publishing house of Syktyvkar university, 2008.

9. **Zimina I.V.** Role of the innovative educational centers in formation of innovative infrastructure of the region (on the example of the Komi Republic)//University management, 2009, No 4.

10. List of technological platforms. Ministry of Economic Development of the Russian Federation. Available at: http://www.economy.gov.ru/wps/ wcm/ connect/economylib4/doc20120403_11

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

ЗИМИНА Ирина Валериевна – доцент кафедры управления проектами, кандидат экономических наук; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, Институт информационных технологий и управления; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: zimina_iv@mail.ru

Z**IMINA Irina V.** –St. Petersburg State Polytechnical University; 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: zimina_iv@mail.ru

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК.005.8:330.4

Г.И. Коршунов, В.М. Милова, Н.В. Милова

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ ОТРАСЛИ

G.I. Korshunov, V.M. Milova, N.V. Milova

MODELS AND METHODS FOR DECISION-MAKING PROCESS SUPPORT IN TELECOM ORGANIZATIONS

Представлены модели, методы и алгоритм, поддерживающие принятие решений на различных этапах функционального управления организацией телекоммуникационной отрасли (ОТО), учитывающие различные виды неопределенности. Разработана концептуальная модель управления качеством процессов ОТО и построенный на ее основе метод, который включает: этап выбора показателей разного иерархического уровня с учетом требований заинтересованных сторон; этап целеполагания (установление целевых значений и поиск области устойчивого равновесия показателей системы); многокритериальную оценку текущего состояния системы и проектирование улучшений по «лучшей» альтернативе.

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА, ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ, УСТОЙЧИВОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИСТЕМЫ, ЦЕЛЕПОЛАГАНИЕ, УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ.

The article presents models, methods and algorithms which support decision-making process at various stages of the functional management in the telecommunications industry organizations (TIO), taking into account the different types of uncertainty. There is a conceptual model of quality management TIO processes and the method built on its basis, which includes the step of selecting indicators of different hierarchical levels with the stakeholders requirements; a step of goal-setting process: setting the target values and the search for sustainable balance of system indicators; multi-criteria evaluation of the current system state and the design of improvements for the «best» alternative.

A SOCIAL-SYSTEM, THE DECISION-MAKING IN THE CONDITIONS OF UNCERTAINTY, SUSTAINABLE BALANCE OF SYSTEM'S PARAMETERS, GOAL-SETTING, SUSTAINABLE DEVELOPMENT.

Телекоммуникационная отрасль представляет собой одну из динамично развивающихся отраслей мировой и отечественной экономики. Формирование в России рыночных отношений ставит отечественных руководителей перед необходимостью более тщательного изучения и применения на практике технологий современного менеджмента, основанных не только на соблюдении экономических интересов компании, но и с учетом пожеланий общества в целом. Сегодня на рынке конкурируют не продукция и услуга, а системы менеджмента качества, которые обеспечивают гарантию того, что требования потребителя будут выполнены.

Оценка устойчивости системы относительно ее способности выполнять целевую функцию, оценка качества менеджмента, качества процессов и других его составляющих относятся к классу многофакторных и трудноформализуемых задач, при решении которых приходится оперировать критериями, описываемыми естественным языком [2]. Поэтому весьма важны выбор и разработка методов, инструментария для адекватной оценки состояния системы, а также учет и выбор характеристик системы (включая качественные) для измерения ее качества и возможности улучшения.

Философия всеобщего управления качеством (TQM), стандарты ИСО серии 9000, принципы «устойчивого развития» становятся все

более распространенными и общепризнанными. Очевидна необходимость новых подходов и способов оценки деятельности организации и ее составляющих, построенных с применением методов системного анализа и синергетики для эффективного управления. Организации телекоммуникационной отрасли (ОТО) не являются исключением, поэтому в статье предложен новый метод управления организацией для поддержки принятия решений в ОТО, построенный с учетом синергетических методов управления и учитывающий основные составляющие менеджмента качества.

В качестве базовой предложена концептуальная схема управления, построенная на основе усовершенствованного цикла Деминга (PDCA) (см. рисунок).

Каждый этап предлагаемого метода соответствует решению определенных задач и реализован отдельными алгоритмами и методиками, которые выполняют основные функции менеджмента соответственно: «Планирование», «Организация», «Контроль», «Улучшение». Функция «Принятие решений» является согласующей между этапами и носит личностно-ориентированный характер, т. е. зависит от лица, принимающего решения (ЛПР). Все этапы увязаны в единый цикл управления, результатом которого является оценка эффективности управления и переход на более высокую стадию функционирования организации.

Первый этап («Планирование»). Исходя из концепции «Устойчивого развития», рекомендаций по отчётности GRI для организаций, а также стандартов ИСО в области экологии и менеджмента качества, для ОТО был определен набор параметров, характеризующий важнейшие аспекты деятельности телекоммуникационной системы (ТС) и ее взаимодействия с внешней средой. В общем виде формализованное описание проблемной ситуации, определяющее структуру телекоммуникационной системы, представляется «кортежной» записью:

$$< O, T, C / РТЗ, P, HP, A, Q, ЭУПР, \Theta, H >,$$

где $O = \{Oi\}, i \in I = \{1,2,\ldots,n\}$ – множество объектов системы; T – время, отводимое для изучения системы; $C = \{Cj\}, j \in J = \{1,2,\ldots,k\}$ – средства/расчетные процедуры и методы; *РТЗ* – цель/совокупность целей; $P= (P1,\ldots, Pr)$ – вектор базовых показателей; $HP = \{ HP\ 1,\ldots, HP\ r\}$ – множество параметров, определяющих базовые показатели; $A = \{A1,\ldots, Am\}$ – множество альтернативных вариантов; Q – интегральный/обобщенный критерий качества системы; $ЭУПР = F(\Theta, A)$ – обобщенный критерий эффективности управления; $\Theta = f(P, HP)$ – функция связи; $B = \{B1,\ldots, Bm\}$ – множество ограничений; H – решение ЛПР (лицо, принимающее решение).

Хотя задачи управления в социально-экономических системах изучаются в основном с точки зрения теории оптимизации и теории игр, однако в последние годы все чаще становится заметным применение синергетических методов для их анализа и оценки. Такие методы, как показали в своих работах основоположники синергетики Хакен, И.Р. Пригожин и др., а также применительно к социально-экономическим системам (В. Занг, В.П. Милованов) и др., хорошо зарекомендовали себя при исследовании сложных процессов в открытых и неравновесных системах произвольной природы.

Исходя из этого рассмотрена формализованная модель целеполагания применительно к любому выбранному показателю системы x, зависящему как от времени t, так и от y -требований заинтересованных сторон (ТЗС), и имеет вид $x= x(y,t)$. В свою очередь, функция $y=y(x,t)$ выражает зависимость ТЗС от значений показателя x и времени. Под ТЗС в статье понимаются требования внутренних и/или внешних потребителей.

Реализуя первый этап метода, т.е.процесс целеполагания по произвольному показателю с учетом ТЗС, исследование можно свести к системе автономных обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений и поиску устойчивых равновесных состояний системы (1), согласно [4, 6].

$$\begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = f_1(x,y) \\ \dfrac{dy}{dt} = f_2(x,y) \end{cases}. \qquad (1)$$

Алгоритм решения системы сводится к следующей последовательности процедур:

Определение равновесных состояний системы $\tilde{x};\tilde{y}: f_1(x,y)=0$ и $f_2(x,y)=0$

Построение фазового портрета

$$\frac{dx}{dy}=\frac{f_1(x,y)}{f_2(x,y)}$$

Разложение функций $f_1(x,y)$ и $f_2(x,y)$ в ряд Тейлора в окрестности ($\tilde{x};\tilde{y}$)

Решение характеристического уравнения

$$\lambda^2-\sigma\lambda+\Delta=0$$

Классификация точек равновесия в зависимости от λ_1 и λ_2.

Выбор точки устойчивого равновесия ($\tilde{x}_{уст},\tilde{y}_{уст}$) и ограничений, налагаемых на $\tilde{x}$ и $\tilde{y}$ в зависимости от значений параметров, входящих в (1).

Для реализации (1) использовался ряд моделей. Простейшая математическая модель, учитывающая взаимодействие x и y с учетом нелинейного характера такого взаимодействия имеет вид:

$$\begin{cases}\dfrac{dx}{dt}=axy-bx\\ \dfrac{dy}{dt}=cxy-dx^2-ey\end{cases}, \qquad (2)$$

где параметры b и e характеризуют развитие показателя без учета взаимовлияния, a, c и d – отражают взаимовлияние исследуемого показателя с требованиями ЗС.

Следуя алгоритму, предложенному выше, равновесными значениями системы (2) будут

$$\tilde{x}=\frac{bc\pm\sqrt{(bc)^2-4adbe}}{2ad}, \qquad (3)$$
$$\tilde{y}=\frac{b}{a}$$

После линеаризации системы (2), характеристическое уравнение дает следующее решение:

$$\lambda_{1,2}=\frac{\sigma\pm\sqrt{\sigma^2-4\Delta}}{2}, \qquad (4)$$

где

$$\sigma=c\tilde{x}-e,$$
$$\Delta=a\tilde{x}(2d\tilde{x}-c\tilde{y}). \qquad (5)$$

Значения λ_1 и λ_2 дают информацию о характере поведения решений вблизи точек равновесия (устойчивый узел, неустойчивый узел, устойчивый фокус, неустойчивый фокус, центр и седло). Решением системы вблизи $(\tilde{x},\tilde{y})$ будет:

$$\begin{cases}x(t)=\tilde{x}_{уст}+Ae^{\lambda_1 t}+Be^{\lambda_2 t}\\ y(t)=\tilde{y}_{уст}+Ce^{\lambda_1 t}+De^{\lambda_2 t}\end{cases}, \qquad (6)$$

где *A, B, C, D* определяются начальными значениями x_0 показателя P_i и требованиями y_0 ЗС.

Анализ устойчивости траекторий позволяет наложить условия на параметры системы и сделать вывод, что согласованные значения показателя достигаются при условии:

$$c\tilde{x}<e$$
$$2d\tilde{x}>c\tilde{y} \qquad (7)$$

Отсюда видно, что для полученных устойчивых значений $\tilde{x}_{уст}$ существуют ограничения. Сравнение результатов решения системы (2) с практическими результатами позволит в дальнейшем корректировать как явный вид модели (2), так и значения входящих в нее параметров. Применение такого подхода позволяет назначить целевой вектор $\vec{P}^{ТЗ}$ для всей группы показателей.

Далее с учетом принципов TQM, требований и рекомендаций стандартов ИСО и концепции устойчивого развития, формируются базовые показатели системы, определяются их весовые коэффициенты и определяется целевой вектор $\vec{P}^{ТЗ}$.

Второй этап («Организация»). Определен инструментарий для оценки качества управленческих решений (УР); вводится обобщенный показатель состояния организации Q.

$$Q=Q(\vec{P},\vec{W}),$$
$$где\ \vec{P}=\vec{P}(P_1,...,P_r) \qquad (8)$$
$$и\ \vec{W}=\vec{W}(W_1,...,W_r).$$

Обобщенный показатель может быть выражен в виде:

$$Q = \sum_{i=1}^{r} W_i P_i \qquad (9)$$

Коэффициенты важности показателей определяются с помощью стандартных процедур.

Введен обобщенный критерий эффективности управления как:

$$Э^{УПР} = \frac{(Q_{ПРОЕКТ} - Q_{ИСХ})}{Q_{ИСХ}} * 100\% \qquad (10)$$

Необходимо отметить, что при анализе качества ОТО, характеризующихся наличием качественных показателей, вводится класс квалификаторов (лингвистическая переменная, терм- множества), адекватных классу оценки и классу операций:

$$\Omega = \{X, A, U, F, M\},$$

где X – имя переменной; T – терм-множества, каждый элемент которого представляется на универсальном множестве U; G – синтаксические правила; M – семантические правила.

В связи с этим решается ряд дополнительных задач: для каждого выбранного показателя P_i определяются терм-множества и соответствующие уровни состояний (в работе их пять), производится выявление области их определения и нормирование переменных с переводом в безразмерную шкалу [0,1] и устранением разнонаправленности показателей; определяются функции принадлежности. Поскольку выбор аналитической формы функции принадлежности $\mu(x)$ в каждом конкретном случае и для каждой качественной переменной является предметом отдельных исследований, в работе используются треугольные симметричные функции принадлежности. Таким образом, состояние организации, характеризующееся набором конкретным значений показателей $P_i \in [0;1]$, определяется обобщенным показателем

$$Q_{k,l,\ldots,n} = \sum_{i=1}^{r} W_i P_i \,, \qquad (11)$$

где индексы $k,l,\ldots,n$ отражают состояние конкретных показателей по выбранным шкалам.

Третий этап («Контроль».) Формируется множество альтернатив, отражающих множество возможных состояний системы и на основе развертывания базовых показателей P_i на характеристические параметры HP_{ij}. Для каждого HP_{ij} находят весовые коэффициенты v_{ij}, которые определяются аналогично W_i для P_i. Такое развертывание связано с тем, что каждый показатель Pi, как правило, обобщенный и отражает состояние различных подсистем организации, в то время как переход на более низкий иерархический уровень позволяет получить управляемые параметры системы, воздействуя на которые, можно достичь необходимых требуемых значений. Для каждой переменной P_i и HP_{ij}, отражающих возможные состояния, определяются терм-множества, уровни состояний и вводится функция принадлежности $\mu(P_i)$, $\mu(HP_i)$. При этом $HPij \in [0,1]$.

Альтернативы (A_{ij}), в которых может находиться система, представленные матрицей возможных состояний на рисунке, характеризуются обобщенным показателем $Q_{k,l,\ldots,n}$, где нижние индексы отражают уровень показателя на текущий момент. При этом альтернативами могут служить как текущее состояние системы $Q^{T}{}_{k,l,\ldots,n}$, так и целевое состояние $Q^{T3}{}_{k,l,\ldots,n}$.

Расчет фактических значений $Q_{k,l,\ldots,n}$ осуществлен по формулам:

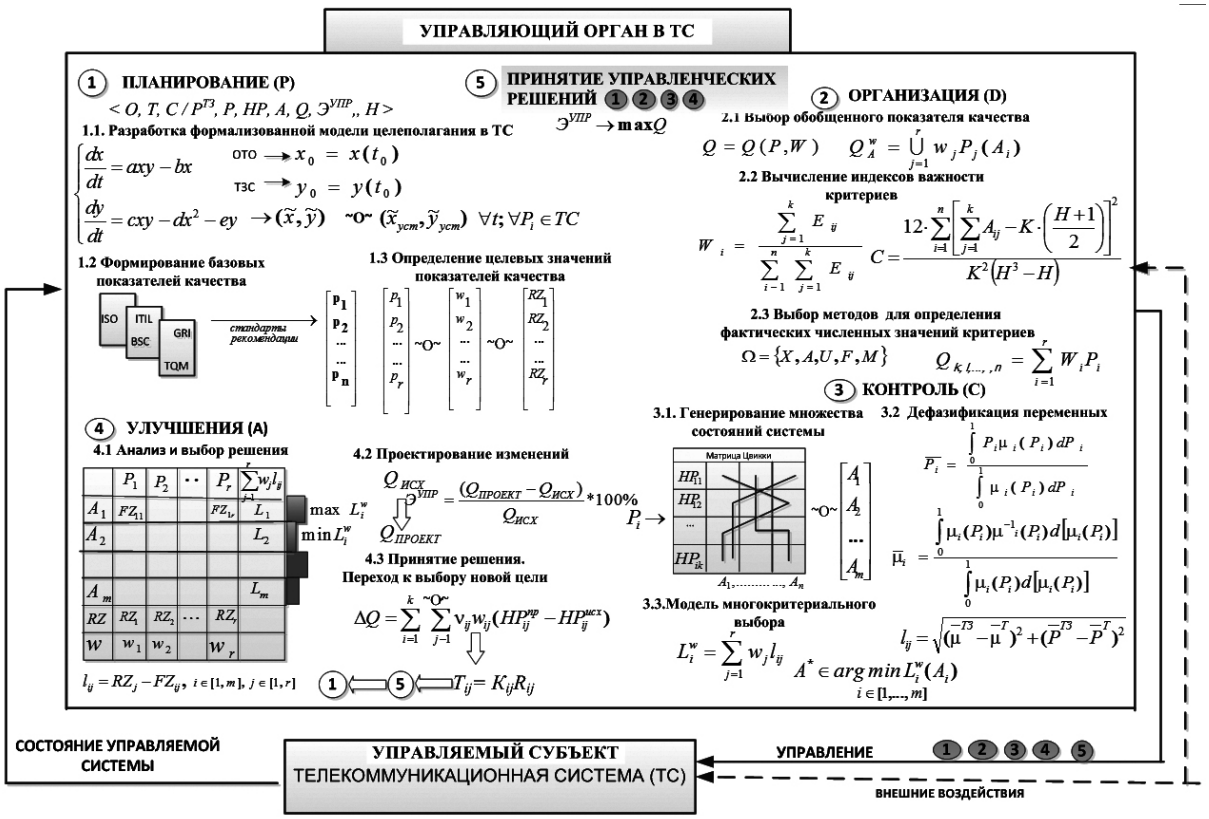
$$Q_{kl,\ldots,n} = \sum_{i=1}^{r} W_i \overline{P_i} \qquad (12)$$

$$\overline{P_i} = \frac{\int_0^1 P_i \mu_i(P_i)\, dP_i}{\int_0^1 \mu_i(P_i)\, dP_i}, \qquad (13)$$

где $\overline{P}$ – четкое (числовое) значение показателя после дефазификации.

С точки зрения исследования большой интерес представляет переход из исходного (текущего) состояния системы в целевое, которое может быть достигнуто различными путями.

Для этого генерируется множество альтернатив перехода из текущего состояния в требуемое с учетом имеющихся ограничений. Выбор лучшей альтернативы сводится к задаче многокритериального выбора. В связи с этим разработана формализованная модель многокритериального выбора, где в качестве целевой функции взята сумма взвешенных потерь



Концептуальная схема управления предприятием в рамках «устойчивого развития»

$L_i(A_i)$ по каждой альтернативе i, которая рассчитывается по формуле:

$$L_i(A_i) = \sum_{j=1}^{r} w_j l_{ij} = \sum_{j=1}^{r} w_j (RZ_j^{T3} - FZ_j^{T}), \quad (14)$$

где l_{ij} – потери по каждому показателю j для каждой альтернативы i.

Поскольку в общем случае RZ_j^{T3} и FZ_j^{T} (см. рисунок, п. 4.1.) – требуемое и фактическое значения текущего состояния являются нечеткими величинами, то потери l_{ij} вычисляются по методу центра тяжести между нечеткими множествами по формуле

$$l_{ij} = \sqrt{(\overline{\mu}_{ij}^{T3} - \overline{\mu}_j^{T})^2 + (\overline{P}_{ij}^{T3} - \overline{P}_j^{T})^2}, \quad (15)$$

где $\overline{\mu}_{ij}^{T3}$ – дефазифицированное значение $\mu_j^{T3}(P_j)$ для каждой альтернативы i. Далее на основании формул (15), (16) выбирается то «лучшее» решение (или альтернатива), которое доставляет минимум значения функции L_i:

$$A^* \in arg\ min\ L_i(A_i) \quad (16)$$

Полученной альтернативе A^* будет соответствовать целевое значение $Q^{T3}{}_{kl,...,n}$. Знание начального $Q^{0}{}_{kl,...,n}$ и целевого значения $Q^{T3}{}_{kl,...,n}$ позволяет перейти к четвертому этапу.

Четвертый этап («Проектирование»). Осуществляется проектирование изменений.

Переход из начального состояния $Q^{0}{}_{kl,...,n}$ в проектируемое $Q^{ПР}{}_{kl,...,n}$ рассмотрен на уровне локальных показателей HP_{ij}, т. е. на управляемых показателях более низкого иерархического уровня.

Таблица 1

Результаты сбора исходных данных по показателям ОТО и их оценка качества

Уровни		1	2	3	4	5	Ур	Оценка P_i
Состояние		Неуд	Удов	Сред	Хор	Отл	HP_{ij}	
P_i	Характеристический параметр	-	-	-	-	-	-	
Качество телекоммуникационной услуги (P6)	Количество клиентов	-	-	V	-	-	3	0,766
	Использование инновационных технологий	-	-	-	-	V	5	
	Средняя доступность, выраженная как среднее число сбоев на период предоставления сервиса	-	-	-	V	-	4	
	Минимальная доступность для каждого пользователя	-	-	-	V	-	4	
	Средняя пропускная способность	-	-	-		V	5	
Степень разработанности процедуры устранения несоответствий (P5)	Среднее время отклика сервиса	-	-	-	V		4	0,791
	Максимальное время отклика для каждого пользователя	-	-	-	V	-	4	
	Разработанность уровней эскалации	-	-	-	-	V	5	
	Коэффициент доступности сети	-	-	-	V		4	
Удовлетворенность требованиям ЗС (P1)	Удовлетворенность клиентов	-	-	-	-	V	5	0,716
	Удовлетворенность общества	-	-	V	-	-	3	
	Удовлетворенность государства	-	-	V	-	-	3	
	Удовлетворенность поставщиков	-	-	-	-	V	5	
	Удовлетворенность сотрудников	-	-	-	V	-	4	
Техническое обеспечение деятельности (P3)	Степень обновления оборудования	-	-	-	-	V	5	0,616
	Уровень загруженности оборудования	-	-	-	-	V	5	
	Ремонтопригодность оборудования	-	-	V	-	-	3	
	Долговечность оборудования	-	V		-	-	2	
	Эргономичность оборудования	-		V	-	-	3	
Социальные показатели (P4)	Уровень производственного травматизма, уровень профессиональных заболеваний	-	-	V	-	-	3	0,45
	Существующие программы образования, обучения, консультирования	-	-	V	-	-	3	
	Отражение вопросов здоровья и безопасности в официальных соглашениях с профсоюзами.	-	-	V	-	-	3	
	Общая численность рабочей силы в разбивке по типу занятости	-	-	V	-	-	3	
	Общее количество сотрудников и текучесть кадров по возрастной группе, полу и региону	-	V	-	-	-	2	
Экологические показатели (P7)	Использованные материалы с указанием массы или объема	-	-	V	-	-	3	0,375
	Прямое и косвенное использование энергии с указанием первичных источников	-	-	V	-	-	3	
	Масса перевезенных, импортированных, экспортированных или переработанных отходов	-	V	-	-	-	2	
	Общая масса отходов в разбивке по типу и способу обращения	-	V	-	-	-	2	
Финансовые показатели (P2)	CAPEX	-	-	-	V	-	4	0,6
	Net Income After Tax	-	-	-	V	-	4	
	EBITDA Margin	-	-	V	-	-	3	
	Gross Margin	-	-	V	-	-	3	
	Revenue	-	-	V	-	-	3	

Таблица 2

Сводные результаты оценки процессов для текущего состояния Q4443233

Название процесса	Уровень показателя	Обобщенный показатель процесса	W (вес процесса)	Значение показателя
Маркетинг	4	Ω1= ΩМАРК 53354	0,25	0,716
Проектирование	4	Ω2=ΩПРОЕКТ244333	0,30	0,600
Производство	4	Ω3=ΩПРОИЗВ4454	0,05	0,791
	3	Ω4=ΩПРОИЗВ55323	0,05	0,616
Распределение и послепродажное обслуживание	2	Ω5= ΩППО35445	0,30	0,766
Защита окружающей среды	3	Ω6= ΩЗОС3322	0,02	0,375
Социальная поддержка	3	Ω7= ΩСОЦ 33332	0,03	0,450
Показатель результативности СК ОТО	Q4443233= 0,679			

Изменение состояния ΔQ определено как

$$Q^{ПР}{}_{kl,...,n} = Q^{0}{}_{kl,...,n} + \Delta Q \quad \text{или} \qquad (17)$$

$$\Delta Q = Q^{ПР}{}_{kl,...,n} - Q^{0}{}_{kl,...,n} = \sum_{i=1}^{r} w_i (P_i^{ПР} - P_0) =$$

$$\sum_{i=1}^{r} w_i \Delta P_i = \sum_{i=1}^{r} w_i (\sum_{j}^{r_1} v_{ij} \Delta HP_{ij}) =$$

$$\sum_{i=1}^{r} \sum_{j}^{r_1} w_i v_{ij} \Delta HP_{ij} \qquad (18)$$

Поскольку изменения в ΔQ могут быть вызваны различными «вкладами» рассогласований $w_i v_{ij} \Delta HP_{ij}$, осуществляется сборка таблицы рассогласований по формулам (14 – 16) и рассчитываются их дефазифицированные значения.

Выбирая наиболее значимые по величине значения a_{ij}, ранжируя их по степени важности Kij и степени легкости реализации R_{ij} (с учетом стоимости, временных затрат и др.) и присваивая этим значениям веса, дальнейший анализ показывает, на какие из параметров HP_{ij} следует воздействовать в первую очередь для достижения проектного состояния. Далее ЛПР принимает решение о начале реализации проекта с указанием перечня мероприятий и раскрытием последовательности действий.

Пройдя все этапы предложенного метода, организация реализует усовершенствованный цикл PDCA и переходит на более высокий уровень состояния организации. При этом эффективность СМК ОТО оценивается по формуле (10). В табл. 1 – 2 приведены некоторые сводные результаты расчетов, демонстрирующие специфику и возможности предложенных моделей, метода и алгоритмов для решения задач оценки и выбора лучших решений.

Для сбора исходных данных и их оценки по показателям ОТО разработана стандартизированная процедура и предложена форма для сбора исходных данных.

Для текущего состояния Q4443233, характеризующегося нечеткими значениями показателей (табл.1), рассчитано его количественное значение Q4443233 = 0,635, что согласно классификатору состояний системы соответствует «хорошему» состоянии организации. Поддержка решения заключается в рекомендации ЛПР поддерживать текущее состояние, применяя предупреждающие действия для улучшений.

Возможность использования предложенного метода показана также на примере оценки результативности системы качества ОТО Результативность СМК строится на основе оценки процессов, выделенных по жизненному циклу услуги. Результаты расчетов количественной оценки семи процессов модели СК ОТО представлены в табл. 2.

В статье предложены модели, методы и алгоритмы принятия решений на различных

этапах формирования и выбора решений, учитывающие различные виды неопределенности.

Получены основные научные результаты:

концептуальная модель для оценки и проектирования качества ОТО.

методика целеполагания на основе модели поиска устойчивого равновесия сложных неравновесных социально-экономических систем.

разработан аналитический метод, содержащий инструментарий по поддержке управленческих решений для оценки и проектирования качества в ОТО.

Полученные результаты позволили создать основу для формирования базы данных типовых показателей ОТО с учетом требований заинтересованных сторон, а также разработать форму сбора исходных данных по базовым показателям ОТО для их дальнейшей оценки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Милова Н.В.** Методы поддержки управленческих решений в производственных системах [Текст] УДК: 65.012.26 Сборник докладов Научной сессии ГУАП 2012.
2. Задачи оценки эффективности инновационных компаний малого и среднего бизнеса (Статья). И. Коршунов, Н.В. Милова. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. – СПб.: Издательство Санкт-Петербургского университета управления и экономики, 2012. – С. 52 – 55.
3. Модель принятия решений при оценке и проектировании сложных систем. (Статья). Милова В.М., Милова Н.В. Вопросы радиоэлектроники Серия общетехническая. Выпуск 3, ОАО «ЦНИ» Электроника», 2011. – С. 164 – 173.
4. **Милованов В.П.** Неравновесные социально-экономические системы: синергетика и самоорганизация. – М. Эдиториал УРСС, 2001 – 264 с.
5. **Самойленко А.М., Кривошея С.А., Перестюк Н.А.** «Дифференциальные уравнения: примеры и задачи». М. Высшая школа, 1989, 384 с.
6. **Николис Г., Пригожин И.Р.** «Познание сложного», М., Мир, 1990 – 342 с.
7. **Занг В.Б.** «Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической теории», М., Мир, 1999 – 335 с.
8. **Выгодский М.Я.** «Справочник по высшей математике» М.: АСТ: Астрель, 2006. – 991с.
9. **Хакен Г.** «Синергетика», М., Мир, 1980 – 404 с.
10. **Ризниченко Г.Ю.** Лекции по математическим моделям в биологии, интернет – ресурс.

REFERENCES

1. **Milova N.V.** Methods of decision-making support in manufacturing systems. UDK: 65.012.26 Sbornik dokladov Nauchnoi sessii GUAP 2012.
2. Tasks of effectiveness evaluation in innovational companies of small and middle size business (Article). Sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. G.I.Korshunov, N.V. Milova. – SPb.: Izdatel'stvo Sankt-Peterbu-rgskogo universiteta upravleniia i ekonomiki, 2012. – s. 52-55.
3. Model of decision making process in terms of evaluating and design complex systems. (Article). Voprosy radioelektroniki Seriia obshchetekhnicheskaia. Milova V.M., Milova N.V. Vypusk 3, OAO «TsNI» Elektronika», 2011. – S. 164-173.
4. **Milovanov V.P.** Neravnovesnye sotsial'no-ekonomicheskie sistemy: sinergetika i samoorganizatsiia. – M. Editorial URSS, 2001 – 264 s.
5. **Samoilenko A.M., Krivosheia S.A., Perestiuk N.A.** «Differentsial'nye uravneniia: primery i zadachi». M. Vysshaia shkola, 1989, 384 s.
6. **Nikolis G., Prigozhin I.R.** «Poznanie slozhnogo», M., Mir, 1990 – 342 s.
7. **Zang V.B.** «Sinergeticheskaia ekonomika. Vremia i peremeny v nelineinoi ekonomicheskoi teorii», M., Mir, 1999 – 335 s.
8. **Vygodskii M.Ia.** «Spravochnik po vysshei matematike» M.: ACT: Astrel', 2006. – 991s.
9. **Khaken G.** «Sinergetika» M. Mir, 1980 – 404 s.
10. **Riznichenko G.Iu.** Lektsii po matematicheskim modeliam v biologii, e – lectures.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

КОРШУНОВ Геннадий Иванович – профессор, доктор технических наук, профессор; Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения; 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, Россия; e-mail: kgi@pantes.ru
GENNADII I. – Professor, Doctor of Technical Sciences, Professor; Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation; 190000, Bol'shaya Morskaya Str., 67, St. Petersburg, Russia; e-mail: kgi@pantes.ru

МИЛОВА Валентина Михайловна – доцент, кандидат технических наук, доцент; Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения; 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, Россия; e-mail: milovavalentina@gmail.com
VALENTINA M. – Associate Professor, Ph.D. Associate Professor; Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation; 190000, Bol'shaya Morskaya Str., 67, St. Petersburg, Russia; e-mail: milovavalentina@gmail.com

МИЛОВА Наталия Вячеславовна – аспирант; Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения; 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, Россия; e-mail: milovanatali@ya.ru
NATALIY V. – postgraduate; Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation; 190000, Bol'shaya Morskaya Str., 67, St. Petersburg, Russia; e-mail: milovanatali@ya.ru

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 65.01:65.018.02

Е.М. Вологжанина

УЧЕТ ВЗАИМОВЛИЯНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОДУКЦИИ ПРИ СТРУКТУРИРОВАНИИ ФУНКЦИИ КАЧЕСТВА

E.M. Vologzhanina

THE ACCOUNTING OF MUTUAL INFLUENCE OF PRODUCT ENGINEERING CHARACTERISTICS IN QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT

Предложена процедура количественной оценки влияния связи между характеристиками продукции, необходимая для снижения уровня субъективности оценок экспертов при обеспечении баланса между требованиями потребителей и возможностями изготовителя продукции методом структурирование функции качества (СФК).

СТРУКТУРИРОВАНИЕ ФУНКЦИИ КАЧЕСТВА, ИНЖЕНЕРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЕ ТРЕБОВАНИЕ, РАНЖИРОВАНИЕ, ЭКСПЕРТНЫЕ ОЦЕНКИ.

The quantitative assessment procedure of impact of relation between product characteristics was submitted in the article, which is needed to reduce the level of expert subjective judgment in providing balance between customer requirements and producer possibilities by Quality Function Deployment (QFD).

QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT, ENGINEERING CHARACTERISTICS, CUSTOMER REQUIREMENTS, RANKING, EXPERT JUDGMENT.

Проблема обеспечения баланса между технологическими возможностями фирмы-изготовителя и требованиями потребителей возникает достаточно часто [1].

Эффективным методом решения этой проблемы является структурирование (развертывание) функции качества – *Quality function deployment* (СФК (РФК), QFD).

Традиционно смысл СФК состоит в том, что в форме «дома качества», представленном в таблице 1, строится совокупность таблиц, также называемая «матрицей СФК».

В статье предлагается при затруднении выбора целевых значений инженерных характеристик продукции из-за большого числа связей между инженерными характеристиками продукта проводить дополнительные вычисления коэффициента важности и направления изменения инженерной характеристики.

Предположим, что в ходе проведения СФК выяснилось, что значение одной инженерной характеристики необходимо увеличить. Однако ее увеличение приведет к ухудшению с точки зрения потребителей других характеристик. В этом случае перед разработчиками появляется проблема сбалансирования значений инженерных характеристик таким образом, чтобы добиться максимального удовлетворения требований потребителей при известных ограниченных ресурсах производителя.

Подобный вариант представлен на рис. 1. Характеристика *A* имеет отрицательную тесноту связи с характеристиками *B* и *C*. При этом потребительские требования направлены на увеличение значений всех трех характеристик. Но одновременно эти требования изготовитель выполнить не может.

На практике ситуация бывает намного сложнее показанного примера, так как теснота связи между инженерными характеристиками может иметь разные значения, а одна характеристика может иметь множество связей – и отрицательных, и положительных. И все эти ситуации необходимо учесть при выборе окончательных значений инженерных характеристик.

Существует два подхода к решению таких задач. В первом согласно [2, 3] эксперты при-

нимают решения исходя из собственных представлений о показанных в матрице СФК значениях коэффициентов тесноты связи между инженерными характеристиками, стараясь сбалансировать требования с учетом известных ограниченных ресурсов производителя. Во втором согласно [4] для разрешения возникающих противоречий используются «творческие» методы решения проблем. Однако оба этих приема требуют затрат времени.

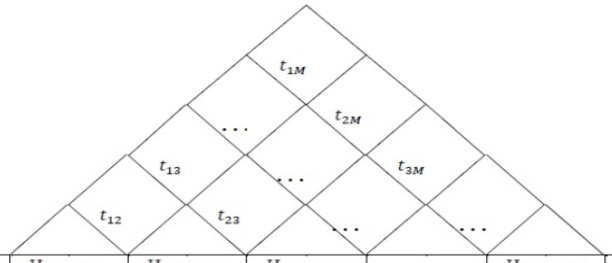
В статье предлагается подход, который позволяет экспертам основываться не только на собственных представлениях о связи между инженерными характеристиками, но и использовать процедуру количественной оценки влияния этой связи.

Предположим, что есть такая инженерная характеристика m, у которой все значения $t_{mj}= 1$ (то есть она значительно влияет на все инженерные характеристики), а значение всех $b_j \geq 0$. Теоретически это возможно и означало бы, что максимизация значения этой инженерной характеристики влекла бы максимизацию значения всех других инженерных характеристик и, соответственно, степени удовлетворения потребительских требований. Если бы такая инженерная характеристика существовала, то очевидно, что это была бы самая важная характеристика данной продукции.

Если есть такая инженерная характеристика m, у которой все значения $t_{mj}= 0$, кроме $t_{mm}= 1$, то такая инженерная характеристика не имеет влияния на другие инженерные характеристики, то есть ее изменение имеет только прямое влияние (bm) на изменение значения степени удовлетворения потребительских

Таблица 1

Общий вид совокупности таблиц в методе СФК



Потребит. требование	Вес потребит. требован.	Инженер. хар-ка 1	Инженер. хар-ка 2	Инженер. хар-ка 3	…	Инженер. хар-ка M	Профиль компании на рынке				
Потребит. требование 1	v_1	r_{11}	r_{12}	r_{13}	…	r_{1M}	▲	○		■	
Потребит. требование 2	v_2	r_{21}	r_{22}	r_{23}	…	r_{2M}	▲	■		○	
Потребит. требование 3	v_3	r_{31}	r_{32}	r_{33}	…	r_{3M}			○	▲	■
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
Потребит. требование N	v_N	r_{N1}	r_{N2}	r_{N3}	…	r_{NM}	▲			○	■
Средневзвешенное значение коэф. тесноты связи каждой инженерной хар-ки j со всеми потребит. требованиями (b_i)		b_1	b_2	b_3	…	b_M	1	2	3	4	5
Размерность характеристики											
Принятые значения характеристик продукта, намеченного к выпуску											

где i – номер потребительского требования (i =1, 2, … N); vi – вес i-го потребительского требования; j, d – номер инженерной характеристики (j,d =1, 2, … M); r_{ij} - теснота связи r_{ij} между i-м требованием потребителя и j-ой характеристикой продукции; b_j - средневзвешенное значение коэффициента тесноты связи инженерной характеристики j со всеми потребительскими требованиями; t_{jd} - теснота связи между j-ой и d-ой инженерными характеристиками продукта

требований.

Однако если есть такая инженерная характеристика m, у которой все значения t_{mj}=1, но при этом значения $-1 \leq b_j \leq 1$ (некоторые инженерные характеристики продукции необходимо максимизировать, а некоторые минимизировать), то максимизация значения этой инженерной характеристики влекла бы максимизацию значений всех других инженерных характеристик и, соответственно, изменение степени удовлетворения потребительских требований, зависящее от $\sum_{j=0}^{M} b_j$.

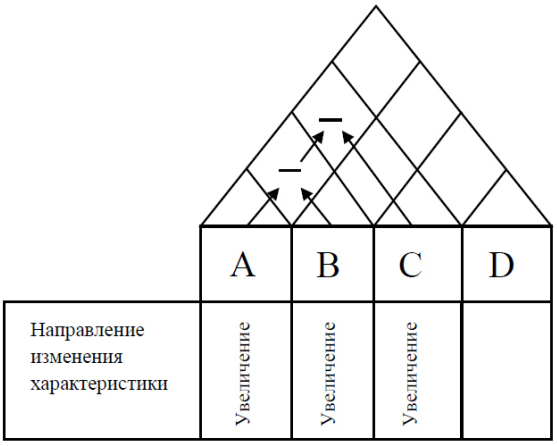


Рис. 1. Конфликт между потребительскими требованиями и коэффициентами корреляции инженерных характеристик.

Например, если значение $\sum_{j=1}^{M} b_j = 0$, то это означает, что либо все характеристики не важны (все b_j=0), либо что положительные и отрицательные значения b_j компенсируют друг друга. Причем, так как значения $\sum_{b_j \geq 0} b_j = \sum_{b_j \leq 0} b_j$, то значение степени удовлетворения потребительских требований не изменится при любом изменении значения инженерной характеристики m (так как некоторые характеристики в этом случае будут приближать свое значение к требуемому потребителем, а другие, наоборот, отдалять).

Если значение $\sum_{j=1}^{M} b_j > 0$, то это означает, что наиболее важные инженерные характеристики в данной ситуации необходимо максимизировать, чтобы удовлетворить потребительские требования.

Поскольку tmj=1, для увеличения степени удовлетворения потребительских требований в этой ситуации необходимо максимизировать значение m инженерной характеристики.

В случае если $\sum_{j=1}^{M} b_j < 0$, необходимо минимизировать значение инженерной характеристики.

Однако ситуации, когда все значения t_{mj}=1 или t_{mj}=0, а следовательно, понятно как изменять значения инженерных характеристик, бывают очень редко. Поэтому необходимо ввести такой вектор k, составляющая kd которого показывала бы важность и направление изменения d-й инженерной характеристики с учетом тесноты ее связи с другими инженерными характеристиками, а также важности последних. Для ее расчета предлагается использовать формулу

$$k_d = \sum_{j=1}^{M} b_j \times t_{jd}.$$

В случае, когда все t_{mj}=1, $k_d = \sum_{j=1}^{M} b_j$. Что соответствует рассмотренным выше случаям.

При значении t_{mj}=0 (кроме t_{mm}=1), $k_d = b_m \times t_{mm} = b_m$. То есть также отражает рассмотренные выше случаи.

На основании величины k_d инженерные характеристики ранжируют по важности и определяют направление изменения каждой из них. При этом самой важной будет инженерная характеристика, значение k_d которой по модулю наибольшее, а знак этой величины будет показывать необходимость максимизировать (в случае положительной величины) или минимизировать (в случае отрицательной величины) значение d-й инженерной характеристики. Приоритет изменения имеют инженерные характеристики с наибольшим рангом.

Существенно, что для расчета величины k_d не требуется сбор дополнительной информации – вся необходимая информация собирается в стандартном алгоритме СФК.

Апробация предложенного алгоритма была произведена на примере портативного аппарата искусственной вентиляции легких (ИВЛ), предназначенного для проведения искусственной, вспомогательной вентиляции лёгких и оксигенотерапии кислородом и кислородно-воздушной смесью в условиях выездной службы интенсивной терапии и реанимации. Итоговые распределения рангов инженерных ха-

Рис. 2. Распределение рангов инженерных характеристик в зависимости от величины, относительнокоторой идет ранжирование, на примере аппаратов ИВЛ.

рактеристик в зависимости от величины, относительно которой идет ранжирование, представлены на рис. 2.

Исходя из рис. 2 можно заметить, что общая тенденция ранжирования инженерных характеристик по обеим величинам в большинстве точек сохраняется. Это означает, что предложенная методика не дает кардинально нового подхода к ранжированию в методе СФК, а лишь дополняет и уточняет отдельные случаи невнимания разработчиков продукции к взаимовлиянию инженерных характеристик, уменьшая при этом время, необходимое для заполнения матрицы СФК.

Таким образом, если в соответствии с [2 – 10], ключевым этапом анализа по методу СФК является нахождение *bj*, которое определяет важность инженерной характеристики в зависимости от ее связи с потребительскими требованиями и их важности для потребителя, то в предлагаемом методе кроме вышеназванных величин учитывается еще и влияние инженерных характеристик друг на друга.

Предложенный метод расчета значений инженерных характеристик разрабатываемой продукции учитывает и требования потребителей, и тесноту связей между инженерными характеристиками с помощью несложных вычислений. Для определения конечных значений инженерных характеристик не требуется проведение множества итераций. Таким образом, этот метод не только сокращает время заполнения матрицы СФК, но и уменьшает возможность ошибки вследствие влияния субъективности человеческого фактора при выборе значений инженерных характеристик.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Харрис Д.** Статья о различии начальной концепции и конечного результата при проектировании программного продукта [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.rttsweb.com /interactive/ blogs/ viewComment.jsp?bid= 32&bun= jharris&bc= Jon%20Harris Размещено 06.02.2008. Ознакомлена 30.08.2013.

2. **Хойзер Дж.Р., Клозинг Д.** Дом качества // Курс на качество. – 1992. – №1 – С. 85-102.

3. Шалдыкин В.П. К качеству - через функции качества // Автомобильная промышленность.– 2006. – № 10. – С. 25 – 26.

4. **Адлер Ю.П.** Качество и рынок: или как организация настраивается на обеспечение требования потребителя // Методы менеджмента качества. – 1999. – №8 – 12.

5. **Хеншалл Э.** Структурирование функции качества – инженерное проектирование, сконцентрированное на требованиях потребителя // Курс на качество. – 1992. – № 1. – С. 126 – 140.

6. **Макэлрой Д.** Построение дома качества [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.inventech.ru/ lib/ sfq /sfq–0001/ Ознакомлена 30. 05. 2013.

7. **Кузьмин А.М.** История возникновения, развития и перспективы использования развер-

тывания функции качества// Методы менеджмента качества. – 2002. – № 1, 2.

8. **Барт Т.В.** Управление качеством – М.: МИЭМП, 2010 – 256 с.

9. **Разу М.Л.** Дом качества: метод структурирования нужд и желаний потребителя [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.elitarium.ru/2009/04/29/kachestva.html. Размещено 29.04.2009. Ознакомлена 30.05.2013.

10. **Розно М.И.** QFD: анализируем требования потребителей // Методы менеджмента качества. – 2011. – № 7 – С. 4-10.

REFERENCES

1. **Kharris D.** Statya o razlichii nachalnoy kontseptsii i konechnogo rezultata pri proyektirovanii programmnogo produkta [Электронный ресурс] – Access mode: http://www.rttsweb.com/ interactive/ blogs/ viewComment.jsp?bid= 32&bun= jharris&bc= Jon%20Harris. 30.08.2013.

2**. Khoyzer Dzh.R., Klozing D.** Dom kachestva // Kurs na kachestvo. – 1992. - №1 - s. 85-102.

3. **Shaldykin V.P.** K kachestvu - cherez funktsii kachestva // Avtomobilnaya promyshlennost.– 2006. – № 10 – s. 25-26.

4. **Adler Yu.P.** Kachestvo i rynok: ili kak organizatsiya nastraivayetsya na obespecheniye trebovaniya potrebitelya // Metody menedzhmenta kachestva. – 1999. – №8 – 12.

5. **Khenshall E.** Strukturirovaniye funktsii kachestva – inzhenernoye proyektirovaniye, skontsentrirovannoye trebovaniyakh potrebitelya // Kurs na kachestvo. – 1992. – №1 – S. 126– 140.

6. **Makelroy D.** Postroyeniye doma kachestva [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.inventech.ru/lib/sfq/sfq-0001/ 30.05.2013.

7. **Kuzmin A.M.** Istoriya vozniknoveniya, razvitiya i perspektivy ispolzovaniya razvertyvaniya funktsii kachestva// Metody menedzhmenta kachestva. – 2002. – N1,2.

8. **Bart T.V.** Upravleniye kachestvom – M.: MIEMP, 2010 – 256 s.

9**. Razu M.L.** Dom kachestva: metod strukturirovaniya nuzhd i zhelaniy potrebitelya [Elektronnyy resurs] – Rezhim dostupa: http://www.elitarium.ru/2009/04/29/dom_kachestva.html. Razmeshcheno. 30.05.2013.

10. **Rozno M.I.** QFD: analiziruyem trebovaniya potrebiteley // Metody menedzhmenta kachestva. – 2011. – № 7 – P. 4 – 10.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

ВОЛОГЖАНИНА Екатерина Михайловна – аспирант; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: Vahrusheva_katya@bk.ru

VOLOGZHANINA Ekaterina M. – St. Petersburg State Polytechnical University; 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: Vahrusheva_Katya@bk.ru

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 330.46

С.Г. Редько, А.А. Федулина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМНОЙ ДИНАМИКИ НА ПРИМЕРЕ ШАБЛОНА «PATH DEPENDENCE» ДЛЯ ПРАКТИКУМА ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ «ИННОВАТИКА»

S.G. Redko, A.A. Fedulina

USING SYSTEM DYNAMICS MODELS AT EXAMPLE OF «PATH DEPENDENCE» PATTERN FOR THE PRACTICAL COURSE IN PROGRAM «INNOVATIONS»

Проведен анализ зарубежных публикаций по шаблону системной динамики «Зависимость от предшествующего развития/пути» (Path Dependence). Выделены основные понятия, связанные с использованием данного шаблона. Дано обобщенное описание особенностей применения шаблона поведения «Зависимость от пути» для социотехнических систем. Предложена классификация моделей системной динамики, основанных на шаблоне «Path Dependence». Разработаны варианты моделей с использованием данного шаблона в среде программного обеспечения «iThink» для проведения практических занятий по дисциплине «Имитационное моделирование в управлении инновациями».

СИСТЕМНАЯ ДИНАМИКА, ШАБЛОН ПОВЕДЕНИЯ, ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ПРЕДШЕСТВУЮЩЕГО ПУТИ, ОБУЧЕНИЕ, ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.

In the article there's represented an analysis of foreign publications about system dynamics pattern of behavior called «Path Dependence». The basic concepts about using this one are distinguished. The general description of «Path dependence» application features for socio-technical systems is given. System dynamics models based on «Path dependence» pattern are classified. Some variants of «Path dependence» pattern models are developed in software «iThink» for practical training in the discipline «Simulation in the innovation management».

SYSTEM DYNAMICS, PATTERN OF BEHAVIOR, PATH DEPENDENCE, STUDYING, SIMULATION.

В России в наше время руководителю компании необходимо учитывать влияние существующих положений, тенденций и собственных решений на будущую динамику развития организации. Для реализации долгосрочных стратегических целей и планов стало популярным и полезным использование моделей системной динамики, что позволяет менеджменту не только улучшить свое системное мышление, но и проиграть с помощью моделей различные варианты сценариев «что, если…», увидеть общую картину, оценить доминирующие показатели.

В то же время самой большой проблемой в использовании системной динамики, как считает Дж. Форрестер [1], основатель данного научного направления, является нехватка образования. Для появления консультантов в сфере моделирования динамики систем необходимо вводить основы теории и практики в процесс обучения, всячески расширять вовлеченность студентов в их более углубленное изучение. С принятием во внимание данных фактов, актуальным является создание практикума в рамках дисциплины «Имитационное моделирование» по направлению «Инноватика» для обучения навыкам исследования поведения систем.

Одна из главных предпосылок в системной динамике – наличие определенного

Таблица 1

Модели шаблона поведения «Path Dependence»

№	Название модели и вид зависимости	Иллюстрации на примере физической модели урны
1	Модель Бернулли, независимая	В урне находятся черные и белые камни. Каждый раз из урны вытягивается случайно один шар и кладется обратно. Вероятность вытаскивания черного шара равна Ч/(Ч+Б), аналогично определяется вероятность белого в каждый период. Никакой зависимости от предыдущих состояний не наблюдается
2	Модель Поля, Phat Dependence: множественное равновесие	Изначально в урне находятся один черный камень и один белый. Если вытаскивается черный камень, то он кладется обратно и в урну добавляется еще один черный камень. Аналогично с белыми камнями. Процесс может сойтись к любому варианту равновесия: 80% черных или 63% черных и т. д.
3	Балансирующая модель, Phat Dependent, одно равновесие	Изначально в урне один черный камень и один белый. Из урны случайно вытаскивается один камень и кладется обратно с камнем противоположного цвета. После многих итераций будет складываться отношение около 50/50. И оно будет тем единственный равновесием, от которого система не может уклониться
4	Балансирующая модель Поля, Phat Dependent Equilibria, нет возрастающей отдачи	Сочетание предыдущих моделей. Изначально в урне по одному камню четырех цветов: черный, белый, красный и зеленый. Если вытаскивается черный камень, то в урну кладется обратно черный и к нему добавляется красный камень и наоборот (если красный, добавляется черный). Если вытаскивается белый, то он также кладется обратно в урну и добавляется зеленый, и наоборот. Процесс, где нет возрастающей отдачи, но есть зависимость от предшествующего выбора, но без зависимости от порядка
5	Модель Biased Поля, возрастающая отдача, уникальное равновесие	Изначально в урне один черный камень и один белый. Если выбран черный камень, то он кладется обратно вместе с одним черным и одним белым камнем. Если выбран белый, то он кладется обратно вместе с двумя белыми камнями. Вероятность добавления белого камня равна единице. Для обоих камней существует эффект возрастающей отдачи, но процесс будет сходиться к 100% белых камней
6	Модель «сильный» Path Dependent, Path Dependence, может не сходиться	Изначально в урне по одному камню двух цветов: черного и белого. Вытаскиваем камень из урны в период t и кладем его обратно вместе с 2(t-1) камнями этого же цвета. Можно проследить, что любое событие кардинально изменит результат, то есть - это сильная зависимость от предшествующего пути. Процесс не сходится к какому-либо варианту равновесия, постоянно и резко меняется
7	Модель «Суть истории», Path Dependent, сходится	Изначально в урне один белый камень и один черный. В период t выбирается камень и кладется обратно с дополнительным камнем того же цвета. Также в данный период кладется еще $2(t-s)-2(t-s-1)$ камней цвета, выбранного в предыдущий период $s<t$. Первый камень определяет цвет половины камней, второй камень – цвет четверти камней и т. д. Процесс сходится к единственному равновесию
8	Модель «Основатель», зависимость от начального исхода	Изначально в урне черный и белый камни. Если выбирается черный камень, то он кладется обратно, а белый камень вынимается. Аналогично и с белым камнем. Первое решение определит исход всего эксперимента
9	Модель «Каскад», ранняя Path Dependent	Изначально в урне белый и черный камни. Камень вытаскивается и кладется обратно до тех пор, пока не будут последовательно три раза вытащены камни одного и того же цвета. Когда это происходит, камень другого цвета исключается

Таблица 2

Виды моделей для изучения шаблона «Зависимость от предшествующего пути»

Название модели	Краткая характеристика	Варианты модели
Модель урны и камней	Объект: камни разных цветов Иллюстрирует: различные подтипы зависимости от пути развития, приведенные в табл. 1	Модель Поля Балансирующая модель Модель Biased Поля Модель «сильный» path Dependent Модель Поля с 3 камнями
Конкуренция на рынке. Вброс продукта	Объект: конкурирующие фирмы, выводящие на рынок новый продукт. Иллюстрирует использование шаблона поведения для захвата рынка	Учет только сетевого эффекта Учет сетевого эффекта и продолжительности жизни продукта Учет сетевого эффекта и наличия сопутствующих товаров Учет сетевого эффекта и эффекта рекламы Учет сетевого эффекта и дифференциации продукта
Политические партии	Объект: политические партии. Иллюстрирует применение шаблона в социальной сфере	–

количества шаблонов поведения (архетипов), различные комбинации которых описывают сложные системы. Существует шесть базовых шаблонов: экспоненциальный рост, затухание, S-образный рост, колебания, рост с затухающим колебанием, взлет и коллапс. Исследователями и основоположниками данного научного направления выделены на базе этих шаблонов более широкие и специфичные для предприятий системные эффекты, имеющие свойство повторяться от организации к организации [2].

В статье в качестве такого объекта выбран шаблон, известный в системной динамике как Path Dependence (Зависимость от предшествующего пути). Впервые был описан Полом Дэвидом в 1985 году в статье «Clio and Economics of QWERTY» [3].

Понятие Path Dependence переводится как зависимость от предшествующего пути (или зависимость от предшествующего развития). Для возникновения в системе такой модели поведения, как зависимость от предшествующего пути, необходимы три составляющих: неустойчивое равновесие, случайные события в истории и устойчивое равновесие, из которого уже трудно выбраться.

В терминах системной динамики этот механизм описывается двумя петлями – положительной и отрицательной – и носит название «запирающий механизм». Таким образом, система разгоняется, используя положительную петлю, и блокируется на отрицательной петле.

Исследование разгоняющих и блокирующих петель в системах с шаблоном поведения Path Dependence провел Джон Штерман [4] на примере моделей различных фирм, действующих на рынке. Он выявил, по аналогии с шаблонами поведения, связанные с ними типовые разгоняющие петли, которые могут быть характерны для зависимости от развития: осведомленность о продукте, сетевые эффекты и комплементарные товары, дифференциация продукта, разработка нового продукта, слияния и поглощения и др.

Виды зависимости от предшествующего пути. Зависимость от предшествующего развития может проявлять себя в трех видах, которые впервые описывает Скотт Пейдж в своем эссе о существовании и причинах возникновения зависимости от предшествующего развития [5]. Далее используем оригинальные названия: state dependence, phat dependence и path dependence.

State dependence – процесс, будущие исходы которого зависят от положения в настоящем и не зависят от того, как система в этой положение пришла. По сути это не является одним из шаблонов зависимости от предшествующего развития, такие процессы также называют марковскими.

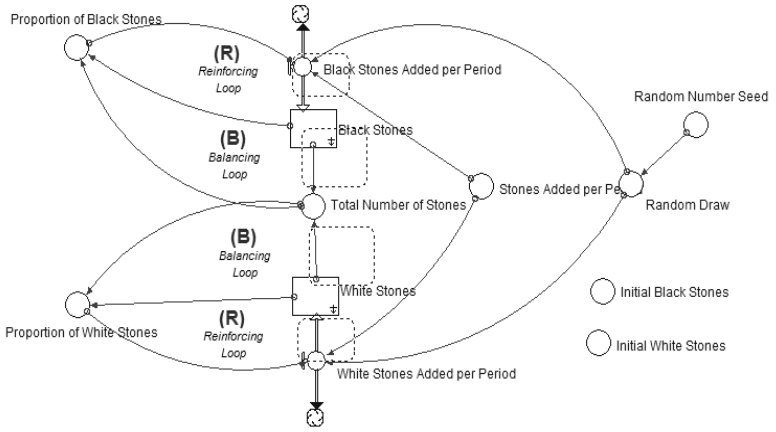


Рис. 1. Модель урны. Вариант модели Поля

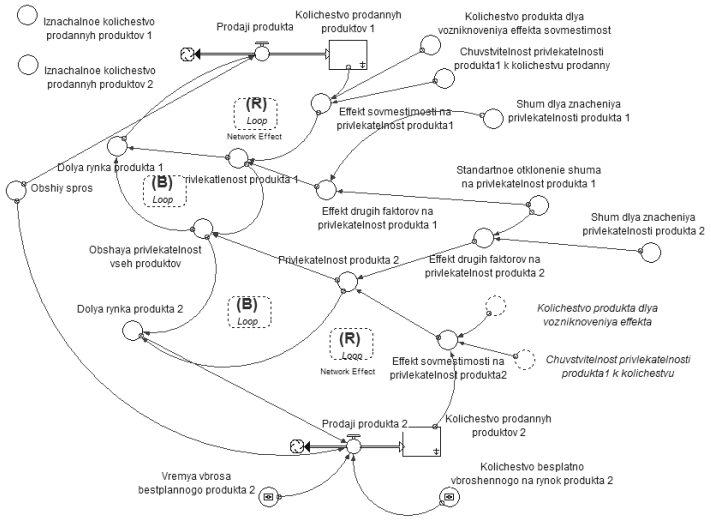


Рис.2. Модель «Конкуренция на рынке. Вброс продукта» (упрощенный вариант)

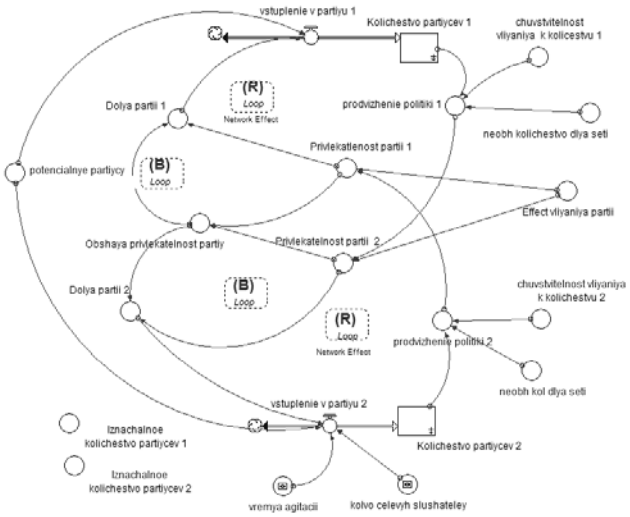


Рис.3. Модель «Политические партии»

Phat dependence – будущий исход зависит от событий, которые уже произошли в прошлом, но не зависит от порядка, в котором они происходили.

Path dependence – определяет зависимость будущего исхода от событий, которые произошли ранее, и от порядка, в котором они происходили.

На основании этих трех (а фактически двух) видов можно предложить следующую классификацию моделей (табл. 1). Равновесие в модели – это ограничивающее распределение исходов в системе. Оно может быть уникальным (единым) или множественным. Все модели различаются разным сочетанием механизмов, которые приводились ранее, и равновесий, которые получаются на исходе. Чтобы объяснить каждый тип модели, используется известная физическая модель с разноцветными камнями и урной [5].

На основании представленной классификации моделей в среде программного обеспечения *iThink* были разработаны три типа моделей: модель урны и камней, модель действия на рынке 2-х компаний «Конкуренция на рынке. Вброс продукта», модель «Политические партии». Общая информация о моделях приведена в табл.2.

Модель урны. Модель урны основана на выборе камней разного цвета из урн и добавлении новых. На ее основе возможно изучение основных типов шаблона поведения «Зависимость от предшествующего развития», в результате чего у обучаемого приобретается навык распознавания типа поведения системы по динамике, отраженной на графике модели. Это позволит определить ее конечное состояние (множественное или уникальное равновесия) и характер (path dependence или phat dependence).

В целях проведения практикума разработаны пять вариантов моделей для различных подтипов зависимости от предшествующего пути: «Модель Поля», «Балансирующая модель», «Модель Biased Поля», «Сильная зависимость», «Модель Поля с несколькими камнями». Потоковая диаграмма одного из вариантов модели представлена на рис. 1.

Модель «Конкуренция фирм на рынке. Вброс продукта». Принимая во внимание особенности обучения по направлению «Инноватика», целесообразно сделать упор на работу с такими системами, как компания и рынок. Поэтому следующая группа моделей основана на взаимодействии двух организаций, которые борются за долю на рынке, выводя на него новый (инновационный) продукт.

На рынке выпускают новый продукт две организации. Продукт несовместим с продуктом-аналогом, поэтому доля рынка здесь зависит не от установленной базы клиентов, а от относительной привлекательности продукции. Структура упрощенного варианта модели приведена на рис. 2.

Особенности данной модели:

входные параметры: момент вывода продукта на рынок и количество вброшенного продукта;

выходные параметры: соотношение долей рынка каждой из фирм;

варианты модели: учет только сетевого эффекта, учет сетевого эффекта, оттока продуктов и повторных покупок; учет сетевого эффекта и наличия сопутствующих товаров; учет сетевого эффекта и эффекта рекламы; учет сетевого эффекта и дифференциации продукта.

Модель «Политические партии». Скот Пейдж, один из исследователей шаблона Path Dependence, приводит множество примеров проявления зависимости в социальных сферах [5]. Инноватика также в свою очередь не замыкается только на рынке продуктов. Для практикума разработана модель, основанная на поведении людей в обществе в сфере политики.

Для реализации модели используется тип зависимости «Балансирующая модель Поля» (см. табл. 1). Структура потоковой диаграммы модели приведена на рис. 3.

Выводы. Любая сфера деятельности человека является частью сложной системы, как и сам человек, следовательно, системный подход и системное мышление важно для применения повсеместно. Необходимо создать навык работы в комплексе взаимодействующих и взаимосвязанных объектов и умение влиять на среду через ее структуру. Это и составляет цель исследования данной статьи.

В результате проведенного анализа лите-

ратуры по шаблону Path Dependence впервые в отечественной литературе предложена классификация видов и подвидов моделей для данного шаблона. На основе предложенной классификации и ряда известных моделей разработан комплекс моделей для обучения.

Полученные результаты могут быть использованы для обучения навыкам системного мышления и системного подхода студентов различных направлений науки, техники, экономики и управления. Приведенный практикум и теоретическая часть используются при изучении основ системной динамики в программе дисциплины «Имитационное моделирование в управлении инновациями» кафедры управления проектами СПбГПУ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Forrester J.W.** System dynamics the next fifty years. System Dynamics Review. 2007. Vol. 23 № 2 – 3. P.359 – 370.
2. **Сенге П.** Пятая дисциплина. М.: Олимп-бизнес. 2003, 408с.;
3. **David P.A.** Clio and Economics of QWERTY // American Economic Review. – 1985. Vol.75, №2. p.332-337.
4. **Sterman J.D.** Business Dynamics. Systems Thinking and Modeling for a Complex World.- USA.: The McGraw-Hill Companies, Inc.2000 - 984c.
5. **Page S.E.** An Essay on The Existence and Causes of Path Dependence // Quarterly Journal of Political Science. 2006. №1. P. 87 – 115.
6. **Нуреев Р.М., Латов Ю.В.** Что такое зависимость от предшествующего развития, причинная связь и экономическая политика // Экономический вестник Ростовского государственного университета – 2004 – Т. 2. № 4 - С. 228-253.
7. **Янсен Ф.** Эпоха инноваций: пер. с англ. – М.: ИНФРА-М – 2002 – 308 с.
8. Он-лайн симуляторы Гарвардской бизнес-школы // [Официальный сайт] URL: http://hbsp.harvard.edu/ list/simulations (5/02/2013).
9. Материалы по системной динамике от Сообщества системной динамики Университета штата Аризона // [Официальный сайт] URL: http://www.public.asu.edu/ ~kirkwood/ sysdyn/ SDRes.htm (дата обращения: 20/02/2013).
10. Программный пакет iThink // [Официальный сайт] URL: http://www.iseesystems.com/ softwares/ Business/ithinkSoftware.aspx (дата обращения: 30/04/2013).
11. **Туккель И.Л., Сурина А.В., Культин Н.Б.** Управление инновационными проектами. - СПб.: БХВ-Петербург – 2011 – 416 с.

REFERENCES

1. **Forrester J.W.** System dynamics the next fifty years. System Dynamics Review. 2007. Vol.23 № 2 – 3. p. 359 – 370.
2. **Senge P.** Pyataya disciplina. – M. Olimp-biznes. 2003, 408s.
3. **David P.A.** Clio and Economics of QWERTY // American Economic Review. – 1985. Vol.75, №2. P. 332-337.
4. **Sterman J.D.** Business Dynamics. Systems Thinking and Modeling for a Complex World.- USA.: The McGraw – Hill Companies, Inc.2000 – 984c.
5. **Page S.E.** An Essay on The Existence and Causes of Path Dependence // Quarterly Journal of Political Science. 2006, №1. p.87–115
6. **Nureyev R.M., Latov Yu.V.** Chto takoye zavisimost ot predshestvuyushchego razvitiya, prichinnaya svyaz i ekonomicheskaya politika // Ekonomicheskiy vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta – 2004 – T. 2. № 4 - s. 228-253.
7. **Yansen F.** Epokha innovatsiy: per. s angl. – M.: INFRA – M – 2002 – 308s.
8. On-layn simulyatory Garvardskoy biznes-shkoly // [Ofitsialnyy sayt] URL: http://hbsp.harvard.edu/ list/ simulations (5/02/2013).
9. Materialy po sistemnoy dinamike ot Soobshchestva sistemnoy dinamiki Universiteta shtata Arizona // [Ofitsialnyy sayt] URL: http://www.public.asu.edu/~kirkwood/sysdyn/SDRes.htm (data obrashcheniya: 20/02/2013).
10. Programmnyy paket iThink // [Ofitsialnyy sayt] URL: http://www.iseesystems.com/ softwares/ Business/ithinkSoftware.aspx (data obrashcheniya: 30/04/2013).
11. **Tukkel I.L., Surina A.V., Kultin N.B.** Upravleniye innovatsionnymi proyektami. – SPb.: BKhV-Peterburg – 2011 - 416 s.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

РЕДЬКО Сергей Георгиевич – заведующий кафедрой управления проектами, доктор технических наук, старший научный сотрудник. Санкт–Петербургский государственный политехнический университет; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: redko@acea.neva.ru
REDKO Sergey G. – Head of Department Project Management, St. Petersburg State Polytechnical University; 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: redko@acea.neva.ru

ФЕДУЛИНА Алена Алексеевна – студент магистратуры по направлению «инноватика» кафедры управления проектами Санкт-Петербургского государственного политехнического университета: 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: alekseevnaf@gmail.com
FEDULINA Alyona Alekseevna – graduate in the field of Innovations of Department Project Management, St. Petersburg State Polytechnical University; 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: alekseevnaf@gmail.com

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРАКТИКА ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

УДК 378.4: 65.01: 347.779

С.Ю. Ляпина

ПРАВОВЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УНИВЕРСИТЕТОВ ПРИ СОЗДАНИИ МАЛЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

S.Y. Lyapina

LEGAL AND ECONOMIC ASPECTS OF COMMERCIALIZATION OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL ACTIVITIES RESULTS AT UNIVERSITIES DURING FOUNDATION OF SMALL INNOVATIVE ENTERPRISES

Обобщены некоторые проблемы создания малых инновационных предприятий в университетах России в области взаимоотношения предприятий и их учредителей и предложены рекомендации по их решению на основе действующих правовых и финансовых норм. Особое место отведено перечню организационных шагов, которые необходимо предпринять университетам при учреждении малых инновационных предприятий.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ, КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ, КОММЕРЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ, МАЛОЕ ИННОВАЦИОННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ, ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УНИВЕРСИТЕТОВ, ДЕНЕЖНЫЙ ПОТОК, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИБЫЛИ, ОТНОШЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ И ЕГО УЧРЕДИТЕЛЕЙ, НЕМАТЕРИАЛЬНЫЕ АКТИВЫ, КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ.

The article summarizes some problems during foundation of small innovative enterprises at Russian universities in the field of relationship of enterprises and their founders and offers recommendations based on existing legal and financial rules. A special place is given to the list of organizational steps to be taken by universities in the establishment of small innovative enterprises.

INTELLECTUAL PROPERTY, COMMERCIALIZATION, COMMERCIALIZATION POTENTIAL, SMALL INNOVATIVE ENTERPRISE, INNOVATION ACTIVITY OF UNIVERSITY, CASH FLOW, PROFIT DISTRIBUTION, RELATIONS BETWEEN FOUNDERS AND EXECUTIVE MANAGEMENT, NON–MATERIAL ACTIVES, CONFLICT OF INTERESTS.

Как показывает мировая практика, генерация новых знаний в современном мире все чаще обеспечивается научными исследованиями в университетах, которые из образовательных центров превращаются в передовые исследовательские лаборатории. Изменению роли и функций университетов в обществе способствовали такие социальные организационные инновации, как распространение парадигмы управления технологическим развитием на основе модели *Triple Helix* («Тройная спираль») [1], позволившей мобилизовать и интегрировать ресурсы университетов, бизнеса и власти для обеспечения решения сложных и масштабных научно-технических задач и роста инновационной активности. Новые возможности уни-

верситеты получили также в результате расширения практики *Open Innovation* («открытых инноваций») [2], где наряду со специализированными научными и исследовательскими центрами не только приобрели возможность коммерциализации результатов научно-технической деятельности, но и получили доступ к ранее закрытым корпоративным знаниям и научно-техническим достижениям. При этом произошло реформирование и самих университетов, которые от классической академической модели своего функционирования в современных условиях все чаще ориентируются на модель *Entrepreneurship University* («предпринимательский университет») [3], что требует роста результативности и эффективности не только образовательной, но также научно-исследовательской и инновационной деятельности.

Аналогичные тенденции характерны и для отечественной высшей школы: все большее число университетов страны трансформируется в автономные образовательные учреждения, что не только предоставляет определенную экономическую свободу руководству вуза, но и обусловливает необходимость роста предпринимательской активности образовательного учреждения, в том числе на рынке научных исследований, аналитических и консалтинговых услуг. Университетская наука все в большей степени становится зависимой не столько от бюджетного финансирования, сколько от способности коммерциализации университетом результатов своей научно-технической деятельности в условиях конкурентного рынка. Наряду с традиционными подходами к коммерциализации – заключением хозяйственных договоров на НИОКР и продажей лицензий на запатентованные объекты интеллектуальной собственности, образуемой на основе результатов научно-технической деятельности, российские университеты четыре года назад приобрели альтернативную возможность получения доходов от выполненных исследований и разработок: согласно Федеральному закону от 2 августа 2009 года № 217-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности» (далее – ФЗ-217) [4], российским вузам было предоставлено право выступать учредителями малых инновационных предприятий без получения согласия собственника имущества учреждения, в роли которого, как правило, выступает Министерство образования и науки Российской Федерации или отраслевые министерства и ведомства.

Главная цель создания этих предприятий – обеспечение практического внедрения результатов интеллектуальной деятельности университетов, при этом вузам была предоставлена возможность получения дополнительных доходов как «доходов от распоряжения долями (акциями) в уставных капиталах хозяйственных обществ, учредителями (участниками) которых являются данные высшие учебные заведения» или как «части прибыли хозяйственных обществ, полученная данными высшими учебными заведениями (дивидендами)» [4, ст. 2]. Схема получения прибыли университетом при создании малого инновационного предприятия, учрежденного для практического применения результатов научно-технической деятельности вуза, представлена на рис. 1. Источником прибыли для университета становится часть чистой прибыли малого инновационного предприятия, пропорциональная вкладу вуза в уставный капитал последнего. Таким образом, согласно ФЗ-217, у вузов возникает дополнительная возможность коммерциализации результатов своей научно-технической деятельности и получения доходов от их использования на практике. При этом университет оказывается заинтересованным в эффективной деятельности учрежденного им малого инновационного предприятия: чем успешнее оно функционирует, чем шире находят свое применение разработки вуза, тем выше доходы предприятия и университета.

Тем не менее возможность получения части прибыли учрежденного по ФЗ-217 малого инновационного предприятия для вуза не является гарантированной, что не всегда находит понимание у учредителей, в результате вместо общей заинтересованности в эффективном функционировании и развитии инновационного бизнеса возникают разногласия по поводу

финансовых отношений. Во многом данная ситуация связана с недостаточной методической проработкой процедур создания малых предприятий вузами, а также их финансовых взаимоотношений с учредителями в процессе функционирования. Требуется систематизация применения существующих нормативных положений, что позволит выработать четкий механизм коммерциализации, в наибольшей степени обеспечивающий согласование интересов и вуза, и малого инновационного предприятия, и других учредителей.

лом. Поэтому первой и ключевой задачей вуза при принятии решения о коммерциализации результатов своей научно-технической деятельности является оценка реального коммерческого потенциала научных и технологических разработок.

Под коммерческим потенциалом при этом понимается способность научных и технологических разработок, выполненных вузом, приносить прибыль в процессе их практического использования. Во многом коммерческий потенциал определяется бизнес-моделью, закла-

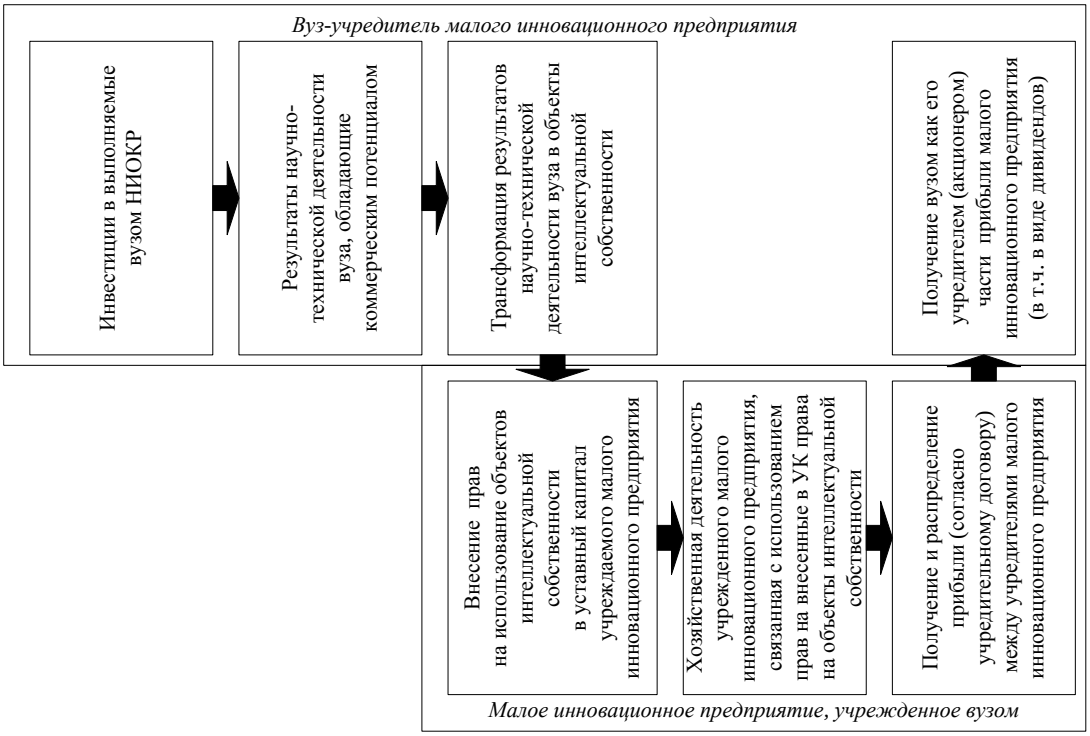


Рис. 1. Схема получения прибыли университетом при создании малого инновационного предприятия

Для того чтобы избежать конфликта между учредителями и малым инновационным предприятием по поводу возможности и порядка использования коммерциализуемых результатов научно-технической деятельности, созданных вузом, в процессе функционирования малого инновационного предприятия, необходимо, чтобы вносимые университетом как учредителем в уставный капитал права на использование объекта интеллектуальной собственности были способны стать основой инноваций с достаточно высоким коммерческим потенциа-

дываемой в основу учреждаемого малого инновационного предприятия (оптимальный выбор продуктов или услуг, которые создаются на базе объектов интеллектуальной собственности и выводятся на рынок; адекватное определение целевых рынков для этих продуктов или услуг; эффективная стратегия продвижения этих продуктов или услуг на рынке – от ценообразования и рекламы до сервиса и сопровождения в течение всего жизненного цикла). Таким образом, недостаточная эффективность малых инновационных предприятий,

созданных в соответствии с ФЗ-217, нередко связана с тем, что в университетах мало внимания уделяется именно коммерческому потенциалу разработок, права использования которых вносятся в уставный капитал; при этом нередко отсутствует опыт оценки рыночных перспектив новой технологии или продукта. Так, в одном из российских университетов малому предприятию было предоставлено право использования штамма бактерий, применение которых позволяло повысить глубину переработки сырья для производства сахара. Однако ожидаемый поток заказов от перерабатывающих предприятий пищевой промышленности так и не сформировался, поскольку на рынке распространение получила более производительная и дешевая альтернативная технология переработки патоки, о существовании которой в университете при создании малого предприятия просто не знали.

Кроме того, в не меньшей степени коммерческий потенциал малого инновационного предприятия зависит от реального вклада других учредителей и, в первую очередь, бизнеса, который может выступать в качестве либо гарантированного заказчика-потребителя выводимых на рынок новых продуктов и технологий, либо инвестора, предоставляющего промышленно–производственную базу для развития нового бизнеса, либо бизнес-партнера, содействующего продвижению новых продуктов и технологий через свою сеть контактов. Анализ деятельности созданных малых инновационных предприятий показывает, что формальное участие бизнеса (лишь в виде спонсора, но не венчурного инвестора) в учреждении малого инновационного предприятия практически всегда приводит либо к убыточному, либо к малоэффективному функционированию нового предприятия. Поскольку минимальный уставный капитал малого инновационного предприятия составляет 10 тыс. руб., требуемые инвестиции от бизнес-партнера, ограниченные законом долей в размере 25%, не превышают 2 500 руб., что для крупных компаний крайне незначительная сумма. Достаточно часто подобные инвестиции со стороны крупных компаний в большей степени представляют PR-акцию, чем действительное стремление способствовать становлению и развитию малого предприятия.

Бизнес, участвуя в создании малых инновационных предприятий, вообще крайне редко рассматривает их как источник дополнительных доходов, а поэтому далеко не всегда заинтересовано в росте доходности малого инновационного предприятия. Так, даже если малый инновационный бизнес создан для обеспечения технологических или производственных потребностей одного из учредителей (например, обеспечивается производство сложных или уникальных технологических систем, закупаемых этим учредителем как компонент его готового продукта), то очевидно, что цена на уникальные продукты будет устанавливаться такой, чтобы обеспечивать минимальную рентабельность малого предприятия. Более того, увеличение рентабельности для учредителя не только приводит к росту издержек на закупки, но также создает потенциальную угрозу собственному бизнесу, поскольку малый бизнес получает возможность расширения производства и выхода на открытый рынок со своими продуктами и технологиями, сокращая монопольное преимущество учредителя. Например, малое инновационное предприятие было создано для производства биочипов, позволяющих одному из учредителей – Заводу медицинского оборудования – производить новые диагностические комплексы для онкологических центров. Если бы малое предприятие получило альтернативные инвестиции и расширило производство данных биочипов до таких объемов, что смогло поставлять их и другим предприятиям, производящим медицинскую технику (в том числе зарубежным), то Завод медицинского оборудования был бы вынужден делить рынок с новыми поставщиками аналогичных диагностических комплексов. Поэтому учредитель делает все, чтобы лишить малое предприятие возможности роста, искусственно ограничивая объемы производства биочипов собственными потребностями.

Довольно часто при создании малых инновационных предприятий университеты в качестве прав на объекты интеллектуальной собственности вносят не лицензии на патенты, полученные в результате научных исследований и разработок, а права на использование объектов интеллектуальной собственности в виде

ноу-хау, поскольку по тем или иным причинам вуз не получил на них патент. При этом недостаточное внимание уделяется процедуре установления правового статуса ноу-хау в отношении коммерциализуемых результатов научно-технической деятельности. Отсутствие достаточного опыта и не всегда грамотное применение правовых норм приводит к тому, что либо передаваемый объект интеллектуальной собственности с финансово-юридической точки зрения не существует, либо вуз нарушает существующие нормы права и финансового учета, что в любом случае сказывается и на деятельности вуза и малого инновационного предприятия, и на перспективах его эффективного развития.

Если по каким–либо причинам университет не получил и не может получить патент на объект интеллектуальной собственности, созданный в результате научно-технической деятельности, но готов внести право на его использование в уставный капитал малого инновационного предприятия, то вначале вуз должен придать полученному коммерциализуемому результату научно-технической деятельности статус ноу-хау. Для того чтобы в дальнейшем права на коммерческое использование данного результата не были оспорены, а в будущем университет не лишился бы источников доходов от коммерциализации данного объекта интеллектуальной собственности, необходимо обеспечить соблюдение следующей процедуры (рис. 2):

а) должен быть издан приказ о режиме конфиденциальности, или коммерческой тайны, в отношении результата научно-технической деятельности с указанием ограничений и условий доступа (в том числе ограничения на публикации и диссертации – иначе режим конфиденциальности не обеспечивается самим университетом и его защита и охрана теряет всякий смысл) и режима хранения;

б) от имени университета заключаются индивидуальные договоры с авторами (разработчиками) о неразглашении результатов научно-технической деятельности с указанием их ответственности за соблюдение данного договора; при этом сроки действия данных договоров не должны быть меньше срока переуступки прав на коммерческое использование данного результата в малом инновационном предприятии;

в) составляется подробное, заверенное на каждой странице всеми авторами и полномочными представителями университета описание результатов научно-технической деятельности (объекта, которому придается статус ноу-хау, или объекта интеллектуальной собственности), которое должно быть прошито и заверено гербовой печатью вуза или нотариально. При этом описание результатов научно-технической деятельности должно храниться в помещении или сейфе с ограниченным доступом, обращение к описанию должно регистрироваться в специальном журнале с указанием даты, времени, фамилии и инициалов получившего доступ, основания и цели обращения к данному документу. Копии описаний нумеруются и также регистрируются с указанием лиц, получивших копии, даты и времени передачи документов и основания их предоставления (в том числе наличие договора о соблюдении коммерческой тайны, неразглашении или других документов);

г) проводится внутренняя (если стоимость объекта интеллектуальной собственности не превышает 100 тыс. руб.) или внешняя независимая оценка коммерческой стоимости объекта интеллектуальной собственности, о чем составляется соответствующее заключение или справка. Согласно инструкции по бюджетному учету ПБУ14/2007 [8], для внесения к учету результата научно-технической деятельности, полученного в вузе, в качестве нематериального актива необходимо подтвердить (в том числе и документально) его коммерческую направленность, то есть те виды деятельности, от которых вследствие использования этого нематериального актива будут поступать доходы. Например, если режим ноу-хау вуз вводит на технологию лазерного напыления нанопокрытий, то при описании объекта интеллектуальной собственности и соответствующего нематериального актива должен быть указан перечень областей, где данная технология может найти применение. Но если в дальнейшем выявится область, не упомянутая в данном перечне, например, в описанном выше случае, – в стоматологии, то вуз теряет право на доходы от коммерческого использования данной технологии в данной области. В случае если универси-

тет тем не менее заключит с медицинскими учреждениями лицензионное соглашение об использовании этой технологии, получение доходов по этому соглашению будет признано незаконным предпринимательством. Поэтому в случае выявления дополнительных областей коммерциализации технологий режим ноу-хау должен быть своевременно пересмотрен и в перечень областей применения технологии должны быть внесены соответствующие дополнения.

При оценке стоимости нематериальных активов, согласно той же инструкции ПБУ 14/2007 и Методическим рекомендациям Минобрнауки, первоначальная стоимость результата научно-технической деятельности как нематериального актива должна включать все документально подтвержденные расходы на проведение научных исследований и выполнение разработок по его созданию, при этом необходимо выделить затраты на получение именно данного результата научно-технической деятельности из стоимости всего комплекса работ по теме НИОКР, то есть в этом случае затраты на НИОКР и оценка нематериального актива могут не совпадать;

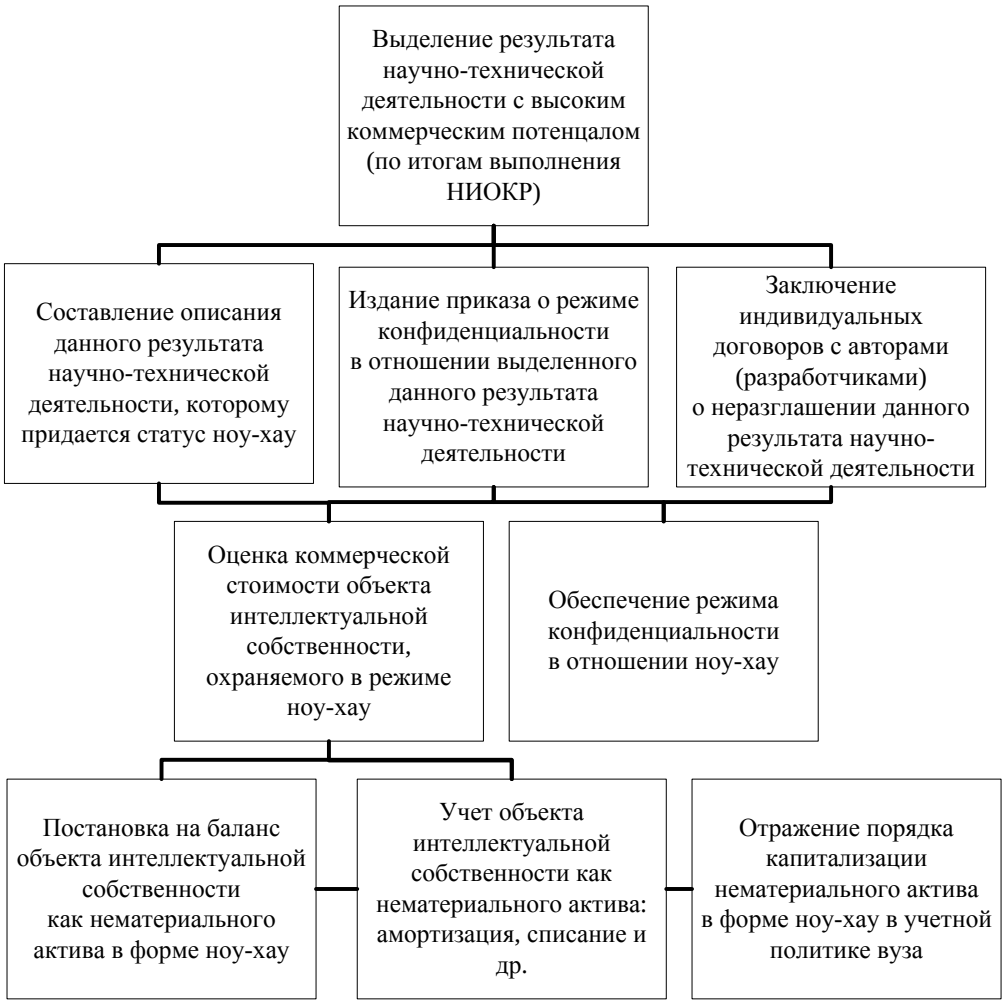


Рис. 2. Процедура придания статуса ноу-хау результату научно-технической деятельности с высоким коммерческим потенциалом

д) оформляется протокол комиссии о постановке на баланс объекта интеллектуальной собственности как нематериального актива в форме ноу-хау с указанием полной первоначальной стоимости (в соответствии с произведенной оценкой коммерческой стоимости объ-

екта интеллектуальной собственности); нормы амортизации (исходя из срока полезного действия нематериального актива), способа начисления амортизации и порядка капитализации – денежного возмещения стоимости объекта интеллектуальной собственности (например, продажа сторонним организациям, внесение в уставный капитал малого инновационного предприятия, заключение лицензионного договора и др.), а также порядка некоммерческой передачи с баланса на баланс и списания (в том числе в случае морального износа). Если в протоколе комиссии не предусмотрена возможность передачи прав на использование объекта интеллектуальной собственности сторонним организациям, вуз теряет право как внесения данного нематериального актива в уставный капитал малого инновационного предприятия, так и получения дохода от его коммерческого использования сторонними организациями;

е) производится включение объекта интеллектуальной собственности как нематериального актива в бухгалтерскую отчетность с начислением амортизации в порядке, соответствующем принятому и утвержденному протоколом комиссии по постановке на учет объекта интеллектуальной собственности. Согласно налоговому законодательству постановка нематериального актива на баланс вуза влечет за собой уплату вузом налога на прибыль, равную полной первоначальной стоимости включаемого в баланс нематериального актива за вычетом фактически понесенных затрат на создание результата научно-технической деятельности, если они были произведены в отчетный период, совпадающий со временем постановки на учет нематериального актива и одновременным исключением данных затрат из издержек НИОКР, в процессе выполнения которой они были созданы;

ж) в учетной политике университета раскрывается порядок амортизации и коммерциализации нематериальных активов.

Если хотя бы одно из данных действий не выполнено, объект интеллектуальной собственности на базе созданных результатов научно-технической деятельности теряет либо статус ноу-хау, либо способность приносить вузу доход. Как показывает практика, российские университеты пока достаточно часто нарушают данную процедуру, что приводит к нарушениям в их финансово-хозяйственной деятельности и повышению рисков отторжения результатов научно-технической деятельности с высоким коммерческим потенциалом в пользу сторонних организаций. Более того, опыт показывает, что нередко создание малых инновационных предприятий вузом рассматривается как некоммерческая операция: университет не рассчитывает и в качестве одного из учредителей не претендует на часть доходов от малого инновационного бизнеса с тем, чтобы избежать финансовых и правовых ошибок в данной сфере. Однако в этом случае уже учредитель вуза имеет право предъявлять претензии университету за неэффективное использование своих нематериальных активов. Более того, если данная процедура была нарушена (например, результат научно-технической деятельности не был поставлен на учет в вузе как нематериальный актив), возникает вопрос о правомерности внесения прав на его использование в уставный капитал малого предприятия и законности регистрации последнего.

Если НИОКР выполнялась за счет средств заказчика (в том числе за счет бюджетных средств по грантам министерств и ведомств, которые и выступают заказчиком НИОКР), то коммерческие права на результаты научно-технической деятельности принадлежат последнему, если иное не оговорено заключенным договором на выполнение работ. В этом случае результат научно-технической деятельности может получить статус ноу-хау, только если на это будет получено письменное разрешение заказчика или составлен соответствующий договор.

Еще одна область правовых и экономических отношений, которая затрагивается в процессе создания малых инновационных предприятий вузами, – это отношения университета и авторов результата научно-технической деятельности, которому придается статус ноу-хау. К сожалению, законодатели создали правовую коллизию, определяя порядок функционирования малых инновационных предприятий. Так, ФЗ-217 устанавливает, что «доходы от распоряжения долями (акциями) в уставных капиталах хозяйственных обществ, учредителями (участниками) которых являются данные выс-

шие учебные заведения, часть прибыли хозяйственных обществ, полученная данными высшими учебными заведениями (дивиденды), поступают в их самостоятельное распоряжение, учитываются на отдельном балансе и направляются только на правовую охрану результатов интеллектуальной деятельности, выплату вознаграждения их авторам, а также на осуществление уставной деятельности данных высших учебных заведений» [4, ст. 2], что неверно трактуется как авторами (разработчиками) результатов научно-технической деятельности, так и самими вузами. Оперируя данной статьей ФЗ-217, авторы (разработчики) настаивают на своем праве получения части доходов от малого предприятия через выплаты университета. Однако, с другой стороны, для выплаты авторского вознаграждения также необходимо юридическое основание, например, соглашение с автором о выплате вознаграждения за коммерческое использование результатов его научно-технической деятельности. Но это возможно только в том случае, если автор ранее за этот результат не получил никакого вознаграждения. Но если результат научно-технической деятельности создавался автором (исполнителем) по служебному заданию от лица университета (например, при выполнении НИОКР) в служебное время в пределах служебных обязанностей и этот результат был оплачен путем перечисления заработной платы или вознаграждения по договору гражданско-правового характера, то согласно ч. IV Гражданского кодекса РФ права на коммерческое использование результата научно-технической деятельности принадлежат университету, а не авторам, которые сохраняют свое авторство (научный приоритет), но не обладают правом на самостоятельное коммерческое использование полученного результата. В противном случае возникает ситуация, когда одна и та же работа оказывается оплаченной дважды. Практика показывает, что, как правило, авторы коммерциализуемого результата научно-технической деятельности выступают в роли либо соучредителей, либо сотрудников малого инновационного предприятия, и именно в этом качестве они вправе рассчитывать на получение доходов (как доли чистого дохода малого инновационного предприятия, пропорциональной вкладу автора в уставный капитал малого инновационного предприятия) или вознаграждений (в виде заработной платы как сотрудника малого предприятия либо как физического лица по договору гражданско-правового характера) от своей научно-технической деятельности. При этом если автор не имеет никакого отношения к малому инновационному предприятию или платежи авторам не предусматриваются в соответствии с финансовой политикой малого инновационного предприятия, выплата доходов или вознаграждений авторам может и не производиться.

Также следует обратить внимание на ситуацию, которая может возникнуть, если университет собирается придать статус ноу-хау результату научно-технической деятельности, полученному автором вне служебного задания, обязанностей и пр. Например, специалист международной службы напишет компьютерную программу, которую университет приобретет как нематериальный актив. В этом случае действительно могут возникнуть вопросы: на каком основании, зачем и по какой цене был приобретен результат научно-технической деятельности. В зависимости от ответов данная ситуация может рассматриваться либо как злоупотребление служебным положением, либо как халатность в виде неверного составления должностных инструкций, поэтому возникновения данного прецедента в университетах следует избегать.

Нередко университетами нарушается и сама процедура внесения прав на коммерческое использование результатов научно-технической деятельности как нематериальных активов в уставный капитал малого инновационного предприятия. В этом случае от университета необходимы следующие действия:

1. Должен быть издан приказ по университету или принято решение на Ученом совете (как это определено в Уставе вуза) о том, на какой срок предоставляется право, установлен денежный эквивалент этого права на основе независимой оценки (что может не совпадать с балансовой или первоначальной стоимостью нематериального актива, поскольку право использования ноу-хау не является эквивалентом самого нематериального актива).

2. На основе одного из этих документов со-

ставить лицензионный договор на коммерческое использование результата научно-технической деятельности, который является вкладом университета в уставный капитал создаваемого малого инновационного предприятия:

а) лицензионный договор должен предоставлять право безвозмездного (бесплатного) использования результата научно-технической деятельности как нематериального актива в форме ноу-хау, принадлежащего вузу, в течение срока капитализации вклада университета в уставный капитал малого инновационного предприятия и оговаривать только порядок использования ноу-хау (режим доступа, ограничения трансфера, отношение к производным результатам научно-технической деятельности, созданным в малом инновационном предприятии на базе ноу-хау, порядок капитализации нематериальных активов и др.);

б) в качестве приложения к лицензионному договору должна быть предоставлена нотариально заверенная копия описания результата научно-технической деятельности, которое хранится в специальном сейфе по специальному режиму доступа в университете (см. выше). При этом малое инновационное предприятие должно обеспечить такой же (если не более жесткий) режим хранения данного приложения (например, путем аренды банковской ячейки или хотя бы в сейфе) со своим журналом регистрации доступа и пр.;

в) в лицензионном договоре должно быть подчеркнуто, что платежи за использование результата научно-технической деятельности как нематериального актива в виде ноу-хау, принадлежащего университету, не взимаются, поскольку их общая сумма за период предоставления права использования ноу-хау и является взносом вуза в уставный капитал малого инновационного предприятия.

После того как права на использование результата научно-технической деятельности как нематериального актива в виде ноу-хау были внесены университетом как вклад в уставный капитал малого инновационного предприятия, они становятся собственными средствами малого предприятия, за коммерческое использование которых оно не должно производить никаких отчислений вузу, что не всегда находит понимание в университетах. Так, при создании малого инновационного предприятия один из вузов настаивал на платности заключаемого лицензионного договора и рассчитывал на получение доходов от малого инновационного предприятия сверх своей доли в уставном капитале как учредителя. Однако с правовой точки зрения данное требование незаконно, поскольку внесение прав в уставный капитал означает, что данный нематериальный актив становится частью собственных средств малого инновационного предприятия, за которые никакие платежи не должны производиться.

Таким образом, поскольку университет является одним из собственников малого инновационного предприятия, ему принадлежит доля в его уставном капитале, определенная при создании в Учредительном договоре, которая только в таком качестве может обеспечить коммерциализацию созданных у себя результатов научно-технической деятельности через малое предприятие. При этом малое инновационное предприятие является коммерческим, его правовой статус определяет ст. 87 – 91 Гражданского Кодекса РФ. Поэтому все вопросы, связанные с получением дохода от своего учредительства и участия в малом инновационном предприятии в качестве собственника доли уставного капитала по итогам финансового года, университет должен ставить на собрании участников малого инновационного предприятия, которыми являются все учредители, владеющие долями уставного капитала малого инновационного предприятия. То есть если малое инновационное предприятие получило чистую прибыль, то участники единогласно должны решить, какую часть этой прибыли они хотят использовать как собственный предпринимательский доход, поскольку наиболее распространенной формой малого инновационного предприятия является ООО – общество с ограниченной ответственностью. Но если хотя бы один из участников малого предприятия – независимо от его доли в уставном капитале предприятия – не согласен с предлагаемым порядком использования прибыли, прибыль остается нераспределенной. Университет, как и другие участники малого инновационного предприятия, имеет право на долю части чистой прибыли, которая решением собрания уча-

стников направляется на потребление, пропорционально своей доле в уставном капитале малого инновационного предприятия, если иное не записано в Учредительном договоре. При этом следует подчеркнуть, что Учредительный договор ООО составляется один раз и перерегистрации не подлежит. Никакие другие доходы от малого инновационного предприятия университет как один из его участников получать не имеет оснований.

Следует обратить внимание, что если университет настаивает на получении дополнительного дохода от малого инновационного предприятия, то на пропорциональном увеличении дохода должны настаивать все остальные участники малого инновационного предприятия. В противном случае в Учредительном договоре малого предприятия должны быть прописаны особые права (особый статус) университета среди участников, а остальные участники должны с этим согласиться и принять этот статус единогласным решением до регистрации малого инновационного предприятия. Например, в Учредительном договоре может быть определено, что распределение части чистой прибыли, направляемой на потребление (дивидендов), производится не пропорционально вкладу учредителей в уставный капитал, а иным образом.

Единственным легальным дополнительным источником дохода от малого инновационного предприятия кроме доли чистой прибыли, пропорциональной вкладу университета в уставный капитал, для университета может стать арендная плата, которую малое предприятие может регулярно перечислять вузу. Законодатель определил предельные ставки предоставления арендной платы для малых инновационных предприятий, созданных по ФЗ-217, но при этом не ввел никаких ограничений на ставки по аренде оборудования, использование которого, возможно, окажется необходимым для функционирования инновационного бизнеса. Кроме того, университет может настаивать на предоставлении малому инновационному предприятию в аренду помещений с большой площадью. В итоге малое предприятие иногда вынуждено регулярно и независимо от финансовых результатов своей деятельности выплачивать университету достаточно значительные для него суммы, поэтому, в конце концов, столкнется с необходимостью искать арендодателя с более низкой арендной платой, и в этом случае университет может лишиться дохода от аренды. В любом случае при заключении договора аренды перед университетом возникает дилемма: либо обеспечение стабильных доходов от аренды, предоставляемой малому инновационному предприятию, либо содействие росту предпринимательского дохода малого инновационного предприятия и через рост его прибыли – повышение собственных доходов как соучредителя инновационного бизнеса.

В соответствии с Федеральным законом «О внесении изменений в статью 5 Федерального закона «О науке и государственной научно технической политике" и статью 171 Федерального закона «О защите конкуренции" № 22 от 1 марта 2011 года [9] предусматривается заключение вузом арендного договора с учрежденным малым инновационным предприятием без конкурса и по льготным ставкам. Для того чтобы университет мог предоставить аренду учрежденным им малым инновационным предприятиям, необходимо получить разрешение на использование площадей со стороны министерства или ведомства, являющегося учредителем вуза; провести независимую оценку стоимости материальной базы и ставки арендной платы на каждую единицу оборудования и площадей; выполнить экспертизу отчета оценки материальной базы в Росимуществе и получить окончательное разрешение на аренду, а затем – от утвержденной цены рассчитать льготную ставку аренды по годам с учетом нормативных ограничений. Данная процедура настолько длительна и трудоемка, что многие созданные малые инновационные предприятия либо находят помещения для своей деятельности на стороне, либо незаконно работают на территории вузов.

Таким образом, несмотря на то что коммерциализация результатов научно-технической деятельности университетов посредством создания малых инновационных предприятий, обеспечивающих практическую реализацию научно-технических достижений, с принятием ФЗ-217 стала возможной, тем не менее для получения реального потока доходов от данной деятельности в университетах дол-

жен быть создан эффективный организационно-экономический механизм, обеспечивающий как соблюдение всех правовых, финансовых и экономических требований при создании предприятий, так и содействующий росту эффективности созданного малого бизнеса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Etzkowitz H.** The Triple Helix: University – Industry – Government Innovation In Action. – London: Routledge, 2008.
2. **Chesbrough H.W.** Open Innovation: The new imperative for creating and profiting from technology. – Boston: Harvard Business School Press, 2003.
3. **Gibb A., Haskings G., Robertson I.** Leading the Entrepreneurial University. – UK: National Council for Entrepreneurship in Education – NCEE, 2010 (http://www.ncee.org.uk/ publication/ leading_the_ entrepreneurial_ university.pdf).
4. Федеральный закон от 2 августа 2009 года № 217–ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности».
5. **Клеткина Ю.А.** Оценка коммерческого потенциала интеллектуальной собственности // Российское предпринимательство. 2008. № 12. Вып. 1 (124). – С. 70 – 75.
6. **Черкасова Е.** Проблемы коммерциализации объектов промышленной собственности в военных вузах // ИС. Промышленная собственность, 2003, № 2. – С.32 – 33.
7. **Селиверстов Ю.И.** Учет перспектив коммерциализации при оценке интеллектуальной собственности // Российское предпринимательство, 2012. – № 14 (212). – С. 59 – 64.
8. Инструкция по бюджетному учету ПБУ14/2007 «Учет нематериальных активов», введена Приказом Минфина от 27 декабря 2007 года № 153н, п. 2.
9. Федеральный закон от 1 марта 2011 года № 22 «О внесении изменений в статью 5 Федерального закона» «О науке и государственной научно технической политике» и статью 171 Федерального закона «О защите конкуренции».
10. **Кутузов В.М., Потрахов Н.Н., Рыжов Н.Г., Шестопалов М.Ю.** Партнерство университета с компаниями: опыт передачи малому предприятию инновационных разработок вуза // Инновации. 2006. № 7. – С. 27 – 29.

REFERENCES

1. **Etzkowitz H.** The Triple Helix: University – Industry – Government Innovation In Action. – London: Routledge, 2008.
2. **Chesbrough H.W.** Open Innovation: The new imperative for creating and profiting from technology. – Boston: Harvard Business School Press, 2003.
3. **Gibb A., Haskings G., Robertson I.** Leading the Entrepreneurial University. – UK: National Council for Entrepreneurship in Education – NCEE, 2010 (http://www.ncee.org.uk/ publication/ leading_ the_ entrepreneurial_ university.pdf).
4. The Federal Law of August 2, 2009 # 217-FZ «On Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation on the establishment of budget scientific and educational institutions, business entities with a view to practical application (implementation) of the results of intellectual activity».
5. **Kletkina Y.A.** Evaluation of the commercial potential of intellectual property // Russian Enterpreneurship, 2008, №12, v. 1 (24), P. 70 – 75.
6. **Cherkasova E.** Problems of commercialization of industrial property in the military academies // IP. Industrial Property, 2003, №2, P. 32 – 33.
7. **Seliverstov Y.I.** Accounting the prospects for commercialization during evaluating intellectual property // Russian Enterprenership, 2012, № 14 (212). P.59 – 64.
8. Instructions for budgetary accounting PBU14/2007 «Intangible Assets», introduced by Order of the Ministry of Finance of 27 December 2007 № 153n, paragraph 2.
9. The Federal Law of March 1, 2011 number 22 «On Amendments to Article 5 of the Federal Law «On Science and State Science and Technology Policy", and Article 171 of the Federal Law «On Protection of Competition"».
10. **Kutuzov V.M., Potrakhov N.N., Ryzhov N.G., Shestopalov M.Y.** University partnerships with companies: the experience of transfer to a small business innovation university // Innovations. 2006. №7. – P. 27 – 29.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

ЛЯПИНА Светлана Юрьевна – доктор экономических наук, профессор кафедры менеджмента инноваций, Национальный исследовательский университет, «Высшая школа экономики», лауреат премии Правительства РФ в области образования за 2010 год, исполнительный директор малого инновационного предприятия ООО «Центр консалтинга в инновационной сфере». Россия, 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, 20; e-mail: syl2002@mail.ru

LYAPINA Svetlana Y – Doctor of Economics, professor at the Innovation Management Department at National Research University «Higher School of Economics», Honor Winner of the Award of the Government of the Russian Federation in the field of education (2010), Executive Director at Small Innovative Enterprise LLC «Consulting Center in Innovation Sphere». Russia, 101000, g. Moskva, ul. Mjasnickaja, 2; e-mail: syl2002@mail.ru

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 334.757

В.В. Балашов, О.С. Харина, А.А. Харин

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ С ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ СТРУКТУРАМИ

V. V. Balashov, O.S. Kharina, A.A. Kharin

DEVELOPMENT OF SYSTEM OF INTERRELATIONS OF THE HIGHER EDUCATION WITH PRODUCTION STRUCTURES

Рассмотрено формирование интегрированных структур как эффективного механизма развития инновационной деятельности за счет совместного использования ресурсов, что может привести к синергетическому эффекту и достижению лучших результатов по сравнению с другими механизмами.

СИСТЕМА, ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО, ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ.

In article formation of the integrated structures, as the effective mechanism of development of innovative activity at the expense of sharing of resources that can lead синергетическому to effect and achievement of the best results in comparison with other mechanisms is considered.

SYSTEM, THE HIGHER EDUCATION, PRODUCTION, INNOVATIVE ACTIVITY.

Объединение организаций в единую структуру при отсутствии линейной подчинённости между ними возможно при включении их в единое экономическое, социальное и образовательное пространство, сформированное на основе инновационной идеологии. Данная деятельность подразумевает наличие значительного числа участников, а также технических, организационных или ресурсных задач, решение которых предполагает нетривиальные подходы и повышенные затраты на их решение.

При рассмотрении подобных вопросов целесообразно обратиться к сетевому подходу, который основан на экономических принципах интеграции ресурсов, определении общих интересов и точек взаимодействия между всеми участниками инновационной деятельности.

Предпосылки интеграции начали закладываться в России с возникновением Академии наук, которая с момента создания и на протяжении всей почти трехсотлетней истории существования стремилась иметь связь с процессом образования. В подписанном 8 февраля (по новому стилю) 1724 года Петром I указе Правительствующего Сената об организации в Санкт-Петербурге Академии наук и художеств наряду с ней предусматривалось также создание университета и гимназии, которые вместе должны были представлять собой единое научно-образовательное формирование.

М.В. Ломоносову, сыгравшему выдающуюся роль в основании в 1755 году Московского университета, принадлежит мысль о том, что «регламент академический таким… должен быть, дабы Академия не только сама себя учеными людьми могла довольствовать, но и размножать оных и распространять по всему государству…».

В свою очередь высшая школа также всегда проявляла интерес к интеграции с академической наукой. Сотрудничество Санкт-Петербургского университета с Академией наук существенно укрепилось уже в XIX веке, а в начале двадцатого столетия тесные связи с ней установились у Санкт-Петербургского политехнического института (ныне Санкт-Петербургский государственный политехнический университет). Вследствие этого именно на

базе последнего после создания академического Физико-технического института во главе с академиком А.Ф. Иоффе зародилась та эффективная организация подготовки кадров для науки и наукоемкого производства, которая в последующем получила свое развитие и распространение как «система Физтеха» (но уже по имени Московского физико-технического института, созданного после Великой Отечественной войны в г. Долгопрудном на основе физико-технического факультета МГУ).

«Система Физтеха» по своей содержательной сути – это гармоничное сочетание фундаментального образования с научно-исследовательской работой под руководством крупных ученых и ведущих специалистов. В ее основу положены три исходных определяющих принципа:

массовый отбор наиболее талантливой молодежи и ее целенаправленное довузовское обучение;

широкомасштабная многосторонняя естественнонаучная подготовка на младших курсах вуза;

целевая специальная подготовка старшекурсников в ведущих научных и научно-производственных центрах.

Уже во второй половине XX века в стране получил достаточно широкое распространение особый тип организационных структур, интегрирующих процесс образования с наукой, которые стали именоваться базовыми кафедрами и филиалами кафедр вузов в ведущих академических и отраслевых научно-исследовательских институтах. Так, к началу 1990-х годов только в институтах Академии наук действовало более 230 таких базовых кафедр.

К середине 1990-х годов возникла потребность в принятии государством достаточно крупных и неотложных мер по сохранению того научно-технического и образовательного потенциала, которым страна располагала к началу проведения реформ, связанных с распадом СССР. Одной из таких конкретных мер стала федеральная программа «Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки на 1997–2000 годы» (ФЦП «Интеграция»), основным направлением которой стало создание общих интегрированных структур академической науки и высшей школы:

1. Совместные учебно-научные центры. В них должно было обеспечиваться органическое сочетание осуществления образовательного процесса с проведением научных исследований при активном участии как студентов, аспирантов и преподавателей, так и ученых из академических институтов.

2. Центры коллективного пользования научным оборудованием, которые должны были дополнить собой учебно-научные (научно-образовательные) центры и сформировать среду для их эффективного функционирования [1].

Принципиально новая модель интеграции была предложена программой «Фундаментальные исследования и высшее образование» (BRHE), которая была направлена на поддержку естественнонаучных исследований, проводимых в российских университетах, через создание в них научно-образовательных центров (НОЦ). В центрах обязательно должны сочетаться три компонента: образование, исследовательская деятельность и развитие внешних связей с научными, образовательными, промышленными и другими отечественными и зарубежными организациями и предприятиями. Всего было создано 16 таких центров, каждый из которых получил гарантированное («базовое») финансирование размером около 1,5 млн долл. на пять лет. С 2006 года «базовое» финансирование больше не выделялось, и поддерживаться стали научные проекты, за получение которых центры конкурируют друг с другом.

Существенное отличие данной инициативы от Программы «Интеграция» состояло не только в масштабах финансирования и ее концентрации на небольшом числе центров (по Программе «Интеграция» было создано 154 учебно-научных центра), но и в том, что НОЦ были четко сфокусированы на интегрированном развитии трех компонентов – науки, образования и внешних связей.

Накопленный в ходе реализации программы опыт интеграции науки и образования свидетельствует, что для создания успешных интеграционных структур важно использовать определенный набор мер, к главным из которых можно отнести такие, как:

обязательная базовая поддержка на этапе становления интеграции (минимум 3–4 года);

сочетание базового и проектного финансирования (в дальнейшем);

целевая поддержка молодых ученых и пре-

подавательских кадров;

гибкость, задание только «рамочных» стандартов научно-образовательной структуры;

обязательное поощрение развития «внешних связей» организаций с другими институтами и научными секторами;

постоянный мониторинг и гибкое регулирование программы.

При всей очевидности и необходимости интеграционных процессов между наукой, образованием и бизнесом реальное положение дел в России обстоит далеко не самым лучшим образом. При этом можно привести слова нобелевского лауреата, академика РАН Ж.И. Алферова о том, что «до тех пор, пока не будет восстановлена в России промышленность и развит бизнес, которым потребуются результаты фундаментальных научных исследований и высокообразованные трудовые ресурсы, трудно в России рассчитывать на что-нибудь путное со стороны государственной исполнительной власти» [2].

В то же время зарубежный опыт управления инновационным развитием показывает, что воздействие исследований и разработок на рост производительности труда систематически выше в странах, направлявших большую долю государственных научных бюджетов именно в университеты, а не в государственные лаборатории и институты [3]. Университеты побуждаются к расширению взаимодействий с различными общественными группами, заинтересованными в науке. В одних странах при них создаются специальные подразделения для сотрудничества с производственной наукой, в других – либерализуют законодательство в области интеллектуальной собственности, облегчая передачу «государственных» патентов и лицензий в корпоративный сектор таким образом, что доходы от коммерциализации поступают в распоряжение научной организации в целом, содействуя поддержанию и развитию её деятельности.

В передовых государствах используется широкий набор механизмов государственной поддержки, ориентированных на университеты, исследовательские институты и лаборатории, крупные национальные корпорации, малый и средний бизнес. С одной стороны, это бюджетная поддержка исследовательских организаций и университетов в форме сметного финансирования расходов, а также выделения целевых грантов и размещения госзаказов на выполнение НИОКР, инвестирование в капитал венчурных фондов, а также осуществление целевых государственных закупок инновационной продукции и услуг; финансирование бизнес-инкубаторов, технопарков и т. п. С другой стороны, это предоставление предприятиям, осуществляющим НИОКР, различных налоговых стимулов; а также выделение субъектам инновационной деятельности льготных государственных займов и кредитных гарантий. К сожалению, среди некоторых российских чиновников распространен чрезвычайно опасный миф о том, что американский бизнес финансирует академическую и даже государственную науку, но это не соответствует действительности [4].

Несмотря на то что вклад американского частного бизнеса в общее финансирование НИОКР является самым большим, федеральные власти США несут главную ответственность за обеспечение фундаментальных исследований в стране и выработку государственной стратегии и политики в научной сфере. Капитализация федеральных активов в сфере НИОКР, созданных благодаря государственным ассигнованиям, составляет 1,4 трлн долл. Примерно половина этой суммы (692 млрд долл.) приходится на фундаментальные науки. Две трети активов приходится на гражданскую сферу. Активы в военной сфере представлены главным образом прикладной наукой – 468 млрд долл.[4].

Средства частного сектора составляют всего 4% расходов на фундаментальную науку в США. За счет федерального бюджета финансируется 59% всех фундаментальных исследований. Государство обеспечивает приоритетное финансирование фундаментальных исследований, содействует передаче результатов НИР в промышленность, законодательно стимулирует научно-техническую и инновационную деятельность.

В условиях финансово-экономического кризиса администрация Барака Обамы приняла решение о резком увеличении государственных расходов на НИОКР. Выступая в Национальной академии наук 27 апреля 2009 года, Обама

объявил о намерении довести расходы на НИОКР до 3% ВВП. 21 сентября 2009 года президент США подписал «Американскую инновационную стратегию», где ставится задача «восстановить лидерство Америки в фундаментальных исследованиях». Особое место уделяется «крупнейшему в истории наращиванию фундаментальных исследований и разработок, которые заложат основу для открытий и новых технологий, улучшающих нашу жизнь и создающих индустрию будущего» [5]. Стратегия Обамы связана с расчетами на новый научно-технический рывок, который должен обеспечить лидерство США в глобальной экономике XXI века. Речь идет о переходе к новому технологическому укладу, где движущими силами развития станут экология, «зеленая» энергетика, здравоохранение, образование, информационная сфера.

В 2009 году ассигнования федерального бюджета США на НИОКР (с учетом антикризисных стимулов) достигли 165 млрд долл., в том числе 41,3 млрд долл. - фундаментальные исследования; 30,7 млрд. долл. – прикладные исследования; 85,3 млрд долл. – опытно-конструкторские разработки (ОКР) [6]. Дополнительные бюджетные ассигнования на гражданскую науку составят 43 млрд. долл., а налоговые льготы – 75 млрд долл. Администрация Обамы намерена удвоить бюджетное финансирование федеральных научных учреждений и предоставить новые налоговые льготы на исследования и эксперименты. Барак Обама также объявил о создании Управления перспективных исследований в области энергетики (APRA-E) по образцу DAPRA (Управление перспективных исследований и разработок министерства обороны).

Финансирование исследовательских проектов обычно открывается по итогам тендеров, а заявки конкурирующих участников рецензируются экспертами, как это обычно делают промышленные фирмы, заказывая исследования в университетах, – с фиксированными сроками, техническими заданиями и четко определенными результатами. Такая практика, давно установившаяся в финансировании университетов в США, сейчас распространяется в Европе и Азии.

Опыт развития Германии говорит о том, что активность государства в финансовой поддержке инновационных процессов становится во все большей мере ключевым фактором инновационного развития, а бизнес и наука (по большей части университетская) должны вместе сосредоточить свои усилия на повышение эффективности и устойчивости экономики, экологической модернизации, сохранения системы социальной справедливости [7].

Проблема заключается в крайне низком уровне финансирования НИОКР в России частным сектором. По сравнению с 1990-ми годами, количество работников в предпринимательском секторе НИОКР России сократилась более чем на 35% [8]. В стране отсутствует спрос на инновации. Удельный вес затрат на технологические инновации нашей промышленности составляет 1,2%, в том числе добывающей промышленности – всего 0,8%. Затраты российского бизнеса на НИОКР составляют около 0,3% ВВП (в 7–10 раз меньше, чем в развитых странах). Лишь три российские компании входят в число 1000 крупнейших компаний мира по размерам затрат на НИОКР (среди крупнейших компаний по расходам на НИОКР доля США составляет 38%, Европейского Союза – 26%, Японии – 22%) [9]. На заседании Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России были приведены данные, свидетельствующие об очень низком уровне расходов крупнейших российских компаний на НИОКР – 2% всех инвестиционных расходов [4].

Государство должно использовать широкий набор механизмов государственной поддержки, ориентированных на университеты, исследовательские институты и лаборатории, крупные национальные корпорации, малый и средний бизнес. С одной стороны, это бюджетная поддержка исследовательских организаций и университетов в различной форме, с другой – предоставление предприятиям, осуществляющим НИОКР, различных налоговых стимулов, а также выделение субъектам инновационной деятельности льготных государственных займов и кредитных гарантий.

На основе исследований НТО в ЕС и других странах были сделаны выводы относительно основных принципов успешного ведения бизнеса и практики управления, основные из

которых – наличие системы сбора внешней и внутренней информации, концентрация на нуждах клиента и преобладания внебюджетных (ВБ) источников финансирования (ИФ) над бюджетными в общей структуре ресурсного обеспечения научно-технологической организации. Опыт Массачусетского технологического института показывает, что связь университета с бизнесом в начале XXI столетия привела к серии организационных инноваций в виде формального закрепления практики проведения систематических консультаций со специалистами из бизнеса и использования контрактов вместо неформальных связей [10].

Если раньше власть и бизнес рассматривались в качестве двигателей промышленной политики, то в эпоху, когда передовые знания стали существенно быстрее реализовываться на практике, роль ведущего звена промышленной политики стала переходить к университетам. Именно университеты стали генерирующим элементом знаний в информационном обществе. Конкурентным преимуществом университетов перед другими субъектами – участниками процесса генерации знаний является постоянный приток молодых людей – студентов, которые приносят новые идеи.

Если раньше путь от открытий до технологических прорывов составлял целые поколения, то сейчас изобретатели могут принять участие не только в научно-исследовательском процессе, но и непосредственно во внедрении своих разработок, и это – главный аргумент для более глубокого вовлечения институтов, генерирующих знания, в инновационный процесс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Дежина И.Г.** Интеграция науки и образования: оценка работы научно-образовательных центров в ведущих российских университетах [Текст] / Дежина И.Г. // Журнал «Вестник высшей школы». – 2008. – № 7. – С. 20–23.
2. **Шудегов В.Е.** Выступление на Международной научной конференции на тему «Интеграция науки, образования, бизнеса и промышленности: инновационный и инвестиционный аспекты» [Электронный ресурс] / В.Е. Шудегов. 17.04.2006. – Режим доступа: http://www.sciencerf.ru/
3. **Харин А.А.** Формирование инновационных интегрированных структур образования, науки и бизнеса [Текст] / Харин А.А.: Монография – Пенза: Изд-во Пенз. фил. ФГБОУ ВПО «РГУИТП», 2011. – 192 с.
4. **Рогов С.М.** Организация науки: Россия должна стать научной сверхдержавой [Электронный ресурс] / С.М. Рогов. – Режим доступа: http://www.strf.ru/ organization.aspx ? CatalogId =221 &d _no =28654
5. A Strategy for American Innovation: Driving Towards Sustainable Growth and Quality Jobs. W., September 2009, P. I-II.
6. Federal Research and Development Funding: 2010. Congressional Research Service. W., 2009, p.10.
7. **Рихтер К.К.** Трансформация и инновация – пример Восточной Германии [Текст] / Рихтер К.К., Пахомова Н.В. // Управленец. – 2011. – № 3/4 (19/20). – С. 28–33.
8. Индикаторы науки 2009 [Текст] Статистический сборник. – М. 2009. 351 с.
9. The 2009 EU Industrial R&D Investment Scoreboard. November 2009.
10. **Дежина И.Г.** Интеграция науки и образования: оценка работы научно-образовательных центров в ведущих российских университетах [Текст] /Дежина И.Г. // Вестник высшей школы. – 2008. – № 7. – С.20–23.

REFERENCES

1. **Dezhina I.G.** Science and education integration: evaluation of the work of the scientific and educational centers at leading Russian universities. Bulletin of the Higher School No. 7 magazine of 2008 of page 20 – 23.
2. **Shudegov V.E.** Performance at the International scientific conference on a subject «Integration of science, education, business and the industry: innovative and investment aspects» 17. 04. 2006 – Available at: http://www.sciencerf.ru/
3. **Kharin A.A.** Creation of the innovative integrated structures of education, science and business. Penza: Publishing house Penza. FGBOU VPO «RGUITP». 2011. 192 p.
4. **Rogov S.M.** Russia has to become a scientific superstate. 2011. Available at: http://www.strf.ru/ organization. aspx? CatalogId=221&d_no=28654
5. A Strategy for American Innovation: Driving Towards Sustainable Growth and Quality Jobs. W., September 2009, P. I-II.
6. Federal Research and Development Funding: 2010. Congressional Research Service. W., 2009, p.10.

7. **Richter K.K., Pakhomova N.V.** Transformation and innovation – an example of East Germany. Upravlenets №. 3-4 (19-20), 2011. P.28–33.

8. Indicators of science 2009. Statistical collection. M, 2009. p.351.

9. The 2009 EU Industrial R&D Investment Scoreboard. November 2009.

10. **Dezhina I.G.** Science and education integration: evaluation of the work of the scientific and educational centers at leading Russian universities. Bulletin of the Higher School №. 7 magazine of 2008. P. 20–23.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

БАЛАШОВ Владимир Владимирович – директор центра фундаментальных исследований, доктор экономических наук, профессор; Государственный университет управления; 111395, Москва, Рязанский проспект, 99; e-mail: post@guu.ru

BALASHOV Vladimir V. – the director of the center of basic researches; State University of Management; 111395, Moscow, Ryazansky Prosp., 99; e-mail: post@guu.ru

ХАРИНА Ольга Сергеевна – заместитель начальника учебного управления, кандидат экономических наук; Российский государственный университет инновационных технологий и предпринимательства; 105064, Москва, ул. Новая Басманная, 9; e-mail: harinaa@mati.ru

KHARINA Olga S. – the deputy chief of educational management, Cand. Econ. Sci.; Russian state university of innovative technologies and business; 105064, Moscow, Novaya Basmannaya St., 9; e-mail: harinaa@mati.ru

ХАРИН Александр Александрович – проректор по учебно-методической работе, доктор экономических наук, доцент; МАТИ – Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского; 121552, Москва, ул. Оршанская, 3; e-mail: harinaa@mati.ru

KHARIN Alexander A. – the vice rector for educational and methodical work; MATI – the Russian State Technological Tniversity of K.E.Tsiolkovsky; 121552, Moscow, Orshanskaya St., 3; e-mail: harinaa@mati.ru

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 378.14:014.13

В.М. Давыдов, С.А. Ковальчук, Е.В. Савватеева

ОПЫТ ФОРМИРОВАНИЯ УЧЕБНОГО ПЛАНА ПО НАПРАВЛЕНИЮ 151900 «КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ»

V.M. Davydov, S.A. Kovalchuk, E.B. Savvateeva

THE EXPERIENCE OF FORMING CURRICULUM IN THE DIRECTION OF TRAINING 151900 «ENGINEERING AND DESIGN SOFTWARE OF THE MACHINE BUILDING PRODUCTIONS»

Рассматрены этапы и принципы формирования учебного плана в системе уровневого образования. Показан принцип построения учебного плана на основе модульного подхода.

МОДУЛЬ, КОМПЕТЕНЦИИ, УРОВНЕВОЕ ОБРАЗОВАНИЕ, МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ НАВЫКИ И УМЕНИЯ, КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН.

The stages and principles of curriculum formation in the system of multi-level education are discussed in the paper. The general principles of calculation laboriousness of the academic subjects are shown by way of example the academic subjects in direction of training «Engineering and design software of the machine building productions».

MODULE, COMPETENCIES, MULTI-LEVEL EDUCATION, INTERDISCIPLINARY SKILLS AND ABILITIES, COMPETENCE-ORIENTED CURRICULUM.

Основой уровневого образования в настоящее время является Болонский процесс. С момента подписания в 1999 году Болонской декларации министрами образования 29 европейских государств Болонским процессом стали именовать движение, цель которого заключалась в «гармонизации» систем образования, прежде всего высшего, стран Европы [1].

Для формирования корректного учебного плана были необходимы поэтапное изучение, анализ и последующая компоновка соответствующей информации в сфере образовательных программ и системы подготовки выпускников вузов.

Первым этапом формирования нового учебного плана по направлению 151900 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» стало изучение вопросов, связанных с необходимостью перехода на уровневое образование.

В профессиональной деятельности всё большую роль играет информационный и творческий фактор; происходит «интеллектуализация» и «дематериализация» труда, возрастает роль гибких краткосрочных проектов, для решения которых выгоднее иметь временные трудовые коллективы вместо постоянного персонала.

Такое понятие, как «стабильный профессиональный рост», то есть карьера, сделанная на одном рабочем месте, в штате одного учреждения или предприятия, постепенно исчезает и уже не так актуально.

Однотипность и взаимозаменяемость работников уступает место персонализации профессиональных задач, на рынке труда ценится «нестандартизированный» характер рабочей силы, утрачивается идентификация традиционных видов труда, разрушается замкнутость профессиональных каст, формируются «пла-

вающие» границы профессий.

Быстрыми темпами нарастает динамика и глобализация профессий. Профессиональное образование утрачивает ориентировку на единственную дальнейшую специализацию.

Предпосылками внедрения уровневой системы образования были новые тенденции в оценке профессиональных качеств работников, что в свою очередь вызвало перенос акцентов с содержания образования на результат обучения [2].

Как следствие изменения подходов к оценке профессиональных навыков произошло внедрение системы «бакалавр – магистр».

Результатами обучения студентов являются традиционные для российского образования комплексы «ЗУНы» – знания, умения и навыки, которые ранее оценивались в процессе обучения и по его завершении.

В новой системе образования предполагается описывать результаты обучения с помощью компетенций, представляющих собой динамическую совокупность знаний, умений, навыков, способностей и личностных качеств, которую студент может продемонстрировать после освоения образовательной программы (или её части) [2].

Таким образом, компетенции имеют комплексный характер и включают, кроме знаниевой компоненты, поведенческий аспект, который влияет на умение выпускника вести себя разумно, приемлемо для окружающих в различных ситуациях как в профессиональной сфере, так и в общественной жизни.

Вторым этапом при составлении учебного плана стало изучение ФГОС и компетенций выпускника по данному направлению.

На этом этапе в первую очередь был сформирован документ, содержащий перечень компетенций и примерный набор дисциплин, с помощью которых эти компетенции могут быть реализованы. При этом учитывался рекомендованный в ФГОС примерный перечень дисциплин так называемой базовой части. Пример содержания документа представлен в табл. 1.

Образовательные программы, нацеленные на формирование компетенций, имеют модульную структуру и представляют собой не просто перечни теоретических дисциплин и практических курсов, но сопоставимые по объему (трудозатратам студентов на их освоение) группы модулей. По определению в ФГОС 3-го поколения модуль – совокупность частей учебных дисциплин (курсов), имеющая определенную логическую завершенность по отношению к установленным целям и результатам воспитания, обучения, то есть отвечающая за выработку той или иной компетенции или группы компетенций. Содержание модулей и сам их набор могут быть различны в аналогичных (ведущих к получению одной и той же квалификации) образовательных программах вузов. Это зависит от существующих в учебных заведениях традиций обучения, научных школ, региональной и государственной образовательной политики и т. п. Однако если те или иные модули ведут к формированию сопоставимых (тождественных или сходных) компетенций и занимают у студента примерно одинаковый объем трудозатрат, то различие в наполнении модулей перестает быть существенным как для выпускников, так и для работодателей. Таким образом, третий этап формирования учебного плана содержит скомпонованный набор дисциплин в модули, приведенных в табл. 2. На этом этапе осуществлялось объединение выбранных для обеспечения компетенций дисциплин в модули.

Таблица 1

Формирование набора модулей

Профессиональные компетенции			
Проектно-конструкторская деятельность			
Способность использовать современные информационные технологии при проектировании машиностроительных изделий, производств (ПК-11)	Компьютерная графика	Информационные технологии в производстве	САПР

Таблица 2

Набор дисциплин для формирования модулей учебного плана по направлению «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Номер модуля	Модуль дисциплин по направлению
1	Гуманитарные основы инженерной деятельности
2	Математика
3	Физика
4	Основы инженерного творчества
5	Экономика и управление
6	Химия
7	Информационные технологии в инженерной деятельности
8	Основы экологии и безопасности жизнедеятельности в машиностроении
9	Метрологическое обеспечение машиностроительного производства
10	Инженерные основы машиностроения
11	Материаловедение
12	Правовое обеспечение промышленных производств
13	Процессы и операции формообразования
14	Оборудование машиностроительных производств
15	Технологические основы машиностроения
16	Основы автоматизации производства

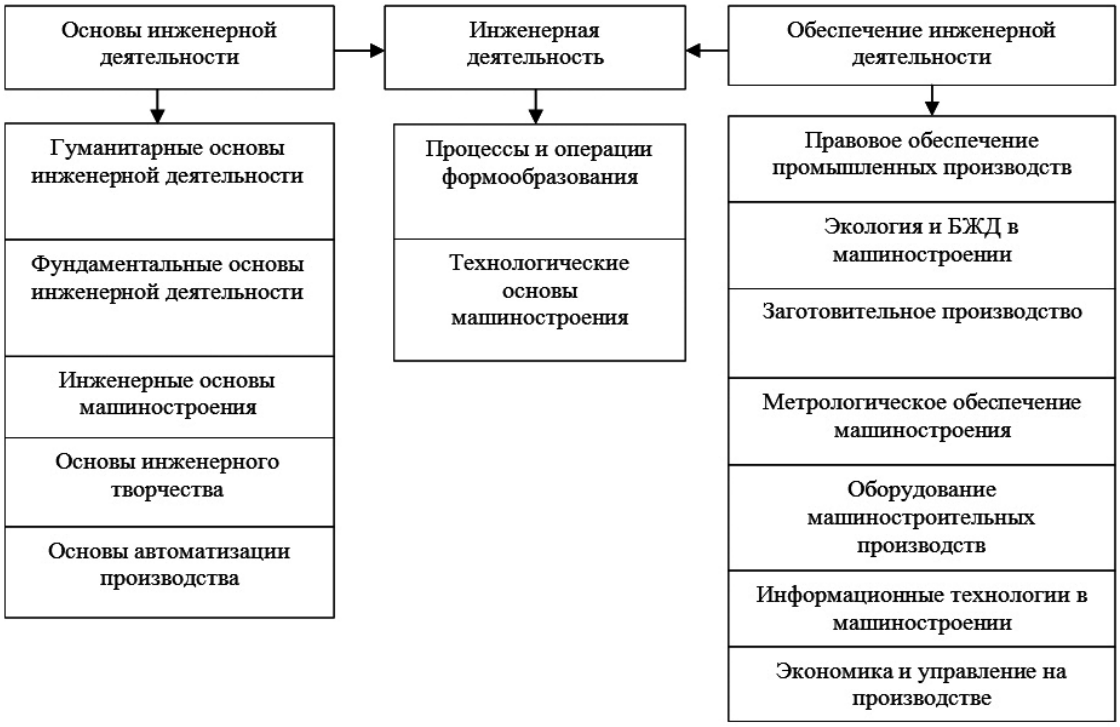


Рис. 1. Соответствие модулей видам деятельности

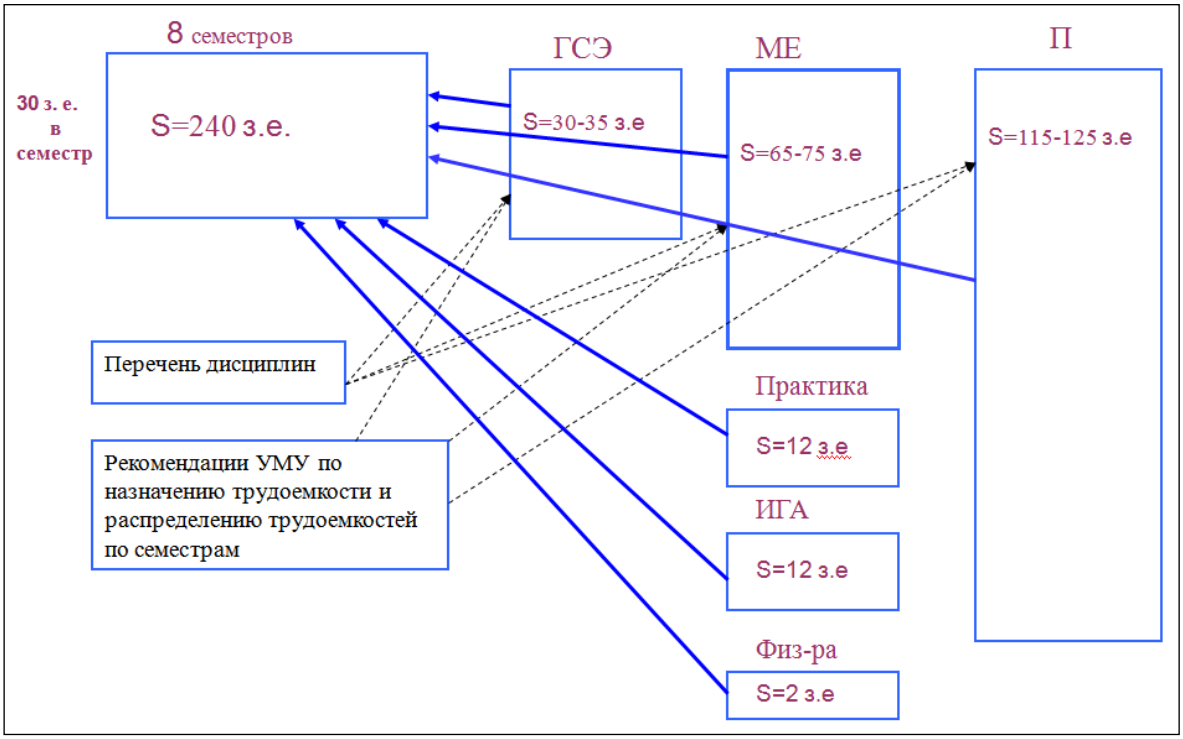


Рис. 2. Примерное распределение по семестрам выбранных дисциплин

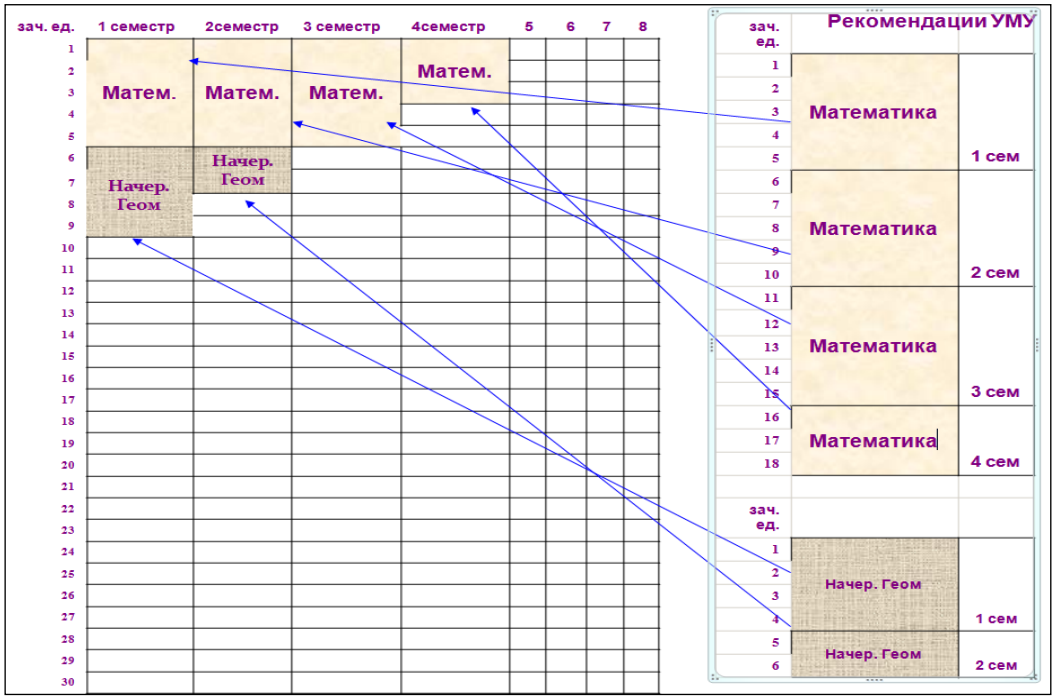


Рис. 3. Принцип формирования трудоёмкостей дисциплин

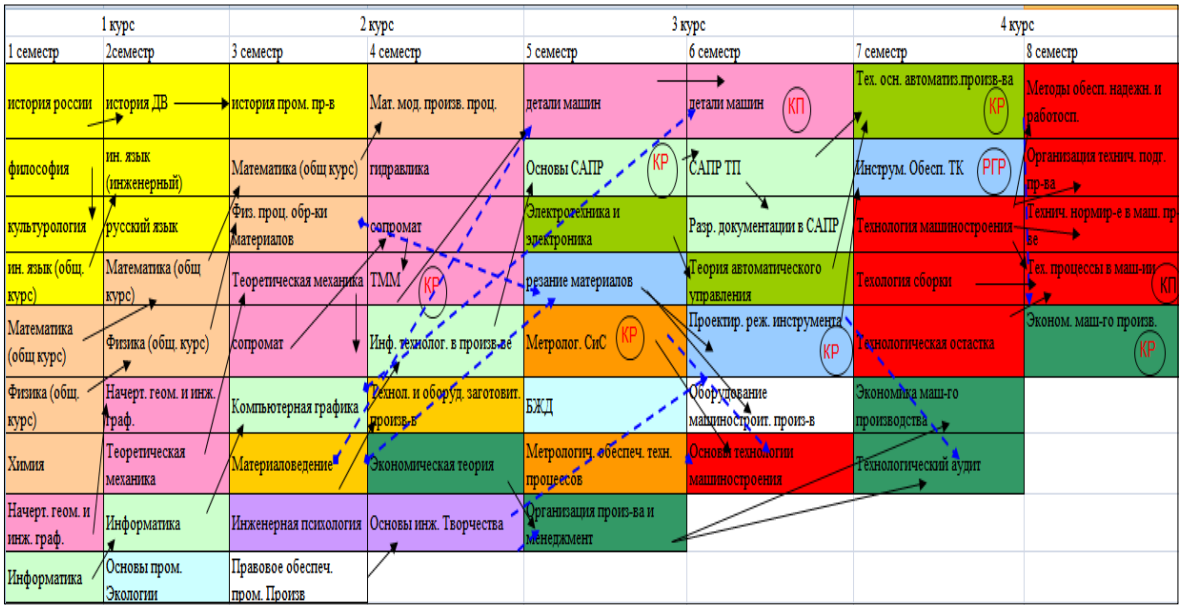


Рис. 4. Формирование сводной таблицы распределения трудоёмкостей дисциплин по семестрам

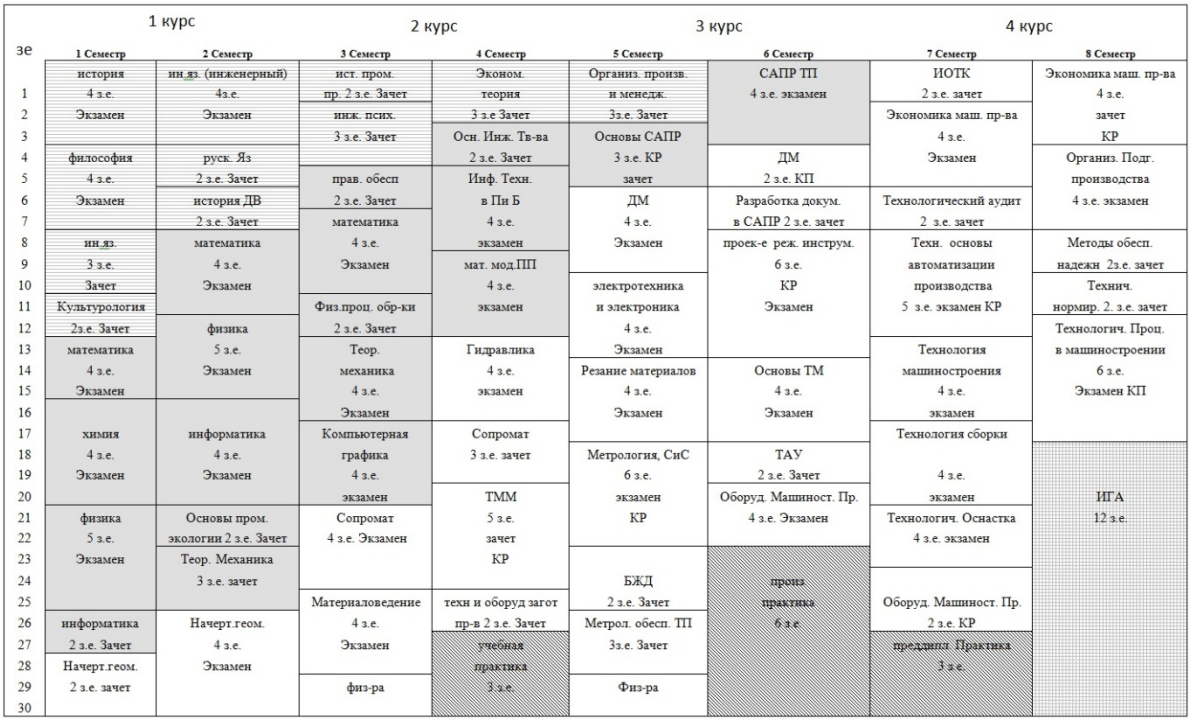


Рис. 5. Распределение трудоёмкости дисциплин по семестрам для направления подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Таблица 3

Пример наполнения модулей дисциплин для направления «Конструкторско – технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Содержание модулей		
Основы инженерной деятельности		
Гуманитарные основы инженерной деятельности	История	История России
		История ДВ
		История промышленных производств
	Философия	
	Культурология	
	Русский язык и основы делового общения	
	Иностранный язык	Иностранный язык (общий курс)
		Иностранный язык (инженерный)
Фундаментальные основы инженерной деятельности	Математика	Математика (общий курс)
		Математическое моделирование производственных процессов
	Физика	Физика (общий курс)
		Физические процессы обработки материалов
	Химия	
Инженерные основы машиностроения	Начертательная геометрия и инженерная графика	
	Теоретическая механика	
	Сопромат	
	Теория машин и механизмов	
	Детали машин и основы конструирования	
	Гидравлика	
Основы инженерного творчества	Инженерная психология	
	Основы инженерного творчества	
Основы автоматизации производства	Электротехника и электроника	
	Теория автоматического управления	
	Технологические основы автоматизации производства	
Обеспечение инженерной деятельности		
Правовое обеспечение промышленных производств		
Экология и безопасность жизнедеятельности в машиностроении	Основы промышленной экологии	
	Безопасность жизнедеятельности	
Материаловедение	Материаловедение (общий курс)	
	Технологии и оборудование заготовительных производств	
Метрологическое обеспечение машиностроения	Метрология, стандартизация и сертификация	
	Метрологическое обеспечение технологических процессов	
Оборудование машиностроительных производств		
Информационные технологии в инженерной деятельности	Информатика	
	Компьютерная графика	
	Информационные технологии в производстве	
	Основы САПР	
	САПР ТП	
	Разработка документации в САПР	
Экономика и управление на производстве	Экономическая теория	
	Организация производства и менеджмент	
	Технологический аудит	
	Экономика машиностроительного производства	
Инженерная деятельность		
Процессы и операции формообразования	Резание материалов	
	Проектирование режущего инструмента	
	Инструментальное обеспечение технологических комплексов	
Технологические основы машиностроения	Основы технологии машиностроения	
	Технологическая оснастка	
	Технология сборки	
	Технология машиностроения	
	Методы обеспечения надёжности и работоспособности	
	Организация технической подготовки производства	
	Техническое нормирование в машиностроительном производстве	
	Технологические процессы в машиностроении	

Студенты, обучающиеся по указанному направлению, проходят подготовку согласно учебному плану, состоящему из трёх условно выделенных блоков, каждый из них отвечает за выработку соответствующих компетенций. Последовательное освоение каждой группы ориентировано на дальнейшую профилизацию с возможностью овладения студентами межпредметных навыков и умений.

Следующий, четвёртый, этап характеризовался разделением полученных модулей по смысловому назначению.

Соответствие модулей видам деятельности представлено на рис. 1.

В ходе освоения блока «Основы инженерной деятельности» у студента происходит систематизация и накопление базовых знаний в области гуманитарных и естественных наук.

Блок «Обеспечение инженерной деятельности» обеспечивает приобретение новых знаний и расширение спектра умений студента в области экономики и управления предприятием, товарами и запасами, в частности управления предприятиями машиностроительной отрасли.

При изучении курсов дисциплин блока «Инженерная деятельность» у студента происходит оформление профессиональных знаний и умений в области инженерной деятельности.

Пример наполнения модулей дисциплин для направления «Конструкторско - технологическое обеспечение машиностроительных производств» представлен в таблице 3.

На пятом этапе разработки учебного плана происходит формирование логической взаимосвязи дисциплин.

Распределение дисциплин по семестрам основывается на логической последовательности изучения дисциплин по данному направлению и выполняется с учётом рекомендаций УМУ вуза.

На рис. 2 показано примерное распределение по семестрам выбранных дисциплин. (Обычными стрелками показана логическая связь дисциплин внутри модуля. Пунктирными стрелками показана связь дисциплин разных модулей.)

Заключительным, шестым этапом формирования учебного плана становится распределение трудоёмкостей дисциплин.

Суммарная трудоёмкость в семестре определяется следующим образом: каждую дисциплину из всего перечня дисциплин в учебном плане можно отнести к циклу гуманитарных и социально-экономических дисциплин (ГСЭ), к циклу математических и естественнонаучных (МЕ) или к циклу профессиональных дисциплин (П). На каждый цикл дисциплин в соответствии с требованиями ФГОС и рекомендациями УМУ назначается соответствующая трудоёмкость. Кроме того, определяется трудоёмкость практики, итоговой государственной аттестации (ИГА), а также трудоёмкость физической культуры. Принцип формирования трудоемкостей дисциплин показан на рис. 3.

На рис. 4 приведен пример распределения дисциплин по семестрам с учетом рекомендованных УМУ вуза трудоемкостей (для удобства распределения и наглядности использован программный продукт Microsoft Excel).

На рис. 5 показано распределение трудоемкости дисциплин по семестрам для направления подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Итогом формирования такого учебного плана визуально является прямоугольник условной площадью в 240 зачётных единиц (30 строк соответствуют 30 зачётным единицам в семестр, 8 столбцов представляют собой 8 семестров).

В заключении следует заметить, что в качестве концептуальной основы формирования учебного плана по направлению 151900 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» рассматривалась возможность самостоятельной разработки траектории подготовки студентов вузом через вариативность наполнения модулей и интеграцию смежных областей знаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Тыртый С.А.** Виртуальная мобильность как одно из направлений единого образовательного пространства [Электронный ресурс]: / С. А. Тыртый // Электронный журнал «Педагогическая наука и образование в России и за рубежом: региональные, глобальные и информационные аспекты». Раздел 3, Единое европейское образовательное пространство. – 2008. – Выпуск 1. http://rspu.edu.ru /journals /pednauka/index .htm

2. **Коршунов С.В.** Проектирование основных образовательных программ вуза при реализации уровневой подготовки кадров на основе федеральных государственных образовательных стандартов/ С. В. Коршунов. – М.: МИПК МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. – 212 с.

3. **Шубина Н.Л.** Уровневое образование: от идеи XX века к модели реализации в XXI веке // Вестник Герценовского университета. 2008. №6. URL: http://cyberleninka.ru/ article/ n/ urovnevoeobra-zo–vanie–ot–idei–xx–veka–k–modeli–realizatsii–v–xxi–veke.

4. **Мединцева И.П.** Компетентностный подход в образовании [Текст] / И. П. Мединцева // Педагогическое мастерство: матер. II междунар. науч. конф. (Москва, декабрь 2012 г.). – М.: Буки-Веди, 2012.

5. **Чупрова Л.В.** К вопросу об образовательном процессе в вузе в контексте его гармонизации [Текст] / Л. В. Чупрова // Проблемы и перспективы развития образования: материалы II междунар. науч. конф. (г. Пермь, май 2012 г.). – Пермь: Меркурий, 2012. – С. 167–170.

6. Модернизация системы обучения в СПбГУЭФ. Выпуск 8. Развитие профессиональных навыков студентов на базе использования модульного подхода: Методические рекомендации / И.И. Егорова, А.Ю. Курочкина, В.Д. Морозова. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2008. – 44 с.

7. Проектирование основных образовательных программ вуза при реализации уровневой подготовки кадров на основе федеральных государственных образовательных стандартов / Под ред. С.В. Коршунова. – М.: МИПК МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. – 212 с.

8. **Журавлева Т.Б.** Оценка качества подготовки, трудоустройства и закрепления выпускников на рабочих местах [Текст] / Т. Б. Журавлева // Экономика и предпринимательство. – 2013. – № 7. – с. 527–530.

9. **Мельник М.В.** Особенности методического обеспечения уровневой системы образования [Текст] / М. В. Мельник // Инновац. развитие экономики. – 2013. – № 3. – с. 124–139.

10. **Шутикова М.И., Чеснокова И.А.** О формировании индивидуальных учебных планов в системе зачётных единиц. // Современные проблемы науки и образования – 2010.–№6. (прил. «Педагогические науки»). – с. 6.

REFERENCES

1. **Tirty S.** Vitual mobility is the direction of the Common Education Area//Web journal «Pedagogical Sience and Education in Russia and Abroad: Regional, Global and Information Aspecs» Part 3, The European Higher Education Area.– 2008.– Edition 1.

2. **Korshunov S.** The Planning of the Basis Higer Education Programms in the Process of Realization Multi-Level Training of a Stuff on the Base of the Federal State Education Standards/ C. Korshunov//.– M.: MSTU named after Bauman, 2010.–212p.

3. **Shubina N.** Multi-level education: from idea of the 20-th century to the model of realization in the 20-th century// Vestnik Herzen University. 2008. №6 URL: http://cyberleninka.ru/article/n/urovnevoe–obrazovanie–ot–idei–xx–veka–k–modeli–realizatsii–v–xxi–veke.

4. **Medintseva I.** Competence approach in education [text] / I. Medintseva// Pedagogical skill: Materials of the II international scientific conference (Moscow, december.2012)– M.: Buki-Vedi, 2012.

5. **Chuprova L.** The problem of education process at the Universities in the context of its harmonization. [text]/ L. Chuprova// Problemes and long-term outlook of education development: Materials of the II international scientific conference (Perm city, May, 2012) . – Perm: Merkury, 2012. – P. 167–170.

6. The modernization of the education system in the University of Economics and Finances (St. Pertersburg). Issue 8. Development of the professional students' skills on the basis of using module approach. Methodical recommendations/ I. Egorova, A. Kurochkina, V. Morozova.– St. Pertersburg, 2008.– 44 p.

7. The Planning of the Basis Higer Education Programms in the Process of Realization Multi-Level Training of a Stuff on the Base of the Federal State Education Standards/ C. Korshunov//.– M.: MSTU named after Bauman, 2010.–212p.

8. **Zhuravlyeva T.** Quality rating of the preperation, employment assistance of graduating students [text]/ T. Zhuravlyeva// Economy and Entrepreneurship . – 2013. – № 7. – P. 527–530.

9. **Melnik M.** The methodical support peculiarities of the Multi-level education system [text]// Innovative development of economy . – 2013. – № 3. – P. 124–139.

10. **Shutikova M., Chesnokova I.** The forming of individual curriculums in the system of credits// The modern problems of science and education – 2010. – №6. (Suppl. «Pedagogical sciences») . – P. 6.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

ДАВЫДОВ Владимир Михайлович – заведующий кафедрой технологической информатики и информационных систем, доктор технических наук, профессор, Тихоокеанский государственный университет; 680035, ул. Тихоокеанская, 136, Хабаровск, Россия; e-mail: davellut@mail.ru
DAVYDOV Vladimir M. – The Head of the Chair of the Technical Computer Science and Information Systems, Doctor of Technical Science, Professor, Pasific National University; 680035, Tikhookeanskaya st., 136, Khabarovsk, The Russian Federation; e-mail: davellut@mail.ru

КОВАЛЬЧУК Светлана Анатольевна – доцент кафедры технологической информатики и информационных систем, кандидат технических наук; Тихоокеанский государственный университет; 680035, ул. Тихоокеанская, 136, Хабаровск, Россия; e-mail: 003809@politen.ru
KOVALCHUK Svetlana A. – Dotcent of the Chair of the Technical Computer Science and Information Systems, Associate Professor of Technical Science; Pasific National University; 680035, Tikhookeanskaya st., 136, Khabarovsk, The Russian Federation; e-mail: 003809@politen.tu

САВВАТЕЕВА Евгения Владимировна – магистрант; Тихоокеанский государственный университет; 680035, ул. Тихоокеанская, 136, Хабаровск, Россия; e-mail: esavvateeva@inbox.ru
SAVVATEEVA Evgeniya V. – postgraduate student; Pasific National University; 680035, Tikhookeanskaya st., 136, Khabarovsk, The Russian Federation; e-mail: esavvateeva@inbox.ru

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК: 377.4

Г.И. Коршунов, В.Н. Николаев, Н.В. Маркелова

ОЦЕНКА РИСКОВ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

G.I. Korshunov, V.N. Nikolaev, N.V. Markelova

RISK ASSESSMENT OF ADDITIONAL PROFESSIONAL EDUCATION FOR TRAINING SPECIALISTS OF RESEARCH AND PRODUCTION ORGANIZATIONS

Рассмотрены и проанализированы риски, влияющие в первую очередь на качество подготовки инженерных кадров научно-производственных организаций, использующих все виды дополнительного профессионального образования (ДПО). С целью принятия рационального решения были представлены модель и методика оценки возникающих рисков в сфере ДПО.

СПЕЦИАЛИСТЫ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ, ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОЕКТЫ, ОЦЕНКА РИСКОВ.

The article considers and analyses the risks affecting primarily on the quality of preparation of specialists of research and industrial organizations, using all kinds of additional professional education (APE). In order to make informed decisions were submitted to the model and the methodology of evaluation of emerging risks in the sphere of professional education.

SPECIALISTS OF RESEARCH AND PRODUCTION ORGANIZATIONS, ADDITIONAL PROFESSIONAL EDUCATION, EDUCATIONAL PROJECTS, ASSESSMENT OF RISK.

В последние годы Правительство РФ поставило задачу повысить уровень подготовки, переподготовки и престиж специалистов научно-производственных организаций и научных работников с целью повышения технологичного уровня производства, качества продукции и приведения производства к единым нормам и стандартам. За счет этого возросло значение всех видов дополнительного профессионального образования (ДПО), увеличилось количество различных курсов, институтов и факультетов повышения квалификации.

Усложнение всех видов человеческой деятельности, вызванное неопределенностью, вариабельностью и стохастичностью факторов внешней среды, привело к возникновению большого числа новых видов рисков. Реакцией на это стало появление группы стандартов по риск-менеджменту [1 – 3], подготовленных ИСО и регламентирующих идеологию, терминологию и методы исследования и нивелирования рисков при решении инновационных проектов в научно-производственных организациях. При этом очевидно, что риски присущи и сфере образования, в том числе и дополнительному, влияющие на качество подготовки специалистов при решении научно-производственных задач.

Помимо существующих многочисленных рисков в этой сфере возникают дополнительные риски, вызванные вступлением России в ВТО и преобразованием ряда образовательных учреждений в государственные автономные учреждения. Нестабильность уровня спроса и предложения, постоянно ужесточающаяся конкуренция, опережающие темпы развития техники и технологий, изменения валютных курсов, неконтролируемая инфляция, а также многие другие факторы, характерные для текущего состояния экономики, определяют условия

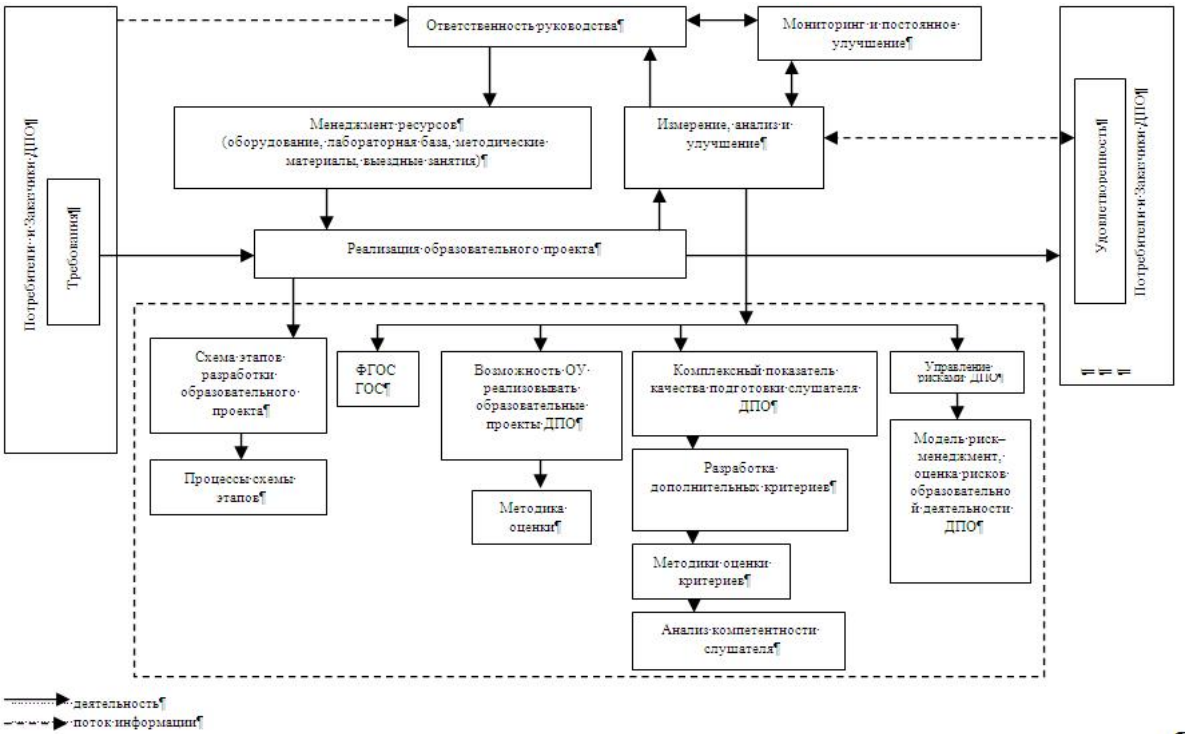


Рис. 1. Модель реализации образовательной деятельности ДПО в рамках СМК

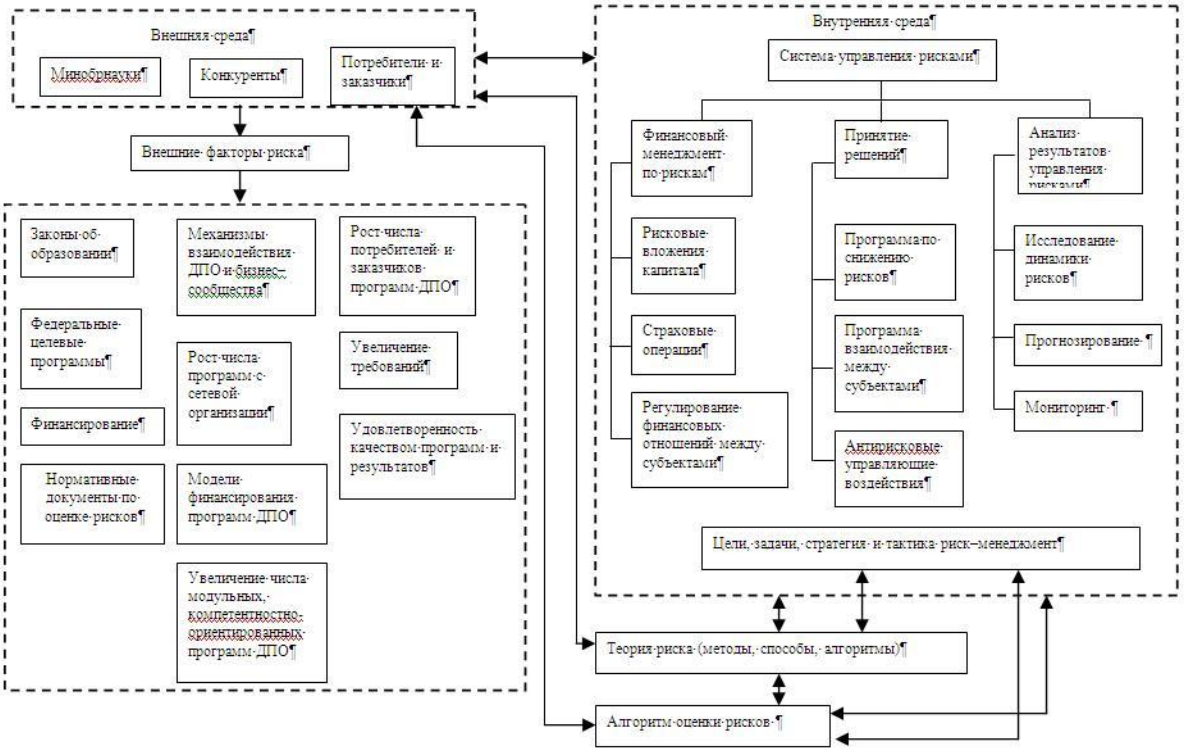


Рис. 2. Модель риск-менеджмента образовательной деятельности ДПО

возникновения риска в деятельности в области дополнительного образования [4]. В связи с этим в рамках модели реализации образовательной деятельности дополнительного профессионального образования (рис. 1) неотъемлемой частью процесса «Измерение, анализ и улучшение» является подпроцесс «Управление рисками ДПО». Внедрение и использование системы управления рисками в образовательной деятельности при подготовке специалистов научно-производственных организаций (рис. 2) представляет собой важную составляющую в вопросах принятия наиболее рационального решения в условиях неопределенности [5].

Многочисленные публикации по риск-менеджменту не только не вносили ясность в дело управления рисками, но и содержали порой разноречивую информацию, что обосновало выпуск ряда стандартов, регламентирующих этот вид деятельности [6]. В числе основных документов выступают МС ИСО 31000, 31010 и ГОСТ Р 51897. Стандарт ГОСТ Р ИСО 31000 рекомендуется организациям для разработки, внедрения и постоянного улучшения системы управления рисками в общей системе управления, стандарт ГОСТ Р ИСО / МЭК 31010 – вспомогательный и предлагает широкий спектр методов оценки рисков, что также является неотъемлемой частью управления рисками в сфере ДПО [1–3, 6].

При рассмотрении деятельности ДПО был выделен ряд рисков, оказывающих различного рода влияние (рис. 3), и проанализирован с помощью принципа разумной достаточности и приемлемого риска – так называемых – зон ALARP (as low as reasonably practicable) в соответствии с [2].

(1) – риск не может быть оправдан ни при каких обычных обстоятельствах;

(2) – риск приемлем только если дальнейшее снижение риска невыполнимо или стоимость снижения риска слишком велика по отношению к выгоде, полученной в результате его снижения;

(3) – по мере снижения риска пропорционально снижаются затраты для его дальнейшего снижения в соответствии с принципом разумной достаточности;

(4) – необходимо стремиться к поддержанию риска на этом уровне.

В виде показателя может выступать показатель качества подготовки специалистов научно-производственных организаций, использующих ДПО, доход или прибыль организаций от образовательной деятельности, вероятность принадлежности вуза к видовой группе (институт – академия – университет) или любой другой показатель деятельности образовательного учреждения. Снижение данного показателя может произойти из-за возникновений рисковых ситуаций, равных R. Исходя из стохастической природы рисков потери целевого показателя (результативности) также носят вероятностный характер как функция от случайных величин рисков [7–10].

Количественная оценка уровня риска, для которого не выявлено ни одного рискообразующего фактора, влияющего на его реализацию, определяется из соотношения:

$$R_i = p_i * K_i, \qquad (1)$$

где K_i – возможные потери показателя при реализации i-го риска; p_i – вероятность возникновения i-го риска.

Если в зависимости от наступления одного из m несовместных событий A_{ij} с вероятностью p_{ij} при реализации данного риска произойдет снижение критериального показателя на K_{ij}, то количественная оценка уровня риска определяется из соотношения

$$R_i = \sum_{j=1}^{m} p_{ij} K_{ij}, \qquad (2)$$

где $p_{ij} = P(\{K_i = K_j\}/A_{ij})$ – вероятность того, что при условии наступления события A_{ij} произойдет снижение показателя на K_{ij}.

Количественная оценка всех рисков R представлена в виде суммы математических ожиданий возможных потерь по каждому из n рисков:

$$R = \sum_{i=1}^{n} R_i = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} p_{ij}\, K_{ij}. \qquad (3)$$

Помимо оценки величины потерь от реализации рисков большое значение имеет возможность определения наиболее значимых последовательных цепочек рисков с целью анализа и управления ими. Определить величину макси-

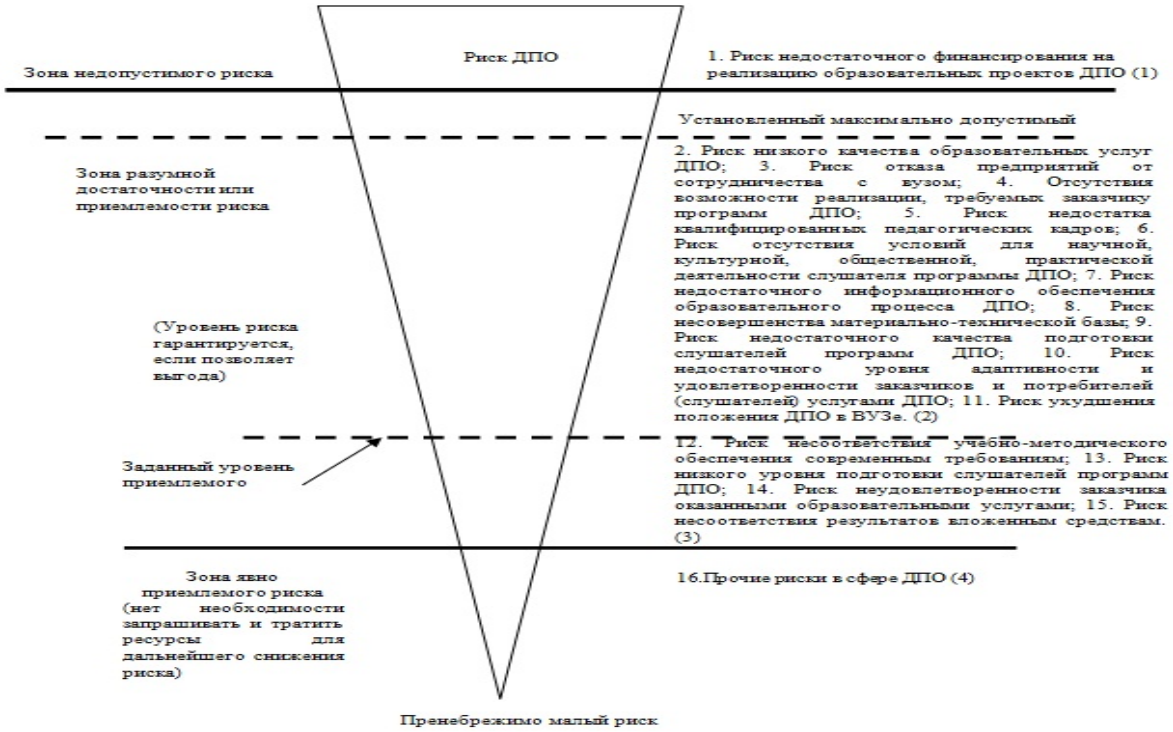


Рис. 3. Зоны ALARP в сфере ДПО

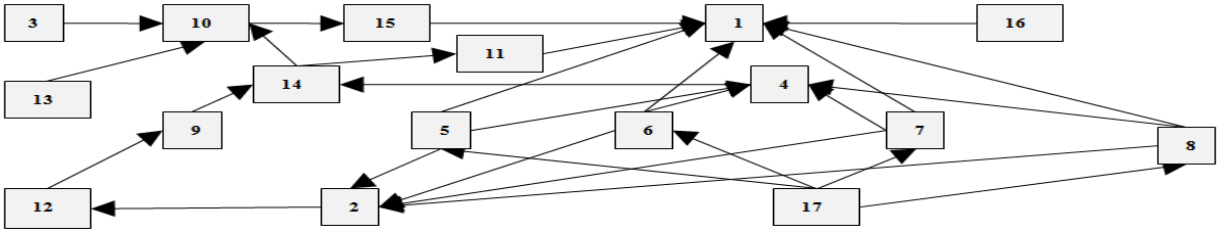


Рис. 3. Ациклический ориентированный граф рисковых ситуаций ДПО

мальных потерь показателя можно с помощью ациклического ориентированного графа рисков (см. рис. 3). Пусть $G = (V, E)$ – ациклический ориентированный граф, где множество вершин графа – $V = \{1,2, \dots, n\}$, $E = \{(i, j)\}$ – множество дуг. Дуга (i, j) идет из вершины i в вершину j. Дуга (i, j) входит в граф G, если рисковая ситуация j может последовать за рисковой ситуацией i. Длина этой дуги, или ее весовой коэффициент K_i, соответствует возможной величине потерь показателя качества подготовки слушателей ДПО при реализации рисковой ситуации i. В ациклическом графе можно перенумеровать вершины таким образом, чтобы для всех дуг (i, j) выполнялось неравенство $i > j$. Вершине с номером 1 ставится в соответствие показатель, остальным вершинам – возможные рисковые ситуации [6].

Таким образом были найдены две критические цепочки: 17 > 5 > 4 > 14 > 11 > 1 и 2 > 12 > 9 > > 14 > 10 > 15 > 1. Возможная величина потерь показателя для X - цепочки рисковых ситуаций обозначается как

$$R(X) = \sum_{(i,j)\in G} R_{ij} x_{ij}, \qquad (4)$$

где $R_{ij} = K_i$, если дуга $(i, j) \in G$, иначе $R_{ij} = 0$.

Таким образом, прогнозирование и управ-

ление рисками при подготовке специалистов научно-производственных организаций способствует повышению оперативности и качества принятия управленческих решений. Внедрение методики управления рисками позволит избежать ненужных затрат еще на начальной стадии при разработке образовательных проектов ДПО, провести количественную и качественную оценку выявленных рисков и выбрать методы реагирования на них.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р ИСО 31000 – 2010. Менеджмент риска. Принципы и руководство. М.: М.: Стандартинформ, 2010. 28 с.
2. ГОСТ Р ИСО / МЭК 31010 – 2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска. М.: Стандартинформ, 2012. 70 с.
3. ГОСТ Р 51897 – 2011. Менеджмент риска. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2012. 16 с.
4. **Маркелова Н.В.** Управление рисками образовательных проектов в сфере дополнительного профессионального образования / Н.В. Маркелова, А.Г. Варжапетян. Вестник МГТУ; г. Магнитогорск, 2013. 8 с.
5. **Костюкова Т.П., Лысенко И.А.** Модель управления рисками образовательного учреждения // Информационно-управляющие системы. 2011. № 2 (51). 73–76 с.
6. Варжапетян А.Г. Методы исследования и управления проектами и процессами производства / А.Г. Варжапетян, В.В. Глущенко, П.В. Глущенко. Монография.– М.: Вузовская книга, 2013. 314 с.
7. **Карасев В.В., Соложенцев Е.Д.** Тематика исследований по логико-вероятностному управлению риском и эффективностью в структурно-сложных системах // Информационно-управляющие системы. 2010. № 4 (47). с. 72–74.
8. **Соложенцев Е.Д., Яценко С.В.** Логико-вероятностные модели риска неуспеха решения трудных экономических проблем// Информационно-управляющие системы. 2011. № 3 (52). с. 70–75.
9. **Бабенков А.Н., Соложенцев Е.Д.** К вопросу построения ЛВ-модели риска неуспеха комплексной структурно-сложной экономической системы// Информационно-управляющие системы. 2011. № 4 (53). с. 70–76.
10. **Гейда А.С., Лысенко И.В., Силла Е.П.** Задачи исследования качества и потенциала систем реализации целевых программ// Информационно-управляющие системы. 2011. № 4 (53). с. 77–83.

REFERENCES

1. GOST R ISO 31000 – 2010. Menedzhment riska. Printsipy i rukvodstvo. M.: Standartinform, 2010. 28 s.
2. GOST R ISO / MEK 31010 – 2011. Menedzhment riska. Metody otsenki riska. M.: Standartinform, 2012. 70 s.
3. GOST R 51897 – 2011. Menedzhment riska. Terminy i opredeleniia. M.: Standartinform, 2012. 16 s.
4. **Markelova N.V.** Upravlenie riskami obrazovatel'nykh proektov v sfere dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniia / N.V. Markelova, A.G. Varzhapetian. Vestnik MGTU, g. Magnitogorsk, 2013. 8 s.
5. **Kostiukova T.P., Lysenko I.A.** Model' upravleniia riskami obrazovatel'nogo uchrezhdeniia // Informatsionno-upravliaiushchie sistemy. 2011. № 2 (51). 73–76 s.
6. **Varzhapetian A.G.** Metody issledovaniia i upravleniia proektami i protsessami proizvodstva / A.G. Varzhapetian, V.V. Glushchenko, P.V. Glushchenko. Monografiia.– M.: Vuzovskaia kniga, 2013. 314 s.
7. **Karasev V.V., Solozhentsev E.D.** Tematika issledovanii po logiko-veroiatnostnomu upravleniiu riskom i effektivnost'iu v strukturno-slozhnykh sistemakh // Informatsionno-upravliaiushchie sistemy. 2010. № 4 (47). s. 72–74.
8. **Solozhentsev E.D., Iatsenko S.V.** Logiko-veroiatnostnye modeli riska neuspekha resheniia trudnykh ekonomicheskikh problem// Informatsionno-upravliaiushchie sistemy. 2011. № 3 (52). s. 70–75.
9. **Babenkov A.N., Solozhentsev E.D.** K voprosu postroeniia LV-modeli riska neuspekha kompleksnoi strukturno-slozhnoi ekonomicheskoi sistemy// Informatsionno-upravliaiushchie sistemy. 2011. № 4 (53). S. 70–76.
10. **Geida A.S., Lysenko I.V., Silla E.P.** Zadachi issledovaniia kachestva i potentsiala sistem realizatsii tselevykh programm// Informatsionno-upravliaiushchie sistemy. 2011. № 4 (53). s. 77–83.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

КОРШУНОВ Геннадий Иванович – доктор технических наук, профессор кафедры инноватики и управления качеством федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», 190000, ул. Большая Морская, д. 67, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: kgi@pantes.ru
KORSHUNOV Gennady I. – Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation (SUAI) , 190000 , st. Bolshaya Morskaya, 67, St. Petersburg, Russia; e-mail: kgi@pantes.ru

НИКОЛАЕВ Виктор Николаевич – доктор технических наук, профессор кафедры информационных систем и технологий (кафедра ИСиТ) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Юго-Западный государственный университет» (ЮЗГУ), 305040, ул. 50 лет Октября, 94, Курск, Россия; e-mail: nikovic54@yandex.ru
NIKOLAEV Viktor N. – Southwestern State University (SWSU) , 305040 , st. October 50 , 94, Kursk, Russia ; e-mail: nikovic54@yandex.ru

МАРКЕЛОВА Наталья Викторовна – старший преподаватель кафедры инноватики и управления качеством федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», 190000, ул. Большая Морская, д. 67, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: eclat2006@yandex.ru.
MARKELOVA Natal'ya V. – Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation (SUAI), 190000, st. Bolshaya Morskaya, 67, St.-Petersburg, Russia; e-mail: eclat2006@yandex.ru

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 004

А.Я. Дворянчиков, С.Г. Редько

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ КОРПОРАТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ И АТТЕСТАЦИИ

A.Y. Dvoryanchikov, S.G. Redko

AUTOMATION OF PROCESSES OF CORPORATE LEARNING AND PERSONNEL ASSESSMENT

Рассмотрены вопросы, связанные с построением и автоматизацией системы корпоративного обучения и аттестации. Дан краткий обзор исследований по теме управления знаниями, предложено формальное описание системы управления обучением и сформулирован список ключевых показателей эффективности. В качестве инструментов анализа структуры и процессов системы управления обучением предлагается использовать методы системной динамики и имитационного моделирования.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОБУЧЕНИЕМ, КЛЮЧЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ, СИСТЕМНАЯ ДИНАМИКА, ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

The article discusses issues related to the structure and automation of systems of learning and personnel assessment. The article includes review of research on the topic of knowledge management, description of learning management system and key performance indicators. System dynamics and simulation modeling have been proposed as the methods of investigation of structure of learning management systems.

LEARNING MANAGEMENT SYSTEM, KEY PERFORMANCE INDICATORS, SYSTEM DYNAMICS, SIMULATION MODELING.

Создание и распространение знаний с давних времен являлось одним из факторов, определяющих развитие человеческой цивилизации. После научно-технической революции середины XX века эти процессы приобрели особую значимость. С конца 1990-х годов знания стали рассматриваться как один их основных нематериальных активов предприятий, что повлекло за собой развитие менеджмента знаний.

Одна из задач этой дисциплины – обеспечение в компании процессов распространения знаний. В настоящее время даже в высокотехнологичных компаниях эта задача решается не в полной мере. Ее сложность обусловлена отсутствием единого понимания процесса трансфера знаний, многообразием подходов к решению этой задачи и гетерогенностью организационных структур, в которых протекает указанный процесс.

В рамках настоящей статьи дано описание системы корпоративного обучения сотрудников, сформулированы ключевые показатели эффективности и обосновано применение методов системной динамики и имитационного моделирования для решения задачи автоматизации процессов корпоративного обучения.

На данный момент интерес к менеджменту знаний очень велик, что подтверждается неуклонно растущим числом публикаций по этой теме. Среди основоположников менеджмента знаний можно назвать П. Друккера и Э. Тофлера. П. Друккер в своих работах указывает на важность вопросов формализации и распространения знаний в компаниях и переподготовки специалистов [1].

Развитие концепций управления знаниями дано в работах К. Виига, Л. Прусака и Т. Давенпорта. Большой вклад в теорию менеджмента знаний внес Икудзиро Нонака, который рассматривал компанию как источник знаний и подчеркивал их важность, указывая на то, что в

современных условиях только знания могут трансформироваться в устойчивые конкурентные преимущества [1].

П. Сенге впервые сформулировал концепцию обучающейся организации [2]. Дальнейшее развитие теория управления знаниями получила в работах Т. Стюарта, Ч. Дисперса и Д. Чавела, У. Буковича и Р. Уильямса. Во всех этих работах обсуждаются основные вопросы теории управления знаниями.

Несмотря на то что большинство из перечисленных работ содержат подробное описание менеджмента знаний, в них не затрагиваются вопросы применения современных информационных технологий для автоматизации описываемых процессов или же содержится только общее описание этих технологий. В то же время для практического применения необходимо наличие результатов исследований, посвящённых непосредственно созданию таких систем и анализу практики их применения в различных сферах деятельности. Также на данный момент не в полной мере исследованы системы управления знаниями на уровне подсистем, обеспечивающих конкретные процессы управления знаниями, в том числе трансфер знаний.

Существует несколько стратегий управления знаниями [3, 4]. Несмотря на существование различных подходов, можно выделить ряд общих функций, характерных для системы управления знаниями [5]: создание знаний, выявление и формализация знаний, хранение знаний, распространение знаний и использование знаний.

Вопрос о природе знания и его свойствах сложен и не решен окончательно. Отметим следующие особенности знаний:

уникальной особенностью знаний, если рассматривать их как некий ресурс организации, является то, что в процессе «потребления» количество этого ресурса не убывает;

знания могут существовать в компании в явной и скрытой форме [1];

в зависимости от когнитивных особенностей конкретной личности знания могут трансформироваться, что, в свою очередь, влечет появление новых знаний в явном или скрытом виде.

Для успешного использования корпоративных знаний требуется поддерживать необходимый уровень формализации знаний, обеспечивать возможность их распространения и оценивать эффективность их применения. Указанные выше условия необходимо соблюдать при наличии постоянных изменений как со стороны внешней среды, так и в самой организации. Так, ценность отдельных корпоративных знаний не постоянна, а носители этих знаний могут покинуть компанию или перейти на другую должность. Кроме этого имеется существенная разница между процессами трансфера и применения имплицитных и эксплицитных знаний. Для поддержания актуального уровня знаний сотрудников, позволяющего им успешно выполнять свои функции в компании, можно применять различные подходы, такие, как создание порталов знаний, использование систем совместной работы, организация корпоративного обучения.

Эффективное распространение знаний в компании может быть обеспечено системой управления обучением (Learning management system). Существует два противоположных мнения по вопросу, является ли система управления обучением частью системы управления знаниями [6]. В дальнейшем будем полагать, что система управления обучением является частью менеджмента знаний в компании.

Для дальнейшего исследования системы корпоративного обучения необходимо описать ее формально. Такое описание можно получить, если определить цели системы, совокупность структур, реализующих эти цели, технологии, а также внешние и внутренние факторы, влияющие на систему [7].

Вектор цели системы Z можно представить следующим образом:

$Z1$ – уменьшение времени распространения знаний;

$Z2$ – уменьшение стоимости обучения сотрудника;

$Z3$ – контроль за уровнем знаний сотрудников и поддержка актуальности этих знаний;

$Z4$ – формирование кадрового резерва компании.

Совокупность структур, реализующих цели, обеспечивает процессы планирования учебных программ, подготовки и проведения обучения, а также сбора и анализа информации

Ключевые показатели эффективности системы управления обучением

Показатель	Описание
Средняя стоимость часа обучения сотрудника	На основе этого показателя, а также данных о продолжительности учебных программ можно рассчитать затраты на обучение отдельного сотрудника или отдела компании
Время прохождения учебного курса	Время, затраченное на очные занятия и самостоятельное изучение учебных материалов
Пропускная способность	Максимально возможное количество сотрудников, которое можно обучить за заданный промежуток времени
Процент сотрудников, прошедших обучение	Отражает востребованность и доступность программ обучения в компании
Процент сотрудников, успешно прошедших аттестацию	Отражает уровень компетентности сотрудников
Количество сотрудников, получивших повышение в течение года после прохождения обучения	Отражает степень полезности программ обучения для сотрудников
Отношение количества заявок на обучение к максимальному количеству участников программы	Отражает соответствие пропускной системы обучения потребности в обучении
Соотношение затрат на обучение сотрудника к затратам по найму нового сотрудника	Относительный показатель экономической эффективности обучения. При расчете затрат на обучение необходимо учитывать вероятность перехода сотрудника на другую должность
Процент новых вакансий, заполненных за год сотрудниками, прошедшими обучение	Данный показатель позволяет определить степень соответствия содержания учебных курсов потребностям компании в специалистах
Процент самостоятельно изученных материалов	Отражает востребованность и доступность содержимого учебного курса
Показатель возврата инвестиций в программу обучения	$ROI = \frac{tp - tc}{tc}$, где tp – общая прибыль от программы обучения, tc – стоимость программы обучения

о заданных показателях эффективности обучения.

Совокупность технологий, реализующих систему, включает: технологии, обеспечивающие хранение, доступ и передачу данных; методы формирования учебных курсов; методы обучения; методы проверки знаний и средства аттестации; методы определения показателей эффективности обучения.

На существование и успешное функционирование системы обучения оказывают влияние следующие группы внутренних и внешних факторов:

уровень знаний и мотивации сотрудников;

потребность в обучении;

степень формализации корпоративных знаний;

показатели экономической эффективности обучения.

На основе данного описания системы сформулированы ключевые показатели эффективности (см. таблицу).

Организационные аспекты построения и функционирования систем управления обучением на данный момент получили достаточно полное описание [8, 9], в то время как вопросы, связанные с автоматизацией процессов, исследованы не до конца.

Управление знаниями и управление системой обучения в компании в настоящее время невозможно без применения современных информационных технологий, которые обеспечивают начальный уровень автоматизации процессов. Дальнейшая автоматизация может быть прежде всего направлена на процессы управления и контроля, которые будут специфичны для систем управления знаниями. Вторым направлением автоматизации может стать про-

цесс обучения сотрудников посредством информационных систем (E-learning), который при наличии достаточной мотивации у сотрудников приобретает в системах управления знаниями особую значимость [10].

Основными целями автоматизации процессов управления обучения является сокращение расходов и уменьшение времени, затрачиваемого на обучение и аттестацию сотрудника.

Для решения задачи проектирования и автоматизации системы корпоративного обучения предлагается использовать методологию системной динамики и имитационное моделирование.

Системная динамика занимается изучением поведения во времени сложных систем в зависимости от структуры ее элементов и взаимодействия между ними. Характерная черта системной динамики заключается в том, что в ней исследуются причинно-следственные связи, петли обратной связи, задержки реакции, влияние среды на систему. Системная динамика абстрагируется от отдельных объектов и событий и предполагает «агрегатный» взгляд на процессы, концентрируясь на правилах, управляющих этими процессами. Таким образом, методология системной динамики выступает эффективным инструментом для моделирования, анализа и проектирования структуры системы корпоративного обучения.

На этапе эксплуатации системы корпоративного обучения целесообразно применять имитационную модель для автоматизации процессов управления. Имитационное моделирование в данном случае позволяет оценить последствие принятия тех или иных решений, а также автоматизировать этот процесс.

Использование моделей системной динамики и имитационного моделирования имеет следующие преимущества:

такой подход позволяет обойти ряд ограничений в исследовании процесса корпоративного обучения, вызванных невозможностью на практике получить информацию о данном процессе в различных организационных структурах;

имитационная модель наиболее всего подходит для исследования динамической ситуации, когда параметры системы и среды меняются во времени;

ряд процессов, протекающих в системе управления знаниями, можно математически описать только приближенно, так как система управления обучением относится к классу социотехнических систем. Имитационная модель выступает как удобный инструмент экспериментального проигрывания большого множества сценариев типа «что – если».

Специфика корпоративного обучения такова, что знания и навыки, которые приобретает обучаемый, важны в его практической деятельности в рамках работы в конкретной организации. При этом они будут востребованы не через длительный промежуток времени, а могут и должны применяться практически сразу после того, как будут приобретены. Такое положение дел обусловлено тем, что, во-первых, программы обучения в большинстве компаний направлены на достижение краткосрочных и среднесрочных целей, а, во-вторых, скорость устаревания знаний, особенно прикладного характера, в настоящее время крайне велика.

Распространение знаний – один из фундаментальных аспектов экономического развития. Способность компании эффективно организовать этот процесс в большой степени определяет ее конкурентоспособность. Корпоративное обучение позволяет подготовить специалистов, обладающих необходимыми в данный момент компетенциями. Применение средств автоматизации процессов управления обучением позволит повысить эффективность и обеспечить необходимую скорость передачи знаний, что, в свою очередь, позволит компании оставаться конкурентоспособной при постоянно изменяющихся рыночных условиях.

Для проектирования и автоматизации управления этими процессами целесообразно применять методы системной динамики и имитационного моделирования. В ходе дальнейших исследований планируется построение диаграммы причинно-следственных связей и имитационной модели системы управления обучением, а также разработка на ее базе методики автоматизации данных процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Управление знаниями. Классика Harvard Business Review. М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. 210 с.

2. **Сенге П.** Пятая дисциплина. Искусство и практика самообучающейся организации. М.: Олимп-Бизнес, 2003. 384 с.

3. **Wiig K.** Management: Where Did It Come From and Where Will It Go?, Expert Systems With Applications. 1997. Vol. 13. No. I. P. 1–14.

4. **Apostolou D., Mentzas G.** Experiences from knowledge management implementations in companies of the software sector. Business process management journal. 2003. Vol. 9, No. 3. Emerald Group Publishing Limited. P. 354–381.

5. **Тузовский А.Ф., Чириков С.В., Ямпольский В.З.** Системы управления знаниями (методы и технологии). Томск: Изд-во науч.-техн. литературы, 2005. 248 с.

6. **Crocetti C.** Corporate learning A knowledge management perspective, Internet and Higher Education. 2002. Vol. 4. P. 271–285.

7. **Волкова В.Н.** Системный анализ в проектировании и управлении. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. С. 12–14.

8. **Bersin J.** Business Planning and Governance for Corporate Training, Principal Analyst, 2008. P. 18.

9. **Pervaiz K., Lim K., Loh A.** Learning through Knowledge Management, CRC Press, 2012. P. 336.

10. **Wang M., Ran W., Liao J., Yang H.** A Performance-Oriented Approach to E-Learning in the Workplace // Educational Technology & Society. 2010. Vol. 13 No. 4. P.167–179.

REFERENCES

1. Upravlenie znanijami. «Klassika Harvard Business Review». M.: Al'pina Biznes Buks, 2006. 210s.

2. **Senge P.** Pjataja disciplina. Iskusstvo i praktika samoobuchajushhejsja organizacii. M.: Olimp-Biznes, 2003g. 384s.

3. **Wiig K.** Management: Where Did It Come From and Where Will It Go?, Expert Systems With Applications, Vol. 13, No. I, 1997, P. 1-14.

4. **Apostolou D., Mentzas G.** Experiences from knowledge management implementations in companies of the software sector, Business process management journal, Vol. 9 No. 3, 2003, Emerald Group Publishing Limited, pp: 354-381.

5. **Tuzovskij A.F., Chirikov S.V., Jamposkij V.Z.** Sistemy pravlenija znanijami (metody i tehnologii), Tomsk: izdatel'stvo nauchno-tehnicheskoj literatury, 2005 g., 248s.

6. **Crocetti C.** Corporate learning A knowledge management perspective, Internet and Higher Education, Vol. 4 P. 2002, P. 271–285.

7. **Volkova V.N.** Sistemnyj analiz v proektirovanii i upravlenii. SPb.: izdatel'stvo SPbGTU, 2001 g., s.12–14

8. **Bersin J.** Business Planning and Governance for Corporate Training, Principal Analyst, 2008, P.18.

9. **Pervaiz K., Lim K., Loh A**. Learning through Knowledge Management, CRC Press, 2012, P.336.

10. **Wang M., Ran W., Liao J., Yang H.** A Performance-Oriented Approach to E-Learning in the Workplace. Educational Technology & Society, Vol. 13 No. 4, 2010, P.167–179.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

ДВОРЯНЧИКОВ Алексей Ярославович – аспирант; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: alekseydv@gmail.com

DVORYANCHIKOV Alexey Y. – St. Petersburg State Polytechnical University; 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: alekseydv@gmail.com

РЕДЬКО Сергей Георгиевич – доктор технических наук, старший научный сотрудник; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: redko@acea.neva.ru

REDKO Sergey G – St. Petersburg State Polytechnical University; 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: redko@acea.neva.ru

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 37. 072

Е.В. Черемискина, А.К. Москалев

НЕЙРОСЕТЕВАЯ МЕТОДИКА ДЛЯ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВУЗА

E.V. Cheremiskina, A.K. Moskalev

NEURONETWORK TECHNIQUE FOR STRATEGIC PIANNING OF EDUCATIONAL ACTIVITY OF HIGHER EDUCATION INSTITUTION

Представлен подход, использующий нейросетевую методику, оценки деятельности вуза через востребованность и успешность выпускников на рынке труда. Проанализированы результаты анкетирования учителей и директоров общеобразовательных школ Красноярского края на предмет их успешности в своей профессиональной деятельности. На основе материалов проведенного социологического опроса выпускников создан нейросетевой классификатор с оптимальным набором значимых показателей их успешности.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, УСПЕШНОСТЬ, НЕЙРОСЕТЕВОЙ КЛАССИФИКАТОР.

This paper presents an approach that uses a neural network methodology, evaluation of the university through the demand and success of graduates in the labor market. The results of questionnaire of teachers and directors of general schools of the Krasnoyarsk edge were analyzed for the purpose their success with the professional activity. On the basis of the sociological survey of graduates was established neural network classifier with an optimal set of relevant indicators of success.

EDUCATION ACTIVITY, SUCCESS, NEURAL NATWORK CLASSIFIER.

Нейросетевая методика анализа данных все шире применяется сегодня в различных отраслях знаний. Наш опыт [1] показал возможность этой методики при определении индикаторов деятельности вуза. В работе [2] искусственные нейросети использовались для оценки качества образовательной деятельности вузов; получены интегральные показатели, позволяющие ранжировать вузы по качеству образовательной деятельности. В [3] выполнена оценка научно-исследовательской деятельности вузов с использованием нейросетевого моделирования. Показано, что нейросетевое моделирование дает лучший результат прогнозирования и оценки научной деятельности вуза по сравнению с другими методами, а также дает возможность получения обобщенного критерия.

В целом применение нейронных сетей в социологии имеет ряд преимуществ перед другими методами обработки информации. В этой связи представляется целесообразным применить данную методику для выяснения критериев успешности выпускников вуза и, как следствие, определения направления стратегического планирования образовательной деятельности вуза.

С целью выявления показателей работы вуза, значимых для успешности выпускников в профессиональной деятельности, нами были разработаны специальные анкеты для трех групп выпускников и их работодателей, имеющих различный спрос на рынке труда. Основой формирования вопросов анкеты были подходы, изложенные в [4, 5]. Социологический опрос проводился среди выпускников педагогических, экономических и инженерно-физических специальностей.

Анализировались результаты анкетирования учителей – выпускников Красноярского государственного педагогического университета и директоров общеобразовательных школ края на предмет их успешности в профессио-

нальной деятельности. Опрос 975 респондентов педагогических специальностей показал, что успешными считают себя 82% выпускников. В нашем раннем исследовании [1] было показано, что это значение составляет 76% для выпускников инженерно-физических и 87% для экономических специальностей. Опрос показал, что успешность выпускников в профессиональной деятельности коррелирует с уровнем спроса на рынке труда на данную специальность.

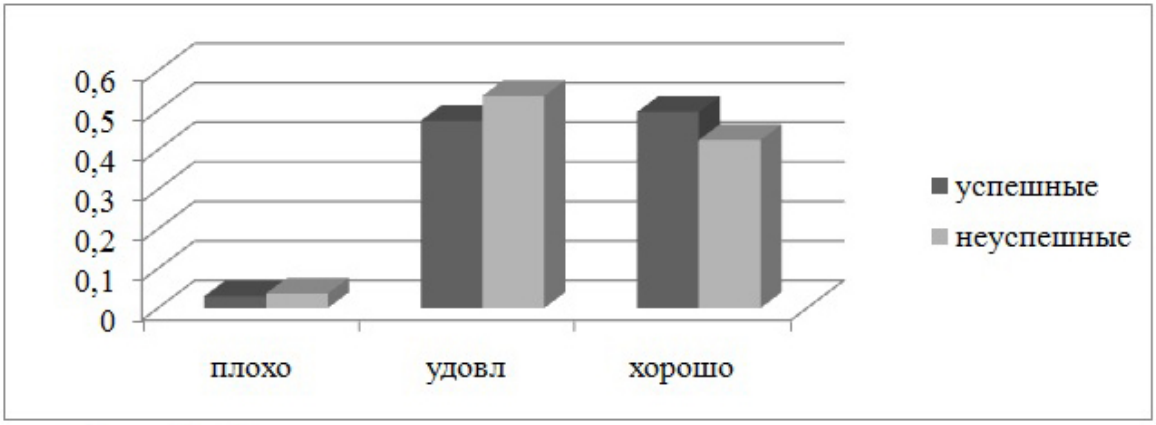


Рис. 1. Результаты анкетирования успешных и неуспешных выпускников при оценке уровня подготовки, полученной в вузе

Каждая анкета опроса содержала более 40 вопросов, предлагающих выпускникам оценить свое отношение к профессии «учитель» в целом, к его проблемам, реформированию отечественного образования и вопросов, направленных на выяснение личных профессиональных качеств выпускника. В анкетах также были представлены вопросы, позволяющие выяснять профессиональные планы выпускников, их мнения о качестве подготовки в педагогическом вузе [6]. Примеры анализа ответов выпускников педагогического университета на некоторые вопросы анкетирования, которые при дальнейшей обработке были соотнесены с успешностью, приведены на рис. 1. Для наглядности число ответов нормировано на общее количество опрашиваемых по группам.

Успешные выпускники более высоко оценивают собственный уровень подготовки. Данная категория респондентов также дала больше положительных ответов на вопросы о готовности вести творческую работу по своему предмету, творческую работу по психологии и педагогике, по методике преподавания. В целом при опросе выявлено, что успешные выпускники более подготовлены вести самостоятельную работу и развивать свой профессиональный уровень, чем неуспешные.

Ответы успешных и неуспешных выпускников на вопросы о готовности самостоятельно работать над повышением своей профессиональной квалификации, внимательно и конструктивно относиться к чужой точке зрения показали, что успешные занимают более активную жизненную позицию, считают, что необходимо повышать свою профессиональную квалификацию, прислушиваться к критике и чужой точке зрения.

Видно (рис. 2), что успешные выпускники по сравнению с неуспешными конфликтуют на 16– 18% меньше. Проведенный социологический опрос показал, что неуспешные выпускники больше конфликтуют со всеми исследуемыми группами – учениками, родителями, коллегами, администрацией.

Распределение доли ответов на вопросы анкет имеют асимметричный вид. В этом случае информативны мода и медиана [7], рассчитанные значения которых показали, что наиболее существенным образом успешные выпускники отличаются от неуспешных по ответам на вопрос об общем уровне подготовки и по частоте возникновения конфликтных ситуаций с администрацией.

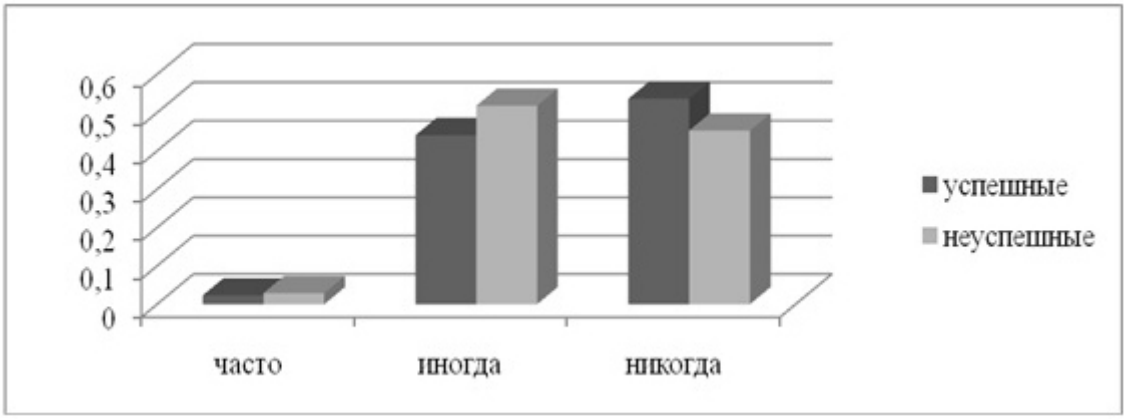
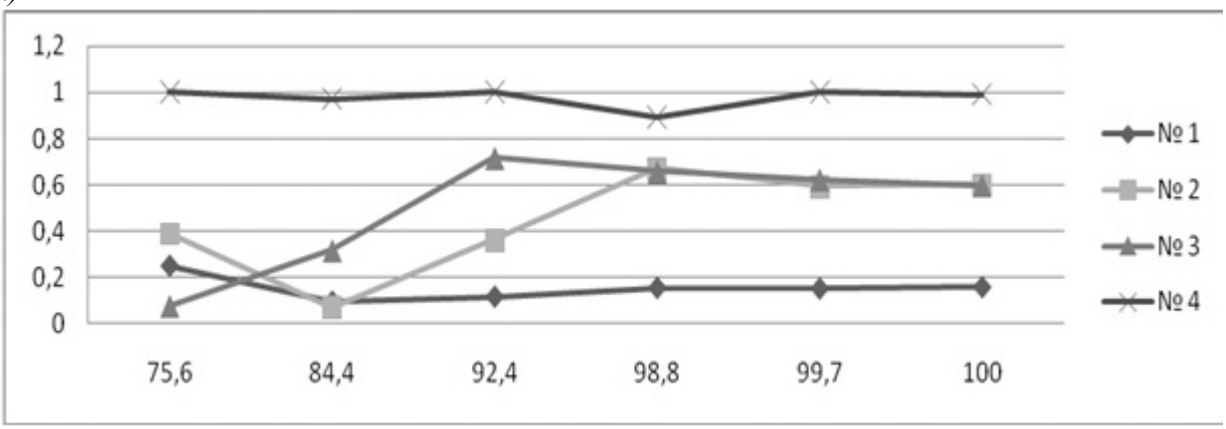


Рис. 2. Результаты анкетирования успешных и неуспешных выпускников педагогического университета при ответе на вопрос о частоте конфликтных ситуаций с их непосредственным руководством.

а)



б)

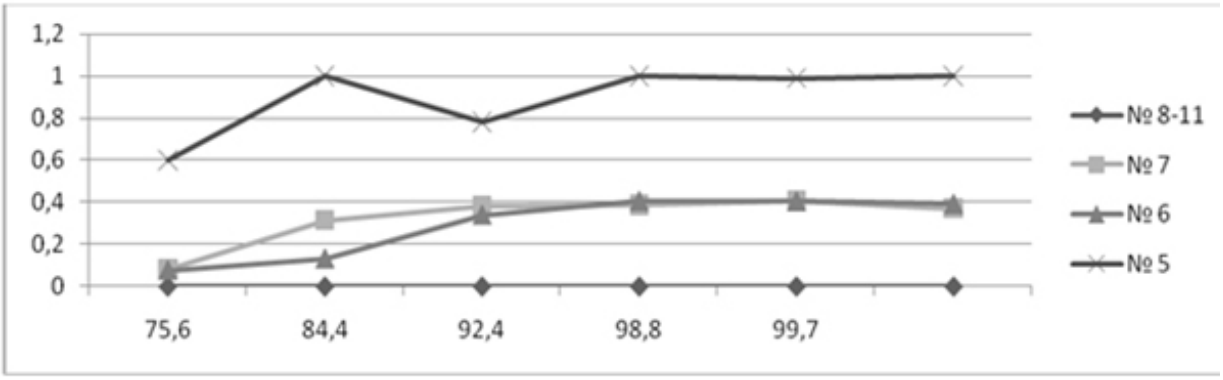


Рис. 3. Зависимость нормированных показателей значимости ответов на вопросы № 1– 4 (*а*) и № 5 –11 (*б*), полученные с помощью нейросетей от правильности прогноза нейросетей (в процентах).

Для автоматизации процесса выделения из всех выпускников успешных и для прогнозирования успешности при минимальном наборе известных показателей нами были использованы искусственные нейросетевые экспертные системы.

Нейросетевой классификатор, принципы формирования которого изложены в [8], был получен на основе результатов опроса. Его задачей было выявить из всей базы данных успешных выпускников и определить минимальный набор значимых показателей успешности. Изначально нейросетевой классификатор содержал одиннадцать входных показателей ответов каждого из 975 респондентов на вопросы анкетирования об уровне подготовке, полученной в вузе и о конфликтах с различными социальными группами и один выходной показатель. Ответ на вопрос «Как вы оцениваете свои перспективы в будущем?» являлся ключевым при соотнесении респондентов к классу успешных или неуспешных. Информацию опроса половины респондентов из имеющейся таблицы данных использовали для обучения нейросетей. Для этого подавали примеры с заранее известным ответом (успешный / неуспешный). Нейросеть сама ищет закономерности между входными данными и ответом, настраивая свои параметры. Затем нейросеть тестируют, с целью проверить, как хорошо обучилась решать поставленную задачу [9, 10]. При обучении и тестировании нейросетевого классификатора нашей задачи отнесения выпускника к классу успешный/неуспешный из одиннадцати входных показателей, которыми являются ответы опрашиваемых на вопросы анкеты, после контрастирования нейросети осталось только семь значимых показателей. Вопросы, характеризующие умение вести самостоятельную работу, внимательно и конструктивно относиться к чужой точке зрения, внимательно следить за реформами образования в данном классификаторе имели относительно низкую значимость.

На рисунках 3 и 4 представлены графики последовательного приближения результатов нейросетевой обработки данных социологического опроса учителей к полной распознаваемости примеров.

Самым значимым показателем при нейросетевой обработке (рис. 3, *а*) из ответов на вопросы № 1 – 4 является конфликтность с руководством (№ 4). (Ответы на вопросы 1 – 3 характеризуют частоту конфликтных ситуаций с учениками, родителями и коллегами.) Среди показателей, характеризующих уровень подготовки по методике преподавания различных дисциплин (№ 5 – 11), самым значимым (рис. 3, *б*) является показатель общего уровня подготовки, полученной в вузе (№ 5).

Таким образом, на основе результатов обработки блока вопросов о конфликтности видно, что входные показатели можно заменить одним показателем, характеризующим уровень конфликтности с руководством. Показатели, характеризующие уровень подготовки выпускников, можно заменить одним показателем, который несет информацию об общем уровне подготовки в вузе.

Созданная нами нейросетевая методика позволяет на основе социологических данных об успешности выпускников сформировать минимальный набор показателей для прогнозирования успешности. Применение нейросетевых технологий делает обработку данных более эффективной, снижая временные и финансовые затраты.

Внедрение данной методики может использоваться для повышения эффективности управления такой сложной социально-экономической системой, как вуз при проведении стратегического планирования образовательной деятельности в решении задач, направленных на улучшение качества подготовки высококвалифицированных специалистов, востребованных на рынке труда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Москалев А.К., Слабко И.В., Черемискина Е.В.** Индикаторы деятельности вузов на региональном рынке [Текст] // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2009. – № 5(87). – С. 247–251.

2. **Ахтеров А.В.** Основы теоретической робототехники. Примеры использования искусственных нейронных сетей. [Текст] / А.В. Ахтеров, А.П. Кирильченко. – М. – 2009. – 21 с.

3. Т**алиманчук Л.Л.** Интеллектуальная система принятия решений для оценки научной деятельности на основе многоагентной системы [Текст] / Л.Л. Талиманчук, А.В. Зайцев // Нейрокомпьютеры. – 2008.– № 7. – с. 85–88.

4. **Бажин Е.** Опросник уровня субъективного контроля УСК [Текст] / Е. Бажин, Е. Голынкина, А. Эткинд. – М.: Смысл, 1993. –16 с.

5. **Ядов В.А.** Стратегия социологического исследования. Описание, объяснение, понимание социальной реальности [Текст] / В. А. Ядов. – М.: Добросвет, Книжный Дом «Университет», 1998. – 596 с.

6. **Москалев А.К.** Обработка социологических опросов с использованием нейропрограммирования [Текст] / А.К. Москалев, Е.В. Черемискина // XX Международная научно-методическая конференция «Высокие интеллектуальные технологии и инновации в национальных исследовательских университетах». – СПбГПУ. – 2013. – с. 39–42.

7. **Айвазян С.А.** Прикладная статистика: Основы моделирования и первичная обработка данных [Текст] / С.А. Айвазян, И.С. Енюков, Л.Д.Мешалкин. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 471 с.

8. **Горбань А.Н.** Нейронные сети на персональном компьютере [Текст] / А.Н. Горбань, Д.А. Россиев. – Новосибирск: Наука, 1996. – 276 с.

9. **Миркес Е.М.** Нейрокомпьютер: проект стандарта [Текст] / Е.М. Миркес. – Новосибирск: Наука, 1998. – 337 с.

10. **Гилев С.Е.** Контрастирование, оценка значимости параметров, оптимизация их значений и их интерпретация в нейронных сетях [Текст] / С.Е. Гилев, Д.А. Коченов, Е.М. Миркес, Д.А. Россиев // Доклады III Всероссийского семинара «Нейроинформатика и ее приложения». – Красноярск, 1995. – с. 66–78.

REFERENCES

1. **Moskalev A.K. Moskalev A.K., Slabko I.V., Cheremiskina E.V.** Indikatory dejatel'nosti vuzov na regional'nom rynke [Tekst] / // Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGPU. – 2009. – № 5(87). – P. 247–251.

2. **Akhter A.** Theoretical Foundations of Robotics. Examples of the use of artificial neural networks. [Text] / A. Akhter, AP Kirilchenko. – M. – 2009. – 21 p.

3. **Talimanchuk LL** Intelligent decision-making system for the evaluation of scientific activity on the basis of multi-agent systems [Text] / LL Talimanchuk, AV Zaytsev // Neurocomputers. – 2008. – № 7. – p. 85–88.

4. **Bazhin E.** Questionnaire level of subjective control UCSC [Text] / E. Bazhin, E. Golynkin, A. Etkind. – Moscow: The meaning of 1993. –16 p.

5. **Jadov V.A.** strategy case study. Description, explanation, understanding of social reality [Text] / V.A. Jadov. – Moscow: Dobrosvet, Book House «University», 1998. – 596 p.

6. **Moskalev A.K.** Processing polls using neyroprogrammirovaniya [Text] / A.K. Moskalev, E.V. Cheremiskina // XX International Scientific and Practical Conference «High intelligent technology and innovation in national research universities.» – Polytechnic University. – 2013. – p. 39–42.

7. **Aivazyan S.A.** Applied Statistics: fundamentals of modeling and initial processing of the data [Text] / S.A. Ayvazyan, I.S. Eniukov, L.D. Meshalkin. – Moscow: Finances and Statistics, 1983. – 471 p.

8. **Gorban A.N.** Neural network on a personal computer [Text] / A. Gorban, D.A. Rossiev. – Novosibirsk: Nauka, 1996. – 276 p.

9. **Mirkes E.M.** Neurocomputer: draft standard [Text] / E.M. Mirkes. – Novosibirsk: Nauka, 1998. – 337 p.

10. **Gilev S.E.** Contrast enhancement, evaluation of the significance of parameters, optimization of their values and their interpretation in neural networks [Text] / S. Gilyov, D.A. Kochenov, E.M. Mirkes, D.A. Rossiev // Reports of the III All-Russian seminar on «Neuroinformatics and its applications.» – Krasnoyarsk, 1995. – p.66–78.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

ЧЕРЕМИСКИНА Елена Владимировна – старший преподаватель кафедры физики, Сибирский федеральный университет; 660074, ул. Академика Киренского, 26а, Красноярск, Россия; e-mail: elenacheremiskina@yandex.ru
CHEREMISKINA Elena V. – Siberian Federal University; 660074, Academy of Kirenskiy Str. 26a, Krasnoyarsk, Russia; e-mail: elenacheremiskina@yandex.ru

МОСКАЛЕВ Александр Константинович – профессор кафедры фотоники и лазерных технологий, кандидат физико-математических наук; Сибирский федеральный университет; 660074, ул. Академика Киренского, 26а, Красноярск, Россия. e-mail: ak_moskalev@mail.ru
MOSKALEV Alexander K. – Siberian Federal University; 660074, Academy of Kirenskiy Str. 26a, Krasnoyarsk, Russia; e-mail: ak_moskalev@mail.ru

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 334.757

Д.А. Гурцкой, В.К. Федоров, А.А. Харин

КЛАСТЕРЫ КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ ПРЕДПРИЯТИЯМИ И УНИВЕРСИТЕТАМИ

D.A.Gurtskoy, V.K. Fedorov, A.A. Kharin

CLUSTERS AS THE INSTRUMENT OF DEVELOPMENT OF NETWORK INTERACTION BETWEEN THE ENTERPRISES AND UNIVERSITY

Развитие государства зависит от уровня инновационности его экономики, который характеризуют степень успешности применения нововведений в деятельности хозяйствующих субъектов и доля инновационной продукции в валовом внутреннем продукте. Основная задача государства заключается в осуществлении системного развития отраслей народного хозяйства с целью обеспечения национальной безопасности страны и конкурентоспособности предприятий на международных рынках; в связи с этим особенное значение приобретает управление взаимодействием основных субъектов инновационного развития: высших учебных заведений и предприятий.

КЛАСТЕР, СЕТЕВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ, ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, ВУЗ.

Development of the state depends on level of innovation of its economy which characterize degree of success of application of innovations in activity of managing subjects and a share of innovative production in gross domestic product. The main objective of the state consists in implementation of system development of branches of a national economy for the purpose of ensuring national security of the country and competitiveness of the enterprises in the international markets, in this regard special value gets management of interaction of the main subjects of innovative development: higher educational institutions and enterprises.

CLUSTER, NETWORK INTERACTION, INNOVATIVE ACTIVITY, HIGHER EDUCATION INSTITUTION.

В течение многих лет МВФ и Всемирный банк пропагандировали идеи, согласно которым государство должно ограничивать свое вмешательство в инновационный процесс. Его удел – поддержка фундаментальной науки, образования и малых фирм, которые в основном способны участвовать в генерации инновации. Считалось, что отбор и последующую коммерциализацию их разработок обеспечат венчурные фонды, финансовые рынки и частные предприятия. Но, как заметил академик РАН Виктор Полтерович, «оказалось, что в Европе эта простая концепция не работает и требует пересмотра» [1]. Ни венчурный капитал, ни малый бизнес на общеевропейском пространстве не смогли проявить себя так, как, например, в Соединенных Штатах.

Инновационная активность в Европе традиционно концентрируется в крупных промышленных кластерах, а стадия научных исследований – в государственных научных и образовательных учреждениях. Поэтому ведущие институты Европейского сообщества на протяжении многих лет пытались найти новый, действенный механизм активного вовлечения промышленных компаний в процесс НИОКР и объединения их усилий с усилиями научно-исследовательских государственных учреждений на всех стадиях инновационной деятельности.

Развитие существующих и создание новых

кластеров в Европе происходит в том числе за счет технологических платформ, которые были признаны тем инструментом сетевого взаимодействия европейских государств, бизнеса, науки и образования, который должен решить задачу технологической независимости Европы. Не отказываясь от кооперации с США, Европа обозначила стремление обеспечить свой технологический суверенитет.

Научно-техническое сообщество России встретило инициативу правительства по созданию технологических платформ (ТП) с редким для нашего времени энтузиазмом. Как сказал академик РАН Евгений Каблов, – генеральный директор Всероссийского института авиационных материалов (ВИАМ), заведующий кафедрой авиационного материаловедения МАТИ, который координирует работу двух платформ – «Новые полимерные композиционные материалы и технологии» и «Материалы и технологии металлургии», – «это было одно из самых позитивных решений правительства, которое объединило и бизнес, и науку, и государство вокруг целей государственной промышленной политики. Работа над созданием техплатформ позволила, во-первых, где-то активизировать, где-то заново создать горизонтальные связи между их участниками. Во-вторых, проанализировать ситуацию в разных отраслях науки и промышленности: что у нас есть, чего нет» [1].

Российские технологические платформы можно разделить на несколько групп в зависимости от способа их организации и от того, кто выступает в роли координатора:

государственные структуры, включая компании с государственным участием;

высшие учебные заведения;

научные учреждения;

бизнес-структуры.

Отличие европейского подхода к формированию ТП от российского в том, что европейские ТП создавались по инициативе ассоциаций частного бизнеса, которые стремились создать механизм координации максимального числа научных и образовательных учреждений Европы вокруг прогрессивных направлений научных исследований.

Основные задачи российских ТП на текущий момент заключаются в обеспечении потребностей экономики в научных исследованиях и в соответствующей промышленной продукции, для чего следует восстановить или заново установить необходимые технологические связи. Также, необходимо сформировать представление о будущем, разработать программу его реализации, предложить ее государству и подготовиться к ее реализации [2].

Идея централизации и концепция свободного рынка в своих фундаменталистских вариантах показали свою неэффективность. Технологические платформы – это попытка, предпринятая самими участниками рынка создать основу для разработки стратегических планов развития важнейших секторов экономики.

В 2006 году, рассмотрев работу технологических платформ, Европейская комиссия приняла решение о создании нового института – Совместных технологических инициатив (СТИ). Каждая инициатива объединяет несколько технологических платформ, которые достигли таких масштабов и охвата, что требуют особой мобилизации государственных и частных инвестиций, а также большого объема фундаментальных исследований, когда рамочной программы научных исследований уже недостаточно.

Существует небольшое число ЕТП, которые предлагают возможности по значительному технологическому прорыву и которые достигли такого масштаба, что реализация их целей требует создания долгосрочных частно-государственных партнерств, что требует специального механизма объединения в масштабные юридические структуры. Бюджет седьмой рамочной программы ЕС (7РП) на СТИ составлял 3,15 млрд евро в 2010 году [3]. В настоящее время в качестве юридической формы для реализации СТИ используется совместное предприятие, которое позволяет создать сильный и эффективный координационный механизм реализации инициативы.

С целью развития сетевого взаимодействия между вузами и предприятиями в рамках кластерного подхода создаются структурные подразделения вузов на крупных предприятиях (как правило, в виде базовых кафедр) или структурных подразделений предприятий в НИИ и вузах (как правило, в виде лабораторий или конструкторских бюро) [4]. Такие партнерские отношения были широко распространены

в СССР, когда при НИИ и вузах специально создавались исследовательские лаборатории, проектные и конструкторские бюро в первую очередь для предприятий, производящих военную продукцию. Таким образом, благодаря плановой экономике в стране было налажено производство высокотехнологичной продукции от идеи до непосредственной практической реализации [5].

Интересным примером сетевого взаимодействия могут служить научно-образовательные центры (НОЦ), осуществляющие подготовку кадров, обладающих компетенциями, которые соответствуют имеющимся или прогнозируемым потребностям заинтересованных сторон и экономики, в целом на основе эффективного использования современной ресурсной базы и инфраструктуры для проведения научных исследований и инновационной деятельности [6].

В литературе принято подразделять кластеры на различные виды в зависимости от поставленных перед ними задач и цели, которая выделяется в качестве основной. Переход на шестой технологический уклад определяет инновационную ориентированность современных кластеров и становится их приоритетной характеристикой, определяя уровень конкурентоспособности в народном хозяйстве страны и на мировом рынке.

Создание кластеров может проводиться по разным направлениям и затрагивать различные, в том числе и смежные, отрасли. Оценка возможностей, появляющихся в результате применения кластерного подхода в любом виде деятельности, помогает понять уровень его эффективности. Создание кластера для ведения совместной проектной деятельности позволяет разбить проект и его систему управления на подсистемы и элементы, что будет способствовать повышению эффективности управления проектом в целом благодаря решениям, нацеленным на достижения результата (конечной цели проекта), а не реализации процессов, протекающих в системе.

Следует выделить такую отличительную особенность кластера, как возникновение в нем положительной динамики экономических показателей за счет объединения усилий и экономии на ресурсах: масштаб производства, синергетический эффект, эффект повышения распространенности продукции. При действии указанных эффектов предприятия кластера, ранее не являвшиеся экономически эффективными, могут стать рентабельными за счет перераспределения функций, повышения производительности труда и снижения себестоимости производимых благ. Таким образом, предприятия кластера по сравнению с другими получают дополнительные конкурентные преимущества.

Созданию и дальнейшему формированию кластера способствуют связи непосредственно между предприятиями, входящими в его состав. Поэтому информация о происходящих действиях внутри рассматриваемой интегрированной структуры должна быть доступна каждому из участников, иначе обеспечена отрицательная динамика интегральным показателям кластера. При создании кластера следует учитывать, что необходимо обеспечить реализацию большинства ключевых потребностей участников кластера в нем самом, при этом нельзя забывать и о взаимодействии с внешней средой, поскольку наряду с потоками, проходящими внутри кластера, в интегрированную структуру могут вливаться ресурсы из внешней среды для эффективной реализации внутренних проектов. Удовлетворение спроса участников кластера во внешних и внутренних ресурсах определяет необходимость формирования соответствующей ресурсной базы, направленной на обеспечение соответствующих потребностей на взаимовыгодных условиях как внутри кластера, так и при обеспечении связей с внешней средой.

Между участниками кластера с налаженными связями легко создаются информационные, денежные и другие потоки. Интенсивность, с которой используются эти потоки, говорит о силе связей внутри кластера. Необходимость оптимизации всех потоков внутри кластера потоков приводит к усилению взаимосвязи и взаимозависимости участников, что позволяет говорить о долгосрочности таких отношений и привлечении исключительно надежных партнеров [7].

Инновационный кластер, являясь наиболее эффективной формой достижения высокого уровня конкурентоспособности, представляет

собой неформальный союз усилий различных организаций [8]. Отличие инновационного кластера от других форм экономических объединений заключается в том, что компании кластера не идут на полное слияние, а создают механизм взаимодействия, позволяющий им сохранить статус юридического лица и при этом сотрудничать с хозяйствующими субъектами, образующими кластер и за его пределами. В кластерах формируется сложная комбинация конкуренции и взаимодействия, особенно в инновационных процессах [9].

Инновационный кластер обеспечивает реализацию полноценного инновационного цикла от генерации научных знаний и формирования на их основе бизнес-идей до реализации товарной продукции на традиционных или новых рынках сбыта [10]. К основным характеристикам инновационного кластера можно отнести:

разделение бизнес-процессов;

открытость;

слабовыраженное центральное звено управления.

Следует согласиться с мнением ряда специалистов, что модель инновационного кластера отличают еще и качественные параметры:

синергетический эффект;

выделение основного элемента кластера и его связующих звеньев;

уровень сотрудничества и влияния составляющих кластера друг на друга;

основа кластера – один или несколько системообразующих структур, являющихся источниками основных результатов работы;

резервы роста.

Объединение в инновационный кластер на основе горизонтально-вертикальной интеграции формирует ориентированную систему распространения новых знаний, технологий и инноваций. При этом развитие устойчивых связей между всеми участниками кластера является важнейшим условием эффективного преобразования изобретений в инновации.

Можно сделать вывод, что кластер как устойчивое партнерство взаимосвязанных хозяйствующих субъектов и отдельных лиц основывается на развитии положительных синергетических эффектов и может иметь потенциал, превышающий простую сумму потенциалов отдельных составляющих, что и определяет его как один из основных инструментов развития сетевого взаимодействия между предприятиями и высшими учебными заведениями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Оганесян Т.** Кто поедет на платформе [Электронный ресурс] / Т.Оганесян // «Эксперт» №35 (768). – 05.09.2011. – Режим доступа: http://expert.ru/expert/2011/35/kto–poedet–na–platforme/

2. **Харин А.А.** Формирование инновационных интегрированных структур образования, науки и бизнеса [Текст] / А.А. Харин // Монография – Пенза: Изд-во Пенза. фил. ФГБОУ ВПО «РГУИТП». – 2011. – 192 с.

3. **Лукша О.П.** Европейские технологические платформы: возможности использования европейского опыта для создания нового инструмента содействия инновационному развитию российской экономики [Текст] / О.П. Лукша // Инновации №9 (143). –. 2010. с. 34–39.

4. **Андреева Э.А.** Теоретические и методологические аспекты управления инновационной активностью субъектов национальной инновационной системы России [Текст] / Э.А.Андреева // Монография. – Пенза: Информационно-издательский центр ПФ РГУИТП. – 2009. – 172 с.

5. **Марголина Н.В.** Управление формированием организационной системы трансфера технологий [Электронный ресурс] / Н.В. Марголина // Москва, 2007. – Режим доступа: http://www.guu.ru /files /referate /margolina.pdf/

6. **Кортов С.В.** Инновационная образовательная программа УГТУ-УПИ [Текст] / С.В. Кортов, С.С. Набойченко, А.Б. Соболев, О.И. Ребнин // Журнал «Университетское управление: практика и анализ» – №2 (48), 2007. – с. 47–58.

7. Кластерная модель инновационного развития университета [Текст] / Коллективная монография под ред. Юрьева В.М. // – Изд. дом ТГУ им.Державина. – Тамбов. – 2008. – 264 с.

8. **Харин А.А.** Формирование интегрированных структур образования, науки и промышленности [Текст] /А.А. Харин // Вестник университета. № 20. – 2011. – М., ГУУ. – с. 186–189.

9. **Бирюков А.В.** Преимущества современных инновационных кластеров [Электронный ресурс] / А.В. Бирюков // Транспортное дело России №1. –

2009. – http://www.morvesti.ru/ archiveTDR/ section.php

10. **Монастырный Е.А.** Инновационный кластер [Текст] / Е.А. Монастырный // Инновации. – 2006. – №2. – с. 38–43.

REFERENCES

1. **Oganesyan T.** Who will go on a platform. «Expert» No. 35 (768). – 05.09.2011. – Available at: http://expert.ru/expert/2011/35/kto–poedet–na–platforme/

2. **Kharin A.A.** Creation of the innovative integrated structures of education, science and business. Penza: Publishing house Penza. FGBOU VPO «RGUITP». 2011. 192 p.

3. **Luksha L.P.** European technological platforms: possibilities of use of the European experience for creation of the new instrument of assistance to innovative development of the Russian economy. Innovations No. 9 (143). 2010. P. 34–39.

4. **Andreeva E.A.** Theoretical and methodological aspects of management of innovative activity of subjects of national innovative system of Russia. Penza: PF RGUITP information and publishing center. 2009 . 171 p.

5. **Margolin N.I.** Management of formation of organizational system of a transfer of technologies. Moscow, 2007. – Available at: http://www.guu.ru/files/referate/margolina.pdf/

6. Innovative educational program of UGTU-UPI. Magazine «University management: practice and the analysis». – No. 2 (48), 2007. – P. 47–58.

7. Cluster model of innovative development of university. Collective monograph under the editorship of Yuryev V. M.– Prod. TGU house of Derzhavin. Tambov. 2008 . 264 p.

8. **Kharin A.A.** Creation of the integrated structures of education, science and industry. Messenger of university. No. 20. 2011 . M, GUU. P. 186–189.

9. **Biryukov A.V.** Advantages of modern innovative clusters. Transport business of Russia No. 1. 2009. Available at: http://www.morvesti.ru/archiveTDR/section.php

10. **Monastyrny E.A.** Innovative cluster. Innovations. 2006. No. 2. P. 38–43.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

ГУРЦКОЙ Дмитрий Александрович – проректор, кандидат экономических наук; Донской государственный технический университет. Россия, 344000, Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1; e-mail: reception@donstu.ru

GURTSKY Dmitry A. – the vice rector. Don State Technical University. Russia, 344000, Rostov-on-Don, Gagarin Pl., 1; e-mail: reception@donstu.ru

ФЕДОРОВ Вадим Константинович – заведующий кафедрой управления инновациями, доктор технических наук, профессор; МАТИ – Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского. Россия, 121552, Москва, ул. Оршанская, 3; e-mail: post@mati.ru

FEDOROV Vadim K. – the head of the department «Management of innovations». MATI – the Russian State Technological University of K.E. Tsiolkovsky; 121552, Moscow, Orshanskaya St., 3; e-mail: post@mati.ru

ХАРИН Александр Александрович – проректор по учебно-методической работе, доктор экономических наук, доцент; «МАТИ – Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского». Россия, 121552, Москва, ул. Оршанская, 3; e-mail: harinaa@mati.ru

KHARIN Alexander A. – the vice rector for educational and methodical work. «MATI – the Russian State Technological University of K.E.Tsiolkovsky». Russia, 121552, Moscow, Orshanskaya St., 3; e-mail: harinaa@mati.ru

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 004.75

В.Я. Дворянчиков, С.Г. Редько

ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА ВУЗА НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИЙ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

V.Y. Dvoryanchikov, S.G. Redko

THE UNIVERSITY INFORMATION AND EDUCATION SYSTEM BASED ON IMPLEMENTATION OF CLOUD COMPUTING TECHNOLOGIES

Рассматрена информационно-образовательная среда (ИОС) вуза, построенная на базе технологий облачных вычислений, разработана многоуровневая структурная схема ее организации. Формализованы основные критерии оценки эффективности ИОС на пользовательском уровне. Предложены базовые метрики сервисного уровня. Выявлены основные проблемные области создания и применения корпоративных информационных систем в высших учебных заведениях.

ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ, ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА, КОРПОРАТИВНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА, ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ.

This article describes a multi - level university information and education system based on implementation of cloud computing technologies, a structural scheme of which is provided. The main criteria of user - level estimation in quality and performance of a proposed system are formalized; base metrics of service - level are listed. The main issues of building and development of corporate information systems in universities are discussed.

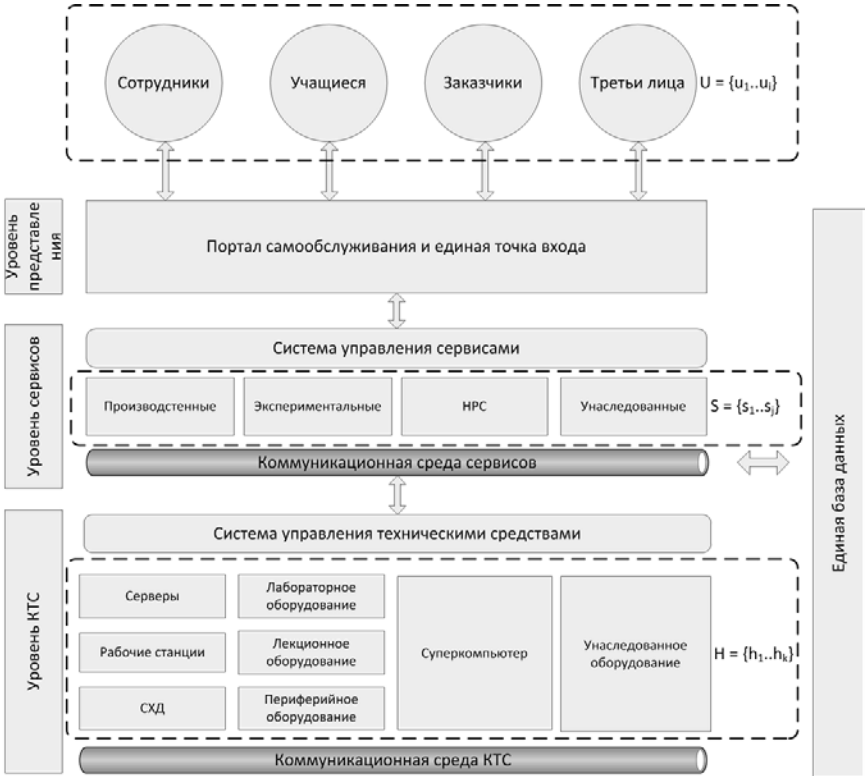
CLOUD COMPUTING, INFORMATION AND EDUCATION TECHNOLOGIES, CORPORATE INFORMATION SYSTEM, MEASUREMENT OF EFFICIENCY.

Цель исследования – разработка структуры и формализованное описание информационно-образовательной среды (ИОС), построенной на базе технологий облачных вычислений.

Существует достаточно много определений понятия ИОС как с точки зрения педагогической, так и технической. В данной работе под информационно-образовательной средой будем понимать системно организованную совокупность технических, информационных и организационно-методических средств, обеспечивающих реализацию образовательного и научно-исследовательского процесса вуза. Пользователями ИОС являются сотрудники вуза, принимающие участие в реализации и поддержке образовательного процесса, контингент учащихся (студенты, аспиранты, докторанты, слушатели курсов, стажеры и практиканты), абитуриенты и сторонние лица.

Актуальность и важность проблемы создания информационно-образовательной среды, отвечающей стратегическим задачам развития университета, доказывают многочисленные научные и практические работы. Вопросам создания вузовской ИОС и реализации отдельных её компонентов посвящены исследования Э.Г. Скибицкого, А.Г. Абросимова, В.В. Крюкова, К.И. Шахгельдян, С.В. Потемкиной, С.Л. Атанасяна, Д.А. Королева, Р.Н. Агапова, Т.В. Шеламовой. Вопросам построения информационно-образовательной среды вуза посвящен ряд программ и учебных курсов. В частности, в Московском государственном институте радиотехники, электроники и автоматики была разработана программа «Корпоративная информационно-образовательная среда университета».

В последнее время в контексте как модернизации, так и создания ИОС все чаще упоминаются технологии облачных вычислений (*cloud computing*). Основные преимущества облачных сред на данный момент описаны доста-



Структурная схема ИОС на базе облачных вычислений

точно подробно [1 – 3] и их детальное рассмотрение выходит за рамки настоящей статьи. В первую очередь следует отметить:

снижение ряда затрат на развертывание и эксплуатацию сервисов корпоративной информационной системы;

доступность сервисов облачной среды с широкого спектра клиентских устройств и вне зависимости от географического положения пользователя;

возможность запуска унаследованных программных продуктов на более новом и надежном оборудовании;

возможности повышения отказоустойчивости ИТ-инфраструктуры в целом и отдельных ее компонентов.

Несколько менее подробно в отечественных и зарубежных публикациях анализируются возможные затраты и риски, возникающие при создании и эксплуатации информационной системы на базе облачных вычислительных сред. На общем уровне среди основных категорий подобных издержек можно выделить [4, 5]:

приобретение (модернизация) оборудования, обеспечивающего функционирование вычислительной платформы;

затраты на обучение пользователей сервисов облачной среды;

расходы на оплату услуг специалистов, осуществляющих внедрение и сопровождение ИОС;

расходы на аренду помещений, инфраструктуры и сервисов провайдеров, вовлеченных в эксплуатацию облачной платформы.

При эффективном планировании их применения в ИТ-инфраструктуре вуза и обоснованном выборе средств реализации облачной вычислительной среды использование технологий cloud computing способно дать университету ощутимые конкурентные преимущества и решить ряд проблем. К таким проблемам относятся [6]:

недостаточно тесная интеграция информационных систем подразделений вуза, что приводит к отсутствию единой точки доступа к ИТ-сервисам и централизованного управления ими;

отсутствие тиражируемости, предполагающей применение решений, разработанных для

автоматизации данного вуза, в инфраструктуре других организаций;

недостаточная доступность ИТ-сервисов университета с разнообразных клиентских устройств, в том числе территориально удаленных;

неравномерность модернизации парка компьютерного оборудования;

отсутствие в подразделениях квалифицированных кадров, способных поддерживать и развивать ИТ-инфраструктуру.

Приведём некоторые примеры внедрения облачных платформ в информационную среду вузов:

Южно-Уральский государственный университет (реализация инфраструктуры персональных виртуальных ПК);

Северо-Восточный федеральный университет (образовательная платформа и система дистанционного обучения);

университет «Дубна» (компьютерная лаборатория на базе виртуальных машин).

Среди зарубежных проектов по созданию облачных платформ, поддерживающих образовательный процесс, следует выделить проект «Virtual Computing Lab», запущенный еще в 2004 году в США в Университете Северной Каролины [7].

При изучении информации о подобного рода внедрениях и рассмотрении различных источников, посвященных технологиям *cloud computing*, можно отметить разнообразие определений концепции облачных вычислений [8]. Соответственно в зависимости от трактовок и видения облачных технологий могут различаться как стратегии их применения, так и конечный результат реализации проекта в виде новой (или модернизированной) ИОС. Общая схема ИОС в укрупнённом виде представлена на рисунке в виде многоуровневой системы.

Определим следующие множества:

U – множество пользователей ИОС,

$$u_{i=1..i_{\max}} \in U$$

S – множество предоставляемых сервисов,

$$s_{j=1..j_{\max}} \in S$$

H – множество технических средств,

$$h_{k=1..k_{\max}} \in H$$

Данные элементы можно описать в виде набора свойств, представленного в таблице.

Уровни организации ИОС

Уровень ИОС
Пользователи среды $u_{i=1..i_{max}} = \langle t_i, d_i, p_i, a_i, l_i, c_i \rangle$
Свойство элемента
t – тип пользователя, *d* – потребности пользователя в сервисах, *p* – клиентские устройства пользователя, *a* – учётная запись пользователя, *l* – географическое расположение пользователя, *c* – пользовательский контент.
Предоставляемые сервисы
$s_{j=1..j_{max}} = \langle t_j, d_j, f_j, c_j \rangle$
t – тип сервиса, *d* – потребности сервиса в ресурсах КТС, *f* – функциональное назначение, *c* – характеристика сервиса
Средства реализации
$h_{k=1..k_{max}} = \langle t_k, c_k \rangle$
t – тип технического средства, *c*–характеристика технического средства

В качестве общих критериев оценки среды можно выделить четыре критерия.

Масштабируемость: для любого изменения потребностей пользователей в *j*-м сервисе найдётся такая функция распределения ресурсов *A*, что объём ресурсов, необходимых для работы *j*-го сервиса, может быть изменен за минимальное время *dt* при сохранении оговорённого уровня качества сервиса в пределах значений Q_{SLA} (SLA, Service Level Agreement, соглашение об уровне обслуживания):

$$\begin{cases} \forall \sum_i \Delta_i(s_j) \exists A(s_j, dh_k / dt) : Q_{s_j}(t) \in Q_{SLA} \\ dt \to min \end{cases}$$

где $A(s_j, dh_k / dt)$ – функция изменения объёма ресурсов h_k, необходимого для работы *j*-го сервиса; Q_{s_j} – уровень качества *j*-го сервиса.

Многофункциональность, задачу обеспечения которой можно обозначить, как максими-

зацию области пересечения множеств потребностей пользователей D_u и общей функциональности ИОС F:

$$D_u \bigcap F \to max,$$

где $F = \sum_{j=1}^{j_{max}} f_j$ – общая функциональность сервисов ИОС, содержащая в себе функциональности отдельных сервисов; $D_u = \{d_1..d_{i_{max}}\}$ – множество, представляющее совокупность потребностей пользователей ИОС.

Географическая доступность предоставляемых сервисов вне зависимости от географического расположения пользователя: для любого расположения i-го пользователя найдётся такой путь доступа к сервису $G(H,N)$, что уровень качества сервиса будет в пределах Q_{SLA}

$$\forall l_i \exists G(H,N): Q_s(l_i) \in Q_{SLA},$$

где $G(H,N)$ – граф взаимосвязей технических средств реализации доступа к сервисам; H – компоненты КТС; N – компоненты среды передачи [9].

Доступность сервисов. Средний показатель доступности сервисов по всей ИОС можно определить так:

$$O = \frac{\sum_{1}^{j_{max}} \frac{t_{dj}}{t_{uj}}}{j_{max}},$$

где t_{dj} – время простоя j-го сервиса; t_{uj} – время работы j-го сервиса; j_{max} – общее количество сервисов.

Значение показателя доступности оговаривается в требованиях к конкретной ИОС.

При рассмотрении корпоративной информационной системы на уровне какого-либо отдельного предоставляемого сервиса можно перейти от общих критериев оценки всей среды к более детализированным метрикам сервисного уровня [10]. Для рассматриваемой ИОС к таким метрикам относятся:

количество дублирующихся сервисов данной функциональности в различных подразделениях вуза;

численность сотрудников, необходимая для поддержания того или иного сервиса;

временные и финансовые затраты на развертывание сервиса;

время, затрачиваемое на доступ пользователя к сервису ИОС;

совокупная стоимость владения типовым сервером и типовой рабочей станцией за определенный период;

временные и финансовые затраты на развертывание аналогичного по функциональности сервиса на другой площадке;

объем потребления сервиса, выраженный в единицах измерения количества информации, времени работы, стоимости;

потери от недоступности сервиса – упущенная прибыль, затраты на восстановление (финансовые, кадровые, временные).

ИОС вуза, будучи по сути разновидностью корпоративной информационной среды (КИС), имеет ряд отличительных особенностей, связанных с характером деятельности высшего учебного заведения.

Анализ отечественных и зарубежных публикаций, посвящённых применению облачных вычислений в вузах, позволяет сделать вывод о недостаточной изученности следующих вопросов:

взаимосвязь между особенностями применения технологий облачных вычислений в вузах и методикой создания ИОС;

формирование методики и способов выбора программных и аппаратных решений, применение которых будет наиболее предпочтительным при создании и развитии облачной ИОС;

проблемы интеграции с облачной вычислительной средой оборудования, не относящегося к инфраструктуре серверов или тонких клиентов;

реализуемые на базе облачной вычислительной среды возможности централизованного хранения и анализа данных, формируемых в результате проведения научно-исследовательских работ и экспериментов на базе различных подразделений вуза;

анализ рисков, сопутствующих созданию и развитию рассматриваемой ИОС;

оценка эффективности работы ИОС, построенной на базе технологий облачных вычислений.

Рассмотренная в данной статье структура ИОС и обозначенные вопросы обосновывают постановку следующих задач, решение которых составляет предмет дальнейшего исследования информационно-образовательной среды вуза, построенной на базе технологий облачных вычислений:

выявление особенностей применения информационных технологий в образовательной среде вуза;

анализ потребностей высшего учебного заведения в сервисах ИОС и составление каталога сервисов;

построение модели информационно-образовательной среды на базе технологий виртуализации и облачных вычислений;

определение подходов к интеграции облачной ИОС с унаследованными информационными системами, ИС отдельных подразделений и филиалов, а также с внешними системами;

разработка системы ключевых показателей эффективности функционирования ИОС на базе концепции облачных вычислений;

обоснование преимуществ предлагаемого подхода к созданию университетской информационно-образовательной среды.

В заключение можно сделать следующие основные выводы:

На сегодняшний день применение технологий облачных вычислений является одним из актуальных направлений развития корпоративных информационных систем различного профиля и масштаба. Многие решения в этой области были разработаны и апробированы именно в университетской среде. Анализ преимуществ использования облачных вычислительных платформ позволяет сделать вывод, что их применение для построения и развития ИОС может решить ряд проблем, характерных для вузовских информационных систем и обеспечить их развитие с учетом предъявляемых требований.

Как в России, так и за рубежом существуют примеры внедрения тех или иных облачных сервисов в университетских информационных системах; история некоторых проектов насчитывает уже 10 лет. Несмотря на это на сегодняшний день остается недостаточно изученным ряд вопросов, относящихся к формированию методики построения и развития ИОС на базе технологий облачных вычислений, анализу преимуществ и рисков подобных проектов, проблемам интеграции с унаследованными программными и аппаратными средствами, а также оценке эффективности работы подобной ИОС. Зачастую аспекты применения облачных платформ и сервисов в вузах рассматриваются на слишком общем уровне, недостаток детализации снижает возможность использования результатов тех или иных работ при практической реализации облачных сервисов в университетах.

Предложенная структура ИОС, основанная на технологиях облачных вычислений, представляет многоуровневую систему, объединенную при помощи сервисов «вертикальной» и «горизонтальной» коммуникации. Для элементов каждого уровня определен собственный набор свойств.

Методы оценки ИОС зависят от уровня, на котором производится рассмотрение данной среды. Так, основные общие критерии (масштабируемость, многофункциональность, географическая доступность и надежность) зависят от более детализированных метрик сервисного уровня.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Anthony T.V., Toby J.V., Robert E.** Cloud Computing: A Practical Approach. McGraw-Hill. 2010

2. **Rajkumar Buyya, James Broberg, Andrzej M. Goscinski.** Cloud Computing: Principles and Paradigms. John Wiley & Sons, Inc. 2011.

3. **John W.R., James F.R.** Cloud Computing Implementation, Management, and Security. CRC Press. 2010.

4. **Vivek K.** Federal Cloud Computing Strategy. 8 Feb. 2011 [Электронный ресурс]/ – Режим доступа: http://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/digital–strategy/federal–cloud–computing–strategy.pdf

5. **Dan Sullivan.** The Definitive Guide to Cloud Computing. Realtime Publishers. 2010.

6. **Крюков В.В., Шахгельдян К.И..** Корпоративная информационная среда вуза: методология, модели, решения. – Владивосток: Дальнаука, 2007.

– 308 с.

7. **Jithesh M., Vasvi B.** A Cloud Computing Solution for Universities: Virtual Computing Lab. Case study of North Carolina State University's Virtual Computing Lab. 15 Dec 2009 [Электронный ресурс] / – Режим доступа: http://www.ibm.com/ developerworks/webservices/library/ws–vcl/

8. L**uis M.V., Luis Rodero-Merino, Juan C, Maik Lindner.** A break in the clouds: towards a cloud definition. ACM SIGCOMM Computer Communications Review, Volume 39, Number 1, January, 2009 ACM New York, NY, USA.

9. **Joe Weinman.** Axiomatic Cloud Theory. Working Paper, July 29, 2011 [Электронный ресурс] / – Режим доступа: http://www.joeweinman.com/ resources/ joe_weinman_axiomatic_cloud_theory.pdf

10. **Сысоев А.С.** Разработка моделей и методов мониторинга сервис-ориентированных информационных систем. [Текст] / Автореф. дис. канд. техн. наук / А.С. Сысоев. – М., 2011. – 26 с.

REFERENCES

1. **Anthony T.V., Toby J.V., Robert E.** Cloud Computing: A Practical Approach. McGraw-Hill. 2010

2. **Rajkumar Buyya, James Broberg, Andrzej M. Goscinski.** Cloud Computing: Principles and Paradigms. John Wiley & Sons, Inc. 2011.

3. **John W.R., James F.R.** Cloud Computing Implementation, Management, and Security. CRC Press. 2010.

4. **Vivek K.** Federal Cloud Computing Strategy. 8 Feb. 2011 [Электронный ресурс]/ – Режим доступа: http://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/digital–strategy/federal–cloud–computing–strategy.pdf

5. **Dan Sullivan.** The Definitive Guide to Cloud Computing. Realtime Publishers. 2010.

6. **Kriukov V.V., Shakhgel'dian K.I..** Korporativnaia informatsionnaia sreda vuza: metodologiia, model, reshenia.–Vladivostok: Dalnauka, 2007. – 308p.

7. **Jithesh Moothoor, Vasvi Bhatt.** A Cloud Computing Solution for Universities: Virtual Computing Lab. Case study of North Carolina State University's Virtual Computing Lab. 15 Dec 2009 http://www.ibm.com /developerworks /webservices/ library/ ws–vcl/

8. **Luis M.V., Luis Rodero-Merino, Juan Caceres, Maik Lindner.** A break in the clouds: towards a cloud definition. ACM SIGCOMM Computer Communications Review, Volume 39, Number 1, January, 2009 ACM New York, NY, USA.

9. **Joe Weinman.** Axiomatic Cloud Theory. Working Paper, July 29, 2011 / http://www.joeweinman.com/ resources/ joe_weinman_axiomatic_cloud_theory.pdf

10. **Sysoev A.S.** Razrabotka modelei I metodov monitoring servis-orientirovannyh informatsionnyh system. Avtoreferat dissertatsii kandidata tekhnicheskikh nauk. – M., 2011. – 26 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

ДВОРЯНЧИКОВ Валентин Ярославович – начальник отдела автоматизации ИБК, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: dvoryanchikovv @gmail.com

DVORYANCHIKOV Valentin Y. – St. Petersburg State Polytechnical University; 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: dvoryanchikovv@gmail.com

РЕДЬКО Сергей Георгиевич – заведующий кафедрой, доктор технических наук, старший научный сотрудник; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: redko@acea.neva.ru

REDKO Sergey G. – St. Petersburg State Polytechnical University; 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: redko@acea.neva.ru

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 338.27

Ю.И. Рягин, М.И. Глушков, Л.А. Остроухова

МЕТОД ДЕЛЬФИ КАК ИНСТРУМЕНТ ВЫЯВЛЕНИЯ СОГЛАСОВАННОГО МНЕНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ СРЕДЕ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БУДУЩЕГО

Yu.I. Ryagin, M.I. Glushkov, L.A. Ostroukhova

THE DELPHI TECHNIQUE AS A TOOL FOR IDENTIFYING CONSENSUS IN STUDENTS IN TODAY'S SOCIETY FOR SOLUTIONS PROBLEMS DESIGN OF THE FUTURE

В ходе опытного форсайт-исследования в студенческой среде Уральского федерального университета была проверена возможность применения метода Дельфи для выявления согласованной позиции при решении насущных междисциплинарных задач. Показано, что выпускники ведущих институтов федерального университета способны выработать мнение, совпадающее с позицией признанных экспертов в обсуждаемой сфере.

МЕТОД ДЕЛЬФИ, ФОРСАЙТ, УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ, УРФУ, ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА, ТАМОЖЕННЫЙ СОЮЗ, ЕВРАЗЭС.

During the pilot foresight study among the students of the Ural Federal University held iterative algorithm is verified by the interview using the Delphi method to identify an agreed position to address modern interdisciplinary problems. It is shown that graduates of the leading institutions of the Federal University are able to develop an similar opinion with the position of the leading experts in the discussed field.

DELPHI TECHNIQUE, FORESIGHT, URAL FEDERAL UNIVERSITY, UrFU, EXPERT EVALUATION, CUSTOMS UNION, EURASEC.

Форсайт (от англ. Foresight – предвидение, взгляд в будущее) есть совокупность методов экспертной оценки, которые способны существенно повлиять на развитие общества в средне- и долгосрочной перспективе. Здесь не только рассматриваются всевозможные альтернативные варианты будущего и выбираются наиболее перспективные из них, но и формируются стратегии по достижению желаемого результата в развитии приоритетных областей экономики и промышленности. Фактически речь идет о проектировании будущего.

Одним из наиболее востребованных методов, используемых в форсайт-проектах, стал метод групповых экспертных оценок, известный как метод Дельфи. Метод был разработан в 50-е годы прошлого века корпорацией RAND (США) для решения задач глобального противостояния двух сверхдержав того времени и впервые опубликован в 1964 году в работе О. Хелмера и Т. Гордона [1]. Он позволяет получить максимальную согласованность позиций большого количества экспертов. Анонимный характер опроса исключает влияние авторитетов и шаблонов мышления при коллективном решении проблемы, а учет особого мнения отдельных экспертов дает возможность «зацепить» в интеллектуальную сеть парадоксальную, но перспективную ветвь развития.

Метод Дельфи концептуально прост и может использоваться при разработке проектов с близким горизонтом прогнозирования. К недостаткам метода можно отнести то, что изучаемая проблема должна быть представлена в виде набора конкретных вопросов к экспертам, а количество туров опроса существенно зависит от мотивированности участников, их гражданской позиции. По мере развития метод становился все более разнообразным, но сохранил основные признаки – анонимность, многоэтап-

ный характер опроса и внимание к парадоксальным путям реализации будущего [2].

В апреле – мае 2013 года на базе Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина было проведено опытное форсайт-исследование с помощью метода Дельфи. В качестве экспертов выступали студенты старших курсов бакалавриата и магистранты трех институтов УрФУ: института естественных наук, института математики и компьютерных наук, а также института гуманитарных наук и искусств. Цель эксперимента – определить, насколько эффективен выбранный метод при решении важной междисциплинарной проблемы, которая была выбрана таким образом, чтобы студенты ни одного из институтов не занимались нею вплотную. Ставилась задача выявить мнение продвинутой университетской молодежи о том, как создание расширенного Таможенного союза в рамках Евразийского экономического сообщества отразится на экономике стран, входящих в ЕврАзЭС (сегодня это Россия, Белоруссия, Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан).

Респондентам было предложено ответить на пять вопросов:

1. Насколько важно для России членство в ЕврАзЭС?
2. Возможно ли создание расширенного Таможенного союза в рамках ЕврАзЭС?
3. Есть ли преимущества вступления новых членов в ЕврАзЭС?
4. Как вы относитесь к тому, что в состав ЕврАзЭС войдут только страны бывшего СССР?
5. Реальна ли перспектива объединения ЕврАзЭС и ЕС?

На этапе подготовки организаторы переформулировали обращения к респондентам таким образом, чтобы с вопросами можно было работать в рамках метода Дельфи. В качестве ответа планировалось получить некоторую числовую оценку, затем обработать ее средствами метода. Большая роль уделялась корректности вопросов. К примеру, некорректно спросить: «Как скажется объединение ЕврАзЭС и ЕС?» Правильно сформулированный вопрос звучит так: «Оцените объединение ЕврАзЭС и ЕС (0 – объединение скажется отрицательно, 10 – от этого выиграют все страны, входящие в ЕврАзЭС и ЕС)».

Следующая важная задача – формирование состава экспертной группы. Сумма оценок и, следовательно, количество респондентов должно быть статистически значимым. Нижняя граница численности экспертной группы, опрашиваемой в рамках метода Дельфи, известна из литературных данных. Это 7–9 человек. В то же время метод не имеет ограничений на верхнюю границу, так как отсутствует необходимость собирать экспертов в одном месте. Практика использования метода Дельфи содержит примеры, когда в опросе участвовали сотни и даже тысячи квалифицированных специалистов. Их число определяется характером рассматриваемой проблемы, а также количеством доступных для опроса экспертов.

Математическое обоснование метода

Согласно практике использования метода Дельфи вопрос является решенным, когда длина доверительного интервала оказывается не больше двух единиц по десятибалльной шкале [3]. Почему этого достаточно? Оценки, которые ставят эксперты, можно считать случайной величиной, принимающей значение от нуля до десяти. Ее распределение не имеет конкретного вида, поэтому подобные распределения принято описывать с помощью математических понятий медианы, квантили и интерквартильного размаха. Три понятия вместе могут быть использованы вместо математического ожидания и дисперсии в случае невозможности вычисления последних [4].

Длину интерквартильного размаха в методе Дельфи часто называют доверительным интервалом, хотя это не вполне корректно с точки зрения классической теории вероятности. Чем меньше длина доверительного интервала, тем более согласованно ответили эксперты. Если длина доверительного интервала равна нулю, эксперты ответили единогласно.

Чтобы считать вопрос решенным, можно взять любую длину доверительного интервала в диапазоне от нуля до пяти, где ноль значит, что все эксперты поставили одинаковую оценку, а пять – один из экспертов поставил минимальную, а другой – максимальную оценку. В нашем

исследовании было выбрано значение доверительного интервала, равное двум, что согласуется с позицией авторов метода Дельфи [5–7].

Для повышения уверенности в результате можно использовать меньшие значения указанного интервала. Если после трех-четырех туров опроса ширина доверительного интервала остается больше двух, то проблему рационально считать в данный момент неразрешимой.

Методика проведения исследования

На подготовительном этапе определялись каналы связи с респондентами. Раньше это была в основном почта. Сегодня преимущественно – электронная почта. Метод предполагает оценку компетентности эксперта в обсуждаемой предметной области. Коэффициент компетентности вычислялся по формуле:

$$Cf = \frac{1}{2} * (Ku + Ka),$$

где Ku – коэффициент информированности по проблеме, фиксируемый на основе самооценки эксперта по десятибалльной шкале; Ka – коэффициент аргументации, получаемый в результате суммирования баллов по принятой в научной литературе эталонной таблице [8] (см. таблицу).

Респонденту предлагалась таблица аргументации без цифр. Он отмечал условным знаком (крестиком, галочкой и т. д.) роль каждого источника своей аргументации в одной из трех возможных градаций (*В, С, Н*). После наложения заполненной таблицы на эталонную таблицу коэффициентов аргументации подсчитывалось количество баллов по всем обозначенным шести источникам.

Далее респонденты отвечали на поставленные вопросы, заполняя заранее подготовленную анкету. Перед каждой графой анкеты был приведен уточняющий текст: «Ответьте, пожалуйста, на вопросы, используя цифры от нуля до десяти, где ноль ставится при ответе «Категорически не согласен», десять – при ответе «Полностью согласен». Прокомментируйте свой ответ. Ваши комментарии будут доступны другим экспертам, поэтому опишите их подробно».

Эталонная таблица коэффициентов аргументации

Источник аргументации	Степень влияния источника на мнение эксперта		
	В (высокая)	*С* (средняя)	*Н* (низкая)
Теоретический анализ	3	2	1
Обобщение работ зарубежных авторов	0,5	0,5	0,5
Учет работ отечественных авторов	0,5	0,5	0,5
Личное знакомство с состоянием дел за рубежом	0,5	0,5	0,5
Производственный опыт	5	4	2
Интуиция эксперта	0,5	0,5	0,5

После того как все респонденты заполнили анкету, координирующая группа провела анализ результатов. Для этого вычислялись:

Средний коэффициент компетентности Mcf по формуле

$$Mcf = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} Cf_i,$$

где Cf_i – коэффициент компетентности i - го эксперта, n – количество экспертов.

Средняя оценка Mr

$$Mr = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i,$$

где x_i – оценка, поставленная i - ым экспертом, n – количество экспертов.

Средневзвешенная оценка Wmr

$$Wmr = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i * Cf_i}{\sum_{i=1}^{n} Cf_i}.$$

Фиксировалась медиана. Для вычисления медианы оценки респондентов упорядочивались по возрастанию и выбирались две средние по величине оценки, затем определялась их среднеарифметическое значение.

Определялся доверительный интервал. Считались квартили, 1/4 от разницы между максимальной и минимальной оценкой респондентов. Нижней границей доверительного интервала была принята минимальная оценка общей группы респондентов плюс один квартиль, верхней – максимальная оценка минус один квартиль.

Вычислялся интерквартильный размах. Интерквартильный размах – это разность между верхним и нижним квартилем, то есть длина доверительного интервала.

Итоги опроса по методу Дельфи

В первом туре опроса определялся коэффициент компетентности каждого респондента в выбранной предметной области. Респондент получал пакет справочно-информационных материалов по обсуждаемой теме и анкету с условным числовым номером на основе соблюдения принципа анонимности в группе. Особое внимание уделялось наличию развернутых комментариев на предлагаемые вопросы.

Второй тур начался с того, что респонденты получили отчет по первому туру, где был указаны: средний коэффициент компетентности, средняя оценка, средневзвешенная оценка, медиана, доверительный интервал и интерквартильный размах, а также комментарии респондентов, чьи оценки вышли за пределы доверительного интервала. Участники опроса знакомились с результатами первого тура и вновь заполнили анкету, имея возможность изменить свое мнение после ознакомления с чужими оценками и прочтения комментариев, либо оставить его прежним.

Третий и последующий туры проводились аналогично. Вопрос считался решенным, если длина доверительного интервала оказывалась не больше двух. В противном случае решение вопроса откладывалось до получения новой уточняющей информации.

Для анализа результатов было отобраны ответы 14 респондентов из ответов 25 участников эксперимента. Часть анкет пришлось забраковать ввиду низкой корректности ответов (пропуски в графах анкеты, текст, не несущий смысловой нагрузки, и т. д.). Ниже приведены ответы каждого из 14 респондентов на пять поставленных вопросов.

Обработка результатов показала, что проблемы, оглашенные в вопросах 2 и 4, имеют согласованные решения. В частности, возможность создания расширенного Таможенного союза в рамках ЕврАзЭС респонденты оценили значением 6,91 по десятибалльной шкале.

Выгоду от вступления в состав ЕврАзЭС всех стран бывшего СССР респонденты также оценили согласованно, сойдясь на значении 5,17 по десятибалльной шкале. Однако перевес в положительную сторону оказался незначительным, что можно объяснить недостаточной информированностью респондентов в реалиях мировой экономики.

На основе метода Дельфи можно с уверенностью сказать, что создание расширенного Таможенного союза в рамках ЕврАзЭС студенты старших курсов ведущих институтов УрФУ считают возможным и желательным. Это совпадает с позицией признанных российских экспертов в обсуждаемой сфере. Однако вопросы 1, 3 и 5 остались неразрешенными. А именно, необходимость для России нахождения в ЕврАзЭС, оценка преимуществ вступления новых членов в ЕврАзЭС и характеристика перспективы объединения ЕврАзЭС и ЕС не нашла согласованной позиции. По всей видимости, это связано с краткостью информационно-справочных материалов, предложенных респондентам, их сложившимися шаблонами восприятия [9].

Для повышения уверенности в надежности результатов желательно предоставить возможность участникам дополнительно изучить рассматриваемую проблему и затем провести еще один, четвертый тур опроса. В то же время практика использования метода Дельфи подразумевает два-три раунда опроса. При проведении большего количества туров согласованность позиций экспертов не улучшалась, хотя затраты на проведение опросов росли. Также отмечалась эмоциональная усталость экспертов [10].

Ниже представлено графическое распределение оценок респондентов на протяжении трех туров опросов.

Вопрос 1 Оцените необходимость для России нахождения в ЕврАзЭС (0 – Россия должна выйти из состава ЕврАзЭС, 10 – Россия ни в коем случае не должна выходить из ЕврАзЭС).														
Номер эксперта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Тур 1	7	7	6	7	4	9	8	5	9	9	10	8	7	10
Тур 2	6	8	6	5	6	5	5	7	9	9	10	4	8	9
Тур 3	7	7	7	8	7	8	7	5	8	9	9	4	8	9
Вопрос 2 Оцените возможность создания расширенного Таможенного союза в рамках ЕврАзЭС (0 – создание союза невозможно, 10 – вполне реально).														
Номер эксперта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Тур 1	2	5	9	6	8	2	4	2	9	5	5	4	5	7
Тур 2	5	5	5	7	8	7	5	6	8	5	7	9	7	7
Тур 3	6	7	7	8	5	6	6	8	7	5	9	8	8	7
Вопрос 3 Оцените преимущества вступления новых членов в ЕврАзЭС (0 – преимуществ нет вообще, 10 – вступление в ЕврАзЭС скажется положительно на экономике и социальной стабильности всего сообщества).														
Номер эксперта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Тур 1	8	6	6	4	5	5	5	6	7	8	7	4	10	7
Тур 2	7	5	6	8	5	5	7	8	4	7	8	8	10	7
Тур 3	4	8	7	5	6	5	6	8	5	7	8	8	10	7
Вопрос 4 Как вы отнесетесь к тому, что в состав ЕврАзЭС войдут те же страны, которые входили в состав СССР (0 – крайне отрицательно, 10 – полностью положительно.)														
Номер эксперта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Тур 1	4	4	4	5	6	6	9	9	6	6	8	3	9	5
Тур 2	5	4	8	3	5	2	5	5	8	6	7	2	7	5
Тур 3	5	6	6	3	7	3	5	5	4	6	6	5	7	5
Вопрос 5 Оцените перспективу объединения ЕврАзЭС и ЕС (0 – объединение скажется отрицательно, 10 – от этого выиграют все страны, входящие в ЕврАзЭС и ЕС)														
Номер эксперта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Тур 1	4	8	6	8	8	7	5	5	5	4	0	9	0	6
Тур 2	2	5	7	6	7	5	5	8	6	4	0	4	0	6
Тур 3	3	8	3	6	5	6	5	4	5	4	3	4	0	6

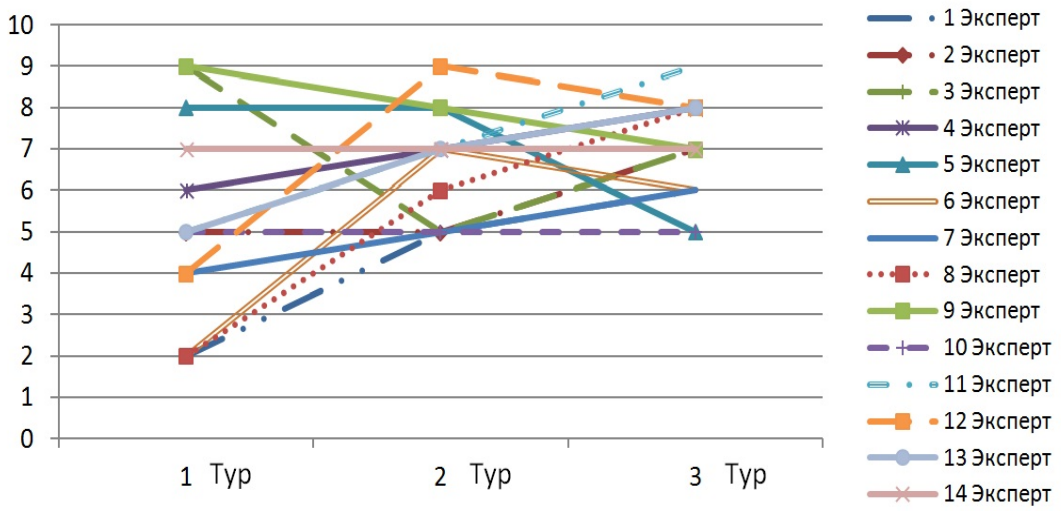


Рис. 1. Оценка возможности создания расширенного Таможенного союза в рамках ЕврАзЭС (второй вопрос анкеты)

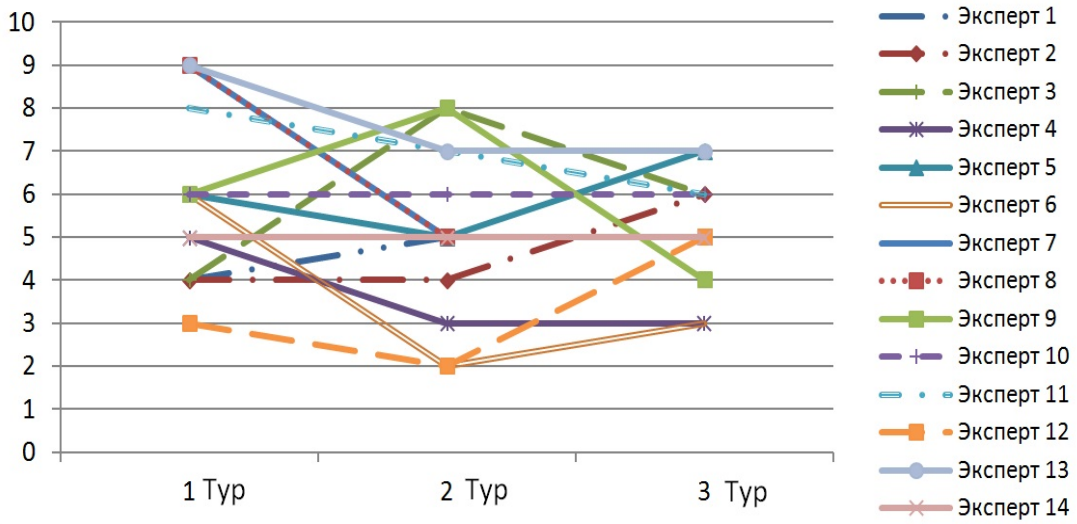


Рис. 2. Оценка перспективы объединения ЕврАзЭС и ЕС (пятый вопрос анкеты)

Рис. 1 демонстрирует сходимость результатов опроса для решенной проблемы возможности создания расширенного Таможенного союза в рамках ЕврАзЭС. Видно, что интервал мнений последовательно сужается. На рис. 2 также видна сходимость результатов от первого к третьему туру, но она недостаточна для принятия решения о согласованной позиции участников опроса.

Ясно видна сходимость мнений респондентов по второму вопросу и неизменность их позиций по пятому вопросу анкеты, что характеризует применимость рассматриваемого метода для выявления согласованного мнения при решении масштабных задач развития общества. Также подтверждается известное из литературных источников оптимальное количество туров опроса, которое находится в промежутке от двух до четырех.

Выводы

В отличие от общепринятых методов социологических опросов метод Дельфи имеет ряд преимуществ. Заочный характер взаимодействия респондентов, анонимность их мнений, индивидуальность оценок и комментариев, итеративность экспертизы, простота статистической обработки опросных характеристик дают возмож-

ность получить объективные количественные параметры экспертной оценки. Это немаловажно для предметных областей, которые сложно описывать с помощью числовых характеристик.

Результаты опроса по методу Дельфи подтвердили, что выпускники ведущих институтов федерального университета могут быть выбраны в качестве экспертов при решении сложных междисциплинарных задач. Они способны за короткий срок разобраться в злободневной социально-экономической проблематике, не имеющей прямого отношения к профилю полученного образования. Их мнение близко к позиции признанных экспертов в обсуждаемой сфере.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Gordon T., Helmer O.** Report on a Long Range Forecasting Study. RAND Paper P-2982. RAND Corporation, Santa Monica, California, 1964.

2. Форсайт. 2007. № 1 [электронный ресурс] – Режим доступа: URL:http://ecsocman.hse.ru/ data/ 2011/ 11/11/1270180222/6-7.pdf – Дата обращения : 10.08.2013.

3. **Ахременко А.С.** Политический анализ и прогнозирование : учеб. пособие /– М.: Гардарики, 2006

4. Статистический портал StstSoft [электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.statistica.ru – Дата обращения: 11.09.2013.

5. **Harold A. Linstone, Murray Turoff, Olaf Helmer.** The Delphi Method Techniques and Applications. University of Southern California, 2002.

6. The Use of the Delphi Technique in Problems of Educational Innovations, The RAND Corporation, P - 3499, December 1966.

7. Analysis of the Future: The Delphi Method, The RAND Corporation, P - 3558, March1967.

8. **Малин А.С., Мухин В.И.** Исследование систем управления : учебник для ВУЗов. 3-е издание – М. Изд. дом – ГУ-ВШЭ, 2005.

9. **Рягин Ю.И.** Ты – аналитик : учеб. пособие . 2-е изд. – Екатеринбург : УрФУ, 2010. – 228 с.

10. **Brown, Bernice.** «Delphi Process: A Methodology Used For Elicitation of Opinions of Experts» ASTME Vectors, Vol. 3, No. 1, 1968, P. 4 - 8.

REFERENCES

1. **Gordon T., Helmer O.** Report on a Long Range Forecasting Study. RAND Paper P–2982. RAND Corporation, Santa Monica, California, 1964.

2. Forsait. 2007. № 1 [elektronnyi resurs] – Rezhim dostupa: URL:http://ecsocman.hse.ru/ data/2011/11/11/1270180222/6-7.pdf

3. **Akhremenko A.S.** Politicheskii analiz i prognozirovanie : ucheb. posobie /. – M.: Gardarki, 2006.

4. Statisticheskii portal StstSoft [elektronnyi resurs] – Rezhim dostupa: http://www.statistica.ru – Data obrashcheniiya: 11.09.2013.

5. **Harold A. Linstone, Murray Turoff, Olaf Helmer.** The Delphi Method Techniques and Applications. University of Southern California, 2002.

6. The Use of the Delphi Technique in Problems of Educational Innovations, The RAND Corporation, P - 3499, December 1966.

7. Analysis of the Future: The Delphi Method, The RAND Corporation, P - 3558, March1967.

8. **Malinin A.S., Mukhin V.I.** Issledovanie sistem upravleniiya. Uchebnik dlya VUZov. 3-e izdanie – M. Izd. dom – GU-VSHE', 2005.

9. **Ryagin Yu.I.** Ty - analytic. Ucheb. posobie . 2-e izdanie. Ekaterinburg : УрФУ, 2010. – 228 с.

10. Brown, Bernice, «Delphi Process: A Methodology Used For Elicitation of Opinions of Experts» ASTME Vectors, Vol. 3, No. 1, 1968, P. 4 - 8.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

РЯГИН Юрий Игнатьевич – доцент института естественных наук УрФУ, направление «Инноватика»; Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (УрФУ); 620000, пр. Ленина, 51, департамент «Физический факультет», Екатеринбург, Россия; e-mail: yuryagin@yahoo.com

RYAGIN Yury I. – Associate Professor of the Institute of Natural Sciences UrFU, direction «Innovations»; Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin (UrFU), 620000, 51 Lenin ave., Department of Physics, Ekaterinburg, Russia; e-mail: yuryagin@yahoo.com

ГЛУШКОВ Михаил Игоревич – бакалавр математики, студент магистратуры института математики и компьютерных наук Уральский федеральный университет, Россия; e-mail: miglushkov@gmail.com
GLUSHKOV Mikhail I. – bachelor of mathematics, master student of the Institute of mathematics and computer science UrFU, Russia; e-mail: miglushkov@gmail.com

ОСТРОУХОВА Лидия Александровна – бакалавр техники и технологии, студентка магистратуры института естественных наук Уральский федеральный университет, Россия; e-mail: Lidusya92@mail.ru
OSTROUKHOVA Lidiya A. – bachelor of engineering and technology, master student of the Institute of natural science UrFU, Russia;e-mail: Lidusya92@mail.ru

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 62-83:681.51

А.Б. Петроченков, А.В. Ромодин, Б.В. Кавалеров

К ВОПРОСУ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

A.B. Petrochenkov, A.V. Romodin, B.V. Kavalerov

REGARDING IMPLEMENTATION OF INFORMATIONAL SUPPORT SYSTEM OF THE ELECTROTECHNICAL COMPLEXES OIL-PRODUCING ENTERPRISES LIFE CYCLE MANAGEMENT

Рассмотрен опыт эксплуатации системы информационной поддержки управления жизненным циклом электротехнических комплексов нефтедобывающих предприятий (с экономической оценкой).

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС, ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ, ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ, ЦЕХ ДОБЫЧИ НЕФТИ И ГАЗА.

The experience of implementation of informational support system of the electrotechnical complexes oil-producing enterprises life cycle management have been considered (with economic estimation).

ELECTROTECHNICAL COMPLEX, LIFE CYCLE, ASSESSMENT, OIL AND GAS PRODUCTION' WORKSHOP.

Нефтедобывающая отрасль – ключевая для экономики России. С учетом того, что себестоимость добычи нефти в России весьма высока относительно большинства других нефтедобывающих стран и доля затрат на электроэнергию и обслуживание энергетического комплекса в этой себестоимости одна из самых значимых (достигает по разным оценкам от 30 до 50%), задача разработки программно-технических средств для повышения эффективности использования электротехнических комплексов (ЭТК) нефтедобывающих предприятий (НДП) является весьма важной [1].

Зарубежный опыт ведущих предприятий – производителей электротехнического и технологического оборудования для нефтяных компаний (ABB, Siemens, AREVA, Schneider Electric и др.) указывает на тесную взаимосвязь всех этапов жизненного цикла (ЖЦ) ЭТК – от проектирования и до изготовления; впоследствии от моделирования взаимодействия элементов ЭТК в энергетической системе (основные программные средства – Matlab Simulink PowerSys, National Instruments LabView) до построения систем диспетчеризации и управления эксплуатацией ЭТК (ABB SCADAvantage, Siemens WinCC, AREVA Network SCADA Exchange, Schneider Electric Vijeo Citect и др.) и экономического планирования, оценки рисков и управления проектами по эксплуатации целого нефтедобывающего предприятия (ведущее решение – Schlumberger Merak).

Становится очевидным, что задачи управления ЭТК НДП необходимо формулировать в новой постановке. Ключевым элементом при управлении эффективной эксплуатацией ЭТК НДП должна быть система информационной поддержки управления (СИПУ) ЖЦ ЭТК, которая представляет собой хранилище данных о техническом состоянии элементов электротехнических комплексов – так называемую базу данных интегрированной логистической поддержки (БД ИЛП) ЭТК (рис. 1).

При получении диагностической информа-

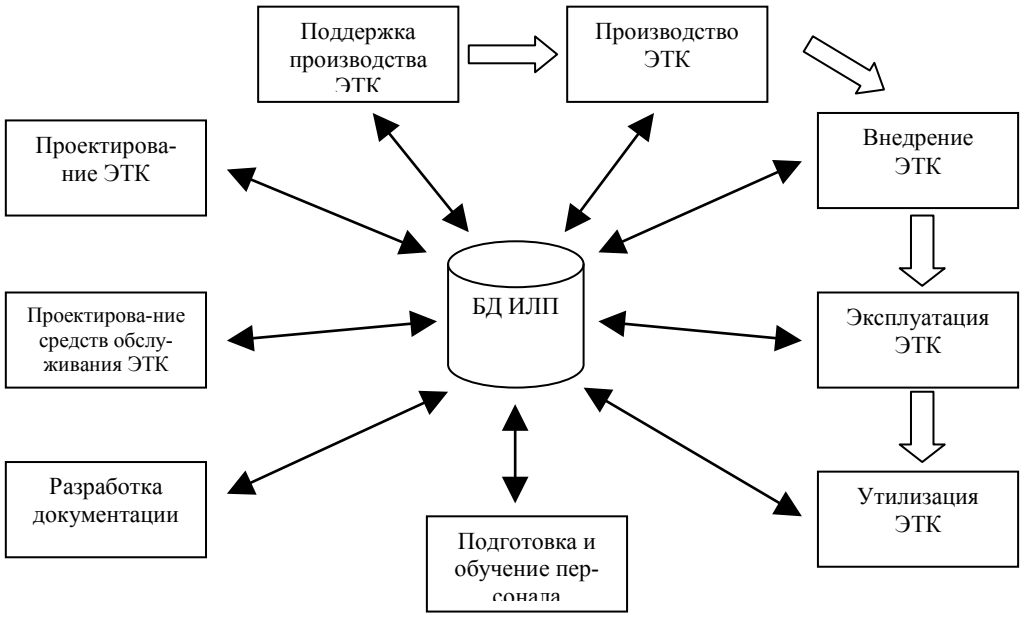


Рис. 1. Основные материальные и информационные потоки в системе ИЛП ЭТК НДП

ции о состоянии элементов ЭТК используется система комплексной диагностики: математической оценки риска, вероятностной оценки отказа и субъективной оценки состояния [2].

Математический аппарат такой системы информационной поддержки управления ЖЦ электротехнических комплексов ориентируется на решение следующего класса задач [2, 3]:

организационных, когда в качестве организационных мер по повышению эффективности тех или иных показателей ЖЦ электротехнических комплексов предполагается создание единой информационной системы о работоспособности ЭТК;

конструктивных, когда надежность эксплуатации ЭТК повышается за счет рационального выбора совокупности контрольных параметров, автоматизации контроля и индикация неисправностей и возможности оперативного анализа технического состояния электрооборудования в режиме on-line;

эксплуатационных, повышение квалификации обслуживающего персонала и обоснование объёма и сроков проведения профилактических работ.

Алгоритм работы СИПУ ЖЦ ЭТК, реализованный в программной среде Delphi [4], представлен на рис. 2.

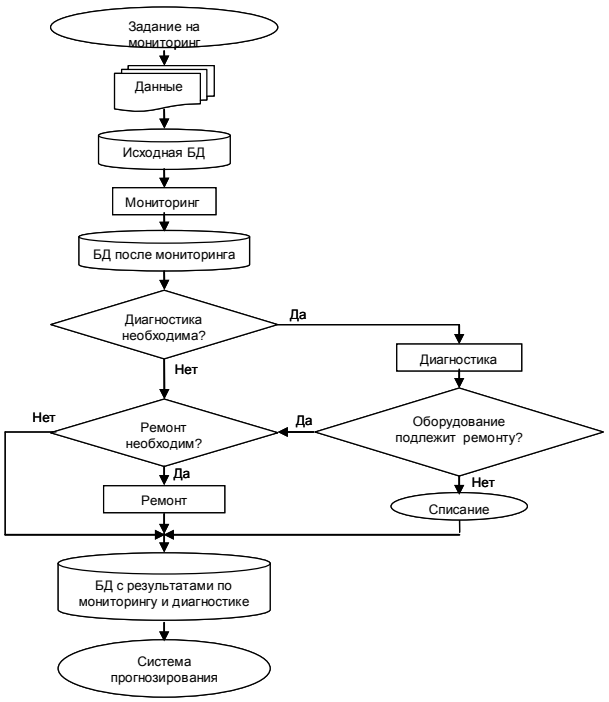


Рис. 2. Алгоритм работы системы информационной поддержки управления жизненным циклом электротехнических комплексов

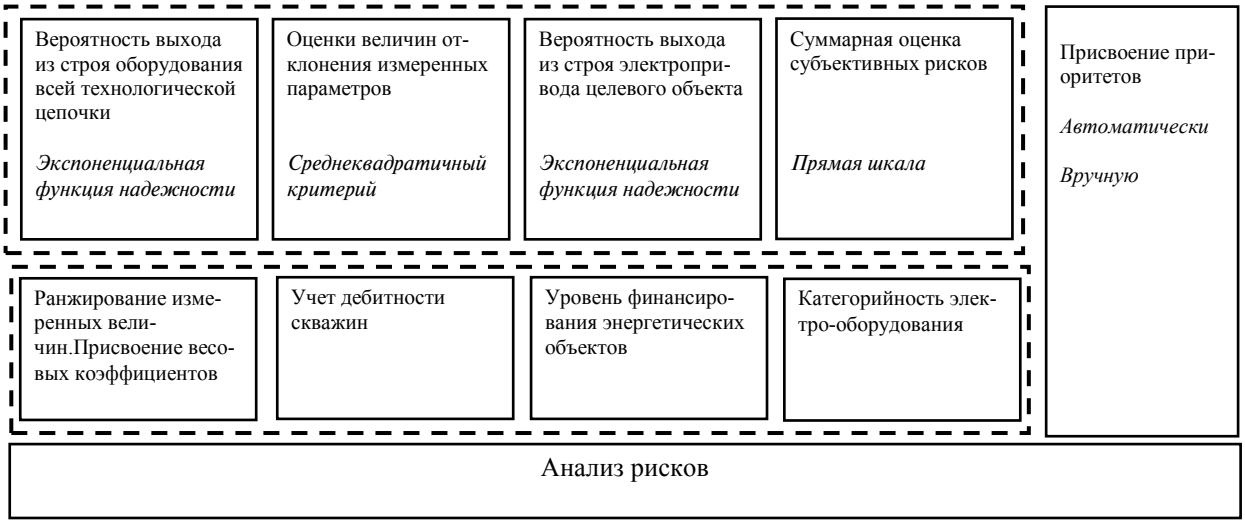


Рис. 3. Иллюстрация комплексного подхода к оценке состояния электротехнического оборудования нефтедобывающего предприятия

При управлении эффективной эксплуатацией ЭТК существует множество факторов, которые нужно учитывать. В состав факторов должны попадать те, которые выявлены в ходе эксплуатации на отраслевых предприятиях, и лишь те, которыми можно реально управлять или варьировать.

Ранжирование измеренных величин и присвоение весовых коэффициентов происходит в зависимости от уровня адекватности оценок. Для нефтедобывающих предприятий при этом учитываются такие основные факторы, как учет дебитности скважин; уровень финансирования энергетических объектов; категорийность ЭО.

В СИПУ ЖЦ ЭТК должен быть предусмотрен учет и других критериев, необходимых лицу, принимающему решение. Присвоение приоритетов может производиться как автоматически, так и вручную.

Вообще, рассматривая проблему использования информации о техническом состоянии электротехнического оборудования для принятия решений по ремонтным воздействиям, целесообразно выделить следующие уровни адекватности оценок [3, 5].

Первый уровень – идентификация технического состояния по показателям надежности, т. е. по параметру потока отказов или интенсивности восстановлений.

Второй уровень – идентификация технического состояния по вероятностным характеристикам дефектов и повреждений, выявленных в определенные моменты времени.

Третий уровень – идентификация состояния по непрерывно контролируемым технологическим параметрам, характеризующим техническое состояние элементов оборудования.

Предлагается комплексный подход к оценке технического состояния электротехнического оборудования, рисков его простоя и, соответственно, рисков недоотпуска технологической продукции (рис. 3).

Будем считать, что риск – это безразмерная величина, равная весовому среднеквадратическому отклонению значений упорядоченного набора изменяющихся во времени параметров оборудования. Анализ и оценка рисков, измерение уровня риска проводится по известной методике Туккеля И.Л. [6].

Комплексная функция надежности может быть составлена, например, из следующих компонент (исходя из соответствующего уровня информации) [7]:

Вероятностная оценка отказов (применяется в основном для линий электропередачи (ЛЭП) в силу специфики протяженности и территориальной распределенности объекта):

$$F(x) = P(l < x), \qquad (1)$$

где l – текущее значение эксплуатационной характеристики ЛЭП (безразмерная величина, учитывающая прочность проводов, временной фактор, эксплуатационные условия и т. д.).

Значение для l выбирается из следующего условия:

$$l = min\{l_1, l_2, ..., l_n\}, \qquad (2)$$

где n – количество звеньев, из которых состоит линия.

При выборе экспоненциального закона вероятности:

$$F(x) = \begin{cases} 1 - e^{-\alpha n(x-l)} \\ 0, x \le l \end{cases}, \qquad (3)$$

где α – параметр настройки, равный значению функции отклика той линии, эксплуатационная характеристика которой минимальна.

Экспертная оценка состояния оборудования (применяется для электродвигателей). Каждому параметру эксперт на основании интуиции и опыта ставит оценку от нуля до единицы и его вес. Таким образом, для n параметров получаем оценки $w_1 ... w_n$ и заданные веса v_i для параметров. Общая оценка состояния вычисляется по формуле

$$S_v = \sum_{i=1}^{n} v_i \cdot (1 - w_i), \qquad (4)$$

На основании известного подхода проведения дробного факторного эксперимента для различных видов оборудования формируются функции отклика вида [8]:

$$\begin{aligned} Y &= b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3 \\ &+ b_4 \cdot x_4 + b_5 \cdot x_5 + b_6 \cdot x_6 + ... \\ &= b_0 + \sum_{i=1}^{m} b_i \cdot x_i \end{aligned}, \qquad (5)$$

где коэффициенты регрессии для матрицы планирования находятся по следующим формулам:

$$\begin{aligned} b_j &= \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{n} x_j y_k; \\ b_{ij} &= \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{n} x_i x_j y_k; \\ b_{ijs} &= \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{n} x_i x_j x_s y_k \end{aligned} \qquad (6)$$

Дробный факторный эксперимент даёт возможность численно оценить степень влияния каждого фактора x на исследуемый выходной параметр y. Каждой цели O_i присваивается вес v_i. Для каждого варианта или стратегии решений S_k необходимо дать оценку его эффективности по отношению к каждой цели. Оценка e_{ki} должна отражать степень достижения цели O_i при осуществлении варианта k и даётся в интервале от нуля до единицы.

Оценка общей эффективности вычисляется по формуле

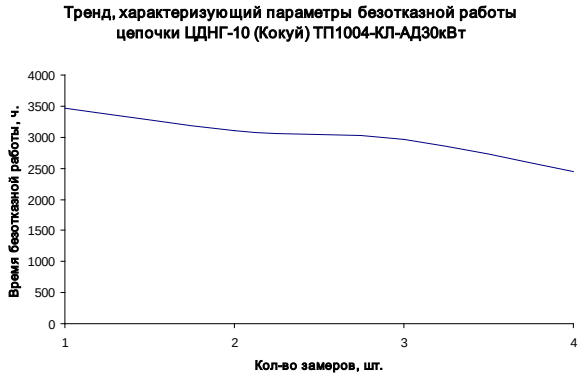
$$B_k = \sum_{i=1}^{n} e_{ki} \cdot v_i \qquad (7)$$

В качестве оптимального варианта принимается тот, у которого оценка общей эффективности максимальна.

Система позволяет настраивать отчетные формы в удобном для пользователя виде, а также экспортировать их в любые офисные приложения для работы с документами. Примеры экранных форм приведены на рис. 4.

Система также позволяет формировать зависимость уровня технического состояния от уровня финансирования с прогнозированием возникающих рисков недобора нефти, например, как это показано в табл. 1.

В рамках проекта по внедрению системы информационной поддержки управления жизненным циклом электротехнических комплексов на предприятии ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь» в 2003-2006 годах проводилось сравнение затрат на поддержание заданного технического состояния 643 штук комплектных трансформаторных подстанций 6/0,4 кВ цеха добычи нефти и газа ЦДНГ-10 по существующей системе планово-предупредительного ремонта (ППР) и апробируемой системы обеспечения по техническому состоянию (СОТС).



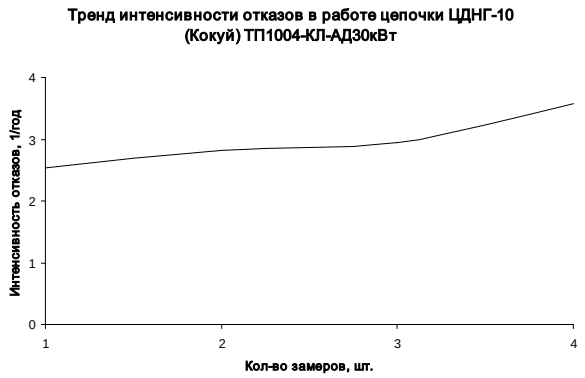


Рис. 4. Примеры экранных форм системы информационной поддержки управления жизненным циклом электротехнического оборудования

За основу сравнения взяты затраты по системе ППР за один цикл в четыре года и такой же четырёхлетний цикл по СОТС.

По системе ППР за четыре года проводится семь видов технического обслуживания и один вид технического ремонта на одной комплектной трансформаторной подстанции.

По системе СОТС в первый год обслуживания проводится два мероприятия по мониторингу и оценке технического состояния и далее по одному мероприятию каждый год – итого пять раз за четыре года.

Общие затраты на проведение работ по системе ППР за четыре года (2003 – 2006) составили 18 899 686 руб.

Общие затраты на проведение мероприятий по мониторингу и оценке технического состояния за четыре года составили 8 827 586 руб.

Статистический анализ показал, что по результатам мероприятий по мониторингу и оценке технического состояния в среднем проводится техническое обслуживание 10 % от общего количества комплектных трансформаторных подстанций и технический ремонт 10 % от общего количества подстанций. Затраты на устранение дефектов по результатам мероприятий по мониторингу и оценке технического состояния за четыре года составили 7 021 136 руб.

Таблица 1

Риски простоя технологической цепочки

Месторождение	Цепочка нефтепромысла	Номер скважины	Вероятность времени простоя, ч	Дебит скважины, т/сут
Чураки	Трансформатор №1 пс «Чураки» 35/6 – Фидер №19 – ТП–1901 – АД	112	12	3,2
	Трансформатор №1 пс «Чураки» 35/6 – Фидер №19 – ТП–1904 – АД	64	17	4,8
	Трансформатор №1 пс «Чураки» 35/6 – Фидер №19 – ТП–1906 – АД	10	12	39
	Трансформатор №1 пс «Чураки» 35/6 – Фидер №19 – ТП–1906 – АД	30	20	11,3
	Трансформатор №1 пс «Чураки» 35/6 – Фидер №19 – ТП–1910 – АД	76	16	52

Суммарные затраты на проведение работ по СОТС за четыре года составили 15 848 722 руб., что на 3 050 964 руб. меньше, чем затраты на проведение работ по системе ППР.

В результате сравнения затрат при разных системах обслуживания СОТС на 16 % дешевле системы ППР.

Следует отметить, что при этом не учитывались такие существенные факторы, как:

сокращение времени простоев технологического оборудования по СОТС по сравнению с системой ППР;

сокращение числа отказов и аварий, вызванных снижением технического состояния электротехнического оборудования в связи с особенностями системы ППР.

Также необходимо учитывать то, что при проведении мероприятий по мониторингу не

требуется отключать электрооборудование, соответственно, нет «потерь» нефти.

При проведении мероприятий по мониторингу и оценке технического состояния выявляются «скрытые» дефекты электроустановок, которые при проведении работ по графику ППР не выявить [9]. Устранение этих дефектов с минимальными затратами предотвращает возможные аварии и тем самым исключает непредвиденные затраты и простои.

Экономический эффект достигается в том числе и за счет снижения «стоимости» простоя электротехнического и технологического оборудования. Например, в работах В.Д. Шлимовича [10] отмечается, что за счет анализа аварийных ситуаций «стоимость» простоя для предприятий нефтегазовой отрасли снижается, как минимум, в 2,2 раза. Математическое ожидание условных удельных ущербов от перерывов электроснабжения представлено в табл. 2 (в ценах 1984).

Зарубежный опыт оценки эксплуатации ЭТК также ориентирован на учет фактических или ожидаемых убытков. Например, удельные ущербы крупных промышленных потребителей в США приведены в табл. 3.

Указанные значения удельных ущербов являются достаточно серьезными, учитывая, например, что суммарная мощность электроприводов насосов системы подготовки и перекачки нефти цеха добычи нефти и газа составляет около 3000 кВт, установленная мощность электродвигателей насосов системы поддержания пластового давления составляет около 4000 кВт.

Так, по грубой «прикидочной» оценке час простоя всей технологической цепочки системы поддержания пластового давления одного цеха добычи нефти и газа из-за ненадежной работы электротехнического комплекса «обойдется» предприятию в 4000 (кВт-ч) х 2,31(долл./кВт-ч) = 9 240 долл. Простой всей цепочки, конечно, маловероятен, но, тем не менее, цифры весьма показательны.

В результате проведенных исследований [7] сформированы приближающие функции для основного электротехнического оборудования НДП (для уровня надёжности $x = 0,9$ в качестве прогнозирующих функций для электродвигателей переменного тока выбрана логарифмическая функция, для трансформаторных подстанций – линейная функция, для линий электропередачи – гиперболическая функция).

Таблица 2

Математическое ожидание условных удельных ущербов от перерывов электроснабжения в нефегазовой отрасли, руб. / (кВт-ч)

Отрасли промышленности и производства	Виды ограничений потребителей			
	внезапные с длительностью		с предупреждением	
	до 3 ч	свыше 3 ч	в течение суток	за сутки и более
Добыча нефти	3,04	1,45	0,645	0,293
Переработка нефти	25,70	8,84	1,940	0,510

Таблица 3

Удельные ущербы крупных промышленных потребителей, долл. / (кВт-ч)

Наименование ущерба	Стоимость ущерба
Увеличение стоимости производства	1,76 (0,42)
Снижение объема сбыта	0,05 (0,03)
Суммарный удельный ущерб	2,31 (0,58)

В заключение необходимо также отметить качественный эффект внедрения системы информационной поддержки управления жизненным циклом электротехнических комплексов НДП, который заключается в следующем:

создана локальная самоконтролируемая и самовосстанавливающаяся энергетическая система;

снижены потери электроэнергии;

снижены риски принятия неправильных решений;

снижены затрати на обслуживание и оптимизацию численности технического персонала;

снижены воздействия на окружающую среду;

более качественно осуществляется подготовка и переподготовка персонала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Petrochenkov A.B.** Regarding Life-Cycle Management of Electrotechnical Complexes in Oil Production. Russian Electrical Engineering, 2012, vol. 83, No.11., P. 621-627, available at: http://link. springer.com/ content /pdf/ 10.3103% 2FS10683712121100 .

2. **Petrochenkov A.B., Romodin A.V.** Energy - optimizer complex. Russian Electrical Engineering, 2010, vol. 81, no. 6, P. 323-327, available at: http://link.springer.com/ content/pdf/ 10.3103% 2FS10 6837121006009X

3. **Петроченков А.Б.** Управление электротехническими комплексами на основных этапах жизненного цикла [Текст] / А.Б. Петроченков // Научно – технические ведомости СПбГПУ. – 2011. – № 3 (121). – с.219 - 224.

4. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2007611452 РФ. Программа «Система информационной поддержки управления жизненным циклом электротехнического оборудования ООО «ЛУКОЙЛ - ПЕРМЬ» // Гладков В.К., Чекменев В.А., Зубарев С.Ю., Петроченков А.Б., Ромодин А. В., Будзило Р.В. / Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ. – Заяв. 12.02.2007; № 2007610466; Опубл. 06.04.2007. РОСПАТЕНТ.

5. **Петроченков А.Б.** Задачи анализа при расчете надежности и планировании электрических режимов систем электроснабжения [Текст] / А.Б. Петроченков // Информационные управляющие системы: Сб. научн. тр. / Перм. гос. техн. ун - т. – Пермь, 2003. с. 278 - 285.

6. **Туккель И.Л.** Управление инновационными проектами [Учебник] / И.Л. Туккель, А.В. Сурина, Н.Б. Культин / Под ред. И.Л. Туккеля. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011.

7. **Петроченков А.Б.** О подходах к оценке технического состояния электротехнических комплексов и систем [Текст] / А.Б. Петроченков // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2012. – № 12. – с.16-21.

8. **Бочкарев С.В.** Интегрированная логистическая поддержка эксплуатации электротехнических изделий [Учеб. пособие] / С.В. Бочкарев, А.Б. Петроченков, А.В. Ромодин. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2009. – 398 с.

9. **Хакимьянов М.И.** Сравнительный анализ возможностей отечественных и импортных систем автоматизации скважин, эксплуатируемых ШГН [Текст] / М.И. Хакимьянов, С.В. Светлакова, Б.В. Гузеев, Я.Ю. Соловьев, И.В. Музалев // Электронный журнал «Нефтегазовое дело», 2008. http://www.ogbus.ru /authors /Hakimyanov/Hakimyanov_4.pdf. 22 с.

10. **Шлимович В.Д.** Надежность электроэнергетических систем [Текст] / В.Д. Шлимович // Итоги науки и техники. Сер. Энергетические системы и их автоматизация. М.: ВИНИТИ, 1984. Т. 2.

REFERENCES

1. **Petrochenkov A.B.** Regarding Life-Cycle Management of Electrotechnical Complexes in Oil Production. Russian Electrical Engineering, 2012, vol. 83, No.11., P. 621-627, available at: http://link.springer.com/ content/pdf/ 10.3103% 2FS10683712121100

2. **Petrochenkov A.B., Romodin A.V.** Energy - optimizer complex. Russian Electrical Engineering, 2010, Vol. 81, № 6, P. 323-327, available at: http://link. springer.com/ content/pdf/ 10.3103% 2FS10 6837121006009X.

3. **Petrochenkov A.B.** Management of electrotechnical complexes at the basic stages of life cycle St. Petersburg State Polytechnical University Journal, 2011, no. 3(121), P. 219 - 224.

4. **Gladkov V.K., Chekmenev V.A., Zubarev S.Yu., Petrochenkov A.B., Romodin A.V., Budzilo R.V.** Program «Sistema informatsionnoyi podderzhki upravleniya zhiznennym tsiklom elektrotekhnicheskogo oborudovaniya OOO «LUKOIL - Perm». Patent RF № 2007611452, 2007, Rospatent.

5. **Petrochenkov A.B.** Zadachi analiza pri raschete nadezhnosti i planirovanii elektricheskikh rezhimov sistem elektrosnabzheniia [Analysis problem in the calculation of reliability and planning of electric modes of power supply systems]. Informatsionnye upravliaiushchie system: sbornik nauchnykh trudov [Information management systems: collection of scientific works]. Perm, PSTU Publ., 2003, P. 278-285.

6. **Tukkel I.L., Surina A.V., Kultin N.B.** Upravleniye innovatsionnymi proektami. St.-Petersburg, BHV, 2011.

7. **Petrochenkov A.B.** On approaches to assess the technical state of electrical engineering complexes and systems. Izvestiia vysshikh uchebnykh zavedenii. Mashinostroenie, 2012, vol. 12, P.16-21.

8. **Bochkarev S.V., Petrochenkov A.B., Romodin A.V.** Integrirovannaya logisticheskaya podderzhka ekspluatatsii elektrotekhnicheskikh izdelii. Perm, PSTU Publ., 2009, p.398.

9. **Khakim'yanov M.I., Svetlakova S.V., Guzeev B.V., Soloviev Ya.Yu., Muzalev I.V.** Sravnitel'nyi analiz vozmozhnostei otechestvennykh i

importnykh system avtomatizatsii skvazhin, ekspluatiruemykh SHGN. «Neftegazovoye delo» On - line journal, 2008, http://www.ogbus.ru/ authors/ Hakimyanov/ Hakimyanov_4.pdf. p.22.

10. **Shlimovich V.D.** Nadezhnost elektroenergeticheskikh system. Itogi nauki I tekhniki. Energeticheskiye sistemy i ikh avtomatizatsiya. Moscow, VINITI, 1984, vol.2.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

ПЕТРОЧЕНКОВ Антон Борисович – заведующий кафедрой микропроцессорных средств автоматизации, кандидат технических наук, доцент; Пермский национальный исследовательский политехнический университет; 614990, Комсомольский пр., 29, Пермь, Россия; e-mail: pab@msa.pstu.ac.ru
PETROCHENKOV Anton B. – Perm National Research Polytechnic University; 614990, Komsomolskii pr., 29, Perm, Russia; e-mail: pab@msa.pstu.ac.ru

РОМОДИН Александр Вячеславович – доцент кафедры микропроцессорных средств автоматизации, кандидат технических наук; Пермский национальный исследовательский политехнический университет; 614990, Комсомольский пр., 29, Пермь, Россия; e-mail: romodin@msa.pstu.ac.ru
ROMODIN Aleksander V. – Perm National Research Polytechnic University; 614990, Komsomolskii pr., 29, Perm, Russia; e-mail: romodin@msa.pstu.ac.ru

КАВАЛЕРОВ Борис Владимирович – заведующий кафедрой электротехники и электромеханики, доктор технических наук, доцент; Пермский национальный исследовательский политехнический университет; 614990, Комсомольский пр., 29, Пермь, Россия; e-mail: kbv@pstu.ru
KAVALEROV Boris V. – Perm National Research Polytechnic University; 614990, Komsomolskii pr., 29, Perm, Russia; e-mail: kbv@pstu.ru

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 336.714

О.В. Григорьева, Р.В. Малицкий, В.Н. Тисенко

ВОЗМОЖНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ БИЗНЕСА ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА: СПОСОБЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

O.V. Grigorieva, R.V. Malitskiy, V.N.Tisenko

OPPORTUNITIES FORIMPROVEMENT OF BUSSINESS OF OIL AND GAS COMPANIES: METHODS AND TOOLS

В статье рассмотрен новый способ моделирования работы компании, который полностью отражает представления лица, принимающего решение, и при разработке соответствующего программного обеспечения дает возможность повысить объективность и скорость принятия решений по улучшению бизнеса компании. Показано, что предложенные новые принципы моделирования могут быть практически использованы как в компаниях нефтегазовой отрасли, так и в других компаниях. Обозначены иные перспективные направления организационных и технологических улучшений развития различных предприятий.

МОДЕЛИРОВАНИЕ, НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА, УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ, УЛУЧШЕНИЕ БИЗНЕСА, НЕФТЕГАЗОВЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ.

This article describes a new method of modeling of the company, which fully reflects the views of the decision-maker and the development of appropriate software makes it possible to increase the objectivity and speed of decision-making to improve the company's business. It is shown that the proposed new modeling principles can be practically used in oil and gas companies, and other companies.

MODELING, FUZZY LOGIC, MANAGEMENT SOLUTIONS, IMPROVEMENT OF THE BUSINESS, OIL AND GAS COMPANIES.

Любые предприятия постоянно нуждаются в улучшениях всех процессов. Основным мотивом при этом является необходимость создания конкурентного преимущества. И хотя задача совершенствования бизнеса особенно актуальна для малых и средних компаний, которые, как правило, в условиях развитого рынка (где предложения превышают спрос), постоянно конкурируют друг с другом, часто терпя крах и прекращая свое существование на рынке, но и крупный бизнес кровно заинтересован в снижении, как минимум, себестоимости своей продукции, привлечении новых потребителей своей продукции. Таким образом, крупные компании даже при слабой конкуренции могут в первую очередь отследить свои интересы, увеличивая прибыль.

Предприятия нефтегазового комплекса в силу своей исключительной значимости для российской экономики должны являться объектами особого внимания при решении проблем улучшения их бизнеса. Анализ вопросов, волнующих такие предприятия, показывает, что основное внимание они уделяют «технологическим» проблемам, т.е. вопросам совершенствования своих производственных процессов (применение новых технологий и оборудования нефте- и газодобычи, перекачки энергоресурсов и т.д.). Например, в одной из последних конференций «Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России» (IX Всероссийская научно-техническая конференция, 2012) в докладах рассматривался «...широкий круг вопросов, касающихся: геологии, геофизики и мониторинга месторождений нефти и газа; разработки и эксплуатации месторождений природных углеводородов; проектирования, сооружения и эксплуатации систем трубопроводного транспорта углеводородов и нефтегазопродуктообеспечения; вопросов техноло-

гии переработки нефти и газа, нефтехимии и химмотологии топлив и смазочных материалов» [1]. Характерным примером «технологических» улучшений можно считать усилия многих групп специалистов по разработке инновационных направлений совершенствования методов и аппаратуры неразрушающего контроля состояния труб и других элементов буровых установок, перекачивающих станций и т.д. Это необходимо делать, в том числе и с учетом повышенных экологических рисков «технологических» процессов перекачки нефти и газа, например, по морским трубопроводам.

В последние годы российскими учеными разработаны новые принципы и приборы ультразвуковой диагностики, позволяющие не просто улучшить характеристики существующих методов с помощью пьезопреобразователей, но и решать задачи бесконтактного контроля при наличии окрашенных и незачищенных поверхностей контролируемых деталей [2]. Проф. Чабанов В.Е. в СПбГПУ разработал теорию ультразвукового контроля с использованием электромагнитных акустических преобразователей, которые помимо указанных выше достоинств обладают способностью выявлять дефекты на расстояниях до десятков метров от места установки преобразователя.

Однако вопросы улучшения и совершенствования бизнеса компаний отрасли не находятся на первом плане, хотя при изменении конкурентной ситуации на мировых рынках углеводородных ресурсов (рентабельное освоение месторождений сланцевого газа, развитие альтернативных источников энергии) они неминуемо будут выходить на первый план. В связи с этим в рамках настоящей статьи предлагаются новые методы и достаточно простые инструменты совершенствования бизнеса, ориентированные на упрощение процесса принятия управленческих решений.

Процесс улучшения бизнеса является делом чрезвычайно сложным, требующим знаний и умений применять последние достижения в менеджменте, использовать современные, надежные и простые инструментальные средства. При этом руководитель любого бизнеса (далее – лица, принимающие решения – ЛПР) предъявляют противоречивые требования к методам и инструментам улучшений. С одной стороны, желательно, чтобы все управленческие решения принимались на основе анализа и учета как можно большего числа факторов, определяющих устойчивое существование компании на рынке. С другой стороны, необходимо принимать управленческие решения, доверяя тем инструментам, которые могут быть использованы при анализе возможных вариантов. Как правило, ЛПР достаточно настороженно относятся к сложным, часто излишне формализованным методам, где с трудом видны причинно-следственные связи между возможными результатами реализации управленческих решений и факторами, определяющими успех или неуспех решения. В тоже время специалисты по менеджменту пока не могут предложить ЛПР простые, надежные инструменты принятия управленческих решений. Следствием этого является то, что руководители бизнеса часто принимают решения, исходя из собственного опыта, своего понимания процессов в компании. И если управленцы, как говорится «от Бога», по большей части принимают правильные решения, редко совершая ошибки, то управленцы среднего уровня не могут похвастаться большими успехами.

Наиболее совершенным подходом к анализу сложных систем является разработанная проф. Качановой Т.Л. и проф. Фоминым Б.Ф. инновационная технология системных реконструкций, которая построена на основе новой посткибернетической парадигмы системологии [3, 4], Они решают проблемы познания, научного понимания и рационального объяснения феномена сложности открытых систем. Технология весьма эффективна при анализе сложных систем (а что может быть сложнее жизни производственной компании?) тогда, когда есть большое число данных об этой жизни. Технологии вполне по силам «переварить» сотни показателей с сотнями их значений и раскрыть внутренние механизмы, определяющие жизнь открытой системы. Существенным препятствием при использовании этой технологии является то, что ЛПР предлагается строгая модель, полученная практически без его участия только на основе анализа данных о жизни организации. Конечно, ЛПР прежде, чем использовать, должен понять (интерпретировать) предложенную модель. Ниже предлагается иной способ

построения модели для ЛПР, основанный на представлении именно ЛПР о причинно-следственных связях в организации, что, по мнению авторов статьи, может существенно устранить отмеченное выше препятствие.

При этом следует иметь в виду, что в условиях жесткой конкуренции на рынках возрастает актуальность поиска не просто хорошего управленческого решения, но оптимального (хотя бы – квазиоптимального) варианта управленческого решения. Отсюда возникает задача создания и использования простых и надежных средств поддержки управленческих решений по улучшениям в компаниях, пригодных для использования широким кругом ЛПР и использующих в максимальной степени опыт и знания высококвалифицированных управленцев. Такие средства также целесообразно иметь на вооружении специалистам консалтинговых компаний, оказывающих услуги по совершенствованию работы бизнеса.

Еще раз обратим внимание на то, что необходимым условием для интенсификации работ по улучшению бизнесалюбой компании является понимание ЛПР того факта, что без таких улучшений компания может не выдержать конкуренции на рынке. Иными словами, работа над улучшениями бизнеса - мера по большой части вынужденная. Степень конкуренции определяет, таким образом, и степень интенсификации работ по улучшениям. При этом естественно, что любая работа требует привлечения ресурсов компании (финансовых, временных, кадровых и т.д.), которые всегда ограничены. Поэтому ЛПР приходится принимать оптимальные решения в условиях ограниченных ресурсов, что делает задачу весьма сложной и неоднозначной.

Авторы рассматривают возможные пути улучшения бизнеса любых компаний и предлагают инновационный инструмент для принятия оптимальных управленческих решений в условиях неопределенностей с учетом конкретной ситуации на рынке и в компании. Специфика компаний нефтегазовой отрасли учитывается при построении конкретных моделей предприятий (компоненты создаваемых моделей, показатели, характеризующие «жизнь» предприятия, и т.д.).

Опыт работы многих компаний из различных областей деятельности показывает, что по мере повышения конкуренции на рынке они проходят две стадии. Первая стадия, когда конкуренция не столь велика и нет большой опасности оказаться позади конкурентов и, следовательно, потерять место на рынке, компании для улучшения своего бизнеса прибегают к использованию достаточно простых, относительно малозатратных и не очень рискованных, но при этом, как правило, малоэффективных методов. Эти методы хорошо разработаны наукой о менеджменте качества, многократно апробированы на практике и самыми разнообразными способами позволяют рассчитывать на повышение степени удовлетворенности всех сторон, заинтересованных в повышении качества работы компании [5]. Такими сторонами являются, прежде всего, клиенты компании, в нашем случае - покупатели углеводородного топлива, (они заинтересованы в повышении качества продукции компании), владельцы и нанятые работники компании (имеют разные интересы в отношении затрат усилий, времени и получаемых ими выгод), поставщики компании (заинтересованы в сохранении и укреплении связей с обслуживаемой компанией) и общество (заинтересовано в сохранении рабочих мест, увеличении налоговых поступлений в экономику, обеспечении экологических требований к работе компании) [3]. Необходимость учета требований всех заинтересованных сторон, находящихся в противоречии друг к другу, еще больше усложняет задачу ЛПР. Тем не менее, специалистами по менеджменту качества разработаны простые методы улучшения, начиная от инструментов «бережливого производства» [6], которые позволяют рассчитывать при корректном их использовании на устранение «дефектов» в работе компании, до технологий решения сложных проблем, например, используемых ведущими автомобилестроительными компаниями США в рамках стандарта G8D. Применение способов и инструментов этого направления позволяет «плавно» наращивать конкурентное преимущество компании, но не позволяет рассчитывать на скачкообразное улучшение. Малые приращения конкурентного преимущества объясняются тем, что используемые в этом случае

принципы, подходы и инструменты хорошо известны всем конкурентам, освоить их не составляет большого труда. Вопрос лишь в том, кто быстрее и лучше их применит. Работа любой компании тем более «качественна», чем больше работников компании вовлечено в процесс улучшений. Авторам хорошо запомнились слова топ-менеджера большой американской компании, расположенной в РФ, который сказал: «Если ты найдешь в нашей компании работника, который не вносит свой вклад в повышение качества работы компании, я тут же его уволю». Процесс таких улучшений в компании всегда эффективен и не содержит больших рисков (если он осуществляется в соответствии с разработанной теорией), всегда непрерывен (так как конкуренты также «не спят») и бесконечен (так как то, что казалось идеальным сегодня, завтра может быть улучшено).

Если же компания ощущает необходимость создать «отрыв» от конкурентов, создать такое конкурентное преимущество, позволяющее ощутить себя на время монополистом на рынке, и находит такую возможность, то она прибегает к инновациям как к средству, позволяющему удовлетворить потребности заинтересованных сторон путем применения новых научных достижений, например, выведя на рынок новый продукт или применив перспективную технологию производства продукта и т.д. Отметим, что опора при этом именно на научное достижение необходима потому, что только при этом будет использована исследованная, понятная и доказанная идея, открытие, машина и т.д., что позволяет рассчитывать на «надежность» инновации, т.е. на то, что прогнозируемое приращение конкурентного преимущества будет достигнуто. Именно этим обстоятельством объясняется то, что далеко не всегда успешно заканчиваются инновационные проекты улучшения бизнеса, в основу которых закладываются изобретения без прохождения важной стадии научного изучения и познания сути нового достижения.

То, что в результате такого улучшения в работе компании последняя становится на время монополистом на рынке, позволяет ей диктовать свои условия своим клиентам со всеми вытекающими из этого последствиями (расширение рынков сбыта, увеличение прибылей и т.д.). Конечно, конкуренты при этом не будут стоять на месте и будут стремиться ликвидировать свое отставание за счет реализации своих инновационных проектов, поэтому такая монополия - временна. Использование новых научных достижений для целей улучшения бизнеса всегда в сравнении с первым способом более затратна, более рискованна, но и более эффективна.

На рис.1 представлена картинка качественно отличающихся возможных сценариев жизни компании, от упадка (линия 1) и до инновационного сценария развития (линия 4).

Каждая компания может выбрать свой сценарий развития (линии 3 и 4) в зависимости от ситуации, сложившейся в данной рыночной нише, степени освоения технологий и инструментов улучшений. В противном случае ее ждет либо сценарий «стагнация» (линия 2), либо в худшем случае она прекращает свое существование (линия 1).

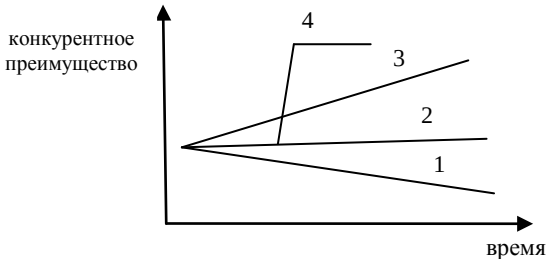


Рис. 1. Возможные сценарии жизни компании:
1 - упадок; 2 - стагнация;3 - развитие на основе менеджмента качества; 4 - развитие на основе инноваций

Для овладения искусством улучшений бизнеса часто ЛПР необходимо иметь достаточные знания в области менеджмента и умения применять их на практике. При этом целесообразно сотрудничать с компаниями, специализирующимися на консалтинговых услугах. В настоящее время на российском рынке появляются компании, которые берутся за комплексное решение проблем предприятий и организаций, в ходе которого на первом этапе проводится аудит и анализ компании-заказчика, на последующем – выработка предложений по улучшению её бизнеса [7]. Возможны предложения как по развитию систем менеджмента качества у заказчика (развитие по сценарию 3), так и по инновационному разви-

тию (сценарий 4) в зависимости от рыночной ситуации и приоритетов заказчика.

При анализе ситуации в компании-заказчике и выработке оптимального управленческого решения не обойтись без применения современных средств моделирования исследуемого объекта. На модели предприятия можно проверить варианты управленческих решений, что позволяет избежать возможных ошибок при реализации решения. Выше уже отмечалось, что создание модели предприятия – дело весьма непростое и, как правило, сопряжено с попытками применения весьма громоздких и непростых для понимания математических аппаратов.

Например, в достаточно объемной монографии [8] предлагаются ряд приемов и механизмов, обеспечивающих решение задачи управления компании, - механизмы стимулирования, планирования, организации и контроля. Каждый из этих механизмов рассматривается в отдельности с использованием элементов теории игр, эвристических алгоритмов, теории графов, нечетких множеств и др. Попытки построения «четкой» модели компании с описанием всех составных частей компании и всех возможных связей между ними делает модель (помимо громоздкости и сложности) мало понятной для ЛПР, что приходит в противоречие с его пониманием компании. Естественно, что в такой ситуации ЛПР может рискнуть принять к исполнению результаты моделирования только при абсолютном доверии к модели. В противном случае ЛПР скорее всего воздержится от такого управления своим бизнесом.

Сейчас получили развитие нечеткие методы управления, основоположником которых является профессор Л. Заде [9]. Заде поставил задачу найти такой математический аппарат, который отвечал бы следующему принципу: если люди могут принимать решения и действовать с высокой точностью в условиях, когда они не владеют точной информацией, и она не может быть выражена численно, тогда возможно для управления в машину заложить тот же принцип, т.е. условиях нечёткой информации обеспечить получение точного результата. В логике Заде используются лингвистические переменные, представляющие любой показатель, который характеризует работу компании, количественно. Выбранные лингвистические переменные используются в качестве посылок и заключений в продукционных правилах, являющихся одним из основных методов представления знаний в системах поддержки принятия решений. Все входные и выходные переменные ассоциируются с нечёткими множествами. Эти множества связываются друг с другом через правила вида «если x и y, тогда z»(«если x или y, тогда z»).

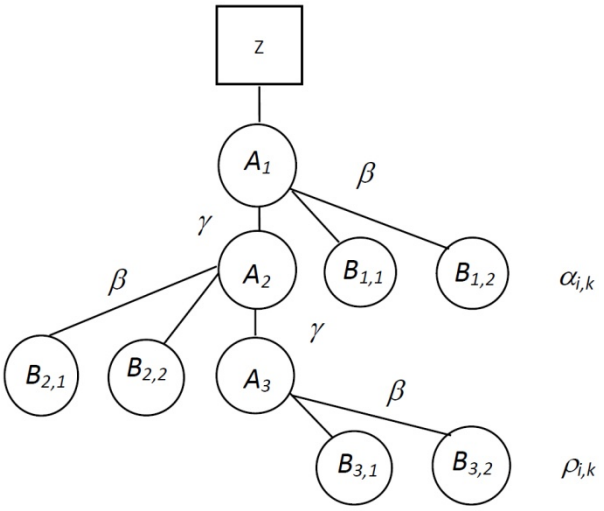


Рис. 2. Типовой пример моделирования с использованием тесных и слабых связей

Правила устанавливают условные связи между входными и выходными переменными объекта, образуют базу, основывающуюся на собранных знаниях об объекте, и определяют необходимую стратегию управления.

Таким образом, нечёткая логика использует описание объекта в терминах естественного языка. Нечёткие множества конструируются путем комбинирования значений переменной, субъективно выраженной через лингвистические термины, и функции принадлежности. Описанный выше способ рассуждений позволяет исследователю легко оперировать неточными, размытыми количественными понятиями - такими, например, как «большинство», «много», «мало», «почти ноль» и т.д., которые обычно использует ЛПР, размышляя о ситуациях в своей компании. Главное преимущество нечеткой логики заключается в ее простоте и в

том обстоятельстве, что при использовании классической логики «точность обходится дорого». Однако нечеткая логика Заде нашла основное применение в задачах автоматического управления техническими объектами (первые примеры - управление цементными печами, поездами метро), случаи ее применения для анализа и управления организациями не известны. К тому же у логики Заде есть большой недостаток, связанный с отсутствием у нее свойств булевости.

Развитием логики Заде является нечеткая логика противоположностей, созданная к.ф-м.н. Голотой Я.Я. и которая представляется удобным средством моделирования работы бизнеса [10]. Логика Заде фактически является частным случаем логики Голоты, которая обладает свойством булевости, что позволяет последнюю считать более адекватной описываемым объектам (в нашем случае - работающей компании).

Математический аппарат логики противоположностей предполагает построение моделей различных процессов и объектов на основе понимания, прежде всего, причинно-следственных связей между различными показателями, характеризующими либо объекты, либо процессы. При этом ЛПР может использовать еще более естественный язык для описания своей компании (в терминах «способ дефектоскопии трубопровода лучше», «прибыль от продажи газа больше», «процесс бурения скважины проще» и т.д.), а связи между отдельными компонентами компании определяются как «слабые» или «тесные». Этим двум видам связей ставятся в соответствие следующие выражения, принятые в аксиоматике логики противоположностей:

при «тесной» связи

$$\gamma - H[C]=-log2[1-(1-2-H[A])(1-2-H[B])];$$

при «слабой» связи

$$\beta - H[C] = H[A] + H[B].$$

В этих выражениях H[C], H[A], H[B] - оценки объектов C, A и B соответственно. Оценкам поставлены в соответствие числа, отражающие степень отношения ЛПР к объектам. Эти числа могут быть «измерены» (т.е. взяты из отчетов, планов и т.д.), либо назначены ЛПР согласно его представлениям. Оценкам могут быть приданы также весовые коэффициенты, отражающие важность каждого объекта для работы компании. Простота используемого при таком моделировании подхода позволяет рассматривать анализируемую систему как открытую со всеми связями с иными системами, что соответствует современным принципам менеджмента (учет потребностей всех заинтересованных сторон).

Моделирование рекомендуется начинать с построения граф-дерева, при этом вершиной его является, например, оценка качества работы нефтегазовой компании H[z] (см. рис.2). В качестве объектов A, B и т.д. рассматриваются, например, различные стороны жизнедеятельности компании, от которых зависит качество ее работы. Так, это могут быть (на первом уровне дерева): финансовые показатели, технологическое обеспечение, кадровое обеспечение, организационное совершенство и т.д. На втором уровне разбиения каждая из перечисленных сторон представляется частными показателями. Например, «кадровое обеспечение» может быть представлено такими показателями как средний возраст сотрудников, число сотрудников с высшим образованием, частота циклов повышения квалификации сотрудников и т.д. Процесс разбиения (увеличение уровня дерева) заканчивается тогда, когда ЛПР может придать каждому показателю нижнего уровня численное значение (например, по шкале от 0 до 1). Таким образом, дерево отражает отношение ЛПР к рассматриваемому объекту, а конкретнее - к тому, что от чего и как зависит в компании. В результате расчетов по приведенным выше формулам ЛПР получает число, характеризующее оценку качества работы компании при конкретных значениях всех показателей работы компании. Полученное число нуждается в сравнении, например, с «эталоном» (с точки зрения ЛПР), что позволяет оценить перспективы для улучшения в компании. ЛПР может по такой модели отслеживать и результаты возможных изменений в компании, варьируя численные значения, характеризующие отдельные вершины графа и сравнивая полученные оценки качества работы компании.

Уже отмечалось, что для предприятий нефтегазовой отрасли весьма актуальна задача улучшения контроля состояния труб для перекачки нефти и газа. При этом ЛПР может предложить повысить показатель «технологическое обеспечение компании» за счет приобретения инновационного оборудования для такого контроля, изменив показатели соответствующей ветви дерева и сравнив полученное значение показателя «качество работы компании» с предыдущим. Таким образом, ЛПР получает в свое пользование реальный инструмент для выработки квазиоптимальных управленческих решений в условиях неопределенностей.

Представленный инструмент может быть существенно улучшен, если его дополнить средствами поиска не квазиоптимального, а оптимального управленческого решения при учете затрат на реализацию (например, финансовых, временных, кадровых ресурсов компании). Эта задача имеет отработанные решения, например, с применением линейного программирования.

Таким образом, в построенной ЛПР модели компании отражаются, прежде всего, его представления о качестве работы компании, о взаимосвязи качества работы (оценка H(z)) с показателями на каждом уровне графической модели (оценки показателей Ai Bi,j) через «тесные» и «слабые» связи. Это существенно повышает уровень доверия ЛПР к модели, а возможность простого варьирования показателей модели позволяет искать лучшее решение. Предложенный в статье метод поиска управленческих решений при разработке соответствующего программного обеспечения дает возможность повысить объективность и скорость принятия решений по улучшению бизнеса компании. Поэтому он вполне может быть рекомендован для практического использования как в компаниях нефтегазовой отрасли, так и в других компаниях. Специфика каждой компании будет учитываться при построении графической модели конкретной компании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России» // Материалы IX Всероссийской научно-технической конференции, М., 2012.- 310 с.

2. Обследование трубопроводов с применением прогрессивной технологии ЭМАП (Электронный ресурс http://www.ris-com.ru/ index.php? option= com_ content&task=view&id=241&Itemid=56); http://www.ris-com.ru/ index.php? option= com_content&task = view&id = 241& Itemid=56).

3. **Качанова Т.Л., Фомин Б.Ф.** Методы и технологии генерации системного знания: учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2012. - 132 с.;

4. **Качанова Т.Л., Фомин Б.Ф.** Введение в язык систем. СПб., Наука, 2009. - 340 с.

5. **Шадрин А.Д.** Менеджмент качества. От основ к практике. М., Изд. ТРЕК, 2005. - 360 с.

6. **Вумек Джеймс П., Джонс Дэниел Т.** Бережливое производство. М., Альпина Бизнес Букс, 2004. - 473 с.

7. **Малицкий Р.В.** Инновационно-технологический консалтинг: организация и первый опыт // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2011. –№3(121). –С. 231-240.

8. **Баркалов С.А., Бурков В.Н., Новиков Д.А., Шульженко Н.А.** Модели и механизмы в управленческих организационных системах. М., Тульский полиграфист, 2003. Том 1.- 560 с., Том 2.- 380 с., Том 3.-205 с.;

9. **Заде Л.** Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М., Мир, 1976. - 166с.

10. **Tisenko V.N., Golota Ya.Ya.** Certification and quality: new methods and approaches.// International conference «Instrumentation in Ecology and Human Safety»./ St.-Petersburg, 1996.- P. 37-38.

REFERENCES

1. Materialy IX Vserossiiskoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii (Materials of the IX Russian scientific and technical conference), Moscow, 2012, 310 p.

2. Обследование трубопроводов с применением прогрессивной технологии ЭМАП (Электронный ресурс http://www.ris-com.ru/index.php ?option=com _content&task=view&id=241&Itemid=56); http://www.ris-com.ru/index.php? option=com_ content&task=view&id=241& Itemid=56).

3. **Kachanova T.L., Fomin B.F.** Metody i tekhnologii generatsii sistemnogo znaniya (Methods and technologies of generation of system knowledge), Izd-vo SPbGETU «LETI», 2012, 132 p.

4. **Kachanova T.L., Fomin B.F.** Vvedenie v yazyk

system (Introduction in language of systems), St.-Petersburg: Nauka, 2009, 340 p.

5. S**hadrin A.D.** Menedzhment kachestva. Ot osnov k praktike (Quality management. From bases to practice), Moscow: Izd. TREK, 2005, 360 p.

6. **Vumek Dzheims P., Dzhons Deniel T.** Berezhlivoe proizvodstvo (Economical production), Moscow: Al'pina Biznes Buks, 2004, 473 p.

7. **Malitskiy R.V.** Innovacionno-tehnologicheskij konsalting: organizacija i pervyj opyt // Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGPU. –2011. –№3(121). – S. 231-240.

8. **Barkalov S.A., Burkov V.N., Novikov D.A., Shul'zhenko N.A.** Modeli i mekhanizmy v upravlencheskikh organizatsionnykh sistemakh (Models and mechanisms in administrative organizational systems), Moscow: Tul'skii poligrafist, 2003, Vol. 1, 560 p., Vol. 2.- 380 p., Vol. 3.-205 p.

9. **Zade L.** Ponyatie lingvisticheskoi peremennoi i ego primenenie k prinyatiyu priblizhennykh reshenii (Concept of a linguistic variable and its application to adoption of approximate decisions), Moscow: Mir, 1976, 166 p.

10. **Tisenko V.N., Golota Ya.Ya.** Certification and quality: new methods and approaches.// International conference «Instrumentation in Ecology and Human Safety»./ St.-Petersburg, 1996.- P. 37-38.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

ГРИГОРЬЕВА Ольга Валерьевна –студентка кафедры «Управление проектами»; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: gonyka@inbox.ru

Grigorieva Olga V. – St. Petersburg State Polytechnical University; 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: gonyka@inbox.ru.

МАЛИЦКИЙ Руслан Владимирович – доцент кафедры «Управление проектами»; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: r.malitskii@mail.ru.

MALITSKIY, Ruslan V. – St. Petersburg State Polytechnical University; 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: r.malitskii@mail.ru.

ТИСЕНКО Виктор Николаевич – профессор кафедры «Управление проектами»; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: v_tisenko@mail.ru.

TISENKO Viktor N. – St. Petersburg State Polytechnical University; 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: v_tisenko@mail.ru.

© Санкт–Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 65.011.56

И.О. Темкин, А.Н. Гончаренко

ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АГЕНТОВ НА ГОРНОПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

I.O. Temkin, A.N. Goncharenko

INTERACTION MODELLING PROBLEMS OF INTELLECTUAL AGENTS AT THE MINING ENTERPRISE

Статья посвящена аналитическому обзору перспективных проблем в области автоматизированного управления горным производством. Обсуждаются возможности построения мультиагентной системы на основе взаимодействия интеллектуальных агентов в рамках горного производства, рассматриваются соответствующие математические модели.

МУЛЬТИАГЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АГЕНТ, ГОРНОПРОМЫШЛЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ, ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ, ИНФОРМАТИЗАЦИЯ, ГОРНОПРОМЫШЛЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ.

Article is devoted to the state-of-the-art review mountain branch problems today in the management and automation field. Possibilities multiagentny system creation on the interaction intellectual agents basis for mining are discussed, the corresponding mathematical models are considered.

MULTIAGENTNYE OF SYSTEM, INTELLECTUAL AGENT, MINING ENTERPRISE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, INFORMATIZATION, MINING ENTERPRISE.

Современное состояние горного производства характеризуется существенным ухудшением промышленных запасов полезного ископаемого вследствие выработки наиболее благоприятных для разработки богатых залежей. При этом на многих горнопромышленных предприятий нет реальной расчетной оценки уровня применяемой технологии добычи и возможностей модернизации, реконструкции и обновления существующих технологических схем, машин и сооружений с целью повышения их эффективности. Также по всей отрасли в целом нарушено специфическое, присущее только горнодобывающему производству сырьевое равновесие между вскрытыми, подготовленными и готовыми к выемке запасами. Традиционно одним из направлений улучшения производственно-хозяйственной деятельности горнопромышленного предприятия является автоматизация отдельных процессов. Сегодня актуальной становится концепция построения интеллектуального горного предприятия, в рамках которой предполагается использование не только отдельных компьютерных моделей, но альтернативная реализация технологий безлюдной добычи полезного ископаемого [5].

В связи с этим требуются новые методы диагностического обследования горных предприятий, с использованием которых можно сделать выводы о качественной и количественной стороне интеллектуализации и дать точную интегральную оценку модели поведения предприятия.

Таким образом, традиционная концепция повышения эффективности системы управления горнопромышленным предприятием за счет создания автоматизированных систем управления отдельными технологическими процессами на горнопромышленном предприятии должна быть пересмотрена. Интегрирование инструментов искусственного интеллекта (ИИ) в автоматизированные системы придает моделям реальности новые характеристики, которые мы получаем путем погружения некоторых относительно простых инструментов ИИ в технологическую среду.

Как известно, естественной методологической

базой решения проблем автоматизации и интеллектуализации горнопромышленного предприятия служат системные исследования. Главным требованием методологии системных исследований является необходимость разработки единой концептуальной модели горнопромышленного предприятия, которая заключается в согласованности действий различных систем управления. Интеллектуальная горнотехническая система должна непрерывно определять и отслеживать характеристики объекта управления, обязательно использование обратной связи и наличия надежной автоматизированной информационной системы [1, 2]. Управление такими системами всегда проходит в условиях принципиальной неопределенности развития и неполной наблюдаемости. Построение формальных моделей для большинства процессов горнопромышленного предприятия представляется крайне затруднительным.

Вот почему представляется важным обсудить возможность создания мультиагентной системы (МАС) горнопромышленного предприятия, учитывающей взаимодействие различных компонент производства, включающих технические, технологических и социотехнические объекты горного производства.

На сегодняшний день существует целый ряд интеллектуальных моделей, методов и технологий, которые успешно применяются при управлении сложными промышленными объектами и социотехническими системами (рис. 1) [7, 9].

Рис. 1. Технологии, которые могут быть использованы интеллектуальными агентами на горнопромышленном предприятии

Таблица 1

Классификация параметров функционирования горнопромышленного предприятия для использования интеллектуальных агентов (фрагмент)

Параметры функционирования горнопромышленного предприятия	Простые	Сложные	Постоянные	Переменные
Качество полезного ископаемого	-	+	-	+
Валовая ценность полезного ископаемого	-	+	-	+
Производственная мощность рудника.	-	+	+	-
Срок разработки месторождения	-	+	+	-
Полнота и качество извлечения полезного ископаемого при добыче и переработке	-	+	-	+
Размеры шахтного поля	-	-	+	+
Шаг вскрытия,	-	-	+	+
Граничная глубина открытых и подземных разработок	-	-	+	+
Размеры элементов систем разработки (высота этажа, размеры блока, панели, камеры.)	+	-	-	+
Размеры сечения горнокапитальных выработок	+	-	+	+
Срок строительства и освоения проектной мощности месторождения	+	-	+	-
Удельные и общие капитальные вложения в месторождение и его хозяйство	-	+	-	+
Параметры буровзрывных работ.	-	-	-	-
Размеры негабарита (гранулометрический состав и др.)	+	-	-	+
…	…	…	…	…
Размеры целиков	-	+	-	+

Однако горное производство имеет целый ряд специфических черт, обуславливающих сложность внедрения формальных методов и моделей управления.

Первая и наиболее отличительная особенность горного предприятия это характер производства, относящийся к классу дискретно-непрерывного. Вторая и не менее существенная – это наличие специфического объекта управления – природы (стохастичность процессов, распределяемость параметров и т.д.). Следующая особенность в специфике самой системы управления, включающей в себя сложные функциональные блоки, такие как

геологический, маркшейдерский и др. Данное обстоятельство вызывает необходимость осуществления определенных классификаций параметров функционирования горнопромышленного предприятия и различных типов агентов для того, чтобы корректно подойти к математическим постановкам задач (таблица 1). Простыми параметрами являются те, которые можно находить обособленно. Сложные и переменные, соответственно, наоборот.

На основе данной классификации видно, что параметры представляются, либо простыми, либо сложными, но могут быть одновременно как постоянными, так и переменными, что обусловлено спецификой горного производства, где большинство процессов не являются детерминированными. И в последующем могут описываться величинами, которые могут быть предсказаны, либо случайными. Подобная классификация показывает, что формальные существующие на сегодняшний день модели прогноза и управления в горной промышленности не всегда применимы на горном предприятии и возникает необходимость создание принципиально новых подходов создания мультиагентных систем [6, 8].

Создание данных элементов МАС представляется возможным при использовании следующих агентов (таблица 2), для которых характерно целесообразное поведение, предполагающее наличие у агента целей функционирования и способностей использовать знания об окружающей среде, партнерах и о своих возможностях.

Таким образом, создание МАС на горнопромышленном предприятии подразумевает собой системные исследования в области мультиагентных систем по следующим направлениям (рис. 2). При этом должны решаться следующие задачи:

разработка архитектуры агента, где подразумевается наличие подсистемы моделирования, необходимой агенту для построения сценариев собственного развития, развития агентов-конкурентов и развития внешней среды, на основании которых агент определяет свое поведение в настоящем и будущем, а также прогнозирует экономическую эффективность инновационных проектов.

разработка способов программной реализации моделей взаимодействия между агентами, на основе которых строится модель ролей и взаимодействий, а затем проектируются агенты и их взаимодействия [3, 10].

Таблица 2

Классификация свойств агентов, которые могут войти в состав МАС, создаваемой на горном предприятии

Признак	Тип агента		
	простой	смышленый	интеллектуальный
Автономность	+	-	+
Взаимодействие с другими агентами и/или пользователями	+	+	+
Реактивность	+	+	+
Способность использования абстракции	-	+	+
Адаптивное поведение	-	+	+
Обучение на основе взаимодействия с окружением	-	-	+
Толерантность к ошибкам и/или неверным входным сигналам	-	-	+
Функционирование в режиме реального времени	-	-	+
Взаимодействие на естественном языке	-	-	+

Рис.2. Направления системных исследований мультиагентных систем горнопромышленного предприятия

Существующие архитектуры агентов можно классифицировать следующим образом (таблица 3).

Структурный анализ функциональных свойств агента позволил выделить организационную структуру, формально описываемую в виде:

$$ORG^A = \left\langle \begin{matrix} G^A, RL^A, CP^A, ACT^A, \\ STR^A, L, ST, SL, T \end{matrix} \right\rangle, \qquad (1)$$

где *GA* – дерево целей агента, которые он должен достичь для решения поставленной перед ним задачи; *RLA* – множество ролей агента, в которых он должен выступать для достижения соответсвующих целей; *CPA* – множество навыков и способностей агента, которыми он должен обладать для исполнения соответствующей роли; *ACTA* – множество действий; *STRA* – множество стратегий поведения агента в направлении достижения соответствующих целей; *L* – множество языков; *ST* – множество состояний агента; *SL* – множество законов (правил) и ограничений функционирования агента (парные); *T* – обобщенная функция переходов.

Анализ парадигмы *MAC* приводит к необходимости определения новых понятий: интеллектуального расстояния между агентами различных типов и интеллектуального веса агента, которые вытекают из классификации агентов с позиции разумных свойств, присущих как живым существам, так и техническим системам.

Интеллектуальное расстояние:

$$ID = \sum_{i=S_1}^{T_3} \left| Par_{ai} - Par_{bi} \right|, \text{ где } Par_{ai}, Par_{bi}$$

значение признака для агентов а и в соответственно, а *i* – пробегает множество $\{S_1, S_2, M_1, M_2, M_3, T_1, T_2, T_3\}$, где *Si* – сенсорные характеристики агента, *Mi* – характеристики памяти агента, *Ti* – характеристики действий агента во времени:

Интеллектуальный вес агента:

$$IW = \sum_{i=S_1}^{T_3} Par_i$$

определяется суммой значений параметров от S1 до *T3*. Для агентно-ориентированных систем вводится понятие среднего веса интеллектуального агента (ИА) в системе:

$$IW_c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} IW_i ,$$

где *n* – число *ИА* в *МАС*, а *IWi* – вес *i-го ИА*.

На основе этого можно определить понятие Информационное пространство $ИА_i$, которое определяется как совокупность интеллектуальных агентов, окружающих $ИА_i$ и «интересующих» его, совокупность интеллектуальных объектов (*ИО*), окружающих $ИА_i$ и «интересующих» его, и множества атрибутов, которые необходимы $ИА_i$ для оценки состояния окружающей среды.

$$V_{IA_i} = \left(AR_{IA}^i, AR_{IO}^i \right),$$
$$AR_{IA}^i = \left(NIA_j, A_{IA_j}^{\xi}, ..., A_{IA_j}^{\psi} NIA_l, A_{IA_l}^{\xi}, ..., A_{IA_l}^{\psi} \right),$$
$$AR_{IO}^i = \left(NIO_j, A_{IO_j}^{\xi}, ..., A_{IO_j}^{\psi} NIO_l, A_{IO_l}^{\xi}, ..., A_{IO_l}^{\psi} \right)$$

При этом Состоянием информационного пространства $ИА_i$ будем называть совокупность значений AR_{IA}^i, AR_{IO}^i в момент времени *t*:

$$SV_{IA_i} = \begin{pmatrix} \left\langle A_{IA_j}^{\xi} \right\rangle, ..., \left\langle A_{IA_j}^{\psi} \right\rangle, ..., \\ \left\langle A_{IA_l}^{\xi} \right\rangle, ..., \left\langle A_{IA_l}^{\psi} \right\rangle, ..., \\ \left\langle A_{IO_j}^{\xi} \right\rangle, ..., \left\langle A_{IO_j}^{\psi} \right\rangle, ..., \\ \left\langle A_{IO_l}^{\xi} \right\rangle, ..., \left\langle A_{IO_l}^{\psi} \right\rangle \end{pmatrix},$$

где $\langle A... \rangle$ есть значение атрибута в момент времени *t* с точки зрения ИА, что позволяет вывести модель информационного пространства $ИА_i$ для горнопромышленного предприятия, которая определяется определяется как:

$$MIS_{IA_i} = \left(V_{IA_i}(t), SV_{IA_i}(t), FV_{IA_i}(t+1) \right),$$

где *FV* функция формирования информационного пространства, включающая в себя следующие показатели:

Таблица 3

Сравнительный анализ архитектур агентов, которые могут использоваться на горнопромышленном предприятии

Компоненты архитектуры агента / Тип архитектуры агента	Подсистемы							
	Распределения информации	Моделирования	Координации и взаимодействия	Коммуникации с другими агентами	Анализа и планирования	Реактивная	Организации и кооперативного поведения	Ментальная
Архитектуры, базирующиеся на принципах и методах искусственного интеллекта (deliberative agent architectures)								
Архитектура на основе продукционной системы	+	-	-	+	-	-	-	+
Архитектура на основе классификаторов	-	-	-	+	-	-	-	+
Архитектура с иерархической БЗ	+	-	+	+	-	-	-	+
Архитектура Барбучеану-Фокса	+	-	+	+	+	+	+	+
Реактивные архитектуры, основанные на поведении и на реакции на события внешнего мира (reactive agent architectures)								
Коннекционистская архитектура	-	-	-	+	-	+	+	-
Архитектура «соподчинения»	-	-	-	+	-	+	+	-
Гибридные многоуровневые архитектуры, основанные на поведении и методах ИИ (hybrid agent architectures)								
WILL-архитектура	-	-	+	+	+	+	-	+
InteRRap-архитектура	+	-	+	+	+	+	+	+
Архитектура Touring Machine	-	-	+	+	+	+	-	+
IDS-архитектура	-	-	-	+	+	+	-	+
Композиционная архитектура	-	-	+	+	+	+	-	+

$$FV(t)_{IA_i} = \begin{pmatrix} SS_{IA_i}, FSS_{IA_i}, GS_{IA_i}, G_{IA_i}^{TOP}, \\ G_{IA_i}^{DOWN}, FG_{IA_i}^{D}, FG_{IA_i}^{S}, \\ FAG_{IA_i}, SMA_{IA_i}(t) \end{pmatrix},$$

где SS – множество стратегий, понимаемых как методы выбора целей, $SS = (s_i \mid i = 1,...,n)$, FSS – функция выбора стратегии; GS – множество статических целей, $GTOP$ – множество целей, получаемых данным *ИА* от агентов более высокого уровня, $GDOWN$ – множество целей, которые могут быть переданы *ИА* нижележайших уровней; FGD –функция формирования динамических целей; FGS – функция выбора статических целей; FAG – функция выбора активных целей, т.е. целей, принятых к реализации; SMA –состояние окружающего мультиагентного мира [4].

Ранее модель применялись для построения

корпоративных интеллектуальных систем поддержки принятия решений. Однако исследования в области построения мультиагентных систем позволили адаптировать данную модель к ситуации взаимодействия автономных агентов различного типа (горный транспорт, интеллектуальные системы контроля, энергетические системы) в соответствии со спецификой горнопромышленного производства.

Таким образом, в работе проведен анализ современных проблем горнопромышленного производства, решение которых заключается в принципиальном пересмотрении концепции управления и автоматизации горнопромышленного предприятия. С учетом специфики горнодобывающего производства предложена новая концепция интеллектуального управления предприятием, основанная на создании принципиально новой мультиагентной системы, базирующейся на взаимодействии интеллектуальных агентов. А представленную математическую модель проектирования и создания *МАС* на горном предприятии возможно реализовать с помощью современного программного обеспечения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Батищев С.П.** Основные этапы разработки мультиагентных систем в инструментальной среде для создания Интернет-приложений [Текст] / Батищев С.П., Скобелев П.Н. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Самара: НЦРАН. - 2002. – Том 4 - №1. – с. 75 -78.
2. **Гончаренко С.Н.** Моделирование рисков интеграции информационных технологий управления ресурсами на горнорудном предприятии [Текст]/ Гончаренко С.Н., Ширинкин М.С. // Горное дело и окружающая среда. Инновации и высокие технологии XXI века: Материалы XXII-й международной экологической конференции. - М.: МГГУ. – 2008. - Том 2. – с. 135-140.
3. **Гончаренко С.Н.** Модели и методы выбора структуры информационных комплексов горнопромышленного предприятия с учетом факторов риска [Текст]/ Гончаренко С.Н., Ярощук И.В., Ширинкин М.С. // Горный информационно-аналитический бюллетень. - М.: МГГУ. - 2009. -отдельный выпуск №2 – с.257-260.
4. **Дианов С.В.** Проектирование агентно-ориентированных информационных систем организационного управления [Текст]/ Дианов С.В., Швецов А.Н. // Информатизация процессов формирования открытых систем на основе СУБД, САПР, АСНИ и искусственного интеллекта. Материалы 2-й международной научно-технической конференции. – Вологда: ВоГТУ - 2003. – с. 157-160.
5. **Ивашкин Ю.А.** Агентные технологии и мультиагентное моделирование систем: [Текст]: Учебное пособие / Ивашкин Ю.А.. – М. МФТИ, 2013. – с. 268.
6. Караткевич С.Г. Социально-экономическое и интеллектуальное управление в социотехнических системах [Текст]/ Караткевич С.Г., Добрынин В.Н., Окладникова Е.А., Ульянов С.В.. – М.: ВНИИгеосистем, 2011. – с. 398.
7. **Келеберда И.В.** Использование мультиагентного онтологического подхода к созданию распределенных систем дистанционного обучения [Текст] / Келеберда И., Лесная Н., Репка В. // Educational Technology & Society. – М.: МГТУ, – 2004. - №7(2). – с.124-127.
8. **Темкин И.О.** Оценка параметров проекта на основе нейросетевых моделей. [Текст] / Темкин И.О., Бондаренко И.С., Баранникова И.В.// Горный информационный аналитический бюллетень - М.: МГГУ. – 2012 - №6 – с.95-101.
9. **Темкин И.О.** Методика оценки высшего профессионального образования с использованием методов мультиагентного моделирования. [Текст] / Темкин И.О., Леонтьева А.В. // Горный информационно-аналитический бюллетень. - М.: МГГУ. - 2011 г. - Отдельный выпуск №6. – С.35-39.
10. **Трубецкой К.Н.** Современные системы управления горно-транспортными комплексами [Текст]: Учебное пособие / Трубецкой К.Н., Кулешов А.А., Клебанов А.Ф., Владимиров Д.Я.. – СПб: Наука - 2007. – с.275.

REFERENCES

1. **Batishhev S.P.** Osnovnye jetapy razrabotki mul'tiagentnyh sistem v instrumental'noj srede dlja sozdanija Internet-prilozhenij [Tekst] / S.P. Batishhev, P.N. Skobelev // Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. – Samara: NCRAN. - 2002. – Tom 4 - №1. – s. 75 -78.
2. **Goncharenko S.N.** Modelirovanie riskov integracii informacionnyh tehnologij upravlenija

resursami na gornorudnom predprijatii [Tekst]/ S.N. Goncharenko, M.S. Shirinkin // Gornoe delo i okruzhajushhaja sreda. Innovacii i vysokie tehnologii XXI veka: Materialy XXII-j mezhdunarodnoj jekologicheskoj konferencii. - M.: MGGU. – 2008. - Tom 2. – s. 135-140.

3. **Goncharenko S.N.** Modeli i metody vybora struktury informacionnyh kompleksov gornopromyshlennogo predprijatija s uchetom faktorov riska [Tekst]/ S.N. Goncharenko, I.V. Jaroshhuk, M.S. Shirinkin // Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten'. - M.: MGGU. - 2009. -otdel'nyj vypusk №2 – s.257-260.

4. **Dianov S.V.** Proektirovanie agentno-orientirovannyh informacionnyh sistem organizacionnogo upravlenija [Tekst]/ S.V. Dianov, A.N. Shvecov // Informatizacija processov formirovanija otkrytyh sistem na osnove SUBD, SAPR, ASNI i iskusstvennogo intellekta. Materialy 2-j mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoj konferencii. – Vologda: VoGTU - 2003. – s. 157-160

5. **Ivashkin Ju.A.** Agentnye tehnologii i mul'tiagentnoe modelirovanie sistem: [Tekst] uchebnoe posobie / Ju. A. Ivashkin. – M. MFTI, 2013. – s. 268.

6. **Karatkevich S.G.** Social'no-jekonomicheskoe i intellektual'noe upravlenie v sociotehnicheskih sistemah [Tekst]/ S.G. Karatkevich, V.N. Dobrynin, E.A. Okladnikova, S.V. Ul'janov. – M.: VNIIgeosistem, 2011. – s. 398

7. **Keleberda I.V.** Ispol'zovanie mul'tiagentnogo ontologicheskogo podhoda k sozdaniju raspredelennyh sistem distancionnogo obuchenija [Tekst] / I. Keleberda, N. Lesnaja, V. Repka // Educational Technology & Society. – M.: MGTU, – 2004. - №7(2). – s.124-127.

8. **Temkin I.O.** Ocenka parametrov proekta na osnove nejrosetevyh modelej. [Tekst] / I.O.Temkin, I.S. Bondarenko, I.V. Barannikova// Gornyj informacionnyj analiticheskij bjulleten' - M.: MGGU. – 2012 - №6 – s.95-101.

9. **Temkin I.O.** Metodika ocenki vysshego professional'nogo obrazovanija s ispol'zovaniem metodov mul'tiagentnogo modelirovanija. [Tekst] / I.O. Temkin, A.V. Leont'eva// Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten'. - M.: MGGU. - 2011 g. - Otdel'nyj vypusk №6. – s.35-39.

10. **Trubeckoj K.N., Kuleshov A.A., Klebanov A.F., Vladimirov D.Ja.** Sovremennye sistemy upravlenija gorno-transportnymi kompleksami [Tekst]: Uchebnoe posobie / K.N.Trubeckoj, A.A. Kuleshov, A.F. Klebanov, D.Ja. Vladimirov. – SPb: Nauka - 2007. – s.275.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

ТЕМКИН Игорь Олегович – заведующий кафедрой Автоматизированные системы управления Московского государственного горного университета, доктор технических наук, профессор. Россия, 119991, г. Москва, Ленинский проспект, д. 6. e-mail: ud@msmu.ru
TEMKIN Igor O. – Moscow state mining university. Rossija, 119991, g. Moskva, Leninskij prospekt, d. 6. e-mail: ud@msmu.ru

ГОНЧАРЕНКО Алексей Николаевич – доцент кафедры Автоматизированные системы управления Московского государственного горного университета, кандидат технических наук. Россия, 119991, г. Москва, Ленинский проспект, д. 6. e-mail: arw2001@ngs.ru
GONCHARENKO Alexey N. – Moscow state mining university. Rossija, 119991, g. Moskva, Leninskij prospekt, d. 6. e-mail: arw2001@ngs.ru

© Санкт–Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 65.011

О.А. Бабушкина

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА С ПОМОЩЬЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛИ АБСТРАКТНОГО ПРОЦЕССА

O.A. Babushkina

PROCESS AUTOMATION BY DIFFERENT CLASSES OF INFORMATION SYSTEMS DEMONSTRATE WITH AN EXAMPLE OF ABSTRACT PROCESS MODEL

В статье рассматривается возможность и необходимость создания контекстной модели информационной системы, поддерживающей процессный подход к управлению, на основе практического опыта разработки и внедрения информационных систем трех классов: ERP, BPMS и СЭД. На примере модели абстрактного процесса описывается автоматизация процесса организации посредством использования ERP, BPMS, СЭД и показывается необходимость и возможность объединения функций информационных систем трех классов для комплексной автоматизации процесса.

ПРОЦЕСС, ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ, ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА, ERP, BPM, BPMS, СЭД.

This article discusses opportunity and necessity of creating the reference model of information system realizing business process management based on practical experience of development and implementation three classes of information system: ERP, BPMS, Docflow. Process automation by ERP, BPMS, Docflow demonstrated by the abstract process model, and as a conclusion made an assumption to combine functions of three classes information system for complex process automation.

PROCESS, BUSINESS PROCESS MANAGEMENT, INFORMATION SYSTEM, ERP, BPMS, DOCFLOW.

В настоящее время процессный подход к управлению (а также другие инструменты менеджмента, основанные на его базе [1]), является часто применяемой и доказавшей свою эффективность методологией управления, которая используется и продолжает активно внедряться в организациях различных сфер деятельности и размеров. Информационные технологии давно стали применяться на предприятиях в управленческой сфере [1], поэтому производители информационных систем (в основном использующихся для общего управления предприятием, такие как ERP (Enterprise Resources Planning), СЭД (система электронного документооборота), Workflow-системы (системы управления потоками работ), BPMS (Business Process Management System), также можно сюда отнести MES (Manufacturing Execution System), исключая узкопрофильные информационные системы, использующихся для решения конкретных специфических задач организации), стремясь соответствовать направлениям развития управленческой сферы, стараются включить в свои разработки программные инструменты по управлению процессами, а также возможность интеграции информационных системам различных классов [2]. При этом организации стали активнее использовать инструменты не только для моделирования процессов [3], но и по управлению процессами, в том числе и специализированные информационные системы класса BPMS, реализующие методологию процессного управления BPM (Business Process

Management) [3, 4, 5]. Существует большое количество определений того, что такое BPM и чем является BPMS [6], однако нет единого мнения на этот счет, так же как и нет четкого понимания и/или определения BPMS: какие функции выполняет система, какими составляющими и инструментами должна обладать, какие задачи решает. Достаточно общее и широкое определение процесса (например, определение, данное в ISO 9000:2005 [7], а также в [8, 9]) позволяет не давать какой-либо конкретики по поводу того, каким образом должно быть автоматизировано выполнение процесса. Подобная ситуация стала причиной следующей ситуации: производители информационных систем различных классов, стремясь развивать свои продукты в соответствии с общей тенденцией развития управленческой сферы, заявляют о возможности управления процессами с использованием возможностей их разработок и ставят свои разработки в ранг BPMS.

Цель статьи состоит в рассмотрении способов автоматизации процесса посредством информационных систем различных классов: ERP, BPMS и СЭД, а также в анализе возможностей информационных систем перечисленных классов по автоматизации процесса.

Для наглядного представления того, каким образом автоматизируется процесс с помощью ERP, BPMS и СЭД рассмотрим некий абстрактный процесс без привязки к какому-либо реальному процессу, в ходе которого осуществляются следующие операции: некоторое количество действий от 1 до n (где n – конечное натуральное число), выбор по критерию.

В качестве «входа» к процессу выступают некоторые входные данные, относящиеся к разным (возможно смежным) областям деятельности компании и являющиеся выходными для некоторого числа *i* (где *i* – конечное натуральное число) предыдущих процессов, а также документ, являющийся выходом одного из предыдущих процессов (рис. 2). В ходе выполнения процесса появляются некоторые промежуточные данные и один промежуточный документ. Осуществляется операция выбора по некоторым заранее установленным критериям, принимается обоснованное решение «да» или «нет» в соответствии с критериями, при этом обоснование решения также является информацией, сопровождающей процесс (присутствующей в процессе), в случае ответа «нет» в качестве другого процесса может быть возврат на несколько действий назад, выполнение набора других операций и др.

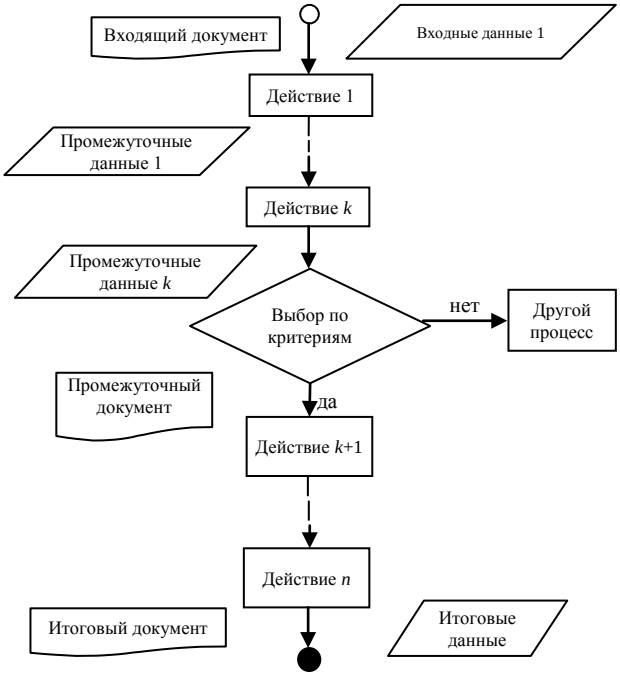


Рис. 1. Блок-схема процесса

По завершении процесса появляется итоговый документ и итоговые данные, которые являются входом для следующих m процессов (рис. 2). Запуск следующих процессов может осуществляться сразу по завершении рассматриваемого или же после некоторого времени K. Таким образом, у рассматриваемого процесса существуют связи с предыдущими и последующими процессами, которые показаны на рис. 2, где *K* – некоторая величина по времени, которая может изменяться в заданных пределах.

Рассмотрим далее, каким образом описанный выше процесс может быть автоматизирован с помощью ERP-систем, BPMS и СЭД, обращая внимание на то, что конкретно в ходе выполнения процесса автоматизируется посредством информационной системы каждого вида.

1. Автоматизация с помощью ERP. В информационной системе рассматриваемого клас-

са обрабатывается информация, касающаяся ресурсов и их изменения [6], например, если итоговым документом должна послужить счет-фактура, то в ERP обрабатывается информация о количестве изготовленной продукции, количестве продукции имеющейся на складе и/или отгруженной, количестве продукции, которую необходимо произвести, а также иная информация, касающаяся конкретного процесса. Предположим, что все данные, участвующие в процессе – это данные о каком-либо виде ресурса (материального, финансового, временного, человеческого), следовательно, эти данные хранятся и обрабатываются в ERP. Каждое действие в рассматриваемом процессе осуществляется неким специалистом, все данные о составе сотрудников, должностях хранятся в ERP в определенном модуле («Управление персоналом»). Предположим, что в документах отражается также информация о ресурсах, представленная в формализованном виде – в виде документа, который имеет определенное значение внутри организации, и возможно, для внешних заинтересованных сторон (покупателей, поставщиков, государственных органов), следовательно, данные для оформления документа также берутся из ERP-системы. В рассматриваемом примере будем считать, что только промежуточный документ может быть автоматически сгенерирован из ERP, остальные же формируются вне ERP. Условия выбора, критерии и ограничения также могут быть в ERP, но только в том случае, когда информация касается ресурсов, например, особое прохождение счетов больше какой-либо суммы, ограничение по времени, ограничение по количеству запасов на складе. Предположим, что критерий выбора связан с ресурсами, следовательно, может быть отражен в ERP. Таким образом, в ERP в рамках рассматриваемого процесса может быть автоматизировано следующее: получение и обработка данных из разных модулей, хранение итоговых данных для следующего процесса (в случае, если они не нужны сразу по окончании рассматриваемого процесса), хранение информации о сотрудниках, установка критериев выбора и ограничений, связанных с управлением и распределением ресурсов.

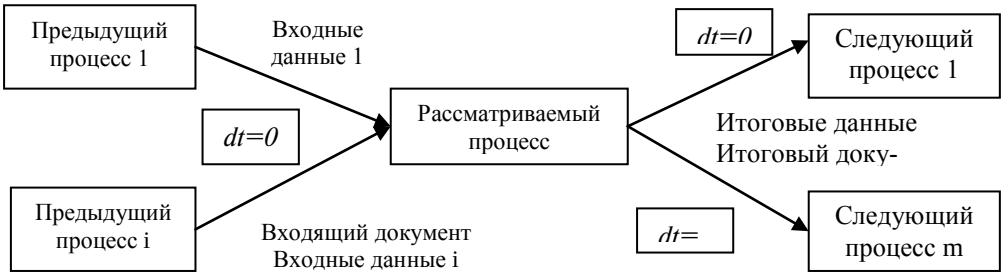


Рис. 2. Связи процесса

2. Автоматизация с помощью BPMS. Стандартно, каждая BPMS имеет следующие составляющие: графический редактор, среду моделирования процессов; компонент, позволяющий выполнять процессы – «движок»; и базовые средства мониторинга и контроля показателей процесса [6,10]. В BPMS создается модель процесса, т.е. прописываются и распределяются действия, которые связываются в единую логическую цепочку; затем модель может быть преобразована в исполняемый код.

Графическую модель процесса называют эталонным процессом, исполняемый процесс по схеме эталонного процесса называют экземпляром процесса. Экземпляры процесса представляют собой последовательность уже реально осуществленных или осуществляемых в данный момент действий конкретными сотрудниками. В рассматриваемом примере с помощью BPMS можно автоматизировать: описание осуществляемых действий и их логической последовательности, выполнение процесса, отражаемое в режиме реального времени, распределение задач исполнителям, получение значений заранее включенных при создании модели процессов показателей, просмотр стадии выполнения процесса и уровня загруженности исполнителя.

3. Автоматизация с помощью системы электронного документооборота (СЭД). Все документы, полученные в ходе выполнения рассматриваемого процесса, могут создаваться, корректироваться, а также согласовываться в СЭД. С точки зрения процессного подхода в ходе выполнения процесса может быть разработан документ, и он станет итогом процесса, либо несколько документов проходят через один процесс, либо один документ через несколько процессов, являясь итогом последнего процесса. Автоматизация документооборота отражает ход работы над документом, но ни в коем случае выполнение самого процесса. В рассматриваемом процессе в СЭД обрабатываются входящий документ, промежуточный документ и итоговый документ, при этом последний может храниться в СЭД столько, сколько будет необходимо и может быть использован в любой момент. Работа над документами может осуществляться всеми исполнителями одновременно, либо по очереди, в рассматриваемом случае предполагается, что создание промежуточного документа может быть осуществлено несколькими исполнителями одновременно. Документы содержат информацию о ресурсах, следовательно, исполнители работают с информацией о ресурсах (которая может храниться и обрабатываться в ERP, как было рассмотрено выше) и представляют ее в формализованном виде.

Рассмотренный пример показывает, что каждая из рассматриваемых информационных систем в своей части автоматизирует процесс, и что функции и возможности по автоматизации процесса различных систем логически приближаются друг к другу: СЭД по логике работы приближается к BPMS, при этом, также как и ERP содержит данные о ресурсах, представленные в формализованном виде – в виде документа. В ERP нельзя увидеть явно логику исполнения процессов, последовательность действий, что есть в BPMS, при этом в BPMS не обрабатывается такое огромное количество данных, как в ERP. Следовательно, для комплексной автоматизации процесса следует использовать возможности информационных систем всех трех классов. Одним из вариантов реализации комплексной автоматизации процесса может стать создание информационной системы, поддерживающей процессный подход к управлению организацией. Первым шагом в создании подобной информационной системы является создание ее контекстной модели.

Цель дальнейшего исследования состоит в создании теоретической базы для построения модели информационной системы, поддерживающей основные принципы процессного подхода согласно ISO 9000:2005, на основе имеющегося практического опыта по разработке и внедрению информационных систем классов BPM, ERP, СЭД и попыток их интегрирования для автоматизации процессов организации. В ходе достижения цели решаются следующие задачи:

1) формирование определения информационной системы, поддерживающей процессный подход (основные элементы, функции), а также системы однозначных понятий и определений, связанных с ней;

2) разработка контекстной модели информационной системы, поддерживающей процессный подход на основе сетей Петри, на основе контекстной модели WfMC [11] и работ Вилл Ван дер Аалста [12] по разработке Workflow-паттернов.

Создание единой контекстной модели информационной системы, поддерживающей процессный подход, позволит объединить накопленный практический опыт в автоматизации процессов организации, и позволит предоставить некоторую теоретическую базу для разработки информационных систем автоматизирующих процессы в соответствии с требованиями процессного подхода, описанными в ISO 9000:2005.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Голоктеев К. Матвеев И.** Управление производством: инструменты, которые работают [Текст] / К. Голоктеев, И. Матвеев – СПб.: Питер, 2008. – 251 с.

2. **Кульга К.С.** Модели и методы создания интегрированной автоматизированной ИС машиностроительного предприятия / СТИН - №10 – 2011.

3. **Хармон П., Вульф С.** Исследование в области моделирования бизнес-процессов [Текст] / Отчет BPTrends, пер. с англ. И.В. Мироновой, под ред.

В.В. Репина - М. 2012.

4. **Коптелов А.** Оптимизация бизнес-процессов производственной компании [Текст] / Генеральный директор. Управление промышленным предприятием - №7 – 2011. - с. 48-49.

5. **Колесов А.** Мировой рынок бизнес-аналитики глазами Gartner [Текст] / PC Week/RE – Т. 826 - №6 - 12.03.2013.

6. Словарь компании Gartner [Электронный ресурс] / Режим доступа - http://www.gartner.com /technology /research /it-glossary/#1_2

7. Международный стандарт ISO серии 9000:2005 «Системы менеджмента качества. Определения» [Текст] / - М. 2005.

8. Менеджмент процессов [Текст]/ Под ред. Й. Беккера, Л. Вилкова, В. Таратухина, М. Кугелера, М. Роземанна, – М.: Эксмо, 2010г. – 384 с.

9. **Андерсен Бьёрн.** Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования [Текст] /Пер. с англ. С.В. Ариничева /Науч. ред. Ю.П. Адлер. - М.: РИА «Стандарты и качество», 2003.- 272 с.

10. BPM Patterns & Practices in Industry / Sanjeev Sharma / Oracle White Paper - May 2012.

11. **David Hollingsworth.** The Workflow Reference Model [Текст] / – WfMC - 1995 г. - 55 с.

12. **Вил ван дер Аалст, Кейс ван Хей.** «Управление потоками работ: модели, методы и системы» / Пер. с англ. В.А. Башкина, И.А. Ломазовой. Под ред. И.А. Ломазовой. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 316 с.

REFERENCES

1. **Golokteev K. Matveev I.** Upravlenie proizvodstvom: instrumenty, kotorye rabotaiut [Tekst] / K. Golokteev, I. Matveev – SPb.: Piter, 2008. – 251 s.

2. **Kul'ga K.S.** Modeli i metody sozdaniia integrirovannoi avtomatizirovannoi IS mashinostroitel'nogo predpriiatiia [Tekst] / K.S. Kul'ga .STIN - №10 – 2011.

3. **Kharmon P., Vul'f S.** Issledovanie v oblasti modelirovaniia biznes-protsessov [Tekst] / P. Kharmon, S. Vul'f//Otchet BPTrends, per. s angl. I.V. Mironovoi, pod red. V.V. Repina - M. 2012 .

4. **Koptelov A.** Optimizatsiia biznes-protsessov proizvodstvennoi kompanii [Tekst] / A. Koptelov // General'nyi direktor. Upravlenie promyshlennym predpriiatiem - №7 – 2011. - s. 48-49.

5. **Kolesov A.** Mirovoi rynok biznes-analitiki glazami Gartner [Tekst] / A. Kolesov//PC Week/RE – T. 826 - №6 - 12.03.2013.

6. Slovar' kompanii Gartner [Elektronnyi resurs] / Rezhim dostupa - http://www.gartner.com /technology /research /it-glossary/#1_2

7. Mezhdunarodnyi standart ISO serii 9000:2005 Sistemy menedzhmenta kachestva. Opredeleniia [Tekst] / - M. 2005.

8. Menedzhment protsessov: [per. s nem.] [Tekst] / Pod red. I. Bekkera, L. Vilkova, V. Taratukhina, M. Kugelera, M. Rozemanna, – M.: Eksmo, 2010. – 384 s.

9. **Andersen B'ern.** Biznes-protsessy. Instrumenty sovershenstvovaniia [Tekst] /Per. s angl. S.V. Arinicheva /Nauch. red. Iu.P. Adler. - M.: RIA «Standarty i kachestvo», 2003.- 272 s.

10. BPM Patterns & Practices in Industry / Sanjeev Sharma / Oracle White Paper - May 2012.

11. **David Hollingsworth.** The Workflow Reference Model [Tekst] / Hollingsworth D. // WfMC - 1995 g. - 55 s.

12. **Vil van der Aalst, Keis van Khei**. «Upravlenie potokami rabot: modeli, metody i sistemy» / Per. s angl. V.A. Bashkina, I.A. Lomazovoi. Pod. red. I.A. Lomazovoi. – M.: FIZMATLIT, 2007. – 316 s.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

БАБУШКИНА Ольга Александровна – аспирант; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: babushkina.o@yandex.ru

BABUSHKINA Olga A. – St. Petersburg State Polytechnical University; 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: babushkina.o@yandex.ru

© Санкт–Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 658.511

Е.Г. Семенова, О.И. Васильев

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ВОЛНОВОДНЫХ СИСТЕМ

E.G. Semionova, O.I. Vasilyev

MANUFACTURING PROCESS SIMULATION AND OPTIMIZATION OF THE PRECISION FIGURINE DESIGNS OF WAVEGUIDE SYSTEMS

В статье рассматриваются результаты системного анализа производственных процессов изготовления прецизионных сложнопрофильных конструкций. Разработана и представлена организационная структура и функциональная модель предприятия. По итогам, проведенного автором, анализа в результате реинжиниринга ключевых и вспомогательных процессов, был улучшен ряд качественных характеристик конечного продукта.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, ПРОИЗВОДСТВО, ВОЛНОВОД, РЭА, ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД, IDEF0, BPWIN, ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ПРЕЦИЗИОННЫЕ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ГАЛЬВАНОПЛАСТИКА, ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ФОРМООБРАЗОВАНИЕ, ИНФРАСТРУКТУРА, ТЕХНОЛОГИЯ.

In the article the results of a system analysis of the production processes of manufacturing precision figurine designs. Developed and presented the organizational structure and functional model of the enterprise. According to the results conducted by the author, as a result of the analysis and re-engineering of key support processes have been improved a several qualitative characteristics of the end-product.

SYSTEM ANALYSIS, PRODUCTION, WAVEGUIDES, ELECTRONICS, PROCESS APPROACH, IDEF0, BPWIN, FUNCTIONAL SIMULATION, PRECISION DESIGN FIGURINE, ELECTROPLATING, ELECTROCHEMICAL FORMATION, PRODUCTION FACILITY.

Постоянное усложнение производственно-технических и организационно-экономических систем – предприятий, производств и других субъектов производственно-хозяйственной деятельности, необходимость их анализа с целью совершенствования функционирования и повышения эффективности, обусловливает необходимость применения специальных средств описания и анализа таких систем. Эта проблема приобретает особую актуальность в технологиях изготовления прецизионных сложнопрофильных конструкций (ПСК) волноводных систем.

Высокие требования к качеству внутренних поверхностей и геометрических контуров таких ПСК и высокая стоимость импортной а зачастую и невозможность ее использования в оборонном заказе, подчеркивает необходимость планирования, проектирования, и организации производства ПСК с использованием методов механической и гальванической обработки.

При сравнении эффективности использования технологии электрохимического формообразования с металлообработкой показывает следующие результаты:

экономия цветных металлов и сплавов – до 70%.

сокращение сроков выпуска изделий – в 5-6 раз.

снижение трудоемкости изготовления – в 4-6 раз.

сокращения сроков производства новых изделий – в 3-5 раз.

снижение расхода инструментальной и легированной сталей в среднем – в два раза.

сокращение затрат ручного труда – в 3-5 раз.

снижение расхода электроэнергии – в 8-10 раз.

сокращение капитальных вложений – в 4 раза. [1]

Реализация планов расширения производственных мощностей, должна отвечать задачам достижения единства современного уровня производства, методов организации труда и управления, обеспечиваемого применением международных стандартов качества ГОСТ Р ИСО 9001-2008 «Система менеджмента качества. Требования» и ГОСТ Р ИСО 14001-2007 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению» [2].

Увеличение доли отечественных радиоэлектронных изделий, активизация инновационной деятельности и ускорение внедрения результатов научно-технической деятельности, создание современного высокотехнологичного производства подчеркивают актуальность темы в утвержденном распоряжении Правительства РФ от 15 декабря 2012 г. № 2396-р, паспорте государственной программы РФ «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013-2015 годы».

Для реализации поставленной цели необходимо решить ряд следующих задач:

Провести анализ особенностей условий и принципов организации процессов производства прецизионных сложнопрофильных конструкций (ПСК) элементов волноводных систем;

Раскрыть особенности инфраструктурного обеспечения процессов производства ПСК как элементов СВЧ-устройств;

Разработать функциональные модели, критериев и процедур технологических процессов изготовления ПСК;

Разработать критерии и процедуры анализа и оптимизации организационных структур производства ПСК;

Организовать нормотивно-техническое обеспечение процессов производства ПСК;

Адаптировать принципы менеджмента качества к задаче управления инфраструктурой предприятия.

Разработать модели процедур управления инфраструктурой производства ПСК, определить роль и место инфраструктурного обеспечения в основном технологическом процессе.

Говоря о системном подходе, можно говорить о некотором способе организации действий, который охватывает любой род деятельности, выявляя закономерности и взаимосвязи с целью их более эффективного использования. При этом системный подход является не столько методом решения задач, сколько методом постановки задач. Это качественно более высокий, нежели просто предметный, способ познания. Системный подход – направление методологии научного познания, в основе которого лежит рассмотрение объекта как системы: целостного комплекса взаимосвязанных элементов [3].

В большинстве случаев практического применения системного анализа для исследования свойств и последующего оптимального управления системой можно выделить следующие основные этапы:

постановка задачи;

сбор данных о системе;

построение модели изучаемой системы;

решение задачи с помощью модели;

проверка решения с помощью модели;

подстройка решения под внешние условия.

В каждом конкретном случае этапы системного анализа занимают различный «удельный вес» в общем объеме работ по временным, затратным и интеллектуальным показателям. Очень часто трудно провести четкие границы – указать, где оканчивается данный этап и начинается очередной [4]. В планировании работ были рассмотрены так же и другие этапы методик системного анализа известных авторов: С. Оптнера, Э. Квейда, С. Янга, Е.П. Голубкова, Ю.И. Черняка [5].

Моделирование процесса или, в общем случае, системы означает создание описания того, из чего эта система состоит, какими свойствами обладает и как работает. Естественно, что ни одна модель не может полностью воспроизвести систему, да в этом и нет необходимости: точная модель системы – это сама система. А модели, которые применяются на практике, описывают определенные существенные аспекты системы.

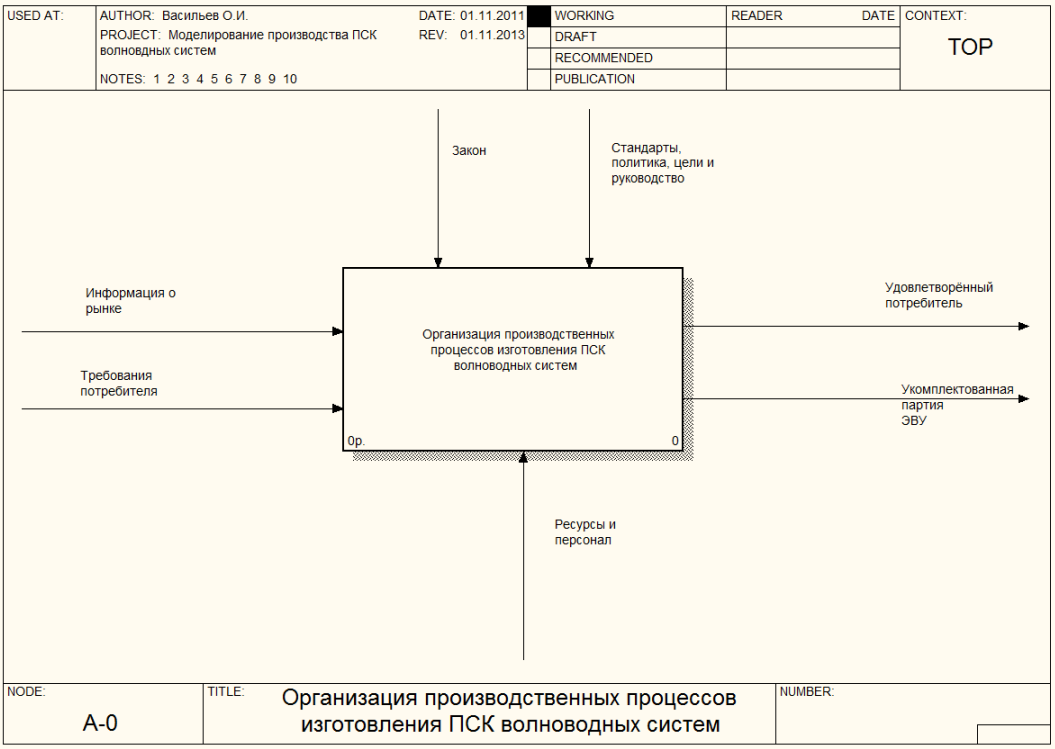


Рис. 2. Пример контекстной диаграммы «Организация производственных процессов изготовления ПСК волноводных систем»

Методология моделирования IDEF0 предназначена для анализа системы как множество взаимодействующих и взаимосвязанных функций. Ориентация исключительно на анализ функций позволяет рассматривать функции независимо от объектов, которые их выполняет. Функциональный подход позволяет четко отделить проблемы анализа и проектирования от проблем реализации. IDEF0 позволяет выполнять описание сложных объектов с помощью простого графического языка, состоящего из двух символов: блок и стрелка [6].

Соответственно, основное назначение модели – ответить на определенный круг вопросов о системе. Кроме того, вопросы о системе обобщаются в виде цели моделирования. Именно цель, необходимость создания формализованного представления об определенных аспектах функционирования системы, мотивирует создание моделей. Если модель построена без определенной цели, то с большой вероятностью она окажется бесполезной.

Это незаменимый инструмент для специалистов чьими задачами являются создание функциональных моделей и реинжиниринг производственных или технологических процессов. Процесс или функция – это преобразование входов в выходы под управляющим воздействием и с использованием ресурсов или механизмов. В качестве примера использована реальная модель деятельности предприятия. Контекстная диаграмма модели представлена на рисунке 2. Структурный метод выражения знаний о том, как функционирует система, процесс или предприятие помогает более четко собирать данные при экспертных оценках. Описание дерева напоминает структуру ранжирования процессов относительно теории всеобщего управления качеством [7].

Объектом исследования производства прецизионных сложнопрофильных конструкций выступает организация имеющая значительный опыт и инструментальную базу по отработке технологий электрохимического формообразования в сочетании с процессами механической обработки [8].

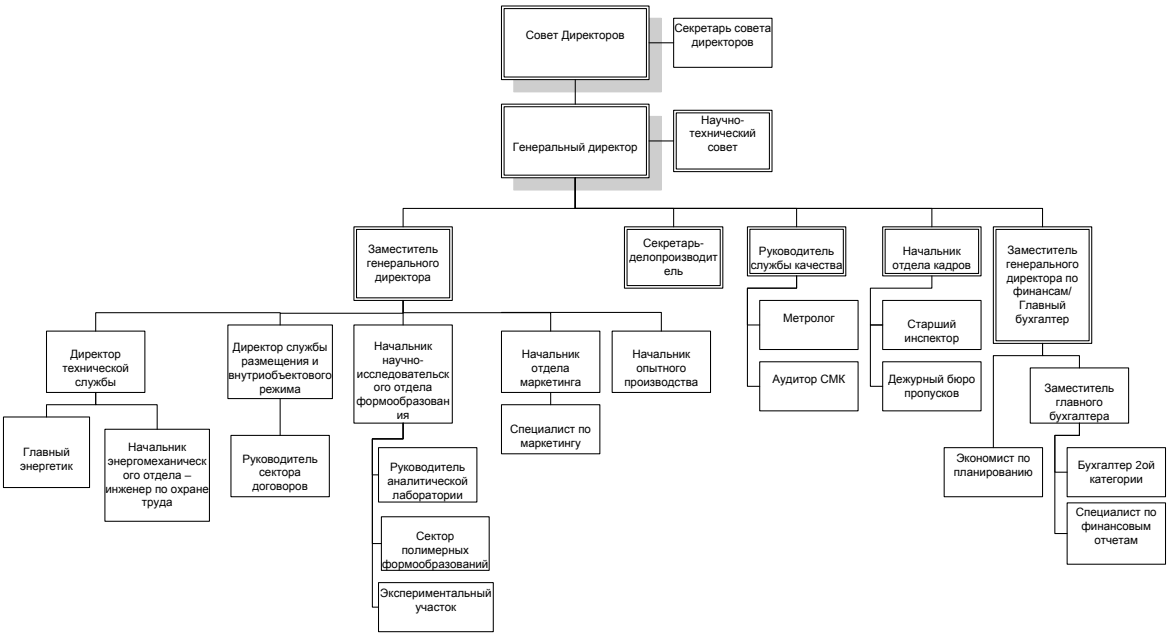


Рис. 3. Организационная структура предприятия по отработке технологии изготовления ПСК волноводных систем.

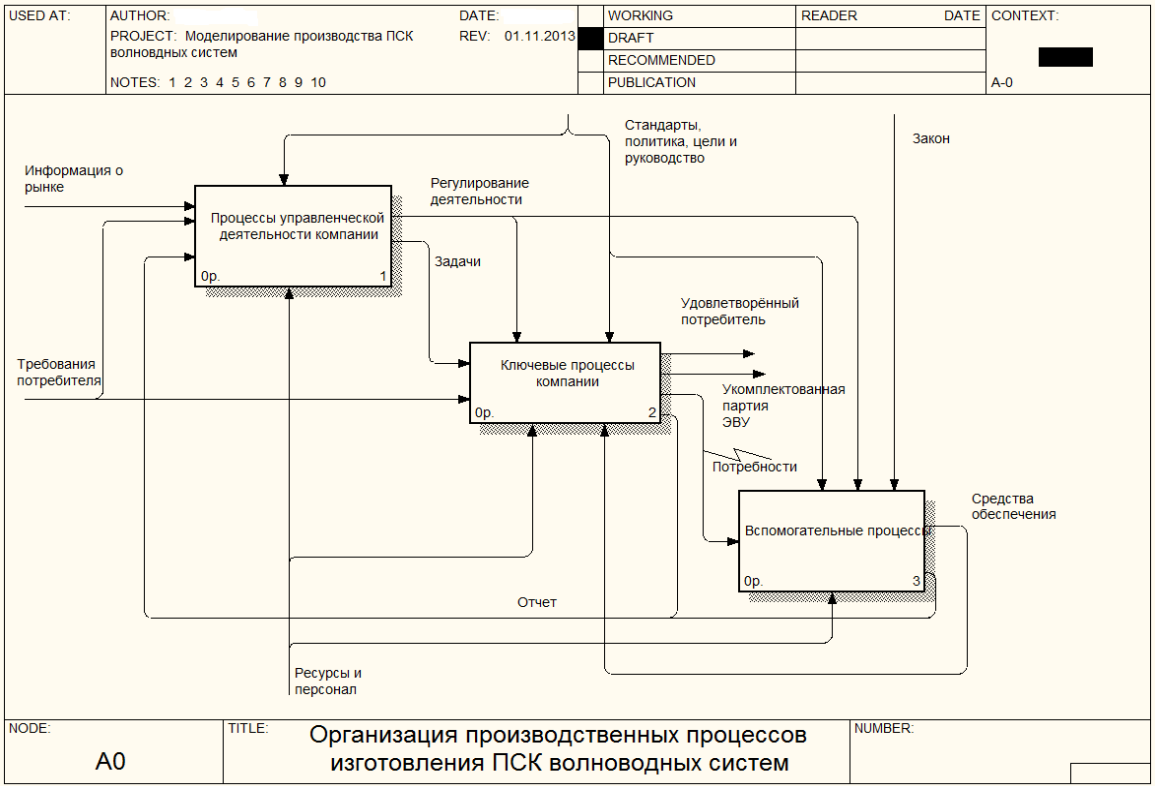
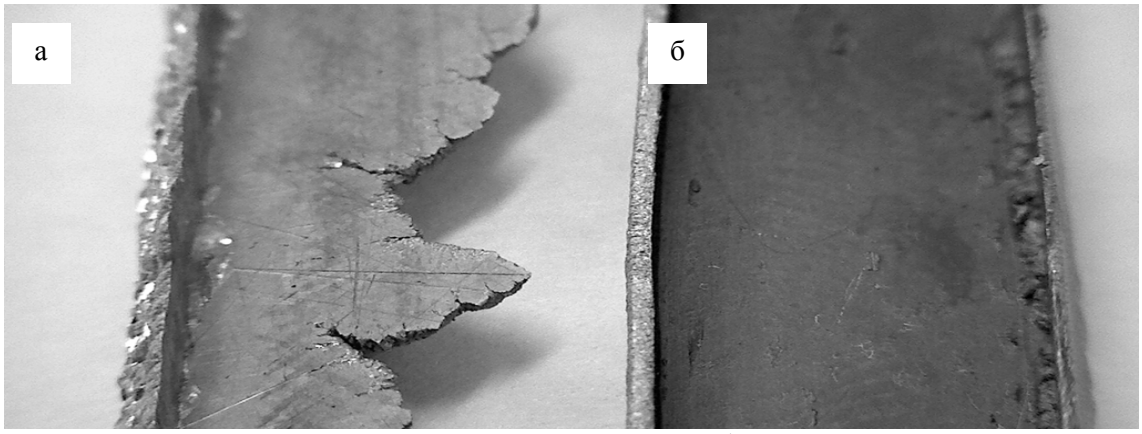
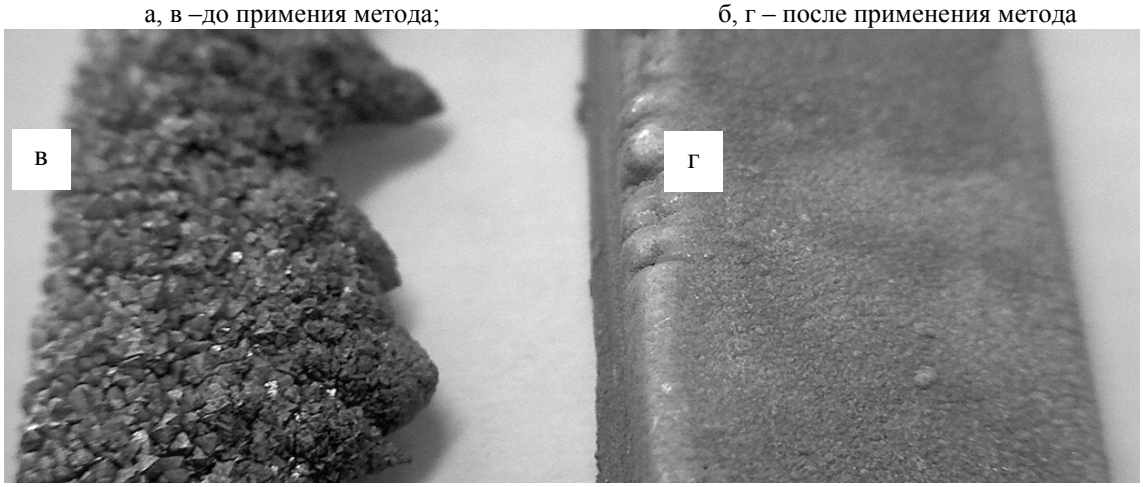


Рис. 4. Пример взаимодействия ключевых, вспомогательных и процессов управления.



а, в –до применения метода; б, г – после применения метода



а, в –до применения метода; б, г – после применения метода

Рис. 5. Снимки под микроскопом результата процесса осаждения меди до и после применения тензоимпульсной регуляции с использованием генератора источника тока.

В организации ежегодно проводятся аудиты СМК по описаным стандартам на соответствие требований ГОСТ Р ИСО 9001:2008, а так же ГОСТ РВ 15002. В последние годы такие элементы как волноводные узлы для РЭА, не подлежали сертификации в стандарте «Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Система менеджмента качества. Общие требования». Это обстоятельство помогло сократить издержки на содержания ряда специализированных отделов без ухудшения качества. На рисунке 3 представлена организационная структура данного предприятия.

Особенность такой структуры в том, что на одном уровне с основными (ключевыми) процессами стоят вспомогательные. Связано это с тем, что службы обеспечивающие основные процессы призваны создавать все неоходимые условия для плодотворной и комфортной работы таких отделов как: научно-исследовательский отдел формообразования (НИОФ) и опытное производство. При декомпозиции контекстной диаграммы видны связи взаимодействия ключевых и вспомогательных процессов (рис. 4).

В функции НИОФ входит постоянное поддержание принципов совершенствования основной технологии, результатом его деятельности является научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки, заявки на патенты и как следствие, патенты на изобретения, полезные модели или промышленные образцы. Аналитическая лаборатория и экспериментальный участок тесно взаимодействует с опытным производством с целью внедрения в производство новых технологий увеличивающих его эффективности и результативность.

Деятельность отдела опытного производства относится к ключевым процессам данного предприятия и реализует в себе основную технологию производства ПСК волноводных систем. В результате такого взаимодействия был испытан и получил положительные результаты метод воздействия фоновой акустической резонансной регуляции самоорганизации процессов известный так же как тензоимпульсная резонанстная регуляция. Этот метод позволил улучшить ряд качественных показателей конечного продукта. В результате применения метода тензоимпульсной регуляции в при практически равных условиях протекания процесса осаждения металла на модели было выявлено:

увеличение скорости осаждения;

увеличение плотности структуры кристаллической решетки;

отсутствие образования дендрита;

достигнута равномерность образования кристаллической решетки.

При увеличении можно рассмотреть структуру металла изделия до и после применения тензоимпульсного воздействия (Рис. 5) [9].

Ответственный и внимательный подход на первых этапах системмного анализа необходим при использовании любого метода моделирования [10]. Метод функционального описания графической модели в стандарте IDEF0 и IDEF3 может быть предназначен как для выявления наиболее слабых и уязвимых мест существующей деятельности организации, так и для анализа новых технологических процессов в области электрохимического формообразования, их возможных преимуществ и недостатков. По мнению автора, на отечественных предприятиях существует выраженная необходимость в расширении научно-технической базы и модернизации оборудования исследовательских лабораторий, в которых разрабатываются и апробируются инновационные технологии. Традиционная технология должна стать основой научного подхода к организации управления подобными производственными процессами. Разработанные автором модели и последующий анализ и оптимизация технологических процессов, помогли добиться повышения качества, эффективности процессов, позволили сократить издержки и сроки на разработку и производство ПСК волноводных систем, доказали значимость использования современных информационных методов и средств моделирования. Подготовка квалифицированных специалистов в области управления, экономики и производства, привлечение и мотивация молодых ученых, за счет современного инфраструктурного обеспечения, усиливает свою значимость в современных реалиях рыночной среды. Есть все основания полагать, что совершенствование научных и методологических принципов организации и управления производством ПСК на основе разработки моделей и процедур информатизации, мониторинга, планирования и оценки устойчивости производственных процессов позволит этой технологии занять достойное место в решении задач развития электронной и радиоэлектронной промышленности, а также в российском аэрокосмическом приборостроении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Кудрявцева О.В.** Техническая гальванопластика / Ред. Г.К. Буркат . – СПб.: Политехника, 2010. – 148 с.

2. Национальный стандарт России ГОСТ Р ИСО 9001-2008 «Системы менеджмента качества Требования» / ВНИИС – М.: Стандартинформ 2008. – 65 с.

3. Системный анализ в менеджменте/ В.Н. Попов; Под ред. В.Н. Попова. – М.: КНОРУС, 2010. – 304с.;

4. Основы теории систем и системного анализа/ Г.И. Корнилов – Курс профессора кафедры информационных систем и высшей математики ИДА Корнилова Г. И. – 98с.

5. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: Справочник: / Под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 848 с.

6. Методы и инструменты управления инновационным развитием промышленных предприятий / И. Л. Туккель, С. А. Голубев, А. В. Сурина, Н. А. Цветкова / Под ред. И. Л. Туккеля. – СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 208 с.

7. Моделирование бизнес-процессов с BPwin 4.0/ С.В. Маклаков М.: ДИАЛОГ- МИФИ, 2002 – 224 с.;

8. **Васильев О.И., Семенова Е.Г. «**Инновации управления качеством инфраструктуры» в сборнике по итогам международной конференции «Формирование современного общества - проблемы, перспек-

тивы, инновационные подходы» 2010 г.

9. **Васильев О.И., Васильев И.А. «**Инновационный эффект применения тензоимпульсной регуляции в процессах изготовления прецизионных сложнопрофильных конструкций». Научная сессия ГУАП: сборник докладов: В 3 ч.Ч.1: Технические науки/ С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: ГОУ ВПО «СПбГУАП», 2012 г.

10 **Родионов И.Б.** Теория систем и системный анализ [Электронный ресурс] / Родионов И.Б. – КГТУ, 2006. – Режим доступа: http://tssa.pisem.net/zhgorsk.htm.

REFERENCES

1. **Kudryavtseva O.V.** Technical electroplating / Red. G.K. Burkat. St.Petersburg. Politekhnika, 2010. - 148 p.

2. Russian national standard GOST R ISO 9001-2008 «Quality Management Systems Requirements» / VNIIS – M.: Standartinform 2008. – 65p.

3. System analysis in management: Stud. manual/ V.N. Popov, ed. VN Popov. – Moscow: KNORUS, 2010. – 304p.

4. Fundamentals of systems theory and systems analysis / G.I. Kornilov Course Professor Department of Information Systems and Higher Mathematics IDA Kornilov G.I. – 98p.

5. Systems theory and systems analysis in the management of organizations: Directory: / Ed. Volkova V.N.and Emelyanov A.A.. – Moscow: Finance and Statistics, 2006. – 848p.

6. Methods and tools of innovation development of industrial enterprises/ I.L. Tukkel, S.A. Golubev, A.V. Surin, N.A. Tsvetkova/ Ed. IL Tukkel. – St. Petersburg.: BHV- Petersburg, 2013. – 208 p.

7. Business process modeling with BPwin 4.0 / S.V. Maklakov, Moscow: Dialog-MIFI, 2002 - 224 p.

8. **Vasiliev O.I., Semenova E.G. «**Innovation Quality Facility Management» in the collection of the results of the international conference «Formation of modern society - problems, perspectives and innovative approaches» 2010.

9. **Vasiliev O.I., Vasiliev I.A. «**Innovatsionnyi effect primenenia tenzoimpulsnoy regulatsii v processah izgotovlenia precisionnikh slojnoprofilnikh konstrukcii» Scientific session of SUAI: a collection of reports: In 3 p. Part1: Engineering / St. Petersburg. State. Univ. Aerospace Instrumentation. - St. Petersburg.: «SPbSUAI», 2012.

10. **Rodionov I.B.** Systems theory and systems analysis [Electronic resource] / I.B. Rodionov - KSTU 2006. - Mode of access: http://tssa.pisem.net / zhgorsk.htm.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

СЕМЕНОВА Елена Георгиевна – директор института инноватики и базовой магистерской подготовки, заведующий кафедрой инноватики и управления качеством, доктор технических наук, профессор; Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения; 190000, ул. Большая Морская, д. 67, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: egsemenova@mail.ru

SEMIONOVA Elena G. – St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation; 190000, Bolshaya Morskaya st. 67, St. Petersburg, Russia; e-mail: egsemenova@mail.ru

ВАСИЛЬЕВ Олег Игоревич – аспирант; Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения; 190000, ул. Большая Морская, д. 67, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: innfri@gmail.com

VASILYEV Oleg I. – St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation; 190000, Bolshaya Morskaya st. 67, St. Petersburg, Russia; e-mail: innfri@gmail.com

© Санкт–Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 621.396.99: 519.257

Д.А. Иванов, Т.Г. Суровцова , Е.А. Тяхти

АНАЛИЗ АКТИВНОСТИ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ КАК ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ ПОВЕДЕНИЯ ПОКУПАТЕЛЕЙ В ТОРГОВЫХ ЦЕНТРАХ

D.A. Ivanov, T.G. Surovtsova, E.A. Tyahti

INNOVATIVE METHOD FOR ANALYSIS OF CUSTOMER BEHAVIOR WITH ACTIVITY IN WIRELESS NETWORKS

В статье проведен анализ бесконтактной фоновой регистрации мобильных устройств в беспроводных сетях в качестве метода для изучения поведения покупателей. Описана информационная система для сбора информации с *Wi-Fi*-точек.

ПОВЕДЕНИЕ ПОКУПАТЕЛЕЙ, БЕСПРОВОДНЫЕ СЕТИ, РЕГИСТРАЦИЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ, МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ПОКУПАТЕЛЕЙ, АКТИВНОСТЬ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ.

The article analyzes the additional features that can be derived from the use of mobile devices, in a study of customer behavior. Describes the information system for the background registration customers in the wireless network.

CUSTOMER BEHAVIOR, WIRELESS NETWORK, REGISTRATION OF MOBILE DEVICES, MODELING THE BEHAVIOR OF CUSTOMER, ACTIVITY IN WIRELESS NETWORKS.

Традиционные способы, используемые при работе с покупателями, включают в себя интервьюирование, анкетирование, проведение и анализ результатов рекламных акций, экспериментальные методы, основанные на работе с группами покупателей [1]. Изучение поведения покупателей при совершении реальной покупки, которое проходило бы в фоновом режиме, незаметно для него, в настоящее время находятся на начальном этапе.

Обычно используются методы, основанные на работе с видеоизображениями, или с использованием дополнительных устройств, которые выдаются покупателям перед совершением покупок. Первый способ требует достаточно развитых алгоритмов, позволяющих осуществлять распознавание образов, например лиц покупателей и достаточно сложен при анализе поведения покупателя, когда требуется проследить его посещения в течение длительного периода времени, например года, так как это требует серьезных работ по анализу изображений в базе данных. Использование дополнительных устройств снижает достоверность проводимых наблюдений, так как участвующие в эксперименте покупатели могут вести себя неестественно. Присоединение дополнительных устройств, например к покупательским корзинам, не всегда возможно, так как в некоторых торговых центрах они отсутствуют. А если его можно реализовать, то требует дополнительных затрат на приобретение оборудования.

В связи с широким распространением мобильных устройств: смартфонов, планшетов, ноутбуков и др., формат которых позволяет человеку носить их с собой, появилась возможность применения инновационного способа изучения поведения покупателей в торговых центрах по этим устройствам, которые фоново осуществляют регистрацию в беспроводных сетях, т. о. возникла идея использовать мобильные устройства для изучения поведения покупателей. Этот метод может быть использован в маркетинговых исследованиях для анализа количества уникальных посещений, про-

ходимости торговых центров, распределения посещения покупателей по времени, определения пиковых нагрузок и др. Представляет собой аналог Яндекс.Метрики, когда рассматриваются заходы на сайты в сети Интернет, для реального поведения людей [2].

В настоящее время для обмена данными между вычислительными устройствами используется большое число протоколов. Некоторые из них имеют достаточно большую историю и хорошо зарекомендовали себя, другие появляются и формируются прямо сейчас [3]. Из протоколов, которые достаточно давно используются следует упомянуть RFID ISO 15963. Этот протокол позволяет осуществлять обмен данными между устройствами в помещениях, используется в случае необходимости точного позиционирования объекта, например дополнительное использование датчиков давления позволяет определить высоту расположения мобильного устройства [4]. Протокол Bluetooth может быть использован для устройств, находящихся в ограниченном радиусе действия, обычно для коммуникации персонального компьютера с периферийными устройствами.

Протоколы для сотовой связи используются для локации объектов, но передача сетевого трафика осуществляется через базовые станции операторов сотовой связи, поэтому доступ к нему ограничен. Развиваются протоколы DSRC (Dedicated Short Range Communications – выделенные коммуникации ближнего радиуса действия), которые являются самыми перспективными для проведения обмена данными между автомашинами для предотвращения столкновений с другими участниками движения: автомобилями и пешеходами [5, 6].

В нашей работе за основу мы взяли самый изученный и распространенный протокол для создания беспроводных локальных сетей *Wi-Fi* [7]. Основным преимуществом этого протокола является его распространенность, встраиваемость практически во все современные мобильные устройства. Если еще несколько лет назад телефон, который использует этот протокол, был редкостью, то уже сейчас существуют бюджетные модели, со встроенной сетевой картой, работающей с использованием протокола *Wi-Fi*. Аналогичную тенденцию можно проследить и в других мобильных устройствах. Покрытие *Wi-Fi* – сетями достаточно и постоянно развивается, существуют проекты по покрытию беспроводными сетями целых улиц (районов) городов. В торговых центрах наличие бесплатных точек доступа *Wi-Fi* стало уже правилом хорошего тона, и только будет развиваться.

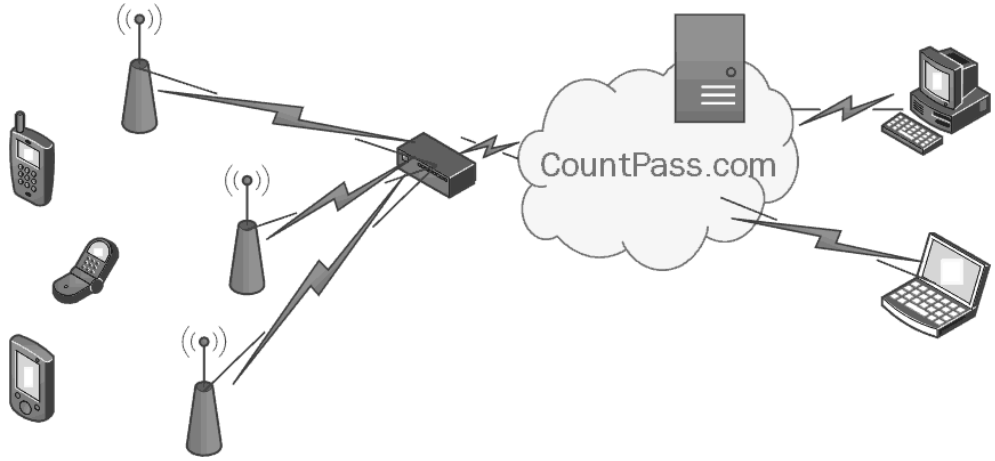


Рис. 1. Принципиальная схема работы аппаратно-программного комплекса.

Стоит обратить внимание и на современного покупателя, который использует мобильные устройства, чтобы постоянно быть в режиме *on-line*, что часто связано не столько с его работой или учебой, но является стилем жизни молодого и активного человека. В настоящее время такой тип покупателей, которые обычно предпочитают модели мобильных устройств с

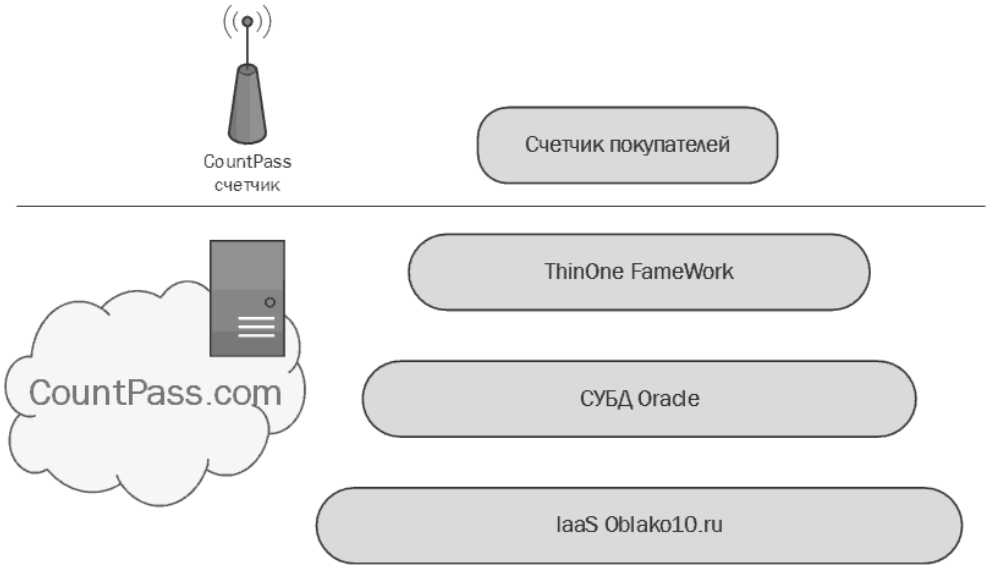


Рис. 2. Схема работы программного комплекса для анализа активности в Wi-Fi сетях.

Wi-Fi, будет только возрастать в общей массе людей, в том числе и среди посетителей торговых центров.

Основываясь на этих выводах, нами были рассмотрены возможности использования точек доступа Wi-Fi для регистрации мобильных устройств в беспроводных сетях. Было изучено доступное оборудование и сделан выбор в пользу наиболее подходящего с точки зрения цены и имеющихся функциональных возможностей на платформе ОС Linux. После выбора оборудования была проведена его настройка и написано программное обеспечение CountPass [8], которое позволяет получаемую информацию с точки доступа, которая сканирует сеть с целью обнаружения устройств, представлять в виде удобном для дальнейшего анализа.

Принципиальная схема разработанного аппаратно-программного комплекса выглядит следующим образом (рисунок 1). Из рисунка видно, что архитектура разработанной информационной системы позволяет собирать данные о мобильных устройствах с Wi-Fi – точек в единую базу сервиса, получив доступ к которой пользователи могут анализировать свои данные.

При реализации программной части наиболее интересной, на наш взгляд, является разработка не клиентской программы, устанавливаемой на локальный компьютер, а сервиса, доступного через сеть Интернет. В этом случае любой пользователь, установивший у себя оборудование для фоновой регистрации обращений мобильных устройств в своей Wi-Fi сети, может из любого места обратиться к сервису для работы с полученными данными. Схема работы программного комплекса представлены на рисунке 2, т. о. CountPass представляет собой web–сервис, который собирает данные с Wi-Fi – точек пользователя, интегрируя работу с аппаратными устройствами.

В качестве платформы для развертывания решения была выбрана как наиболее перспективная облачная инфраструктура, которая позволяет эффективно использовать вычислительные ресурсы и масштабировать их при необходимости. Для обработки данных используется СУБД Oracle, а для реализации web-интерфейса надстройка, написанная на фреймворке для разработки приложений ThinOne [9]. Клиентами информационной системы могут быть любые устройства, на которых может быть запущен браузер. После авторизации в информационной системе пользователь получает доступ к данным от своей Wi-Fi точки (точек), с которыми он может работать.

Таким образом, информационная система для аппаратно-программного комплекса представляет собой SaaS–решение, работающее на облачной инфраструктуре.

В настоящее время пользователь видит все уникальные мобильные устройства, которые

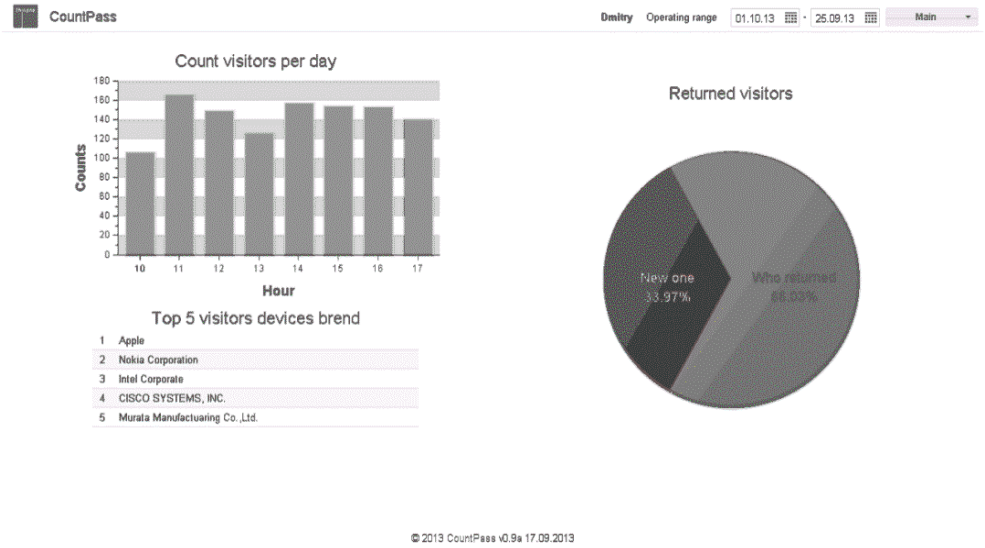


Рис. 3. Интерфейс приложения.

регистрировались на его *Wi-Fi* – точке в заданный промежуток времени. Может определить торговое наименование устройства (бренд) из открытых источников о производителях сетевых карт. Определить какие из устройств повторно регистрировались в системе в течение следующего часа или «вернувшиеся» устройства. Распределение регистрации устройств во времени в виде диаграммы. Сервис не сохраняет информацию об устройстве, а хранит только хеш–функцию, по которой можно идентифицировать устройство, это сделано для безопасности пользователей мобильных устройств. Интерфейс приложения представлен на рис. 3.

Апробация системы проходила на Международной профессиональной выставке промышленного субподряда «Субподряд 2013» в г. Тампере, Финляндия [10]. В течение двух дней собиралась информация о мобильных устройствах с *Wi-Fi*, были построены графики посещений по часам, определено количество уникальных посещений, средняя проходимость выставки в час, количество посетителей, которые вернулись в следующие дни, тех, кто посещал ее в течение двух дней. Определены торговые наименования мобильных устройств. В таблице 1 приведены некоторые данные.

Топ10 производителей мобильных устройств: Apple; Nokia Corporation; Intel Corporate; CISCO SYSTEMS, INC.; Shenzhen Huawei Communication Technologies Co., Ltd; Samsung Electronics Co., Ltd; Murata Manufactuaring Co., Ltd.; Hon Hai Precision Ind. Co.,Ltd.; Sierra Wireless Inc; HTC Corporation. Эксперименты показали возможность использования этого метода для фоновой бесконтактной обработки данных о количестве посетителей с использованием недорогого оборудования.

Таблица 1

Данные полученные о посетителях выставки

	1 день (чел.)	2 день (чел.)
Всего уникальных посетителей	679	760
Новых посетителей	679	632
Вернулись во второй день	-	128
Средняя проходимость в час	132,50	143,88

Основным недостатком этого метода можно считать то, что не все мобильные устройства имеют сетевые интерфейсы, работающие с *Wi-Fi*, а некоторые пользователи их сознательно выключают. Но ситуация меняется, появляются и внедряются новые беспроводные протоколы и устройства, пользователи становятся

все более лояльными к использованию этих технологий, поэтому изучение возможных методов анализа собираемой подобным образом информации является достаточно актуальной.

В результате исследования была подтверждена возможность анализа активности в беспроводных сетях в качестве инновационного метода изучения поведения покупателей в торговых центрах и других местах массового скопления людей. Разработан аппаратно-программный комплекс для сбора данных, функциональные возможности которого предполагается расширить, добавив возможность локации мобильных устройств и разработки мобильных приложений для облегчения доступа к сервису.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Котлер Ф., Армстронг Г., Сондерс Д., Вонг В.** Основы маркетинга : Пер. с англ. – М. ; СПб.; К. : Издат. дом «Вильямс», 1998. – 1056 с.
2. Яндекс.Метрика [Электронный ресурс]. URL: https://metrika.yandex.ru/.
3. **Воронов Р.В., Волков А.С., Регина С.А., Федоров А.А., Мощевикин А.П.** Метод обработки данных распределенной сети датчиков давления для оценки относительной высоты мобильного узла // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 4; URL: http://www.science - education.ru/ 110-9631.
4. Overview of Dedicated Short Range Communications (DSRC) Technology [On-line resource]. URL: http://www.its.dot.gov/ DSRC/.
5. DSRC – IEEE Standards Association. [On-line resource]. URL: https://mentor.ieee.org/ 802.11/ dcn/ 11-13-0541-01-0wng-dsrc-applications-tutorial.ppt.
6. IEEE 802.11: Wireless LANs. [On-line resource]. URL: http://standards.ieee.org/about/get/802/ 802.11.html.
7. Описание проекта CountPass [Электронный ресурс]. URL: http://countpass.com/.
8. Описание ThinOne Framework [Электронный ресурс]. URL: http://www.thinone.ru/.
9. Международная профессиональная выставка промышленного субподряда «Субподряд 2013» [Электронный ресурс]. URL: http://www. subcontractingfair.ru/.

REFERENCES

1. **Kotler F., Armstrong G., Sonders D., Vong V.** Osnovy marketinga : Per. s angl. – M. ; SPb.; K. : Izdat. dom «Vil'iams», 1998. – 1056 s.
2. Iandeks.Metrika [Elektronnyi resurs]. URL: https://metrika.yandex.ru/.
3. **Galov A., Moschevikin A., Voronov R.** Combination of RSS localization and ToF ranging for increasing positioning accuracy indoors // Proceedings of the 11th International Conference on ITS Telecommunications (ITST). 2011. P. 299-304.
4. **Voronov R.V., Volkov A.S., Reginia S.A., Fedorov A.A., Moshchevikin A.P.** Metod obrabotki dannykh raspredelennoi seti datchikov davleniia dlia otsenki otnositel'noi vysoty mobil'nogo uzla // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniia. – 2013. – № 4; URL: http://www.science-education.ru/110-9631.
5. Overview of Dedicated Short Range Communications (DSRC) Technology [On-line resource]. URL: http://www.its.dot.gov/DSRC/.
6. DSRC – IEEE Standards Association. [On-line resource]. URL: https://mentor.ieee.org/802.11/dcn/11-13-0541-01-0wng-dsrc-applications-tutorial.ppt.
7. IEEE 802.11: Wireless LANs. [On-line resource].URL: http://standards.ieee.org/about/get/802/802.11.html.
8. Description of the project CountPass [On-line resource]. URL: http://countpass.com/.
9. ThinOne Framework Specification [On-line resource]. URL: http://www.thinone.ru/.
10. Subcontracting Trade Fair 2013 [On-line resource]. URL: http://www.subcontractingfair.ru/

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

ИВАНОВ Дмитрий Александрович – соискатель; Петрозаводский государственный университет; 185910, пр. Ленина, 33, Петрозаводск, Россия; e-mail: dmitry@thinone.ru

IVANOV Dmitry A. – Petrozavodsk State University; 185910, Lenina pr. 33, Petrozavodsk, Russia; e-mail: dmitry@thinone.ru

СУРОВЦОВА Татьяна Геннадьевна – старший преподаватель, кандидат технических наук; Петрозаводский государственный университет; 185910, пр. Ленина, 33, Петрозаводск, Россия; e-mail: tsurovceva@petrsu.ru
SUROVTSOVA Tatyana G. – Petrozavodsk State University; 185910, Lenina pr. 33, Petrozavodsk, Russia; e-mail: tsurovceva@petrsu.ru

ТЯХТИ Егор Александрович – руководитель SaaS направления, ООО «ФинВан», 185005, наб. Гюллинга, 11, Петрозаводск, Россия; e-mail: tyahti.egor@thinone.ru
TYAHTI Egor A. – Head of SaaS Solutions, ThinOne Ltd, 185005, 11 Gyullig Emb., Petrozavodsk, Russia; e-mail: tyahti.egor@thinone.ru

© Санкт–Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 658.5.012.14

С.Г. Редько, Е.В. Селезнева

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ARENA ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЛИНИЙ

S.G. Redko, E.V. Selezneva

THE USAGE OF SIMULATION MODELING SYSTEM ARENA FOR THE RESEARCH OF PRODUCTION LINES

В статье рассмотрены задачи проектирования и поддержки функционирования и проведен анализ методов их решения: натурный эксперимент, математическое и имитационное моделирование. Проанализирован опыт применения имитационного моделирования для исследования производственных линий. Разработаны две типовые модели производственных линий (однопродуктовая и многопродуктовая) в среде имитационного моделирования Arena. Проведена верификация разработанных моделей с помощью анализа поведения «узкого места» и закона Литтла. Поставлены эксперименты с однопродуктовой моделью для оценки влияния партионности, поломок, вариабельности процессов, длины производственной линии на показатели эффективности: пропускную способность, среднее время потока, вероятность блокирования и простоя рабочих станций.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЛИНИИ, БЛОКИРОВАНИЕ, ПРОСТОЙ, ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ, ПОЛОМКИ, ЭКСПЕРИМЕНТ, АЛГОРИТМ, ТИПОВАЯ МОДЕЛЬ, ДОПУЩЕНИЯ, ЗАКОН ЛИТТЛА, ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ.

The design and operation approval goals were examined and the analysis of such methods of their solution as full-scale experiment, mathematical and simulation modeling was done in the article. The experience of simulation modeling for the production line research was analyzed. The two typical models were developed in the simulation software package Arena, one of which is single-product and the other is multi-product. The verification of developed models was done by the behavior analysis of the bottleneck and the Little's formula. The experiments with the single – product model were made in order to estimate the influence of batches, failures, process variability, production line length on such performance measures as throughput, average flow time, the downtime and blocking probability of workstations.

PRODUCTION LINES, BOTTLENECK, BLOKING, STARVATION, VARIABILITY, FAILURES, EXPERIMENT, ALGORITHM, TYPICAL MODEL, ASSUMPTIONS, LITTLE'S LOW, PERFORMANCE MEASURES.

В последние годы в России наблюдается преобладание непроизводственной сферы над производственной. Однако промышленность и сельское хозяйство, по-прежнему, играют важную роль в экономике России. По данным Росстата, в 2012 году сельское хозяйство составило 4,5%, промышленность - 36,9%, сервис – 58,6% ВВП [1].

К проблемам, относящимся к промышленности, можно отнести необходимость решения задач проектирования и поддержки функционирования производственных линий. Производственные линии представляют собой последовательность операций, в результате прохождения которых на выходе появляются готовые изделия или полуфабрикаты. Интерес к задачам поддержки функционирования обусловлен необходимостью решения оперативных задач, стоящих перед любым производственным предприятием. К таким задачам можно отнести управление запасами, оптимизацию работы линии с учётом «узкого места», влияние отказов оборудования на показатели эффективности и т.д. В свою очередь, актуальность реше-

ния задач проектирования связана с ростом числа новых и развитием существующих предприятий, которые осуществляют модернизацию своих производственных линий по различным причинам, к числу которых можно отнести устаревание оборудования, изменение внешней среды, глобализацию рынков, передачу части производственных функций на аутсорсинг, необходимость снижения издержек [2].

Решение данных задач сводится к оценке значений показателей эффективности, к которым относятся пропускная способность, среднее время потока, вероятность простоя и блокирования рабочих станций, уровень запасов в буферах [3]. В качестве методов решений можно рассматривать проведение натурного эксперимента, имитационного и математического моделирования. Однако имитационное моделирование наиболее целесообразно, поскольку:

Позволяет оценить показатели эффективности сложных систем, которыми и являются производственные линии [4, 5, 6, 7].

Затрачивает меньше временных и денежных средств по сравнению с натурным экспериментом.

Имитационные модели являются более гибкими и реалистичными по сравнению с математическими моделями [8].

Большинство разработанных на сегодняшний день имитационных моделей описывает поведение конкретных производственных линий и не может быть использовано на различных предприятиях, то есть не существует типовых моделей производственных линий.

В рамках данного исследования были разработаны две типовые имитационные модели производственных линий - однопродуктовая и многопродуктовая. Однопродуктовая модель имитирует производственный процесс, в результате которого выпускается один вид продукции. В многопродуктовой модели имитируется процесс производства нескольких видов продукции [9]. Разработанные типовые имитационные модели производственных линий направлены на оценку показателей их эффективности с учётом действующих на них факторов. В типовых моделях эффективность производственных линий оценивается с помощью таких показателей, как пропускная способность, среднее время потока, средний уровень запасов в буферах, вероятность простоя и блокирования рабочих станций. При проектировании линий именно эти параметры являются ключевыми для оценки их эффективности в независимости от отрасли промышленности. При этом в типовых моделях учитываются такие факторы, присущие всем производственным линиям и влияющие на показатели их эффективности, как поломки оборудования и ремонт, партионность, вариабельность времени выполнения операций на рабочих станциях, длина производственных линий. Типовые модели предусматривают задание пользователем значений факторов под конкретную производственную линию.

Разработанные типовые модели пригодны для моделирования любой линии дискретного производства, для которой выполняются принятые при их разработке допущения:

Каждая станция представляет собой отдельную операцию.

Производственные линии имеют один маршрут следования.

Производственные линии работают в выталкивающем режиме.

Рабочие станции территориально расположены друг за другом, вследствие чего продукция передается из буфера одной станции на следующую за ней без использования дополнительных транспортных средств.

Размер буфера между рабочими станциями ограничен.

Любая производственная линия, не противоречащая данным требованиям, может быть исследована с помощью разработанных типовых моделей.

Основными допущениями, принятыми к типовым моделям, являются следующие: рабочая станция блокируется, если в буфере следующей за ней рабочей станции нет свободного места, размер партии не может превышать размер буфера. Рабочая станция предназначена для осуществления производственных процессов и представляет собой территориальное пространство, на котором располагается оборудование, операторы и буфер [5]. Буфер представляет собой территорию для хранения незавершенной продукции, находящуюся перед каждой рабочей станцией. В типовых моделях

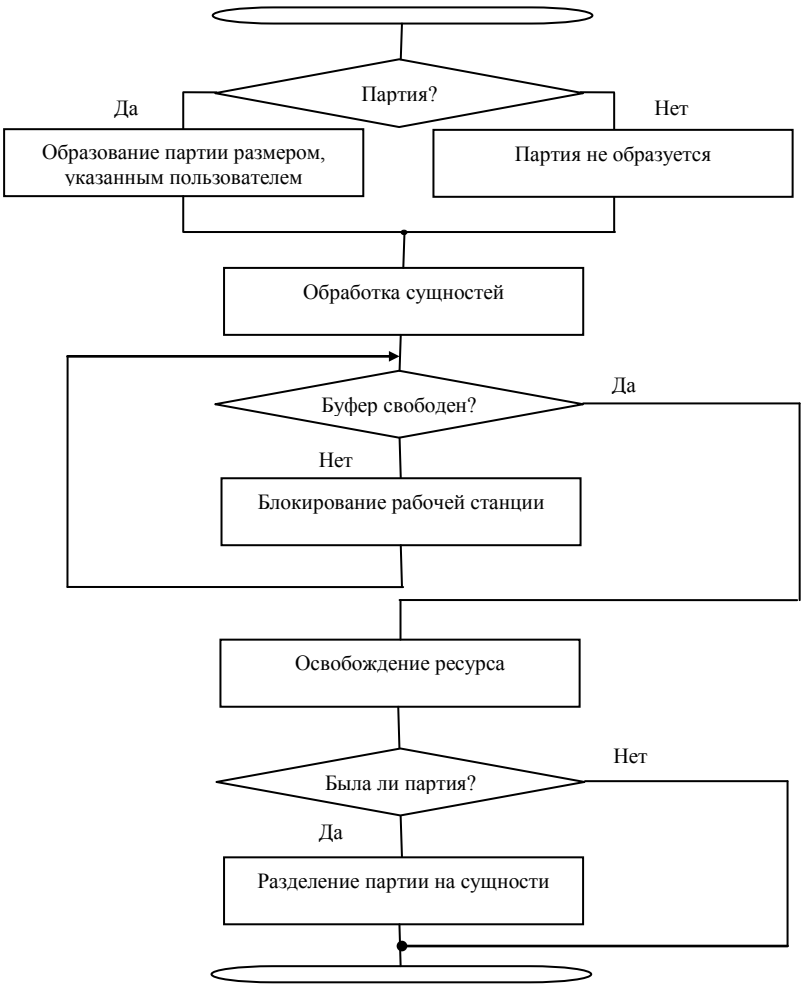


Рис.1. Блок-схема работы сегмента типовой модели

размер буферного пространства между рабочими станциями (Buffer size), время выполнения операций для каждой рабочей станции (Processing time) и размер партии (Batch size) являются параметрами и могут задаваться пользователем.

Каждая модель строится из набора типовых сегментов, соответствующих отдельной рабочей станции линии. Алгоритм работы типового сегмента представлен в виде блок-схемы на рис. 1.

Сначала определяется то, как будет происходить обработка на данной станции (поштучно или партиями). Далее, в случае незанятости ресурса, осуществляется обработка. В противном случае, единица (партия) становится в очередь на обработку ресурсом до его освобождения. Обработанные единицы поступают в буфер следующей рабочей станции, при условии наличия свободного места в нём, и ресурс текущей станции становится свободным. Если буфер следующей рабочей станции занят, то обработанные единицы задерживаются на данной рабочей станции до освобождения буфера следующей за ней станции (станция блокируется). Далее, при необходимости, партия разделяется на отдельные единицы и поступает на вход следующего сегмента, принцип работы которого повторяется. Логика работы последнего сегмента в модели отличается от работы других сегментов отсутствием условия блокирования.

Типовая модель производственной линии, разработанная в среде имитационного модели-

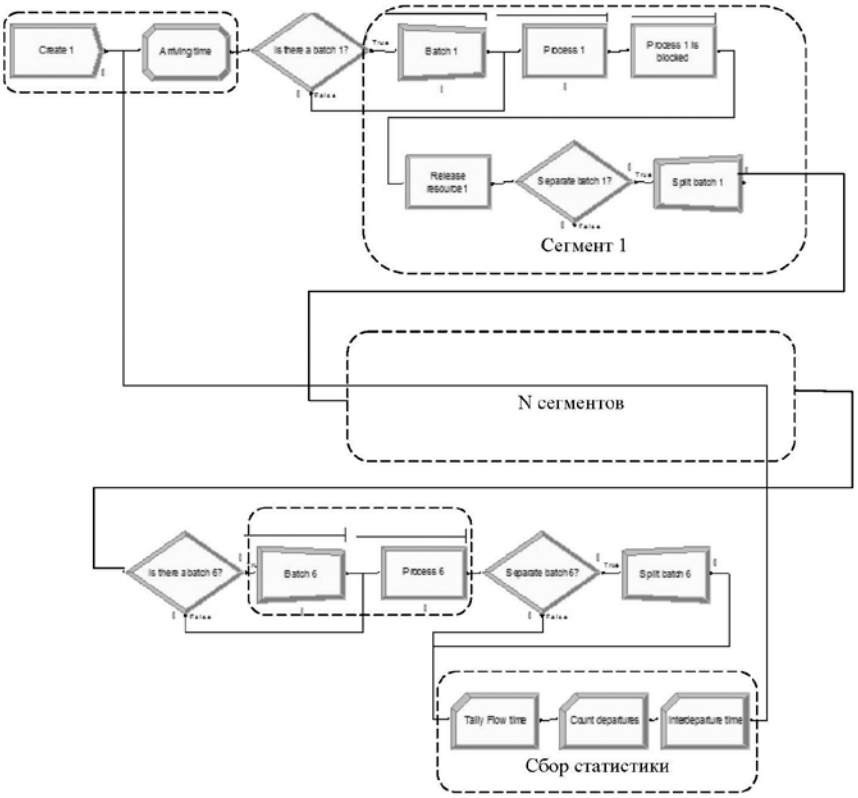


Рис. 2. Типовая модель производственной линии

рования Arena, представлена на рис. 2. В данной модели первые два блока имитируют поступление заданий на вход линии, темп которого, как правило, задается по закону Пуассона, что соответствует экспоненциальному распределению интервала времени поступления заданий. Среднее значение, являющееся параметром экспоненциального распределения, равно среднему значению времени выполнения заданий в «узком месте» системы. Именно поэтому одна из форм верификации моделей заключается в соответствии ее закону Литтла, который характеризует работу системы в стабильном состоянии. Типовая модель предусматривает возможность изменения пользователем закона распределения для конкретной линии без структурных изменений модели.

Третий блок определяет способ обработки единиц: поштучно или партиями. Последующие 6 блоков имитируют алгоритм работы типового сегмента, описанного выше. Число сегментов в модели определяется длиной конкретной линии. В последнем сегменте отсутствуют модули проверки блокировки. Завершающие блоки обеспечивают сбор пользовательской статистики, описанной далее.

Пользовательские настройки разработанных типовых моделей производственных линий можно разделить на специальные настройки и стандартные настройки, предусмотренные системой моделирования Arena по умолчанию. Специальные настройки обеспечивают задание таких параметров моделей, как время обработки, размер партии и размер буфера каждой рабочей станции. К стандартным входным настройкам относятся настройки, связанные с партиями, ресурсами, очередями и поломками [10]. Такой подход делает модели гибкими для настройки значений параметров под разнообразные варианты производственных линий.

Выходную статистику, получаемую в результате моделирования типовых моделей, можно разделить на автоматические отчёты и отчеты, определённые пользователем [10].

Таблица 1

Выходная статистика типовых моделей

Вид статистики	Собираемая статистика	
Автоматические отчёты	Сущность	Значение количества вошедших сущностей
		Значение количества вышедших сущностей
		Среднее, максимальное и минимальное значение запасов в буферах
	Очередь	Среднее, максимальное и минимальное значение количества сущностей в очереди
		Среднее, максимальное и минимальное значение времени ожидания в очереди
	Ресурс	Среднее, максимальное и минимальное фактическое значение использования ресурсов
		Среднее, максимальное и минимальное запланированное значение использования ресурсов
Отчёты, определённые пользователем	Время потока Количество покинувших систему сущностей Время между входами сущностей Проход Вероятность нахождения ресурса в различных состояниях, в том числе и вероятность простоя Вероятность блокирования рабочих станций	

Рис. 3. График зависимости пропускной способности от размера партии

Данная статистика представлена в табл. 1.

Верификация разработанных типовых моделей при работе линии в стационарном режиме подтверждена выполнением закона Литтла:

$$I = R*T \quad (1),$$

где I – средний уровень запасов, R – пропускная способность (проход), T – среднее время потока.

Верификация однопродуктовой модели была проведена также посредством анализа поведения «узкого места», который подтвердил адекватность модели.

С однопродуктовой типовой моделью проведены эксперименты для оценки влияния партионности, поломок, вариабельности процессов, длины производственной линии на пропускную способность, среднее время потока, вероятность блокирования и простоя оборудования.

При анализе влияния размера партии на показатели эффективности были получены следующие результаты: при увеличении размера

Таблица 2

Зависимость пропускной способности и среднего времени потока от действующих на них факторов

Показатель эффективности	Зависимость		
	Сильная (более 40 %)	Средняя (10 % - 40 %)	Слабая (менее 10 %)
Пропускная способность (-)	Размер партии Блокирование «узкого места» Простой «узкого места» Поломки «узкого места»	Поломки станции, стоящей перед «узким местом»	Длина линии Вариабельность процессов
Среднее время потока (+)			

партии пропускная способность падает, среднее время потока увеличивается, вероятность блокирования рабочих станций падает, а вероятность их простоя увеличивается. Зависимость пропускной способности от размера партии представлена на рис. 2. Зависимость среднего времени потока от размера партии обратно - пропорциональна зависимости пропускной способности от размера партии.

Результаты других экспериментов представлены в таблице 2. Здесь указано направление связи (положительная или отрицательная), а также сила связи, в зависимости от того, насколько процентов меняются выходные параметры при изменении входных параметров.

Результаты проведенных экспериментов показывают возможность практического применения разработанных моделей для оценки влияния таких факторов, как случайные поломки оборудования, вариабельность времени выполнения операций, длина линии, размера партии на параметры эффективности широкого круга производственных линий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сайт Федеральной Службы Государственной Статистики // URL: http://www.gks.ru/ free_doc/ new_site/ vvp/tab10.xls (дата обращения: 03.11.2013).

2. **Грундиг К.Г.** Проектирование промышленных предприятий. Принципы. Методы. Практика / Пер. с нем. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. – 340 с.

3. **Curry G.L., Feldman R.M.** Manufacturing modeling and analysis. – Springer, – 2009. – 327 p.

4. **Таха Х.А.** Введение в исследование операций / Пер. с анг. – 2-е изд. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 912 с.

5. **Altiok T., Melamed B.** Simulation modeling and analysis with Arena. B. – Elsevier Inc, 2007. – 440 p.

6. **Шеннон Р.** Имитационное моделирование систем – искусство и наука. – М.: Мир, 1978. – 420 с.

7. **Шелухин О.И., Тенякшев А.М., Осин А.В.** Моделирование информационных систем / Под ред. О.И. Шелухина. Учебное пособие. – М.: Радиотехника, 2005. – 368с.

8. **Verma A.K., Ajit S., Karanki D.R.** Reliability and Safety Engineering. – Springer, 2010. – 535p.

9. **Papadopoulos C.T., O'Kelly M.E.J., Vidalis M.J., Spinellis D.** Analysis and Design of Discrete Part Production Lines. – Springer, 2009. – 279 p.

10. **Kelton W., Sadovski R., Swets N.** Simulation with Arena. McGraw Hill Education, 2009. 656 p.

REFERENCES

1. Federal State Statistic Service Website // URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/vvp/tab10.xls (accessed 03.11.2013)

2. **Grundig K.G.** The design of industrial enterprises. Principles. Methods. Practice. Moscow, Alpina Business Books, 2007. 340 p.

3. **Curry G.L., Feldman R.M.** Manufacturing modeling and analysis. – Springer, – 2009. – 327 p.

4. **Taha H.A.** Operations research: an introduction. Moscow, Williams, 2005. 912 p.

5. **Altiok T., Melamed B.** Simulation modeling and analysis with Arena. B. Elsevier Inc, 2007. – 440 p.

6. **Shannon R.** Systems simulation: the art and science. Moscow, Mir, 1978. 440 p.

7. **Sheluhin O.I., Tenyakshev A.M., Osin A.B.** Information systems modeling. Moscow, Radiotechnic. 2005. 368 p.

8. **Verma A.K., Ajit S., Karanki D.R.** Reliability and Safety Engineering. – Springer, 2010. – 535p.

9. **Papadopoulos C.T., O'Kelly M.E.J., Vidalis M.J., Spinellis D.** Analysis and Design of Discrete Part Production Lines. – Springer, 2009. – 279 p.

10. **Kelton W., Sadovski R., Swets N.** Simulation with Arena. McGraw – Hill Education, 2009. – 656 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

РЕДЬКО Сергей Георгиевич – заведующий кафедрой Управления проектами, доктор технических наук; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: redko@acea.neva.ru

REDKO Sergey G. – St. Petersburg State Polytechnical University; 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: redko@acea.neva.ru

СЕЛЕЗНЕВА Екатерина Васильевна – аспирант; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: SeleznouvaK@gmail.com

SELEZNEVA Ekaterina V. – St. Petersburg State Polytechnical University; 195251, Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia; e-mail: SeleznouvaK@gmail.com

© Санкт–Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 65.012 006

Т.Ю. Сячина

О СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДАХ МЕНЕДЖМЕНТА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.

T.Y. Syachina

ABOUT ACTUAL TECHNIQUES OF INFORMATION SECURITY MANAGEMENT

Предлагаемая в статье классификация методов менеджмента информационной безопасности, позволяет реализовать требования основополагающих стандартов, поддерживать и улучшать системы менеджмента информационной безопасности (СМИБ) конкретной организации.

МЕТОДЫ МЕНЕДЖМЕНТА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, СМИБ.

The classification of techniques information security management in this publication will can to realize requires of main standards for organizations, to keep and improvement their system.

TECHNIQUES INFORMATION SECURITY MANAGEMENT, INFORMATION SECURITY MANAGEMENT SYSTEM, ISMS.

В связи с совершенствованием организациями систем менеджмента информационной безопасности (СМИБ) на основе международных стандартов начинает формироваться соответствующая практика, которая необходима для эффективной работы таких систем.

Существуют основополагающие и дополняющие стандарты для реализации требований в области информационной безопасности, самыми распространенными являются стандарты ISO серии 27000, которые предъявляют требования к системе менеджмента информационной безопасности [1] и содержат руководящие указания к построению, реализации и улучшению СМИБ [2,3,4]. Дополняющие стандарты содержат свод правил по выбору методов и руководящих принципов для реализации СМИБ, которые организация должна выбрать, исходя из специфики своей деятельности. Формирование системы методов менеджмента информационной безопасности позволит организациям реализовать требования основополагающих стандартов, поддерживать и улучшать систему.

Ключевые требования к информации включают в себя комплекс подходов для их выполнения – управление рисками, управление событиями информационной безопасности, их учет и исправление, минимизация возможных рисков, снижение ущерба негативных последствий, установление привилегированного доступа к информации, маркировка информации, ограничение физического доступа и его контроль и т.д. Важными составляющими достижения и оценки конфиденциальности, целостности и доступности информации является учет изменений, их оценка, классификация рисковых событий, изменчивость системы менеджмента ИБ вследствие внешних и внутренних факторов (внедрение новых элементов в СМИБ, вывод компонентов, оборудования, технологий, экономическая и законодательная ситуации и прочее). Систематизировать всю собранную информацию, оценить текущее состояние СМИБ и цели организации можно только с применением статистических методов, результатом использования которых будет более четкое и грамотное прогнозирование ожидаемых результатов процессов и управление

Рис. 1. Классификация методов менеджмента информационной безопасности

ими на основе фактов и данных.

Согласованность стандартов ISO/IEC 27001 и ISO 9001 позволяет сделать вывод об идентичности структуры требований к СМК и СМИБ [1, 5], принципов и методов, применяемых в данных системах. Методы менеджмента качества направлены на координацию деятельности по руководству и управлению организацией в области качества и могут быть разделены на три вида [6]: Организационные - развертывание политики, организация кружков качества, «точно во время»; Инженерные - QFD, FMEA, SPC, метод Тагути, семь сложных статистических методов; Простейшие методы – универсальные методы командного решения проблем, включая семь простых методов, метод «пять почему», алгоритмизация. Данная классификация направлена на группировку методов с позиции способов повышения эффективности производства. На рис. 1 приведена предлагаемая классификация методов в области менеджмента информационной безопасности с учетом приведённой классификации методов менеджмента качества и источников в области информационной безопасности [7,8], включающая в себя: организационные методы, риск-ориентированные методы, технические методы, правовые методы.

Организационные методы - это группа методов, включающая аспекты, которые основываются на принципе ответственности и приверженности руководства в области информационной безопасности. Применение методов включает анализ требований к информационной безопасности, разработку плана выполнения этих требований, управление и административный контроль над реализуемой системой информационной безопасности, определение целей и политики, разработка стратегии в области ИБ и управления рисками [9]. Риск-ориентированные методы – группа методов, направленных на координацию деятельности по управлению и контролю за организацией в отношении рисков. Методы содержат основные подходы к оценке рисков и способах управления ими с учетом направления деятельности организации и её организационной структуры [7,8]. Технические методы содержат различные практики по управлению информационной безопасностью (средства управления) для достижения целей управления в случае возникновения риска. Защитные меры позволяют обеспечить информационную безопасность, уменьшить уязвимости, ограничить воз-

действие инцидентов и облегчить восстановление активов. Технические методы являются инструментарием для осуществления организационных и риск-ориентированных методов, так как подразумевают комплекс действий, механизмов, которые направлены на защиту информационной безопасности техническими способами [2]. Правовые методы помогают поддерживать функционирование СМИБ на основе реализации правовых норм по информационной безопасности. Правовое направление основывается на государственной политике в области информационной безопасности, основных правилах и процедурах обязательной сертификации средств защиты информации и правилам аттестации объектов, правилах лицензирования и технической защиты конфиденциальной информации; формах ответственности за нарушение правовых и нормативных требований ИБ [10].

Особо важными для руководства организации в области СМИБ являются статистические методы. Стандарт ISO/IEC 27001 требует поддерживать и улучшать СМИБ посредством мониторинга и оценки функционирования системы. Для такого анализа необходимы записи и свидетельства мониторинга и измерений СМИБ, которые при помощи применения статистических методов станут основой для разработки корректирующих и предупреждающих действий для постоянного улучшения, и принятого на объективных результатах анализа. Статистические методы являются общим компонентом всех групп методов менеджмента информационной безопасности, они применяются при оценке риска, при тестировании защитных систем ИБ и программного обеспечения, при аттестации объектов, лицензировании и технической защите конфиденциальной информации.

Статистические методы в СМИБ ещё не получили широкого распространения, в отличие от применения в системах менеджмента качества. Использование данных методов позволяет специалистам принимать обоснованные управленческие решения, подкрепленные количественными данными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ИСО/МЭК 27001:2005 «Информационные технологии. Методы обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Требования». М.: Изд-во стандартов, 2009 -49 с.

2. ИСО/МЭК 27000:2012 «Информационные технологии. Методы обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Общее представление и словарь». М.: Изд-во стандартов, 2012-25с.

3. ИСО/МЭК 27002:2005 «Информационные технологии. Методы обеспечения безопасности. Практические правила управления информационной безопасностью». М.: Изд-во стандартов, 2007 -163с.

4. ИСО/МЭК 27003:2010 «Информационные технологии. Руководство по осуществлению системы менеджмента информационной безопасности». М.: Изд-во стандартов, 2010 – 68с.

5. ИСО 9001:2008. «Системы менеджмента качества. Требования». М.: Изд-во стандартов, 2008 – 27с.

6. **Балукова М.В.** «Петербургские тайны» качества - Методы менеджмента качества № 1, 2006, с. 57-58.

7. ГОСТ Р 53110-2008 «Система обеспечения информационной безопасности сети связи общего пользования. Общие положения». М.: Изд-во стандартов , 2009-23 с.

8. ГОСТ Р ИСО/МЭК 13335-1-2006 «Информационная технология - Методы и средства обеспечения безопасности – Часть 1: Концепция и модели менеджмента безопасности информационных и телекоммуникационных технологий». М.: Изд-во стандартов, 2007 -23 с.

9. **Андрианов В.В., Зефиров С.Л., Голованов В.Б., Голдуев Н.А.** Обеспечение информационной безопасности бизнеса- 2-е изд., перераб. и доп. - М.:ЦИПСиР: Альпина Паблишерз, 2011. - 373 с.

10. **Крат Ю.Г., Шрамкова И.Г.** Основы информационной безопасности : учеб. пособие /– Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2008. –112 с.

REFERENCES

1. ISO/MEK 27001:2005 «Informatsionnye tekhnologii. Metody obespecheniia bezopasnosti. Sistemy menedzhmenta informatsionnoi bezopasnosti. Trebovaniia». M.: Izd-vo standartov, 2009 -49 s.

2. ISO/MEK 27000:2012 «Informatsionnye tekhnologii. Metody obespecheniia bezopasnosti.

Sistemy menedzhmenta informatsionnoi bezopasnosti. Obshchee predstavlenie i slovar'». M.: Izd-vo standartov, 2012-25s.

3. ISO/MEK 27002:2005 «Informatsionnye tekhnologii. Metody obespecheniia bezopasnosti. Prakticheskie pravila upravleniia informatsionnoi bezopasnost'iu». M.: Izd-vo standartov, 2007 -163s.

4. ISO/MEK 27003:2010 «Informatsionnye tekhnologii. Rukovodstvo po osushchestvleniiu sistemy menedzhmenta informatsionnoi bezopasnosti». M.: Izd-vo standartov, 2010 – 68s.

5. ISO 9001:2008. «Sistemy menedzhmenta kachestva. Trebovaniia». M.: Izd-vo standartov, 2008 – 27s.

6. **Balukova M.V. «**Peterburgskie tainy» kachestva - Metody menedzhmenta kachestva № 1, 2006, s. 57-58.

7. GOST R 53110-2008 «Sistema obespecheniia informatsionnoi bezopasnosti seti sviazi obshchego pol'zovaniia. Obshchie polozheniia». M.: Izd-vo standartov , 2009-23 s.

8. GOST R ISO/MEK 13335-1-2006 «Informatsionnaia tekhnologiia - Metody i sredstva obespecheniia bezopasnosti – Chast' 1: Kontseptsiia i modeli menedzhmenta bezopasnosti informatsionnykh i telekommunikatsionnykh tekhnologii». M.: Izd-vo standartov, 2007 -23 s.

9. **Andrianov V.V., Zefirov S.L., Golovanov V.B., Golduev N.A.** Obespechenie informatsionnoi bezopasnosti biznesa- 2-e izd., pererab. i dop. - M.:TsIPSiR: Al'pina Pablisherz, 2011. - 373 s.

10. **Krat Iu.G., Shramkova I.G.** Osnovy informatsionnoi bezopasnosti : ucheb. posobie /– Khabarovsk : Izd-vo DVGUPS, 2008. – 112 s.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

СЯЧИНА Татьяна Юрьевна – специалист по качеству, ООО «СП ТЕКНОПЛАСТ-СПб». Россия, 198515, г. Санкт-Петербург, г. Петергоф, ул. КарлаСименса, д.1, лит. А., e-mail: tania-siatchina@yandex.ru

SYACHINA Tatiana Y. – OOO «JV TECNOPLAST SPB». Russia, 198515, Saint-Petersburg, Petergof, St. Karl Siemens 1/a, e-mail: tania-siatchina@yandex.ru

© Санкт–Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 338.27

М.В. Артемичев, В.А. Кабанов

СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ АЭС НА БАЗЕ ИННОВАЦИОННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

M.V. Artemichev, V.A. Kabanov

INNOVATION IT SYSTEMS FOR NPP POWER GENERATION FORECASTING

В статье рассматриваются основные этапы и результаты разработки систем прогнозирования генерации электроэнергии АЭС. Приведены выбранные параметры прогнозирования и оптимальные, основанные на инновационных технологиях методы прогнозирования.

СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ, ФАКТОРЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ, МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЯ ЭВОЛЮЦИОННОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.

The given article reviews basic stages and results of development of NPP power generation forecasting systems. It provides selected forecasting parameters and the best forecasting innovation IT-based approaches.

FORECASTING SYSTEMS, FORECASTING FACTORS, FORECASTING TECHNOLOGY, EVOLUTIONARY SOFTWARE ENGINEERING.

Развитие российского оптового рынка электроэнергии создает для его участников экономические стимулы для повышения точности прогнозирования и более детального планирования своей генерации (потребления) электрической энергии и мощности. Повышение качества и точности прогноза хотя бы на 1 % в масштабах такой крупной электростанции как Курская АЭС позволит получать прибыль в секторе отклонений российского оптового рынка.

В статье приведено краткое описание разработанных систем прогнозирования генерации электроэнергии АЭС: системы среднесрочного прогнозирования и системы краткосрочного прогнозирования.

Система среднесрочного прогнозирования генерации электроэнергии

Среди факторов прогнозирования наибольшее влияние на снижение генерируемой мощности оказывают плановые ремонты: капитальные, средние и текущие. Следующим фактором, влияющим на уровень генерируемой мощности, является температура циркуляционной воды на входе в конденсаторы турбин. Еще одним фактором влияния на генерируемую мощность является температура окружающего воздуха. Влияние температуры воздуха на снижение генерируемой мощности - косвенное: через взаимосвязь температуры воздуха с температурой циркуляционной воды. Значительно снижают генерируемую мощность диспетчерские ограничения, характерные для праздничных дней. Фактор сезонности так же, как и температура окружающего воздуха косвенно, влияет на генерируемую мощность. Фактор сезонности выражается индикатором принадлежности (m) к данному месяцу (равен 1, текущий день принадлежит данному месяцу и 0- в противном случае). Целевой (прогнозируемый) параметр - объем выработки электроэнергии за 31 день (при 31-дневном месяце) энергоблоком. Для прогнозирования 31-дневных, 30-дневных, 29-дневных и 28-дневных месяцев применяются отдельные ветви программы. Всего используется для 4 энергоблоков АЭС - 29 параметров, отражающих эти факторы.

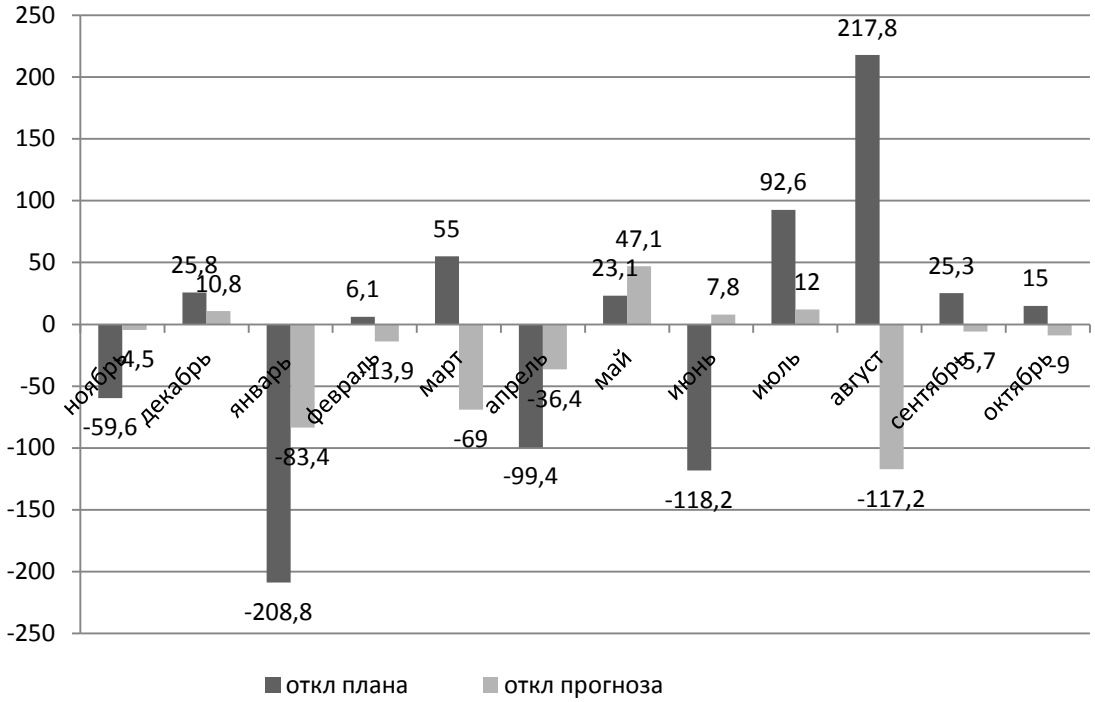


Рис.1. Графики отклонений прогнозных значений месячной выработки электроэнергии станцией от фактических значений (млн. кВт·ч)

Для выбора оптимальных методов прогнозирования было построено несколько десятков прогнозных моделей на базе нейросетевых методов [1 -4], технологии Date mining [5], технологии эволюционного программирования [6], метода группового учета аргументов (МГУА) и других методов прогнозирования [6]. Из каждой обучающей выборки случайным методом выделялась тестовая выборка. Оставшаяся часть обучающей выборки использовалась для тренировки моделей. По результатам прогнозирования на тестовой выборке выбирались модели наилучшие для каждого блока. Обученные модели затем были проверены на контрольных данных. Наилучшие модели прогнозирования для всех энергоблоков основаны на технологии эволюционного программиров**ания.**

Для повышения надежности прогнозирования проводилась агрегация прогнозов от модулей, базирующихся на инновационных информационных технологиях эволюционного программирования, Date mining и МГУА [7].

Но, как и все методы, основанные на обучении, даже агрегированная модель не обеспечивала требуемую высокую точность прогнозирования при резких изменениях прогнозируемых процессов или при недостаточных объемах обучающих выборок.

Поэтому в системе прогнозирования генерации осуществляется агрегация двух принципиально различных подсистем прогнозирования: подсистемы на базе методов с обучением и подсистемы на базе технологии системной динамики [8 – 10]. Динамическая подсистема применялась на участках длительностью 31 (30, 29 и 28) день после начала и окончания ремонтов, и во время ремонтов. Кроме того, динамическая подсистема прогнозирования была использована в ранее не встречавшихся ситуациях ремонта одного турбогенератора при работающем другом турбогенераторе энергоблока. Таких ситуаций не было и обучаться было не на чем.

Разработанная система среднесрочного прогнозирования обеспечивает высокую точность прогнозов. Отклонения плановых значений выработки электроэнергии от фактических существенно уменьшаются при приме-

нении системы среднесрочного прогнозирования (рис. 1). Разность отклонений при традиционном планировании (левые столбцы пары отклонений месяца) и отклонений при использовании системы среднесрочного прогнозирования (правые столбцы) составляет значительный экономический выигрыш.

Система краткосрочного прогнозирования генерации электроэнергии. Для эффективной работы в различных секторах оптового рынка электроэнергии разработана система краткосрочного прогнозирования генерации электроэнергии.

Сокращение горизонта прогнозирования до одной недели дает возможность при прогнозировании использовать более точные параметры. Можно использовать не усредненные за несколько лет температуры воздуха на конкретную дату, а более точные прогнозы Гидрометцентра. Известны сроки окончания некоторых неплановых ремонтов. За неделю мало изменится степень ухудшения условий работы систем конденсаторов турбин. За неделю незначительно изменится температура циркуляционной воды на входе системы конденсаторов турбин, а, следовательно, температура воды на выходе систем конденсаторов.

Для краткосрочного (за неделю) прогнозирования выработки электроэнергии на сутки использовано по 12 параметров для каждого энергоблока:

Целевой параметр - выработка электроэнергии блоком за сутки: g;

Состояние блока в день, на который делается прогноз, $w(w = 1$ при эксплуатации блока, когда g больше 0, и w=0 при ремонте блока, когда $g = 0)$;

Тип дня, на который рассчитывается прогноз: рабочий $d = 1$, выходной (суббота или воскресенье) или праздничный $d = 0.92$, первый рабочий день после праздника или после выходного дня $d = 0.96$;

Температуры воздуха в 6, 12, 24 часа: $t6, t12, t24$;

Температура циркуляционной воды на входе систем конденсаторов: tc;

Длительность работы блока после чистки конденсаторов (в декадах-десятидневках): de;

Разности температуры выхлопа турбины и температуры циркуляционной воды на выходе системы конденсаторов турбины: $to1, to2$, для 1-ой и 2-ой турбины энергоблока, соответственно;

Температуры прямой сетевой воды для отопления города и промплощадки $cg12$ *и* $cp12$ от 1-го и 2-го энергоблоков и от $cg34$ *и* $cp34$ – от 3-го и 4-го энергоблоков.

Перечисленные параметры влияют на прогноз выработки электроэнергии g непосредственно или косвенно.

Непосредственно влияют:

$$g, w, d, tc, to1, to2, cg, cp.$$

На прогноз tc влияют параметры: $tc, t6, t12, t24$. На прогноз $to1$ влияют параметры: $to1, tc, de$.На прогноз $to2$ влияют параметры: $to2, tc, de$. На прогноз cg влияют параметры: $cg, t6, t12, t24$.На прогноз cp влияют параметры: $cp, t6, t12, t24$.

С помощью инновационной информационной технологии эволюционного программирования найдены лучшие правила краткосрочного прогнозирования для каждого энергоблока.

Например, для 4-го энергоблока правило имеет вид:

$$\begin{aligned} g(t+7) = (&2.27198e + 0.07 \times cp(t) \\ &\times g(t-5) \times w(t+7) \\ &\times d(t+7) - 906777 \times cp(t) \\ &\times g(t-5) \times de(t+7) \\ &\times d(t+7) + 0.0704863 \times cp(t) \\ &\times g(t-5) \times g(t-5) \\ &\times w(t+7) - 7036.84 \times cp(t) \\ &\times cp(t) \times g(t-5) \times w(t+7) \\ &- 2.38586e + 011 \times cp(t) \\ &\times de(t+7)) \div (cp(t) \\ &\times g(t-5) - 0.0383506 \times cp(t) \\ &\times g(t-5) \times de(t+7) \\ &- 119.52 \times cp(t) \times cp(t) \\ &- 22110.8 \times t24(t-1)) \ldots \end{aligned}$$

Система обеспечивает очень высокую точность краткосрочных (на неделю вперед) прогнозов. Для примера (см. табл.1) прогноза суточной выработки электроэнергии (млн. кВт·ч) произвольно взят один из ноябрьских дней – не самый лучший для прогнозирования понедельник в межсезонье.

Таблица 1

Пример точности краткосрочного прогнозирования

№ блока	Факт	Прогноз	Откло-нение	% ошибки
1	22,550	22,414	0,136	0.6%
2	24,192	24,090	0,102	0.4%
4	23,983	23,997	-0,14	0.06%
Станция	70,725	70,501	0,224	0.3%

В начале суток в понедельник (в ночное время после выходного дня), как правило, вводятся диспетчерские ограничения на генерацию. Кроме того, в этот период происходил переход от теплой погоды к похолоданию. 3-й энергоблок находился в ремонте.

Заключение. В настоящей работе, выполнен анализ факторов и осуществлен выбор параметров прогнозирования генерации, определены оптимальные методы прогнозирования генерации электрической мощности для каждого энергоблока. Системы, разработанные на базе комплексного применения инновационных информационных технологий, обеспечивают повышение экономической эффективности работы АЭС и минимизации финансовых потерь в условиях функционирования российского рынка мощности и электроэнергии с выигрышем более 300 млн. кВт·ч в год.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Осовский С.** Нейронные сети для обработки информации / Пер.с польского И.Д. Рудинского.- М.: Финансы и статистика, 2004.- 344с.
2. **Назаров А.В., Лоскутов А.И.** Нейросетевые алгоритмы прогнозирования и оптимизации – СПб. : Наука и Техника, 2003.- 384 с.
3. **Дебок Г., Кохонен Т.** Анализ финансовых данных с помощью самоорганизующихся карт. / Пер.с англ. М.: Издательский дом «АЛЬПИНА», 2001.-317 с.
4. **Терехов В.А.** Нейросетевые системы управления. Учеб. Пособие для вузов/ В.А. Терехов, Д.А. Ефимов, И. Ю. Тюкин. - М. Высш. Шк. 2002.-163 с.
5. **Дюк В., Самойленко А.** Data mining: учебный курс (+CD). – СПб: Питер,2001. – 368с.
6. **Чубукова И.А.** Date Mining: Учебное пособие / И. А. Чубукова. - Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний. 2006.-382 с.: ил., табл. - (Серия «Основы информационных технологий»)
7. **Артемичев М.В.** Инновационные технологии в системе прогнозирования и оптимального планирования потребления электроэнергии. Санкт-Петербург, Изд-во Политехнического университета, Научно-технические ведомости СПбГТУ. –2011. – №3(121), –С. 304-306.
8. **Павловский Ю.Н.** Имитационное моделирование [Текст] : учебное пособие / Ю. Н. Павловский, И. В. Белотелов, Ю. И. Бродский. – М. : Академия, 2008. – 236 с.
9. **Фролов Ю.В.** Интеллектуальные системы и управленческие решения, М., МГПУ, 2000. -294 с.
10. **Карпов Ю.Г.** Имитационное моделирование систем. СПб.: БХВ-Петербург, 2006. - 400 с.

REFERENCES

1. **Osovskiy S.** Neyronnyye seti dlya obrabotki informatsii / Per.s polskogo I.D. Rudinskogo.- M.: Finansy i statistika, 2004.- 344s.
2. **Nazarov A.V., Loskutov A.I.** Neyrosetevyye algoritmy prognozirovaniya i optimizatsii – SPb.: Nauka i Tekhnika, 2003.- 384 s.
3. **Debok G., Kokhonen T.** Analiz finansovykh dannykh s pomoshchyu samoorganizuyushchikhsya kart. / Per.s angl. M.: Izdatelskiy dom «ALPINA», 2001.-317 s.
4. **Terekhov V.A.** Neyrosetevyye sistemy upravleniya. Ucheb. Posobiye dlya vuzov/ Terekhov V.A., Efimov D.A., Tyukin I.Yu.. – M.V.Shk. 2002.-164s.
5. **Dyuk V., Samoylenko A.** Data mining: uchebnyy kurs (+CD). – SPb: Piter,2001. – 368s.
6. **Chubukova I.A.** Date Mining: Uchebnoye posobiye / I. A. Chubukova. - Internet-Universitet Informatsionnykh Tekhnologiy; BINOM. Laboratoriya znaniy. 2006.-382 s.: il., tabl. - (Seriya «Osnovy informatsionnykh tekhnologiy»).

7. **Artemichev M.V.** Innovatsionnyye tekhnologii v sisteme prognozirovaniya i optimalnogo planirovaniya potrebleniya elektroenergii. Sankt-Peterburg, Izd-vo Politekhnicheskogo universiteta, Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti SPbGPU. –2011. – №3(121), –C. 304-306.

8. **Pavlovskiy Yu.N.** Imitatsionnoye modelirovaniye [Tekst] : uchebnoye posobiye / Yu. N. Pavlovskiy, I. V. Belotelov, Yu. I. Brodskiy. – M. : Akademiya, 2008. – 236 s.

9. **Frolov Yu.V.** Intellektualnyye sistemy i upravlencheskiye resheniya, M., MGPU, 2000. -294 s

10. **Karpov Yu.G.** Imitatsionnoye modelirovaniye sistem. SPb.: BKhV-Peterburg, 2006. - 400 s.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

АРТЕМИЧЕВ Михаил Владимирович – старший преподаватель кафедры Управления инновациями; Юго-Западный государственный университет; 305040, ул. 50 50 лет Октября,94, Курск, Россия; e-mail: amv@kunP.ru

ARTEMICHEV Michail V. – Southwest State University; 305040, 50 let Oktjabrja Str. 94, Kursk, Russia; e-mail: amv@kunP.ru

КАБАНОВ Виктор Алексеевич – заведующий кафедрой Управления инновациями, доктор PhD, кандидат технических наук, доцент; Юго-Западный государственный университет; 305040, ул. 50 50 лет Октября,94, Курск, Россия; e-mail: kva.inno@gmail.com

KABANOV Victor A. – Southwest State University; 305040, 50 let Oktjabrja Str. 94, Kursk, Russia; e-mail: kva.inno@gmail.com

© Санкт–Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 623.4.018

М.Ш. Гареев, Р.Е. Григорюнов, С.В. Подчезерцев

ОБОСНОВАННАЯ СИСТЕМА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СОКРАЩЕННЫХ ПОЛИГОННЫХ ИСПЫТАНИЙ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ ВООРУЖЕНИЯ

M.S. Gareev, R.E. Grigoryunov, S.V. Podchezertsev

BASED SYSTEM OF INITIAL DATA FOR THE REDUCED TESTING SITE OF THE PILOT SAMPLES OF ARMS

В статье рассмотрены необходимые исходные данные для проведения сокращенных полигонных испытаний опытных образцов вооружения. Предложен способ подготовки исходных данных, основанный на корреляционном анализе априорной информации.

ИСПЫТАНИЯ ВООРУЖЕНИЯ, СОКРАЩЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ, КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ, СТАТИСТИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ, КОЭФФИЦИЕНТ КОРРЕЛЯЦИИ, ОБРАЗЕЦ ВООРУЖЕНИЯ

The article considers necessary initial data for the reduced testing site of the pilot samples of armament. A proposed method of preparation of initial data is based on the correlation analysis of the prior information.

TESTING OF WEAPONS, ABBREVIATED TESTING, CORRELATION ANALYSIS, STATISTICAL CRITERION, THE CORRELATION COEFFICIENT, SAMPLE OF WEAPON

Испытания опытного образца вооружения проводят с целью оценки всех его характеристик, проверки и подтверждения соответствия образца требованиям тактико-технического задания (ТТЗ) [1]. Решение задачи проверки и подтверждения соответствия образца вооружения требованиям ТТЗ в настоящее время производится по совокупности частных параметров, при этом образец вооружения, как объект испытаний, представляется набором определенных в ТТЗ, независимых характеристик, каждая из которых подлежит самостоятельной оценке [2,3]. Такой подход совершенно не учитывает наличие стохастических связей между контролируемыми параметрами. Однако современный образец вооружения представляет собой сложную техническую систему, состоящую из множества взаимосвязанных элементов и подсистем, и большинство из характеристик образца вооружения в той или иной степени взаимосвязаны. В связи с этим представляется необходимым учитывать в ходе испытаний наличие стохастических связей оцениваемых характеристик и их влияние на достоверность результатов испытаний.

Задача выявления структуры и тесноты существующих связей между характеристиками объекта испытаний решается применением методов корреляционного анализа. Ее решение позволит определять часть параметров образца вооружения косвенным (расчетным) путем, тем самым сократить количество проводимых натурных испытаний и, следовательно, сократить продолжительность и стоимость всего комплекса испытаний. На этом предположении основан метод проведения сокращенных полигонных испытаний [4,5].

Для реализации этого метода необходима подготовленная и обоснованная система исходных данных, максимально учитывающая имеющуюся априорную информацию об объекте испытаний и основанная на перечне пунктов ТТЗ, подлежащих проверке.

Из ТТЗ уясняется перечень характеристик образца вооружения, подлежащих проверке, выбираются способы и методы их проверки. В

соответствии с возможностями испытательной базы определяются примерные затраты на проведение испытаний, их продолжительность и последовательность.

Априорная информация, имеющаяся к началу проведения испытаний, как правило, в себя включает [6]:

результаты предварительных испытаний опытного образца и его составных элементов;

модели и уравнения функционирования опытного образца в целом или его составных элементов, виды законов распределения случайных величин, определяющих характеристики образца;

перечень составных элементов опытного образца, применявшихся в других серийных изделиях (изделиях межотраслевого назначения) и результаты их входного контроля и других испытаний.

Кроме того, разрабатываемые образцы вооружения зачастую имеют схожие по назначению или характеристикам аналоги, имеют в своем составе унифицированные элементы прошедшие большое количество различных испытаний. Соответственно, имеется большой статистический материал для оценки характеристик объекта испытаний. Материалы такого характера также могут быть включены в состав априорной информации.

Подготовка исходных данных заключается в определении вида законов распределения определяемых характеристик, анализе наличия и определении тесноты стохастических связей между ними на основе имеющейся априорной информации об объекте испытаний.

В целях выявления наличия и структуры стохастических связей между оцениваемыми параметрами образца вооружения и измерения степени ее тесноты воспользуемся методами корреляционного анализа статистической информации.

Свойства сложного образца вооружения определяются системой n случайных величин *(x(0), x(1), ..., x(n))* и характеризуются *n(n-1)* корреляционными моментами. В целях удобства работы и наглядности суждения о коррелированности параметров объекта испытаний пользуются нормированной корреляционной матрицей $\|r_{ij}\|$, составленной из парных коэффициентов корреляции rij:

$$\|r_{ij}\| = \begin{vmatrix} 1 & r_{01} & r_{02} & \cdots & r_{0n} \\ r_{10} & 1 & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{n0} & r_{n1} & r_{n2} & \cdots & 1 \end{vmatrix}.$$

Полученные значения rij подвергают экспертному анализу для определения причинной связи полученных зависимостей. Возможны ситуации, когда невозможно дать содержательное объяснение статистически выявленной парной корреляционной связи между исследуемыми характеристиками. В ряде случаев объяснение следует искать в одновременном опосредованном влиянии на эти два показателя третьего фактора, а то и целого множества неучтенных переменных [7]. Это обстоятельство делает необходимым введение таких измерителей статистической связи, которые были бы «очищены» от опосредованного влияния других характеристик, давали бы оценку степени тесноты интересующей нас связи между параметрами *y* и *x(j)* (или *x(i)* и *x(j))* при условии, что значения остальных параметров приняли определенные значения. Используем для этого частные («очищенные») коэффициенты корреляции.

Известно [8], что если исследуемые параметры объекта испытаний характеризуются случайными величинами *(x(0), x(1), ..., x(n)),* подчиняющимися многомерному нормальному закону, то имеет место следующая формула (при условии невырожденности *(n+1)*-мерного нормального закона):

$$r_{i,j}(i,j) = \frac{-R_{i,j}}{(R_{ii}R_{jj})^{\frac{1}{2}}}, \qquad (1)$$

где $r_{i,j}(i,j)$ – частный коэффициент корреляции между параметрами *x(i)* и *x(j)* при фиксированных значениях всех остальных параметров *x(i;j)*; $R_{i,j}$ – алгебраическое дополнение для элемента rij в определителе корреляционной матрицы R анализируемых параметров *x(0)≡y, x(1), x(2), ..., x(n).*

Анализ частных коэффициентов корреляции позволяет нам выявить группы взаимосвязанных характеристик и степень их связи при зафиксированных значениях отдельных параметров. При этом нами поставлена задача, с учетом структуры и тесноты существующих связей между характеристиками объекта испытаний, определять часть из них косвенным (расчетным) путем по полученным значениям других параметров.

В случае многопараметрической системы эта задача решается построением регрессионных зависимостей, учитывающих все влияющие факторы [8,9]. Возникает задача учета одновременного взаимодействия нескольких параметров, а точнее воздействия нескольких параметров *(ξ(1), ξ(2), …, ξ(p))* на одну из характеристик η, определяемую косвенным путем. В этих целях используетс измеритель множественной корреляционной связи между *η* и *(ξ(1), ξ(2), …, ξ(p))* – множественный коэффициент корреляции [9, 10] *Rηξ*:

$$R^2_{\eta\xi} = 1 - \frac{\sigma^2_\eta(x)}{\sigma^2_\eta}, \qquad (2)$$

где σ^2_η – полная дисперсия определяемой характеристики η,

$$\sigma^2_\eta = \sigma^2_f + \sigma^2_{\eta(x)}, \qquad (3)$$

где σ^2_f – дисперсия функции регрессии; $\sigma^2_{\eta(x)}$ – усредненная (по различным значениям *ξ*) величина условной дисперсии *D(η|ξ=x)* (средняя величина дисперсии неконтролируемой остаточной случайной компоненты *ξ)*.

В результате анализа характеристик образца вооружения получаем систему коэффициентов корреляции включающую:

корреляционную матрицу парных коэффициентов корреляции;

корреляционную матрицу частных коэффициентов корреляции;

множественные коэффициенты корреляции для характеристик, требующих учета одновременного влияния нескольких параметров.

Полученная система коэффициентов корреляции подлежит тщательному профессиональному анализу в целях подтверждения физической взаимосвязи характеристик образца вооружения. Если существование взаимосвязи не подтверждено, то такие коэффициенты корреляции в расчет не принимаются или подлежат дополнительному исследованию.

В состав обоснованной системы исходных данных включается следующая информация:

1. Перечень характеристик образца вооружения подлежащих проверке в результате испытаний согласно ТТЗ;

2. Перечень необходимых испытаний для оценки характеристик образца вооружения с указанием материальных затрат на организацию и проведение, длительности и последовательности их проведения;

3. Результаты корреляционного анализа характеристик образца вооружения.

На основе обоснованной системы исходных данных можно сделать выводы о необходимости проведения полного комплекса натурных испытаний или возможности определения части параметров, характеризующих свойства объекта испытаний, расчетным методом.

Применение метода проведения сокращенных полигонных испытаний с использованием обоснованной системы исходных данных позволит сократить количество проводимых натурных испытаний и, соответственно, сократить продолжительность и стоимость всего комплекса испытаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ РВ 15.210-2001. Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Испытания опытных образцов изделий и опытных ремонтных образцов изделий. Основные положения. Москва: ИПК Издательство стандартов. 2002 – 12 с.

2. **Меньшиков В.А.** Полигонные испытания. Книга 1. Москва: КОСМО, 1997 – 416 с.

3. **Аристов А.В.** Управление качеством: Учебник. Москва: Инфра-М, 2009. – 240 с.

4. **Гареев М.Ш., Григорюнов Р.Е., Подчезерцев С.В.** Метод сокращения полигонных испытаний опытных образцов вооружения и военной техники на основе использования результатов корреляционного анализа априорной информации. Сборник тру-

дов четвертой Всероссийской научно-технической конференции «Радиовысотометрия - 2013». Каменск-Уральский, 2013 – 440 с.

5. **Гареев М.Ш., Григорюнов Р.Е., Подчезерцев С.В.** Корреляционный анализ результатов испытаний вооружения и военной техники. Сборник трудов Шестнадцатой Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы защиты и безопасности». Санкт-Петербург: НПО СМ, 2013 – 362 с.

6. **Малиновский В.С., Грант Е.В.** Оценивание свойств элементов артиллерийского вооружения с учетом априорной информации. Санкт-Петербург: ВАА, 1992.- 120 с.

7. **Филюстин А.Е., Злотников К.А., Захаров С.В.** Современные методы отбраковки аномальных результатов испытаний образцов вооружения. Москва: Стандартизация ВТ, 1993. № 3. – 232 с.

8. **Филюстин А.Е.** и др. Испытания ракетно-артиллерийского вооружения. Часть 1: Учебник – Москва: МО РФ, 1998 г. – 296 с.

9. **Беляева С.Д.** Математические методы планирования и проведения эксперимента. Санкт-Петербург: ВАА, 1991 - 100 с.

10. **Беляева С.Д.** Прикладная математика средствами EXCEL и MATHCAD. Санкт-Петербург: САТИСЪ, 2009 г. – 304 с.

REFERENCES

1. GOST RV 15.210-2001. System of development and launch of new products. Military equipment. Testing of pilot samples of products and experienced repair samples of products. Basic provisions. Moscow.:IPK Izdatelstvo standartov, 2002 – 12 s.

2. **Menshikov V.A.** Ground testing. Book 1. Moscow.: KOSMO, 1997 – 416 s.

3. **Aristov A.V.** Quality management: Textbook. Moscow.:Infra-M, 2009 – 240 s.

4. **Gareev M.S., Grigoryunov R.E., Podchezertsev S.V.** The reduction method and validation of the pilot samples of weapons and military equipment on the basis of utilization of the results of correlation analysis of a priori information. Proceedings of the fourth all-Russian scientific-technical conference «Radiovisotometriya-2013». Kamensk-Uralskiy, 2013 – 440 s.

5. **Gareev M.S., Grigoryunov R.E., Podchezertsev S.V.** Correlation analysis of results of testing of weapons and military equipment. Proceedings of the Sixteenth Russian scientific and practical conference «Actual problems of protection and safety». Saint-Petersburg: NPO SM, 2013 – 362 s.

6. **Malinovskiy V.S., Grant E.V.** Assessment of properties of elements artillery armament based on a priori information. Saint-Petersburg: VAA, 1992 – 120 s.

7. **Filjustin A.E., Zlotnikov K.A., Zaharov S.V.** Modern methods of rejection of abnormal test results of samples of armament. Moscow: Standartizatsia VT, 1993. № 3. – 232 s.

8. **Filjustin A.E.** Testing of rocket-artillery armament. Part 1: Text book – Moscow.: MO RF, 1998 – 296 s.

9. **Beljaeva S.D.** Mathematical methods of planning and carrying out of experiment. Saint-Petersburg: VAA, 1991 – 100 s.

10. **Beljaeva S.D.** Applied mathematics means of EXCEL and MATHCAD. Saint-Petersburg: SATISJ, 2009 – 304 s.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

ГАРЕЕВ Марат Шамильевич – адъюнкт; Михайловская военная артиллерийская академия; 195009, ул. Комсомола, 22, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: mark-on@mail.ru
GAREEV Marat S – Mikhailovskaya Artillery Academy; 195009, Komsomola Str. 22, St. Petersburg, Russia; e-mail: mark-on@mail.ru

ПОДЧЕЗЕРЦЕВ Сергей Викторович – адъюнкт; Михайловская военная артиллерийская академия; 195009, ул. Комсомола, 22, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: sergej591910@yandex.ru
PODCHEZERTSEV Sergej V. – Mikhailovskaya Artillery Academy; 195009, Komsomola Str. 22, St. Petersburg, Russia; e-mail: sergej591910@yandex.ru

ГРИГОРЮНОВ Роман Евгеньевич – адъюнкт; Михайловская военная артиллерийская академия; 195009, ул. Комсомола, 22, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: grigoryunov@yandex.ru
GRIGORYUNOV Roman E. – Mikhailovskaya Artillery Academy; 195009, Komsomola Str. 22, St. Petersburg, Russia; e-mail: grigoryunov@yandex.ru

© Санкт–Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 62 52

А.К. Мякишев, О.Р Рыкин

ПРОГРАММНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИМ-МОДЕЛИРОВАНИЕМ САУ В МАТЛАБЕ R2009B

A.K. Myakishev, O.R. Rykin

PROGRAMMATIC CONTROL OF THE MODEL SIMULATION IN MATLAB R2009B

На примере программы управления многозапусковым сеансом по исследованию точности симулинк-модели САУ в частотном диапазоне задающего воздействия описывается инновационная методика разработки программ автоматического управления исследованием моделей САУ в пакете Симулинк Матлаба, существенно дополняющая Справку Матлаба.

МАТЛАБ, СИМУЛИНК-МОДЕЛЬ САУ (С-МС), ПРОГРАММНОЕ УПРАВЛЕНИЕ С-МС, СЕАНС АВТОМАТИЧЕСКИХ ЗАПУСКОВ МОДЕЛИ, НАЧАЛЬНЫЙ ВЫБРОС, КОЭФФИЦИЕНТ ОТСЕЧКИ НАЧАЛА, ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ГОНОК МЕЖДУ ЗАПИСЬЮ ДАННЫХ И ИХ ОБРАБОТКОЙ, ИТОГОВАЯ ТАБЛИЦА ИЗМЕРЕНИЙ НА С-МС.

On example of the control program of multisimulation session on study accuracy Simulink model in frequency range of the assigning influence is described the method development of the auto control programs for study the models in package Matlab Simulink, greatly complementing Matlab Reference.

MATLAB, SIMULINK-MODEL SAU (S-MS), PROGRAMME MANAGEMENT C-MC, SESSION AUTOMATIC START TO MODELS, INITIAL SURGE, FACTOR OF THE CUT-OFF BEGINNING, PREVENTION RACING BETWEEN DATA AND THEIR PROCESSING WRITING, TOTAL TABLE OF THE MEASUREMENTS ON S-MS.

Сокращения в тексте:

ЗВ –задающее воздействие;

ЗО – запретная по условиям точности область для ЛАХ;

ПФ – передаточная функция;

ЛАХ – логарифмическая амплитудно-часто-тная характеристика;

С – регулятор САУ;

G – объект САУ.

В Матлабе R2009b есть 2 группы команд для программного управления симулинк-моделью (сим-моделью) САУ для автоматического исследования её характеристик. Это группы команд set_param и SimOut. Команды set_param имеют следующую структуру [1]:

```
set_param('sys',
'SimulationCommand',
'cmd'),                                  (1)
```

где sys – имя исследуемой сим-модели без расширения «.mdl», 2-й аргумент – ключевое слово, постоянное для всей группы команд; cmd – условное обозначение для команд управления моделью: 'start' (пуск), 'stop' (стоп), 'pause' (пауза), 'continue' (продолжить), 'update' (изменить), или 'WriteDataLogs' (вставить данные). Структура команд SimOut [2]:

```
SimOut = sim('model',
'ParameterName1', Value1,
'ParameterName2', Value2);
SimOut = sim('model', ParameterStruct);
SimOut = sim('model', ConfigSet).                (2)
```

Команды SimOut – это программный эквивалент настроек модели, выполняемых посредством меню, инструментов и полей в окне модели. Обе группы команд и Справка по рас-

сматриваемому вопросу [3] не дают целостного представления о программном управлении моделированием. В частности, отсутствуют сведения: о программном вводе исходных и изменяемых переменных и параметров в модель в программном сеансе; о возможности табличного вывода наблюдаемых переменных в результате моделирования; о необходимости ввода масштабных коэффициентов между переменными математического описания САУ и её сим-модели; о необходимости учёта различии между модельной уставкой времени запуска модели и фактическим (истинным, компьютерным) временем выполнения (они могут различаться в десятки и более раз в обе стороны); об учёте длительности переходной составляющей процесса запуска, искажающей величины параметров моделируемого процесса в несколько раз и т. п.

В статье перечисленные неопределенности и недомолвки снимаются. На примере программы исследования точности синтезированной САУ показаны приёмы и возможности программного симулинк-моделирования, сокращающего время модельного исследования в десятки раз.

1. Симулинк – модель САУ, полученная при синтезе линейной САУ методом В.А. Бесекерского – ИПОЛС. Метод синтеза САУ В.А. Бесекерского – ИПОЛС (инструменты проектирования одномерных линейных САУ – SISO Design Tool, Single-Input/Single-Output Design Tool [7]) в сущности представляет собой соединение метода В.А. Бесекерского построения запретной области по условию точности для ЛАХ разомкнутой системы [4 - 6] и набора инструментов синтеза регулятора в Боде-редакторе [8] для линейного объекта путём вставки и размещения нулей и полюсов на ЛАХ объекта с непрерывным контролем параметров синтезной характеристики (например, перерегулирования и времени регулирования переходного процесса – ступотклика САУ, см. рис. 1, б) замкнутой САУ.

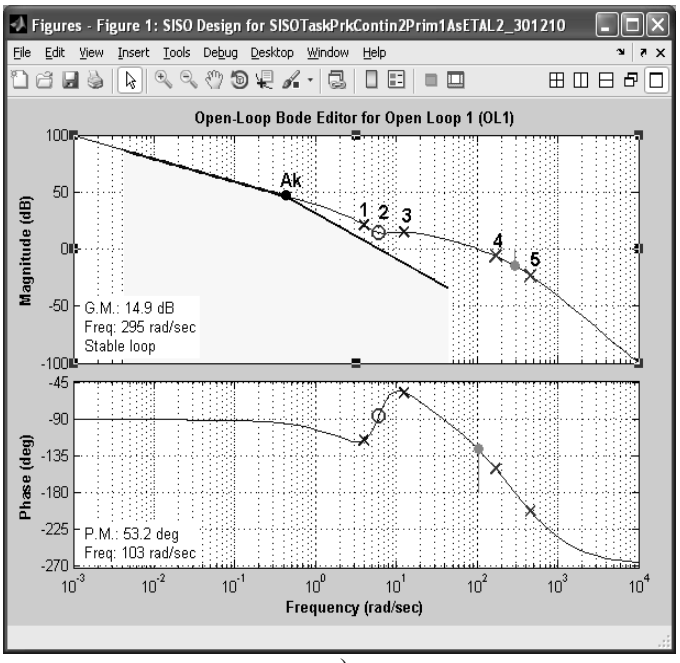
Пример синтеза регулятора *C* для объекта *G* в окне Боде-редактора представлен на рис. 1, а. Контрольная точка Ak установлена по условию обеспечения ошибки САУ 9 угл. мин в диапазоне 0 - 30 град: L(Ak) = 46 дБ, установлено 46,6 (с запасом). Прямые, исходящие из Ak с наклоном 20 дБ/дек (слева от Ак) и – 40 (справа), границы запретной области, ниже которых ЛАХ разомкнутой САУ не должна заходить. Передаточные функции (ПФ) регулятора *C* и объекта *G* показаны в текстовых блоках на рис. 1, в.

Блоки, вставленные дополнительно: Clock, Display, Formirovatel 2, To Workspace, *C*=, *G*=

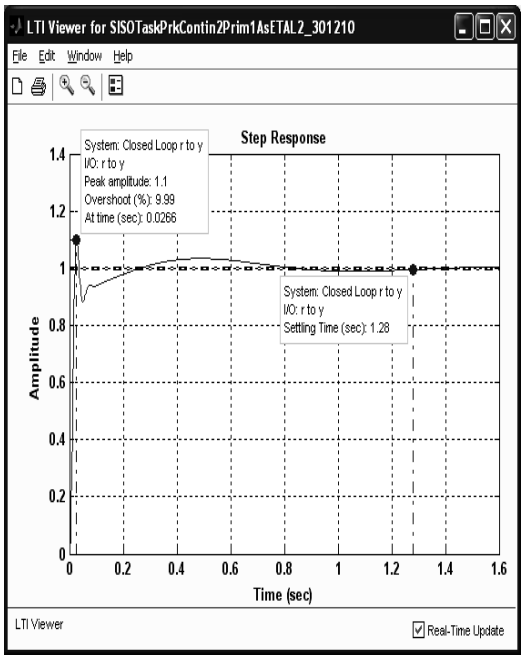
Проектные показатели синтеза: диапазон задающего воздействия 0 - 30 град, абсолютная ошибка САУ 9 угл. мин, наибольшая скорость задающего воздействия 13 град/с. наибольшее ускорение задающего воздействия 5,6 град/с2 , перерегулирование 20 %, время регулирования 1,5 с, число колебаний – 3, запас по фазе 25 град, относительная ошибка в т. Ak – 0,5 %. В окне Боде-редактора (рис. 1, а) кривая – ЛАХ разомкнутой САУ. Нули и полюса обозначены символами «*o*» и «*x*».

Полюса 1 и 3, относящиеся к объекту, неподвижны. Двойной комплексный ноль 2 и полюса 4 и 5 относятся к регулятору *C*, их можно передвигать по ЛАХ, наблюдая за следящим изменением параметров ступотклика (рис. 1, б см. также о функции step [9]), добиваясь достижения требуемых значений. Границы запретной области построены в диапазоне частот 0,0043 - 43 рад/с.

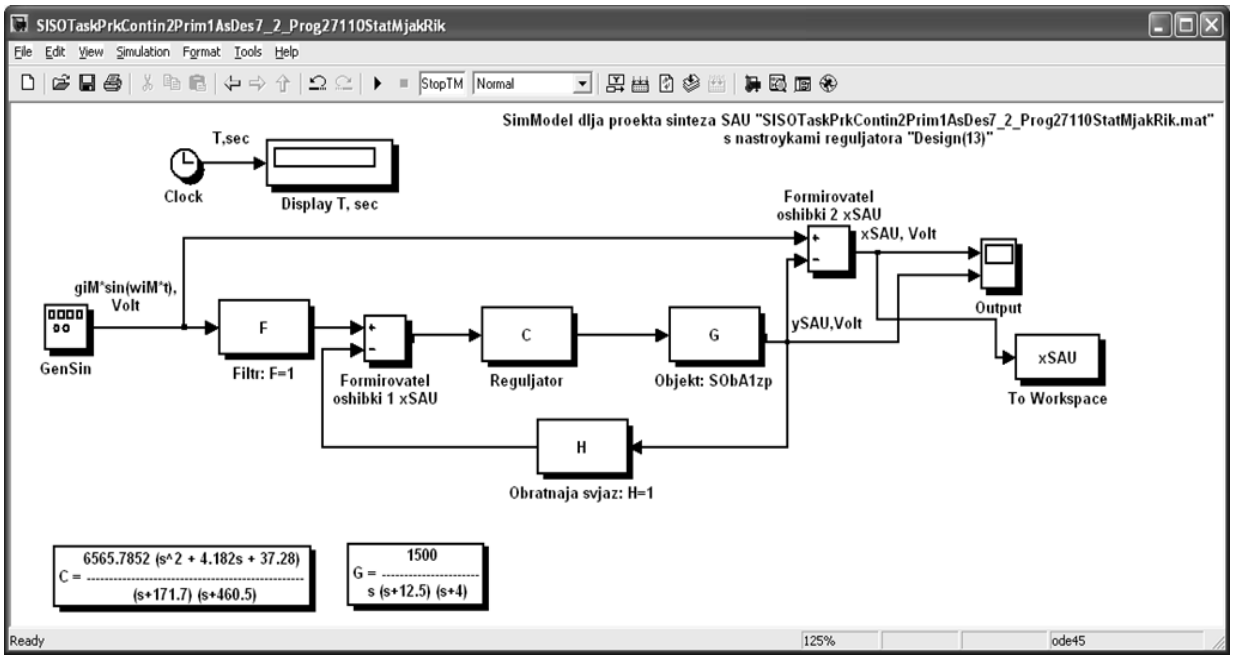
Модель синтезированной САУ (рис. 1,в) содержит дополнительно вставленные блоки (Formirovatel 2, To Workspace), которые позволяют измерять ошибки САУ для каждой частоты в ручном режиме на экране осциллографа (Output) или с использованием программных методов обработки данных моделирования, помещаемых в Вычпространство (Workspace) Матлаба по завершению любого запуска модели. Эти же блоки позволяют организовать полностью программный режим измерения ошибок САУ в заданном частотном диапазоне в точках границ запретной области и на их продолжении влево и вправо в виде сеанса программных запусков с выдачей итоговой таблицы измерений. Блоки Clock и Display служат для визуального контроля времени текущего запуска модели. Блоки *C*= и *G*= с ПФ регулятора и объекта предназначены для контроля наличия этих объектов в Вычпространстве при работе с моделями нескольких САУ.



а)



б)



в)

Рис. 1. Результат синтеза структуры регулятора с для объекта G (а и б) и модель САУ (в), построенная Матлабом по командам меню окна Боде-редактора (а) «Tools_Draw Simulink Diagram».

```
% ПРОГРАММА «ПрогрТочнСАУ»
% Программный запуск модели в сеанс пусков в заданных точках
% частотного диапазона wi и вычисление ошибок САУ по результатам моделирования
1)  prg1=13; prg2= 5.6; Mm_grd_V=30; Mm_min_mV=1.8; wAk=0.43;  % В строки 1 и 2
вставляются данные проекта Исполнителя.
2)  prg1i =[ ]; prg2i =[ ]; StopT=[ ]; % Сброс переменных: для сеансов с разными wi
3)  wi =[0.0043 0.01 0.043 0.1 0.43 1 4.3 10 43];
4)  for m=1:length(wi)
5)  if wi(m) <wAk
6)  prg1i(m)= prg1; prg2i(m)= prg1*wi(m);
7)  gi(m)=prg1/(wi(m)*Mm_grd_V);StopT(m)=2*pi/wi(m);
8)  elseif wi(m) == wAk                                   % Подпрограмма
9)  prg1i(m)= prg1; prg2i(m)= prg2;gi(m)=1; (m)=2*pi/wi(m);   % вычисления
10) gi(m)=1;                  % амплитуды gi задающего воздействия, его производных
11) else                          % и вектора времён запусков модели StopT
12) prg1i(m)= prg2/wi(m); prg2i(m)= prg2;
13) gi(m)=prg2/((wi(m)^2)* Mm_grd_V);StopT(m)=2*pi/wi(m);
14) end
15) end

16) xSAU=[];dSAU=[];dLSAU=[];dSAUm=[];toutmax=0;tout=0;  tozsh=1;Tist=[];q=0.2;pause
on
17) for k=1:length(wi)
18) tic;        % Запуск таймера измерения времени к-го цикла for (toc – окончание измерения).
19) StopTM=StopT(k);  % Присваивание модельным переменным к-х значений векторов
20) wiM=wi(k);giM=gi(k);  % из Вычпространства/
21) Stblmen=strvcat('k ','StopT, мод.сек ','wi, рад/с ','gi, Вольт ');  % формирование
22) StbVeL=[k;StopT(k);wi(k);gi(k)];                  % справочных данных к-го запуска
23) StbVeLstr=num2str( StbVeL);                          % для Командного окна
24) Tvid=cat(2,Stblmen,StbVeLstr)
25) set_param(' SISOTaskPrkContin2Prim1AsDes7_2_Prog27110StatMjakRik',...
'SimulationCommand', 'start')
26) while  toutmax<StopTM
27) pause(tozsh);
28) toutmax=max(tout);
29) end
30) n=fix(q*numel(tout));xSAU(1:n)=[];  % кол. отсчётов, удаляемых из начала вектора  xSAU
% по порче переходным процессом в модели (см. рис. 1.21, В1)
31) dSAU(k)=max(abs(xSAU)); dLSAU(k)=dSAU(k)*100/gi(k); % dSAU в Вольтах
32) dSAUm(k)=dSAU(k)*10^3*Mm_min_mV;    %  dSAUm – в мин, 10^3 – перевод Вольт в
милливольты.
33) toc; Tist(k) =toc;
34) xSAU=[];  toutmax=0;tout=0; % Подготовка к очередному (к+1)-му циклу.
35) end
36) load gong; % Звуковой  сигнал для настройки количества измерительных точек:
% после окончания цикла for  звучит сигнал "Гонг" (при наличии % аудиоустройства)
37) wavplay(y,Fs)        % gong signal begins playing.
38) T_mod=cat(1,wi, gi, dSAU, dLSAU, dSAUm, prg1i, prg2i,StopT,Tist);
39)  T_modStr=num2str(T_mod,3); %Преобразвание табл. из числового формата в строчный
40) imenStr=strvcat('wi,рад.с  ','g i, Вольт', 'dSAU, Вольт ', 'dLSAU, % ',...
41) 'dSAUm, мин ', 'prg1i, грапд/с ', 'prg2i, град/с^2 ', 'StopT, мод.сек ','Tist, сек ');
%  Создание столбца имён строк Табл. T_modStr в строк-формате.
42) T_modlTl= cat(2,imenStr,T_modStr) % Итоговая таблица измерений
43) TStopTsum=sum(StopT),TistSeans=sum(Tist) % Суммы времён соответственно
установленных в поле StopTM (рис. 1, В) в сеансе запусков и истинных времён всех запусков
```

Рис. 2. Программа автоматического измерения ошибок модели САУ

2. Программа сеанса автоматического измерения ошибок модели САУдля набора точек границы запретной по точности области. Программа состоит из двух частей. В первой (установочной, строки 1 - 15) вычисляются: вектор амплитуд задающего воздействия (ЗВ) gi, компоненты вектора времени запуска модели StopT для всех частот сеанса из рис. 1. Состоит из подпрограммы вычисления амплитуды и ряда других величин (строки 1 - 15) и подпрограммы сеанса запусков модели (строки 16 - 43) моделирования, векторы амплитуд первой и второй производных ЗВ prg1i и prg2i для справки.

Частота в измерительных точках Программы (рис. 2) формируется компонентами вектора wi (см. строку 2 Программы). Амплитуды ЗВ рассчитываются как компоненты вектора *gi* – строки 6 (слева от Ak), 9 и 12 (справа). Сетка частот wi выбирается произвольно в пределах исследуемого частотного диапазона. Амплитуда ЗВ рассчитывается по формулам (3) согласно методу построения границ запретной области [3, с.363]:

gi(m)=prg1/(wi(m) Mm_grd_V);
при w_i(m) <wAk = 0,43 рад/с,
gi(m)=1; при wi(m) = wAk ,
gi(m)=prg2/((wi(m)2) · Mm_grd_V)
при wi(m) >wAk, (3)

где gi(m) – амплитуда ЗВ генератора GenSin (Вольт) для частоты wi(m); prg1 и prg2 – проектные значения 1-й и 2-й производных ЗВ, равные 13 град/с и 5,8 град/с2; Mm_grd_V) – масштаб моделирования для перевода амплитуды GenSin в град, принят равным 30 град/В.

Компонент вектора времени запуска модели StopT(m) рассчитывается по (4), исходя из требования, чтобы за время запуска модели генератор GenSin смог выдать один период синусоиды, т.е.

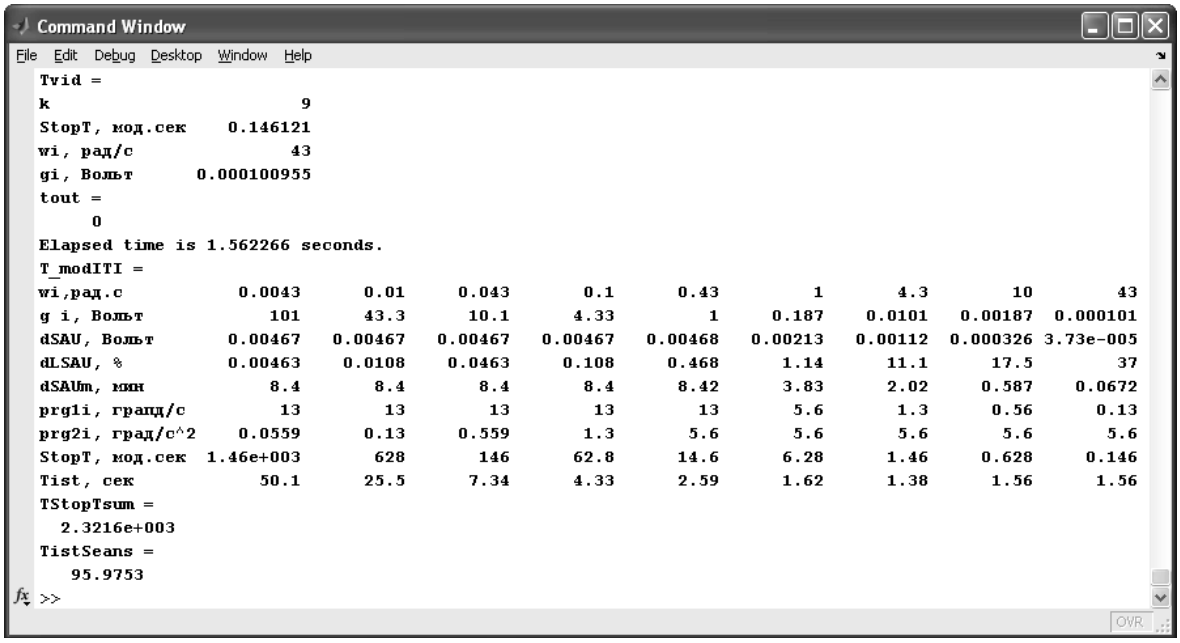
StopT(m) = 2·π/wi(m),
модельные секунды. (4)

Вторая часть программы (строки 16…43) обеспечивает автоматическое управление сеансом n (размерность вектора wi) запусков модели в циклах for с вычислением после каждого k-го запуска погрешностей САУ dSAU(k) (Вольт), dLSAU(k) (относительная в %;), dSAUm(k) (угловые мин.)) и истинного времени k-го запуска Tist(k). По окончании всех запусков программа выдаёт гонг-сигнал (звуковой файл Матлаба) и таблицу T_modITI с результатами вычислений (рис. 3.).

В 16-й строке выполняется сбрасывание значений всех вычисляемых векторов: в противном случае при переходе к вектору частот меньшей размерности, чем у предыдущего, в итоговых данных появятся лишние величины – остатки предыдущего сеанса. Переменная tout – модельное время текущего запуска. Переменная tozsh=1/c – время ожидания в цикле while для предотвращения гонок между процессом записи данных в Вычпространство (Workspace) после окончания запуска и строками обработки этих данных подпрограммы сеанса по окончании цикла while. Величина *q* – коэффициент отсечения начальных отсчетов у вектора xSAU ошибки САУ, которые искажены переходным процессом в модели в начале запуска. Команда pause on – разрешение ввода паузы (в цикле while). В 25-й строке производится к-й запуск модели. Первый аргумент – имя модели (см. рис. 1, в), остальные – структурные элементы команды.

В цикле while (строки 26 - 29) обеспечивается отслеживание момента окончания запуска модели для обработки результатов моделирования. Пока длится запуск в Вычпространстве переменная tout=0 (модельное время текущего запуска), и программа не выходит из цикла, производя опрос переменной tout в 28-й строке с периодом tozsh=1с. По окончании запуска в Вычпространстве вектор tout обновляется на значение в закончившемся запуске, и программа выходит из цикла while, начиная выполнять команды со строки 30. Величину tozsh можно варьировать в широких пределах. Она влияет на истинное время выполнения запуска Tist(k) и всего сеанса TistSeans. Проверка на модели для wi = 0,043 рад/с показала, что для значений tozsh = 0,0001; 1 и 10с. время запуска Tist(0,043) = 9,0245; 5,5640 и 10,5190с.

При этом TistSeans (tozsh = 1) = 96с (см. рис. 3) и TistSeans (tozsh = 10) = 181,2 с.



```
Command Window
File  Edit  Debug  Desktop  Window  Help
Tvid =
k                          9
StopT, мод.сек     0.146121
wi, рад/с                 43
gi, Вольт       0.000100955
tout =
     0
Elapsed time is 1.562266 seconds.
T_modITI =
wi,рад.с            0.0043      0.01     0.043       0.1      0.43         1       4.3        10        43
g i, Вольт             101      43.3      10.1      4.33         1     0.187    0.0101   0.00187  0.000101
dSAU, Вольт        0.00467   0.00467   0.00467   0.00467   0.00468   0.00213   0.00112  0.000326 3.73e-005
dLSAU, %           0.00463    0.0108    0.0463     0.108     0.468      1.14      11.1      17.5        37
dSAUm, мин            8.4       8.4       8.4       8.4      8.42      3.83      2.02     0.587    0.0672
prg1i, град/с          13        13        13        13        13       5.6       1.3      0.56      0.13
prg2i, град/с^2    0.0559      0.13     0.559       1.3       5.6       5.6       5.6       5.6       5.6
StopT, мод.сек  1.46e+003       628       146      62.8      14.6      6.28      1.46     0.628     0.146
Tist, сек            50.1      25.5      7.34      4.33      2.59      1.62      1.38      1.56      1.56
TStopTsum =
  2.3216e+003
TistSeans =
   95.9753
fx >>
OVR
```

Рис. 3. Таблица T_modITI с результатами программного моделирования
и вычисления погрешностей модели САУ (рис. 1, в).
Данные для запусков (показаны при k = 9) формируются в Командном окне перед их началом

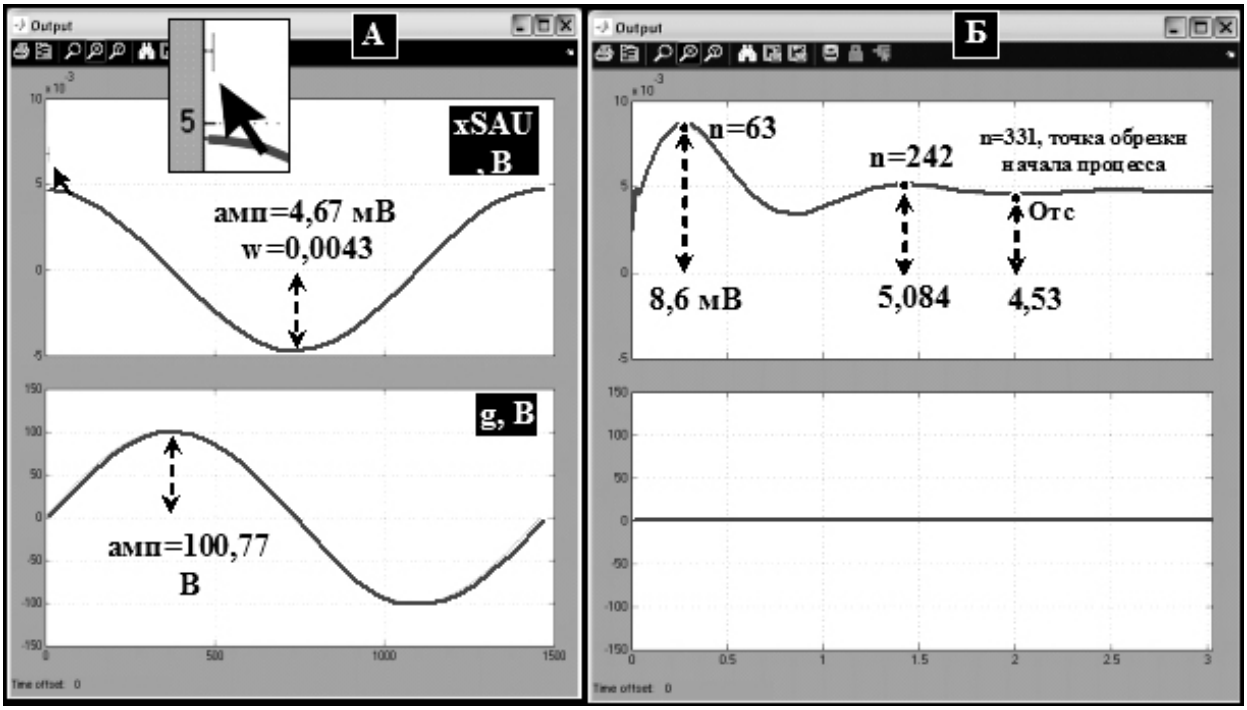


Рис. 4. Выбор точки отсечки начала процесса xSAU для определения коэффициента *q*.
Для этого запуска StopTM = 1460 с (см. рис.3) и *q* = 2/1460 = 0,0014.
а – вид xSAU и *g*; *б* – вид участка xSAU и *g* до штриха с белой стрелкой

Величина q коэффициента отсечки начала процесса xSAU выбирается из условия затухания начального выброса: см. например точку n=331(2 сек) на рис. 4. При этом q вычисляется по формуле (5):

$$q = t_{отсч} / \text{Stop TM} = n_{отсч} / n_{xSAU} \qquad 5$$

где $t_{отсч}$, $n_{отсч}$ – время и количество отсчётов в точке отсечки, StopTM, n_{xSAU} – длительность запуска и количество отсчётов в рассматриваемом запуске модели. Значения notсч и nxSAU определяются по переменным tout и xSAU (до их сбрасывания в строке 34), вызываемым из Вычпространства в окно Редактора переменных. Величину q следует определять в частотных точках справа от Ак, примыкающих к ней. Например, для частот 1 и 2 рад/с величины q равны соответственно 0,085 и 0,13. По мере удаления вправо от т. Ak абсолютная ошибка резко уменьшается (см. рис. 3), и необходимость высокоточного её вычисления отпадает.

3. Настройка модели и программы. В левом оконце линейки инструментов модели устанавливается значение StopTM (см. рис.1,В). В полях Панели параметров блока GenSin (вызывается двойным щелчком ЛКМ на блоке) устанавливаются следующие значения: Amplitude – giM, Frequency – wiM, Units – rad/sec. В поля Variable name и Save format Панели параметров блока xSAU устанавливается значения xSAU и Array. На вкладке Data History Панели параметров блока Output (вызывается нажатием кнопки Parameters на его экране) оба квадрата для вставки галочек должны быть пустыми. В панели «Конфигурационные параметры» (вызывается командами меню Simulation_ Configuration Parameters) для категорий: Data Import/Export – удаляется галочка из квадрата Limit data points to last; Diagnostics – в строке Automatic solver parameter selection вставляется значение none. Следует также проверить наличие в Вычпространстве заданных (не других) передаточных функций (ПФ) Объекта *G* и регулятора *C*: при их отсутствии файл Вычпространства перевызывается (двойным щелчком ЛКМ на его имени) или указанные объекты экспортируются в Вычпространство (заменяя посторонние ПФ) из Проектного окна ИПОЛС или из окна Бодередактора через команды меню File_Export.

Настройка Программы. В 1-ю строку вставляются величины: prg1 и prg2 (проектные максимальные значения 1-й и 2-й производных от ЗВ), Mm_grd_V и Mm_min_mV (коэффициенты перевода ЗВ или выходной величины САУ от В (мВ) в град (угловые мин)), wAk (частота контрольной точки ЗО, точки излома границы ЗО (см. рис. 1,а), рад/с). Коэффициенты перевода рассчитываются по формулам (6):

Mm_grd_V= gmax/n, град/В;
Mm_min_mV= gmax·60/1000·n,
угл.мин/мВ, (6)

где *n* – подходящее число (в данном примере n = 1).

В 3-й строке вставляется вектор wi с набором исследуемых частот. В 16-й строке вставляются величины: tozsh=1 и *q*=0.2. В 1-й аргумент команды 25-й строки вставляется в апострофах имя испытуемой модели.

Значение *q* следует уточнить для близких справа к т. Ак частот на основе рис. 4 и формулы (5). Для этого между 33-й и 34-й строками вставляются две команды break и end, обеспечивающие запуск модели и вычисление погрешностей только для 1-й частоты вектора wi. На место 1-й частоты вставляются поочерёдно испытуемые частоты. Строки Программы с 1-й по строку с командой Tist(k) = toc включительно выделяются, и клавишей F9 включается выполнение. На экране осциллографа Output определяется абсцисса $t_{отсч}$ для т. Отс (см. рис. 4, б). Чтобы получить из рис. 4, а рис. 4, б нажимается кнопка x в инструментах осциллографа; указатель подводится к оси ординат на 1,5 - 2 мм справа, нажимается ЛКМ и проводится горизонтальная линия до оси ординат – ЛКМ освобождается (см. рис. 4, а в районе стрелки у оси ординат). Матлаб выдаст увеличенное отображение экрана. Попытку нужно повторить ещё один раз с охватом горизонтальной линией паразитного переходного процесса. Величина StopTM равна значению StopT из 1-й строки табл. Tvid в Командном окне для этого запуска. Используя totсч и StopT по формуле (5) находится *q*.

4. Программное исследование модели САУ. При настроенной модели и программе открытие сеанса моделирования выполняется путём выделения программы в сессионном М-файле и нажатия клавиши F9. За работой программы можно наблюдать по Командному окну, в которое выдаются в текущем режиме данные табл. Tvid для каждой k-ой обрабатываемой частоты wi(k). Конец обработки всех точек вектора wi программа извещает звуковым сигналом Гонг (такой файл есть в Матлабе [8]) и выдаёт итоговую таблицу модельного исследования Tmod_ITI (см. рис. 3). В Ком. окне сообщается также сумма времён, установленных за сеанс в поле StopTM (величина TStopTsum), и сумма истинных времён обработки каждой частотной точки (величина TistSeans). Как следует из рис. 3 истинное время моделирования 96 с (оцениваемое программным таймером tic…toc) меньше модельного 2321,6 с в 18 раз.

Если амплитуду и частоту в GenSin и StopTM устанавливать вручную, цикл for исключить, на обработку каждого запуска соответствующие строки программы активизировать вручную и для построения итоговой таблицы Tmod_ITI включать строки программы тоже вручную, то время выполнения всего полуавтоматического сеанса составит 22 мин. Следовательно, программа с автоматическим управлением сеансом даёт выигрыш во времени в 13, 75 раз.

5. Принципы программного управления сим-моделью. Программно изменяемый параметр должен быть представлен в Программе в виде вектора с заданным или вычисляемым числом компонент, а в его блоке модели, в поле панели параметров блока – именем, отличным от имени вектора для реализации команд присвоения (см. строки 19, 20). Для времени запуска модели следует также предусмотреть рассчитываемый вектор (в примере – StopT, формула (4), строки 6, 9 и 13) , а в поле StopTM (рис. 1, в) вставить имя этого параметра, отличное от вектора. Для вычисляемых векторов предусматриваются команды сброса их значений в начале Программы, аналогичные строке 2 рис. 2.

Программа формируется в сессионном М-файле из двух частей: установочной и сеансовой (см. разд. 2). Выполнение установочной записывает заданные или вычисляемые вектора в Вычпространство.

Сеансовая часть выполняется в виде цикла for по компонентам одного из заданных вектор-параметров (строка 17) с встроенным в него циклом while (строки 26 - 29) для определения момента окончания запуска модели в к-ом цикле for и со строками завершения сеанса.

В цикле for целесообразно предусмотреть перед запуском модели вывод установочной информации к-го цикла в Ком. окно в виде табл. Tvid (строки 21 - 24; см. Tvid для k = 9 на рис. 3).

Запуск модели в к-ом цикле for выполняется командой set_param, первый аргумент которой – имя модели (см. строку 25 и рис. 1, в).

В Программе нужно предусмотреть отсечку начальной части отклика выходной величины САУ для исключения погрешности из-за паразитного переходного процесса в модели (строка 30: первая команда вычисляет число удаляемых отсчётов процесса, вторая их удаляет). Определение коэффициента отсечки q – см. разд. 3 и рис. 4.

В Программу желательно включать таймер «tic…toc» для оценки истинного времени каждого цикла (строки 18 и 33) с сохранением его в векторе Tist. При большом числе точек обработки целесообразно в Программу включать формирование звукового сигнала об окончании сеанса (строки 36 и 37). Сигнал gong входит в состав Матлаба – см. [10].

Результаты сеанса желательно представить в виде таблицы с указанием единиц измерения (строки 38 - 42, см. также рис. 3).

Оценка суммарного модельного времени TStopTsum и истинного времени сеанса TistSeans представлены в строке 43 Программы, см. также рис. 3.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справка по Матлабу R2009. Simulink_User Guide_Running a Simulation Programmatically_Using the set_param Command.

2. Справка по Матлабу R2009. Simulink_User Guide_Running a Simulation Programmatically_ Using the sim Command.

3. Справка по Матлабу R2009. Simulink_User Guide_Running a Simulation Programmatically_About Programmatic Simulation.

4. **Бесекерский В.А., Попов Е.П.** Теория сис-

тем автоматического регулирования. Изд. 4-е, перераб. и доп. – СПб, Изд-во «Профессия», 2003. - 752 с. - (Серия: Специалист).

5. **Бесекерский В.А.** Динамический синтез систем автоматического регулирования. Изд-во «Наука». 1970.

6. **Бесекерский В.А.** Теория систем автоматического управления. 2003. Файл: Бесекерский В.А.Теория систем автоматического управления. 2003. djvu, 11,6 Мб. Интернет-адрес книги для скачивания: http://www.studfiles.ru/dir/cat38/subj397.html.

7. Справка по Матлабу R2009. Control System Toolbox_ fx Functions_ fx sisotool.

8. Справка по Матлабу R2009. Control System Toolbox_fx Functions_Freqency Domain Analysis_ fx bode.

9. Справка по Матлабу R2009. Control System Toolbox_fx Functions_Time Domain Analysis_fx step.

10. Справка по Матлабу R2009. MATLAB_ fx Functions_ Audio and Video_ Recording and Playback_ fx wavplay.

REFERENCES

1. The Reference on Matlabu R2009. Simulink_User Guide_Running a Simulation Programmatically_Using the set_param Command.

2. The Reference on Matlabu R2009. Simulink_User Guide_Running a Simulation Programmatically_ Using the sim Command.

3. The Reference on Matlabu R2009. Simulink_User Guide_Running a Simulation Programmatically_About Programmatic Simulation.

4. **Besekerskiy V.A., Prist E.P.** The Theory of the systems of the automatic regulation. Izd. 4-e, pererab. and dop. - SPB, Izd-in «Profession», 2003. - 752 s. - (the Series: Specialist) .

5. **Besekerskiy V.A.** The Dynamic syntheses of the systems of the automatic regulation. Izd-in «Science», 1970.

6. **Besekerskiy V.A**. Teoriya systems of the autocontrol. 2003. The File: Besekerskiy V.A. Teoriya systems of the autocontrol. 2003. djvu, 11,6 Mb. Internet address of the book for скачивания: http://www.studfiles.ru/ dir/ cat38/ subj397.html, .

7. The Reference on Matlabu R2009. Control System Toolbox_ fx Functions_ fx sisotool.

8. The Reference on Matlabu R2009. Control System Toolbox_fx Functions_Freqency Domain Analysis_ fx bode.

9. The Reference on Matlabu R2009. Control System Toolbox_fx Functions_Time Domain Analysis_fx step.

10. The Reference on Matlabu R2009. MATLAB_ fx Functions_ Audio and Video_ Recording and Playback_ fx wavplay.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

МЯКИШЕВ Андрей Константинович – ведущий программист кафедры теоретические основы инноватики; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: myak2010@yandex.ru

MYAKISHEV Andrey K. – the Sankt-Petersburg State Pollytechnic University, 195251, str. Pollytechnic, 29, Saint-Petersburg, Russia; e-mail: myak2010@yandex.ru

РЫКИН Олег Романович – доцент, кандидат технических наук, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; 195251, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: olegrykin@yandex.ru

RYKIN Oleg R. – the Sankt-Petersburg State Pollytechnic University; 195251, str. Pollytechnic, 29, Saint Petersburg, Russia; e-mail: olegrykin@yandex.ru

© Санкт–Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 623.4.018

М.Ш. Гареев

СПОСОБ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О СООТВЕТСТВИИ ОБРАЗЦА ВООРУЖЕНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

M.S. Gareev

METHOD OF DECISION-MAKING ON CONFORMITY ARMAMENT MODEL REQUIREMENTS OF TECHNICAL SPECIFICATIONS

Рассмотрен порядок оценки соответствия образца вооружения требованиям тактико-технического задания. Представлен способ принятия решения, основанный на результатах корреляционного анализа параметров образца вооружения.

ОБРАЗЕЦ ВООРУЖЕНИЯ, ИСПЫТАНИЯ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ, СТАТИСТИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ, КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ, ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ ТРЕБОВАНИЯМ.

The article considers the procedure of conformity assessment armament model requirements of technical specifications. A method for making a decision based on the results of the correlation analysis of the parameters of armament model is presented.

SAMPLE WEAPON, TESTING PROTOTYPES, STATISTICAL TEST, CORRELATION ANALYSIS, COMPLIANCE ASSESSMENT.

Для оценки и контроля качества результатов, полученных в результате опытно-конструкторских работ, опытные образцы вооружения подвергают испытаниям, проводимым с целью оценки всех определенных тактико-техническим заданием (ТТЗ) характеристик образца вооружения, проверки и подтверждения его соответствия требованиям ТТЗ в условиях, максимально приближенных к условиям реальной эксплуатации. Решение задачи проверки и подтверждения соответствия образца вооружения требованиям ТТЗ в настоящее время производится по совокупности частных параметров [1], а не как единого комплексного изделия. Это происходит из–за применения однопараметрического допускового метода оценки.

Степень соответствия образца вооружения требованиям ТТЗ определяется совокупностью параметров $x_1, x_2, ..., x_n$, которые можно считать координатами некоторого n-мерного пространства, определяющего положение вектора, характеризующего техническое состояние образца вооружения. В реальных условиях данные координаты изменяются по случайным законам, и всегда можно указать на разность между номинальным x_{0i} и текущим значениями координаты x_i:

$$\Delta x_i = x_i - x_{0i}$$

Когда Δx_i лежит в некотором интервале, ограниченном слева и справа допустимыми значениями $x_н$ и $x_в$:

$$x_н \geq \Delta x_i \geq x_в,$$

то считается, что образец вооружения соответствует требованиям ТТЗ по данному параметру [2]. В противном случае его по данному параметру бракуют. Другими словами, осуществляется контроль соответствия частных параметров, по которым делается вывод о соответствии образца вооружения требованиям ТТЗ в целом.

Такая форма оценки вполне естественна, однако исключает предположение о том, что параметры сложного образца вооружения могут быть взаимосвязаны друг с другом. Однако, как показывают исследования, эта взаимо-

связь присутствует, носит стохастический характер и в ряде случаев, особенно при значительном приближении значений Δx_i к допусковым значениям $x_н$ и $x_в$, может оказывать искажающее влияние на значения коррелированных параметров [3, 4]. Возникает риск принятия ошибочного решения и, следовательно, снижается достоверность комплексного подтверждения соответствия образца вооружения требованиям ТТЗ.

Изучение связей между параметрами, определяющими совокупность свойств образца вооружения, позволяет произвести комплексную оценку соответствия их свойств требованиям ТТЗ посредством выдвижения многомерной гипотезы *H0:* $m_x = A$, где A – вектор заданных в ТТЗ значений параметров, а элементы вектора m_x определяются по данным испытаний:

$$m_x = \overline{X} = \begin{vmatrix} \overline{x}_1 \\ \overline{x}_2 \\ \cdots \\ \overline{x}_i \\ \cdots \\ \overline{x}_k \end{vmatrix}, \quad A = \begin{vmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \cdots \\ a_i \\ \cdots \\ a_r \end{vmatrix},$$

$$X = \begin{vmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1j} & \cdots & x_{1N} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2j} & \cdots & x_{2N} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{iN} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{k1} & x_{k2} & \cdots & x_{kj} & \cdots & x_{kN} \end{vmatrix},$$

где X – матрица, составленная по результатам испытаний; x_{ij} – значение i-го параметра в j-том испытании, $j = \overline{1,N}$, $i = \overline{1,k}$.

Если вектор результатов измерений распределен нормально и известна корреляционная матрица $K = \|K_{ij}\|$, то для проверки гипотезы H0 используем статистику критерия x^2 с числом степеней свободы k [5, 6]:

$$\chi^2_{оп} = N(\overline{X} - A)^T K^{-1}(\overline{X} - A). \qquad (1)$$

В случае определения элементов корреляционной матрицы по опытным данным, необходимо использовать статистику *T2* – распределения [7, 8]:

$$T^2_{оп} = N(\overline{X} - A)^T \hat{K}^{-1}(\overline{X} - A). \qquad (2)$$

Критическое значение вычисляется переходом к F – распределению:

$$T^2_{кр} = \frac{(N-1)k}{(N-k)} F_{кр}. \qquad (3)$$

Критическое значение распределения Фишера определяется по числу степеней свободы N и (N-k) для большей и меньшей дисперсий соответственно.

Гипотеза *H0* может быть принята с заданным уровнем значимости α когда: $\chi^2_{оп} < \chi^2_{кр}$ ($T^2_{оп} < T^2_{кр}$). Использование рассмотренных критериев позволяет свернуть многомерное распределение в одномерное и произвести комплексную оценку свойств образца вооружения с заданным уровнем надежности как единой системы [9, 10].

Предложенный способ принятия решения о соответствии образца вооружения требованиям ТТЗ в полной мере учитывает наличие стохастических связей между оцениваемыми параметрами образца вооружения. Кроме того, предложенный способ может быть реализован в качестве программного средства для автоматизированных систем поддержки принятия решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Меньшиков В.А.** Полигонные испытания. Книга 1. Москва: КОСМО, 1997 – 416 с.

2. **Аристов А.В.** Управление качеством: Учебник. Москва: Инфра-М, 2009. – 240 с.

3. **Филатов И.Н.** Многопараметрический контроль технического состояния систем управления. Монография – Спб., МВАА, 2005 г. -132 с.

4. **Филюстин А.Е.** и др. Испытания ракетно-артиллерийского вооружения. Ч. 1: Учебник – Москва: МО РФ, 1998 г. – 296 с.

5. **Филюстин А.Е., Злотников К.А., Захаров С.В.** Современные методы отбраковки аномальных результатов испытаний образцов вооружения. М.: Стандартизация ВТ, 1993. № 3. – 232 с.

6. **Панов В.В.** Испытания ракетно-артиллерийского вооружения и радиоэлектронных средств. Ч. 1 – Спб.,: ВАА, 1981 – 188 с.

7. **Вентцель Е.С.** Теория вероятностей. Москва: КноРус, 2010 г. – 658 с.

8. **Беляева С.Д.** Математические методы планирования и проведения эксперимента. Спб.,ВАА, 1991 - 100 с.

9. **Гареев М.Ш., Григорюнов Р.Е., Подчезерцев С.В.** Корреляционный анализ результатов испытаний вооружения и военной техники. Сб. тр. Шестнадцатой Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы защиты и безопасности». Спб., НПО СМ, 2013 – 362 с.

10. **Гареев М.Ш., Григорюнов Р.Е., Подчезерцев С.В.** Метод сокращения полигонных испытаний опытных образцов вооружения и военной техники на основе использования результатов корреляционного анализа априорной информации. Сб. тр. четвертой Всерос. науч.-техн. конф. «Радиовысотометрия - 2013». Каменск-Уральский, 2013. – 440 с.

REFERENCES

1. **Menshikov V.A.** Ground testing. Book 1. Moscow.: KOSMO, 1997 – 416 s.

2. **Aristov A.V.** Quality management: Textbook. Moscow.:Infra-M, 2009 – 240 s.

3. **Filatov I.N.** Multivariable control of technical condition control systems. Monograph – SPb., MVAA, 2005 – 132 s.

4. **Filjustin A.E.** Testing of rocket-artillery armament. Part 1: Text book – M..:MO RF, 1998 – 296 s.

5. **Filjustin A.E., Zlotnikov K.A., Zaharov S.V.** Modern methods of rejection of abnormal test results of samples of armament. M.,: Standartizatsia VT, 1993. № 3. – 232 s.

6. **Panov V.V.** Testing of rocket-artillery armament and radio-electronic means. Part 1 SPb., VAA, 1981. – 188 s.

7. **Ventsel E.S.** Probability theory. Moscow: KnoRus, 2010 – 658 s.

8. **Beljaeva S.D.** Mathematical methods of planning and carrying out of experiment. SPb.,: VAA, 1991 – 100 s.

9. **Gareev M.S., Grigoryunov R.E., Podchezertsev S.V.** Correlation analysis of results of testing of weapons and military equipment. Proceedings of the Sixteenth Russian scientific and practical conference «Actual problems of protection and safety». Saint-Petersburg: NPO SM, 2013 – 362 s.

10. **Gareev M.S., Grigoryunov R.E., Podchezertsev S.V.** The reduction method and validation of the pilot samples of weapons and military equipment on the basis of utilization of the results of correlation analysis of a priori information. Proceedings fourth all-Russian scientific-technical conference «Radiovisotometriya-2013». Kamensk-Uralskiy, 2013 – 440 s.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

ГАРЕЕВ Марат Шамильевич – адъюнкт; Михайловская военная артиллерийская академия; 195009, ул. Комсомола, 22, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: mark-on@mail.ru

GAREEV Marat S – Mikhailovskaya Artillery Academy; 195009, Komsomola Str. 22, St. Petersburg, Russia; e-mail: mark-on@mail.ru

© Санкт–Петербургский государственный политехнический университет, 2013

УДК 623.4.018

М.Ш. Гареев, С.В. Подчезерцев, И.Н. Филатов

СПОСОБ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ СОКРАЩЕННЫХ ПОЛИГОННЫХ ИСПЫТАНИЙ

M.S. Gareev, S.V. Podchezertsev, I.N. Filatov

METHOD OF PROCESSING THE RESULTS OF THE REDUCED FIELD TESTS

Рассмотрен вариант применения методов регрессионного анализа для обработки результатов сокращенных полигонных испытаний и определения уровня достоверности полученных значений.

СОКРАЩЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ, ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ, УРАВНЕНИЕ РЕГРЕССИИ, МЕТОД НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ, ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТОВ РЕГРЕССИИ.

The option of using a regression analysis for the processing of the results of the reduced field tests and determination the level of reliability of the obtained values is considered in the article.

ABBREVIATED TESTING, PROCESSING OF RESULTS OF TESTING, REGRESSION EQUATION, LEAST-SQUARES METHOD, ASSESSMENT OF THE SIGNIFICANCE OF REGRESSION COEFFICIENTS.

Процесс полигонных испытаний образцов вооружения можно рассматривать как специфический процесс управления, имеющий целью исследование характеристик объекта испытаний путем целенаправленного воздействия на него и оценки реакций объекта на эти воздействия. При этом образец вооружения, как объект испытаний, представляется набором независимых характеристик, каждая из которых подлежит самостоятельной оценке в ходе проведения испытаний [1, 2]. Однако современный образец вооружения представляет собой сложную техническую систему, состоящую из множества взаимосвязанных элементов и подсистем. Предположив, что часть характеристик образца вооружения в той или иной степени взаимосвязаны [3], можно применить методы корреляционного анализа для выявления наличия и структуры этих связей.

Знание характера и степени тесноты выявленных стохастических связей позволяет «предсказать» значения зависимых параметров образца вооружения расчетным путем без проведения эксперимента. На этом предположении основан метод проведения сокращенных полигонных испытаний [4]. При этом возникает важная задача оценки достоверности данных полученных при реализации такого метода испытаний. В целях решение этой задачи необходимо получить уравнения регрессии результирующих характеристик и оценить значимость коэффициентов регрессии.

В простейшем случае будет иметь место корреляционная связь двух стохастических параметров Y и X. Примем, что значение параметра Y будет рассчитываться по полученным в ходе испытаний значениям предикторного параметра X. По имеющимся априорным данным производится расчет коэффициентов регрессии для уравнения вида:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x \qquad (1)$$

где $\beta 0$, $\beta 1$ – коэффициенты регрессии, определяемые с использованием метода наименьших квадратов по формулам [5]:

$$\beta_0 = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i \sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \sum_{i=1}^{n} y_i x_i \sum_{i=1}^{n} x_i}{n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2}$$

$$\beta_1 = \frac{n\sum_{i=1}^{n} y_i x_i - \sum_{i=1}^{n} y_i \sum_{i=1}^{n} x_i}{n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2} \qquad (2)$$

Уравнение регрессии, выраженное через выборочные значения математических ожиданий, будет выглядеть [6, 7]:

$$y = \hat{m}_y + \hat{r}_{xy}\frac{\hat{\delta}_y}{\hat{\delta}_x}\left(x - \hat{m}_x\right) \qquad (3)$$

Если исследуемые параметры объекта испытаний коррелированы и характеризуются случайными величинами (y, $x(1)$, ..., $x(n)$), подчиняющимися нормальному закону распределения, то уравнение регрессии y на $x(i)$ при фиксированных остальных (n-2) величинах можно записать:

$$y = \beta_{yx^{(1)}} x^{(1)} + \beta_{yx^{(2)}} x^{(2)} + \ldots + \beta_{yx^{(n)}} x^{(n)} \qquad (4)$$

$$\beta_{yx^{(i)}} = -\frac{\delta_y}{\delta_i}\frac{R_{yi}}{R_{yy}} \qquad (5)$$

где $\beta_{yx^{(i)}}$ – частные коэффициентами регрессии между параметрами y и $x(i)$ при фиксированных значениях всех остальных параметров $x(j)$; R_{yi} и R_{yy} – алгебраические дополнения для элементов ryi и ryy в соответствующем определителе корреляционной матрицы R.

В случае если аппроксимирующая функция имеет вид полинома:

$$y = b_0 + b_1 x + b_2 x^2 + \ldots b_k x^k, \qquad (6)$$

тогда решение в матричном виде для определения коэффициентов bi записывается:

$$B = (X^T X)^{-1} X^T Y$$

$$X = \begin{vmatrix} \sum_{i=1}^{n} x_i^0 & \sum_{i=1}^{n} x_i^1 & \cdots & \sum_{i=1}^{n} x_i^k \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^1 & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \cdots & \sum_{i=1}^{n} x_i^{k+1} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^k & \sum_{i=1}^{n} x_i^{k+1} & \cdots & \sum_{i=1}^{n} x_i^{2k} \end{vmatrix}; \qquad (7)$$

$$Y = \begin{vmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \ldots \\ y_n \end{vmatrix}; \quad B = \begin{vmatrix} b_0 \\ b_1 \\ \ldots \\ b_k \end{vmatrix}$$

Получаемые с помощью метода наименьших квадратов оценки являются эффективными независимо от закона распределения стохастического параметра объекта испытаний [5, 8]. Поэтому метод может применяться и в тех случаях, когда не удалось доказать подчиненность распределения параметра нормальному закону распределения.

В общем случае, когда выявлена корреляция между несколькими параметрами и определено, что параметр y будет являться функцией нескольких переменных $x1$, $x2$, …, xn уравнение линейной регрессии примет вид:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \ldots \beta_k x_k + \varepsilon \qquad (8)$$

где ε – случайная величина с нулевым математическим ожиданием и дисперсией σ^2.

В матричной форме линейная модель имеет вид:

$$Y = X\beta + E$$

$$Y = \begin{vmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \ldots \\ y_n \end{vmatrix}; \quad X = \begin{vmatrix} 1 & x_{11} & \cdots & x_{1k} \\ 1 & x_{21} & \cdots & x_{2k} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ 1 & x_{n1} & \cdots & x_{nk} \end{vmatrix}; \qquad (9)$$

$$\beta = \begin{vmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \ldots \\ \beta_k \end{vmatrix}; \quad E = \begin{vmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \ldots \\ \varepsilon_n \end{vmatrix}$$

Для вычисления неизвестных параметров β_k применим метод наименьших квадратов и заменим параметры β на их несмещенную оценку b, тогда:

$$B = \hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y \qquad (10)$$

Для определения несмещенной оценки остаточной дисперсии σ^2 вектора остатков $E = Y - \hat{Y} = Y - XB$ воспользуемся формулой [9,10]:

$$\hat{s}^2 = \frac{1}{n-k-1}(Y - XB)^T (Y - XB) \qquad (11)$$

Проверку значимости уравнения регрессии произведем с использованием F – критерия. Если уравнение регрессии незначимо, значит все коэффициенты регрессии генеральной совокупности равны нулю, т.е. проверке подлежит гипотеза H0: β = 0 имеющая F – распределение с ($k+1$) и (n–k–1) степенями свободы:

$$F_{набл} = \frac{\frac{1}{k+1}(XB)^T (XB)}{\frac{1}{n-k-1}(Y - XB)^T (Y - XB)} \qquad (12)$$

Кроме того необходима проверка значимости коэффициентов регрессии с помощью t – критерия, основанного на статистике:

$$t_j = \frac{b_j}{\hat{s}\left[\left(X^T X\right)^{-1}\right]_{jj}^{1/2}} \qquad (13)$$

которая при выполнении гипотезы $H0$: β_j = 0 имеет t – распределение с числом степеней свободы (n–k–1) [3].

Приведенные зависимости позволяют составить уравнения регрессии для коррелированных параметров объекта испытаний и оценить значимость полученных коэффициентов регрессии. При этом уровень значимости может быть определен исходя из объема имеющегося статистического материала, или же задан директивно, основываясь на важности принимаемого решения.

Такое применение методов корреляционно-регрессионного анализа позволяет, основываясь на структуре и характере стохастических связей, определять значения зависимых параметров образца вооружения расчетным методом с использованием полученных регрессионных зависимостей без проведения эксперимента. При этом уровень достоверности данных полученных косвенным путем сохранится на уровне данных полученных экспериментальным путем при большом количестве повторений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Аристов А.В.** Управление качеством: Учебник. М.,: Инфра-М, 2009. – 240 с.
2. **Меньшиков В.А.** Полигонные испытания. Книга 1. М.,: КОСМО, 1997. – 416 с.
3. **Гареев М.Ш., Григорюнов Р.Е., Подчезерцев С.В.** Корреляционный анализ результатов испытаний вооружения и военной техники. Сб. тр. Шестнадцатой Всерос. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы защиты и безопасности». СПб.,: НПО СМ, 2013. – 362 с.
4. **Гареев М.Ш., Григорюнов Р.Е., Подчезерцев С.В.** Метод сокращения полигонных испытаний опытных образцов вооружения и военной техники на основе использования результатов корреляционного анализа априорной информации. Сб. тр. четвертой Всерос. науч.-техн. конференции «Радиовысотометрия - 2013». Каменск-Уральский, 2013. – 440 с.
5. **Панов В.В.** Испытания ракетно-артиллерийского вооружения и радиоэлектронных средств. Ч. 1 – СПб.,: ВАА, 1981. – 188 с.
6. **Вентцель Е.С.** Теория вероятностей. М.,: КноРус, 2010. – 658 с.
7. **Беляева С.Д.** Математические методы планирования и проведения эксперимента. СПб.,: ВАА, 1991. - 100 с.
8. **Филюстин А.Е., Злотников К.А., Захаров С.В.** Современные методы отбраковки аномальных результатов испытаний образцов вооружения. М.,: Стандартизация ВТ, 1993. № 3. – 232 с.
9. **Филюстин А.Е.** и др. Испытания ракетно-артиллерийского вооружения. Ч. 1: Учебник – М.,: МО РФ, 1998. – 296 с.
10. **Дубров А.М., Мхитарян В.С., Трошин Л.И.** Многомерные статистические методы. М.,: Финансы и статистика, 2003. – 352 с.

REFERENCES

1. **Aristov A.V.** Quality management: Textbook. Moscow.:Infra-M, 2009. – 240 s.

2. **Menshikov V.A.** Ground testing. Book 1. M.,: KOSMO, 1997. – 416 s.

3. **Gareev M.S., Grigoryunov R.E., Podchezertsev S.V.** Correlation analysis of results of testing of weapons and military equipment. Proceedings of the Sixteenth Russian scientific and practical conference «Actual problems of protection and safety». SPb., NPO SM, 2013. – 362 s.

4. **Gareev M.S., Grigoryunov R.E., Podchezertsev S.V.** The reduction method and validation of the pilot samples of weapons and military equipment on the basis of utilization of the results of correlation analysis of a priori information. Proceedings of the fourth all-Russian scientific-technical conference «Radiovisotometriya-2013». Kamensk-Uralskiy, 2013 – 440 s.

5. **Panov V.V.** Testing of rocket-artillery armament and radio-electronic means. Part 1 – Saint-Petersburg: VAA, 1981. – 188 s.

6. **Ventsel E.S.** Probability theory. Moscow: KnoRus, 2010. – 658 s.

7. **Beljaeva S.D.** Mathematical methods of planning and carrying out of experiment. SPb.,: VAA, 1991. – 100 s.

8. **Filjustin A.E., Zlotnikov K.A., Zaharov S.V.** Modern methods of rejection of abnormal test results of samples of armament. M.,: Standartizatsia VT, 1993. № 3. – 232 s.

9. **Filjustin A.E.** Testing of rocket-artillery armament. Part 1: Text book – M,.:MO RF, 1998 – 296 s.

10. **Dubrov A.M., Mhitarjan V.S., Troshin L.I.** Multidimensional statistical methods. Moscow: Financi i statistica, 2003. – 352 s.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ/AUTHORS

ГАРЕЕВ Марат Шамильевич – адъюнкт; Михайловская военная артиллерийская академия; 195009, ул. Комсомола, 22, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: mark-on@mail.ru
GAREEV Marat S. – Mikhailovskaya Artillery Academy; 195009, Komsomola Str. 22, St. Petersburg, Russia; e-mail: mark-on@mail.ru

ПОДЧЕЗЕРЦЕВ Сергей Викторович – адъюнкт; Михайловская военная артиллерийская академия; 195009, ул. Комсомола, 22, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: sergej591910@yandex.ru
PODCHEZERTSEV Sergej V. – Mikhailovskaya Artillery Academy; 195009, Komsomola Str. 22, St. Petersburg, Russia; e-mail: sergej591910@yandex.ru

ФИЛАТОВ Игорь Николаевич – начальник отдела организации научной работы и подготовки научно-педагогических кадров; Михайловская военная артиллерийская академия; 195009, ул. Комсомола, 22, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: filin.05@mail.ru
FILATOV Igor N. – head of Department of organization of scientific work and training of the teaching staff; Mikhailovskaya Artillery Academy; 195009, Komsomola Str. 22, St. Petersburg, Russia; e-mail: filin.05@mail.ru

© Санкт–Петербургский государственный политехнический университет, 2013

Научное издание

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ВЕДОМОСТИ СПбГПУ

№ 4-2 (183) 2013

Учредитель – Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Издание зарегистрировано в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства
в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия
(свидетельство ПИ № ФС77-25981 от 13 октября 2006 г.)

Научный редактор — *И.Л.Туккель*
Ответственные за выпуск — *А.В. Сурина, Н.А. Цветкова*
Литературный редактор, корректор — *Н.В. Бакк*
Технический секретарь — *О.А. Матенев*
Компьютерная верстка — *В.В. Иванов*

Телефон редакции (812) 294-47-72

E-mail:ntv-nauka@spbstu.ru

Подписано в печать 28.12.2013. Формат 60×84 1/8. Бум. тип. № 1.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 41,5. Тираж 1000. Заказ 374.

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет.
Издательство Политехнического университета,
член Издательско-полиграфической ассоциации университетов России.
Отпечатано в типографии издательства:
Россия 195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.

УСЛОВИЯ ПУБЛИКАЦИИ СТАТЕЙ

в журнале «Научно-технические ведомости СПбГПУ»

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Журнал «Научно-технические ведомости СПбГПУ» является периодическим печатным научным рецензируемым изданием. Он зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия (свидетельство ПИ № ФС77-25981 от 13 октября 2006 г.) и распространяется по подписке агентства «Роспечать» (индекс 18390).

Журнал с 2002 года входит в Перечень ведущих научных рецензируемых журналов и изданий (перечень ВАК) и принимает для печати материалы научных исследований, а также статьи для опубликования основных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора наук и кандидата наук по следующим основным научным направлениям: ЭКОНОМИКА; УПРАВЛЕНИЕ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ; ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА; ФИЗИКА; МАТЕМАТИКА; ЭНЕРГЕТИКА; МАШИНОСТРОЕНИЕ; ТРАНСПОРТ; МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ; РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ, ЭЛЕКТРОНИКА, ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА; ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ; ПЕДАГОГИКА; ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ.

Периодичность выхода журнала – 4 номера в год.

Сведения о публикациях представлены в Реферативном журнале ВИНИТИ РАН, в международной справочной системе «Ulrich´s Periodical Directory».

Редакция журнала соблюдает права интеллектуальной собственности и со всеми авторами научных статей заключает издательский лицензионный договор.

2. ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДСТАВЛЯЕМЫМ МАТЕРИАЛАМ

2.1. Оформление материалов

1. Объем статей докторов наук, профессоров, докторантов, соискателей ученой степени доктора наук, как правило, 12–20 страниц формата А-4. Количество рисунков и фотографий не должно превышать 4, таблиц — 3, литературных источников — 15.

2. Объем статей преподавателей, сотрудников, соискателей ученой степени кандидата наук, как правило, — 8–15 страниц формата А-4, объем статей аспирантов — 8 страниц формата А-4. Количество рисунков не должно превышать трех, таблиц — двух, литературных источников — десяти.

3. Авторы должны придерживаться следующей обобщенной структуры статьи: вводная часть (актуальность, существующие проблемы — объем 0,5–1 стр.); основная часть (постановка и описание задачи, изложение и суть основных результатов); заключительная часть (предложения, выводы — объем 0,5–1 стр.); список литературы.

4. Число авторов статьи — не более трех человек.

5. Набор текста осуществляется в редакторе MS Word, формул — в редакторе MS Equation. Таблицы набираются в том же формате, что и основной текст.

Шрифт — TNR, кегль шрифта основного текста — 14, интервал — 1,5. Таблицы большого размера могут быть набраны 12 кеглем. Параметры страницы: поля слева 3 см, сверху, снизу 2,5 см, справа 2 см. Текст размещается без переносов. Абзацный отступ — 1 см.

6. Рисунки, таблицы, фотографии размещаются по тексту статьи.

2.2. Представление материалов

Вместе с материалами статьи в редакцию должны быть обязательно представлены:

- номер УДК в соответствии с классификатором (в заголовке статьи);
- аннотация статьи (2–3 предложения) на русском и английском языках;
- ключевые слова статьи (5–7 слов) на русском и английском языках;
- сведения об авторах: ФИО, место работы, рабочий телефон, должность, ученое звание, ученая степень, контактный телефон, e-mail;
- рецензия на имя заместителя главного редактора, подписанная специалистом, имеющим ученую степень доктора наук и/или ученое звание профессора. Рецензия должна быть ОБЯЗАТЕЛЬНО заверена в отделе кадров. Рецензент несет ответственность за содержание статьи, достоверность представленных материалов.

При необходимости редколлегия может потребовать представления акта экспертизы.

Представление всех материалов осуществляется в электронном виде через личный кабинет ЭЛЕКТРОННОЙ РЕДАКЦИИ по адресу: http://journals.spbstu.ru.

2.3. Рассмотрение материалов

Представленные материалы (п. 2.2) первоначально рассматриваются редакционной коллегией и передаются на рецензирование. После одобрения материалов, согласования различных вопросов с автором (при необходимости) редакционная коллегия сообщает автору решение об опубликовании статьи, в противном случае она направляет автору мотивированный отказ.

При отклонении материалов из-за нарушения требований по оформлению или как не отвечающих тематике журнала материалы не публикуются и не возвращаются.

Редакционная коллегия не вступает в дискуссию с авторами отклоненных материалов.

Публикация материалов аспирантов осуществляется бесплатно в соответствии с очередностью.

При поступлении в редакцию значительного количества статей их прием в очередной номер может закончиться ДОСРОЧНО.

Более подробную информацию можно получить по телефону/факсу редакции:
(812) 294-47-72 (с 10 до 18 часов, Олег Александрович) или по e-mail: **ntv-nauka@spbstu.ru**