

Министерство образования и науки Российской Федерации

Международная академия наук высшей школы

Санкт-Петербургское отделение

Центральный экономико-математический институт РАН

Центр по изучению проблем информатики

Института научной информации по общественным наукам РАН

Санкт-Петербургский государственный электротехнический

университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова-Ленина

Санкт-Петербургский государственный экономический университет

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО  
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

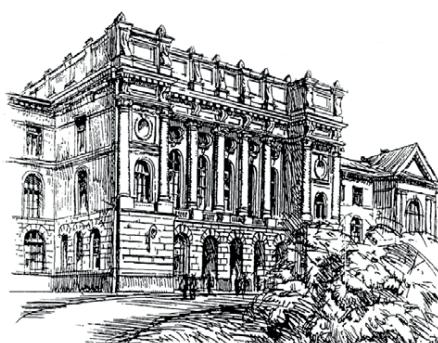
**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ  
В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ**

**Сборник научных трудов**

**XXII Международной научно-практической конференции**

**22–24 мая 2018 года**

**Часть 2**



**Санкт-Петербург  
2018**

Министерство образования и науки Российской Федерации

Международная академия наук высшей школы

Санкт-Петербургское отделение

Центральный экономико-математический институт РАН

Центр по изучению проблем информатики

Института научной информации по общественным наукам РАН

Санкт-Петербургский государственный электротехнический

университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова-Ленина

Санкт-Петербургский государственный экономический университет

---

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО  
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

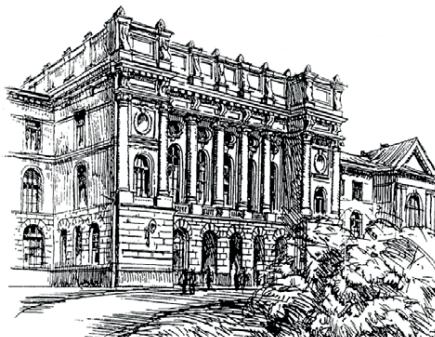
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ  
В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

Сборник научных трудов

XXII Международной научно-практической конференции

22– 24 мая 2018 года

Часть 2



Санкт-Петербург  
2018

УДК 303.732  
ББК 32.965я73

**Системный анализ в проектировании и управлении:** сб. науч. тр. XXII Междунар. науч.-практич. конф. 22–24 мая 2018 г. Ч. 2. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2018. – 396 с.

В сборник научных трудов научно-практической конференции «Системный анализ в проектировании и управлении», проводимой Санкт-Петербургским политехническим университетом Петра Великого совместно с Южным Федеральным университетом, Санкт-Петербургским отделением Международной академии наук Высшей школы, Центральным экономико-математическим институтом РАН, Центром по изучению проблем информатики Института научной информации по общественным наукам РАН, Санкт-Петербургским государственным электротехническим университетом «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова-Ленина и Санкт-Петербургским государственным экономическим университетом, включены работы ведущих ученых, работающих в области теории систем и системного анализа, из ряда вузов и организаций России, Украины, Грузии, Норвегии, Польши, США, Финляндии, Швеции.

Председатель Программного комитета конференции – научный руководитель СПбПУ, академик РАН, д-р техн. наук, профессор **Ю. С. Васильев**.

Сопредседатели: Козлов В. Н. – Заместитель председателя СПб отделения МАН ВШ, д-р техн. наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ; **Волкова В. Н.** – член МАН ВШ, д-р экон. наук, профессор, заслуженный работник ВШ РФ; **Ланкин В. Е.** – д-р экон. наук, профессор ЮФУ, заслуженный работник высшей школы РФ.

Члены программного комитета: **Клейнер Г. Б.** – чл.-корр. РАН, д-р экон. наук, профессор (ЦЭМИ РАН, Москва); **Брусакова И. А.** – чл.-корр. МАН ВШ, д-р экон. наук, профессор (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»); **Горелова Г. В.** – чл.-корр. МАН ВШ, д-р техн. наук, профессор (ЮФУ, Таганрог); **Гриненко С. В.** – д-р экон. наук, профессор (Сочинский университет, Сочи); **Ефремов А. А.** – канд. физ.-мат. наук, доц. (СПбПУ); **Кацко И. А.** – д-р экон. наук, профессор (Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар); **Кукор Б. Л.** – чл.-корр. МАН ВШ, д-р экон. наук, профессор (СПбГЭУ); **Станкевич Л. А.** – канд. техн. наук, профессор (СПбПУ); **Фирсов А. Н.** – чл.-корр. МАН ВШ, д-р. техн. наук, профессор (СПбПУ); **Халин В. Г.** – член МАН ВШ, д-р экон. наук, профессор (СПбГУ); **Черненькая Л. В.** – член МАН ВШ, д-р техн. наук, профессор (СПбПУ); **Черный Ю. Ю.** – канд. филос. наук, руководитель Центра по изучению проблем информатики ИНИОН РАН (Москва); **Чудесова Г. П.** – член МАН ВШ и МАОР, д-р экон. наук, проф. (СПбИТМО); **Шкодырев В. П.** – д-р техн. наук, профессор (СПбПУ); **Яковлева Е. А.** – чл.-корр. МАН ВШ, д-р экон. наук, профессор (СПбГЭУ).

Зарубежные члены программного комитета: **John-Erik Andreassen** – Prof. (Østfold University College, Østfold, Norway); **Igor B. Arefiev** – Dr. of Engineering Sc., Prof. (Maritime University of Szczecin, Szczecin, Poland); **Leon Bazil** – Doctor of Economics, Prof. (Montclair State University, Montclair, USA); **Idilia Batchkova** – Dr. Sc., Prof. (University of Chemical Technology and Metallurgy (UCTM), Sofia, Bulgaria); **Christo Boyadjiev** – Dr. Sc., Prof. (UCTM, Sofia, Bulgaria); **Raycho Georgiev** – Dr. Eng. (Bulgarian Scientific-Technical Union of Mechanical Engineering, Sofia, Bulgaria); **Ignat A. Kulkov** – Candidate of Economic Sc. (Åbo Akademi, Turku, Finland); **Nataliya D. Pankratova** – Member of the International Higher Education Academy of Sciences, Dr. of Engineering Sc., Prof. (Institute for Applied System Analysis, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine); **Georgi Popov** – Dr. Sc., DHC, Prof. (Technical University of Sofia, Sofia, Bulgaria); **Bencion Fleishman** – Dr. of Sciences, Prof. (New York, USA); **Reinhold Wessely** – Dr. of Sciences, Professor (Vienna, Austria).

Ученые секретари конференции: **Широкова С. В.** – чл.-корр. МАН ВШ, канд. техн. наук, доцент СПбПУ, **Логинова А. В.** – канд. экон. наук, доцент СПбПУ.

*Посвящается 20-летию  
Научно-педагогической школы  
«Системный анализ в проектировании и управлении»*

**Научно-педагогическая школа «Системный анализ в проектировании и управлении» объединяет ученых, развивающих теорию систем и системного анализа в различных вузах России и других стран.**

*Школа считает себя преемницей:*

*школы Московского энергетического института, в котором д-р техн. наук, профессор **Федор Евгеньевич Темников** (1906–1993), создал в 1969 году первую в стране кафедру по направлению теории систем и системных исследований – кафедру Системотехники;*

*школы Ленинградского политехнического института (ныне Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого), в котором с 1973 года на факультете технической кибернетики д-р технических наук, профессор (в последующем – заслуженный деятель науки РФ) **Анатолий Алексеевич Денисов** (1934–2010) исследовал общность процессов в системах различной физической природы и предложил теорию информационного поля и информационный подход к анализу систем.*

*В 1994 году д-р техн. наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ **Владимир Николаевич Козлов** переименовал возглавляемую им кафедру технической кибернетики в кафедру «Системный анализ и управление» и открыл совместно с заслуженным деятелем науки и техники РФ, д-ром физ.-мат. наук, профессором **Владимиром Александровичем Троицким** новое одноименное направление подготовки бакалавров и магистров, что сыграло важнейшую роль в становлении в Политехническом университете научно-педагогической школы.*

*С 1998 года на базе Политехнического университета ежегодно проводится конференция «Системный анализ в проектировании и управлении», которая стала основой формирования школы с таким же названием, объединяющей ученых отечественных и зарубежных вузов и научно-исследовательских институтов, занимающихся развитием теории систем и системного анализа как прикладной теории систем. Научные руководители школы в настоящее время – д-р техн. наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ **Владимир Николаевич Козлов** и д-р экон. наук, профессор, заслуженный работник высшей школы **Виолетта Николаевна Волкова**.*

С 2017 года это направление развивается в Высшей школе киберфизических систем и управления Института компьютерных наук и технологий СПбПУ Петра Великого (директор ВШ КФСУ д-р техн. наук, профессор **Вячеслав Петрович Шкодырев**) как научное направление подготовки бакалавров и магистров по направлению «Системный анализ и управление» (научный руководитель основной образовательной программы – канд. физ.-мат. наук, доцент **Артем Александрович Ефремов**).

Результаты, получаемые учеными, объединяемыми школой, представлены в ежегодно выпускаемых сборниках научных трудов одноименной конференции, в коллективных монографиях и учебниках. Учебники и проводимые ежегодно конференции способствуют развитию идей теории систем и системного анализа и их использованию в учебном процессе не только Политехнического университета, но и других вузов.

Важным достоинством школы является развитие методологических основ и терминологического аппарата теории систем и системного анализа на основе широкого спектра математических методов. Большое влияние на реализацию и распространение этой концепции оказывают учебники и учебные пособия **В. Н. Козлова**.

Значительное влияние на учебный процесс по названному направлению во многих вузах оказывает учебник «Теория систем и системный анализ», подготовленный **В. Н. Волковой и А. А. Денисовым**, изданный впервые в 1997 г. в Политехническом и неоднократно корректируемый и переиздаваемый в издательствах «Высшая школа» и «Юрайт». Этот учебник удостоен знака «Выбор вузов». С 2015 г., по данным РИНЦ, **В. Н. Волкова** входит в ТОП-100 самых цитируемых ученых по направлению «Информатика», наиболее часто цитируется названный учебник.

Основные результаты школы, полученные за 20 лет, приводятся в первой статье данного сборника материалов конференции.

Ученики научной школы успешно применяют полученные знания и теоретические результаты в своей практической деятельности. И я надеюсь, что это приносит им удовлетворение. Школа выполняет важную миссию по подготовке научных кадров высшей квалификации – докторов и кандидатов наук.

*Председатель Оргкомитета конференции  
Академик РАН  
Ю. С. Васильев*

**Секция 5**  
**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ  
ПРЕДПРИЯТИЯМИ И ОРГАНИЗАЦИЯМИ**

УДК 339.138

*Чудесова Галина Павловна,*  
д-р экон.наук, профессор,  
профессор

**ФОРМИРОВАНИЕ ОРГСТРУКТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ  
ИННОВАЦИЯМИ**

Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики  
tchudesova@yandex.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается процесс преобразования системы организационного управления научноемким предприятием путем создания тензорной структуры, а также путем введения в оргструктуру научного предприятия нового звена «технологический брокер», которое создает демпфирующий эффект в сотрудничестве с компаниями-потребителями инновационных технологий.

**Ключевые слова:** системный анализ, организация управления предприятием, стратегия развития; трансфер технологий, технологический брокер.

*Galina P. Chudesova,*  
Doctor of Economics, Professor

**FORMATION OF ORGANIZATIONAL STRUCTURE  
OF MANAGEMENT BY INNOVATIONS**

Saint-Petersburg, The St.-Petersburg national research university  
of information technology, mechanics and optics  
tchudesova@yandex.ru

**Abstract.** The article considers the process of organizational control over a science-intensive enterprise through creating a tensor structure as well as through introducing a new link into the organizational structure of a science-intensive enterprise: «technological broker», which creates a dampening effect in cooperation with the companies, which consume innovation technologies.

**Keywords:** system analysis, organization of control over an enterprise, strategy of development; technology transfer, technological broker.

Ни одно промышленное предприятие не застраховано от возникновения кризисной ситуации. Для выхода из нее предприятию необходимо разработать стратегию, то есть видение будущего фирмы, которое охватывает все стороны его деятельности (производство, прибыль, рынок).

Осуществление стратегии – это непрерывный процесс. Чтобы он стал эффективным необходимо разработать организационную структуру

предприятия, способную к адаптации в постоянно меняющихся рыночных условиях. Новую структуру целесообразно “выращивать” на основе имеющейся путем ее преобразования и дополнения, постепенно расставляя новые акценты принципиального значения и используя взамен традиционно применяемых методов управления, ориентированных на производство, новые методы, ориентированные на трансфер технологий и поиск зон инновационной привлекательности (ЗИП).

Из принятых в мировой практике четырех типов стратегий организационных изменений (постепенной, стремительной, сдерживающей и блокирующей) для наших целей была выбрана вторая - революционная, так как обеспечивает быстрое формирование оргструктуры предприятия, в том числе структуры управления инновациями, ориентированными на инновационный рынок.

Формирование оргструктуры управления инновациями должно проходить поэтапно, но достаточно быстро:

сначала в линейно-функциональной структуре, ориентированной на производство, путем целенаправленного внедрения системы маркетинга создаются функционально-отраслевая, функционально-рыночная и функционально-товарная субструктуры;

по мере более глубокого развития и совершенствования системы маркетинга предприятие должно перейти от вышеперечисленных субструктур соответственно к товарной, рыночной и отраслевой субструктурам, уже не имеющим сильных функциональных ограничений и вполне способных обеспечить устойчивое инновационное развитие маркетинговых методов управления;

после этого оргструктура предприятия преобразуется в матричную с отраслевой, рыночной и товарной субструктурами;

далее на основе развитой оргструктуры маркетинговой ориентации можно создать тензорную структуру, которая силами своих специалистов обеспечивает доступ к ранее недоступным рыночным возможностям, то есть становится драйвером коммерциализации инноваций.

Это технологический брокер (или группа специалистов под его руководством). Он знает процедуру, обеспечивает коммуникации, грамотно оформляет документы, делает нужную рекламу инновационному продукту, решает финансовые проблемы (премии за результат и пр.).

Технологический брокер, являясь третьей независимой стороной сделки:

- обеспечивает доступ к ранее недоступным возможностям,
- обеспечивает посредническую функцию между предложениями инноваторов и запросами рынка,
- снижает риски компании, задавая и формализуя мировые тренды,
- выстраивает коммуникации (взаимоотношения и согласования) для всех заинтересованных сторон,

- нередко снимает напряжение в работе.

При тензорной организационной структуре, для которой характерен высокий уровень децентрализации управления, обеспечивается наибольшая эффективность инновационной и маркетинговой деятельности. Это достигается, с одной стороны, двухуровневой системой управления маркетингом, где функциональные отделы маркетинга по вопросам общефирменного планирования маркетинговой работы, срокам ее выполнения и результатам решаемых задач подчиняются руководителю службы маркетинга, а по остальным вопросам маркетинговой деятельности – своим непосредственным руководителям в функционально-производственной иерархии. С другой, введением в оргструктуру научно-емкого предприятия нового звена «технологический брокер», который создает демонстрирующий эффект в сотрудничестве с компаниями-потребителями инновационных технологий.

Служба маркетинга решает задачи стратегического планирования и управления, проведения маркетинговых исследований, международного маркетинга, формирования спроса и стимулирования сбыта, производства, вне и внутрифирменной логистики, централизованных научных исследований и разработок, обеспечивающих внедрение нововведений.

Функциональные отделы маркетинга выполняют функции планирования и контроля маркетинговой деятельности предприятия, обоснования, поиска, анализа и выбора ЗИП, ведут конъюнктурный анализ по видам продукта и рынкам сбыта, сегментирование рынков, анализ, оценку и планирование конкурентоспособности продуктов, ситуационный анализ предприятия, ценовые расчеты и ценовую политику, функционально-стоимостной анализ продуктов и технологий, товарную логистику. Многие результаты выполнения этих функций нужны технологическим брокерам, что может служить основанием для включения этого звена в отдел маркетинга. Однако их необходимо наделить особыми не зависимыми от текущей работы службы полномочиями.

В основу управления инновационной деятельностью положены инновационные программы по освоению рынка и созданию конкурентных продуктов. Общее руководство программами осуществляется соответствующий руководитель, которому передаются все необходимые полномочия на разработку стратегии маркетинга в целом по фирме, распоряжение соответствующими ресурсами и руководство персоналом, участвующим в разработке инновационной программ. Ему подчинены руководители функциональных отделов службы маркетинга, ответственные за профессиональный уровень разработок, и управляющие отдельными участками инновационных программ, несущие всю полноту ответственности каждый за свой участок.

Главная задача службы маркетинга заключается в концентрации усилий на долгосрочных программах развития конкурентоспособности и прибыльности фирмы, четкой организации работы специалистов-маркетологов по достижению наиболее профессиональных и эффективных решений на всех этапах подготовки и реализации инновационных программ.

Главная задача каждого управляющего инновационной программой – сфокусировать внимание на управлении своей программой, обеспечив ей успех и прогресс.

Учитывая матричный характер сформированной ранее организационной структуры управления предприятием, специалисты научно-технического, производственного, финансового или других подразделений управления предприятием находятся в двойном подчинении: по разработке инновационной программы в пределах срока ее выполнения - в подчинении руководителя маркетинговых программ; по текущим вопросам производственной деятельности – своих непосредственных руководителей в рамках действующей в оргструктуре иерархии. Профессиональные маркетологи либо включаются в группы, выполняющие определенные программы, либо помогают им, оставаясь в составе функциональных отделов службы маркетинга. Кроме того, в группы входят специалисты разных областей знаний и опыта работы, способные к коллектической деятельности “в команде”, творческие и энергичные, готовые к эффективному сотрудничеству с профессиональными маркетологами. Поскольку предприятие имеется большой опыт использования подобных групп для выполнения крупных проектов, оно может служить хорошей базой при формировании групп для успешного решения стратегических маркетинговых проблем, обеспечивающих необходимое создание и трансфер технологий.

### **Выводы**

Тензорная структура обеспечивает четкое разделение управленческой и профессиональной ответственности за выполняемые программы, способствует эффективному решению задач поддержания и расширения бизнеса, гарантирует энергичное следование целям фирмы в краткосрочные периоды и долгосрочной перспективе.

Возможно альтернативное решение проблемы посредничества между инновационными предложениями и спросом на них. Это аутсорсинг базовых функций участников.

### **Список литературы**

1. Волкова В., Денисов А. Теория систем и системный анализ: учебник – М.: Юрайт, 2016. – С. 464.
2. Игнатьева А. В., Максимцов М. М. «Исследование систем управления». — М.: 2-е изд., перераб. и доп. - М.: 2012. — 167с.
3. Мингатина А. М., Сорошкина В. В., Юрасова О. И. Современные подходы к разработке бизнес-стратегий // Молодой ученый. — 2015. — №24. — С. 500-502. — URL <https://moluch.ru/archive/104/24351/> (дата обращения: 16.01.2018).

УДК 338.012

*Макареня Татьяна Анатольевна,*  
д-р экон. наук, доцент,  
*Андриненко Роман Валерьевич,*  
аспирант

## **КЛАСТЕРНЫЙ ПОДХОД КАК ФАКТОР ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ**

Россия, Таганрог, Южный федеральный университет,  
Институт управления в экономических, экологических  
и социальных системах  
mta-76@inbox.ru

Россия, Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет,  
экономический факультет  
romanandrienko91@gmail.com

**Аннотация.** В статье обоснована значимость промышленных кластеров в экономическом развитии государства. Целью работы является рассмотрение преимущества развития территориального кластера как инновационного образования в условиях перспективной кластерной кооперации и возрастания роли конкуренции предприятий. В работе уточнено понятие «кластер» с учетом региональной специфики, рассмотрена сущность современной кластерной структуры, выявлены задачи развития и основные принципы построения региональных инновационных кластеров, проанализированы особенности и препятствия развитию современного кластера как инновационного институционально-географического-отраслевого (технологического), образования, обозначены пути стимулирования промышленных предприятий в кластерной среде для достижения высокого уровня конкурентоспособности.

**Ключевые слова:** территориальный кластер, кластерный подход, кластерная среда, институциональный фактор, кластерная кооперация, кластерная политика, кластерная инициатива, конкурентоспособность, сотрудничество.

*Tatyana A. Makarenko,*  
Doctor of Economic Sciences, Associate Professor,  
*Roman V. Andrienko,*  
Postgraduate student

## **CLUSTER APPROACH AS A FACTOR OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF REGIONAL ECONOMY**

Russia, Taganrog, Southern Federal University,  
Institute of Management in Economic, Ecological and Social Systems  
mta-76@inbox.ru

Russia, Rostov-on-Don, Southern Federal University,  
Faculty of Economics  
romanandrienko91@gmail.com

**Abstract.** The article considers the importance of industrial clusters in the economic development of the state. The aim of the work is to consider the advantages of developing a regional cluster as an innovative formation in the context of cluster cooperation and the increasing role of enterprise competition. In the paper, the concept of "cluster" is clarified, taking into account regional specifics; the essence of the modern cluster structure is examined; objectives and basic principles of regional innovative clusters formation are identified; features and obstacles to the development of the modern cluster as a comprehensive institutional-geographic-industrial (technological) factor to stimulate enterprises in a cluster environment to achieve a high level of competitiveness are viewed.

**Keywords:** territorial cluster, cluster approach, cluster environment, institutional factor, cluster cooperation, cluster policy, cluster initiative, competitiveness.

В настоящее время территориальные кластеры становятся инновационными платформами, на основе которых базируются важные технологические изменения. Создание кластеров оказывает положительное влияние на темпы промышленного производства России. Формирование нового института, инновационного территориального кластера позволит разработать систему взаимовыгодной кооперации научно-образовательных организаций, государственных институтов и промышленных предприятий. Поэтому актуален поиск кластерных стратегий и подходов, направленных на увеличение эффективности и конкурентоспособности кластерных образований, особенно на локальном (региональном уровне).

Несмотря на интенсивные тенденции развития кластерных образований на современном этапе с целью повышения эффективности экономического развития, данная проблема все еще недостаточно широко изучена как отечественными, так и зарубежными исследователями. Наибольшей областью разработанности проблематики кластерного развития является анализ индивидуальных практик в рамках кластерной теории. Основополагающие теоретико-методологические основы кластерной теории содержатся в трудах таких зарубежных исследователей, как У. Айзард, Ж. Будвиль, Ф. Перу, Х. Ласуэн, А.Маршал, М. Энрайт.

Теоретико-концептуальные основы кластерного развития рассматриваются в исследованиях отечественных ученых: Е.ААфониной, Г.О. Греф, В.В Лизунова, Е.Б Ленчук и Г.А. Власкина, Н.Решетниковой, А.И.Татаркина, Ю.Г. Лаврикова, Н.Д. Шимширт и других.

Инновационная составляющая кластеризации российской экономики анализируется в трудах Г. Аваневской, К. Л. Гаврилова, Г. Клейнер и других исследователей.

Однако следует отметить, что, несмотря на значительный вклад данных исследователей, ряд методических и теоретических проблем в кластерной теории все еще остаются недостаточно разработанными. В частности, не существует определенности в анализе понятия «кластер»,

особенностей его структурно-содержательной сущности, не достаточно исследованы особенности процесса организации и развития кластера, исходя из экономических особенностей стран и регионов, нет единой разработанной оценки эффективности процесса кластеризации.

Исходя из анализа теоретических источников, можно утверждать, что М. Портер и М. Кастельс считаются основоположниками применения кластерного подхода в целях повышения региональной конкурентоспособности [3, 8]. М. Кастельс определяет понятие «кластер» как современную гибкую форму кооперации, как некий феномен постиндустриальной цивилизации, или «информационного капитализма», в котором конкурентоспособность и производительность предприятий региона зависит в первую очередь от их способности генерировать, обрабатывать и эффективно использовать информацию, основанную на знаниях и опыте [8].

На наш взгляд, наиболее емко, с учетом регионального подхода, понятие «инновационный кластер» определяет журнал Европейского Союза, рассматривая кластерное образование «как группировку независимых предприятий: малых, средних и крупных инновационных стартапов, а также научно-исследовательских организаций, работающих в конкретном секторе и регионе и предназначенных для стимулирования инновационной деятельности путем интенсивного взаимодействия, сотрудничества и партнерства, обмена знаниями, опытом, технологиями и информацией» [5].

Приведем еще одно определение кластера, данное организацией, Агентством по охране окружающей среды США: «инновационные кластеры – это географические концентрации взаимосвязанных компаний, университетов и других организаций конкретной отрасли, цель кластерных образований состоит в том, чтобы использовать активы региона, создавать экономические возможности и стимулировать инновации» [5].

Таким образом, понятие «кластер» может быть рассмотрено как совокупность взаимосвязанных учреждений и организаций различных отраслей и сфер, которые имеют правовую, методическую и ресурсную поддержку соответствующих региональных и муниципальных органов управления, объединённых по отраслевому признаку и партнёрскими отношениями с предприятиями отрасли.

Сегодня, выявленные М. Портером кластеры, как структуры, интегрирующие предприятия по признаку местоположения [3, 12] имеют преимущества образования в сфере кооперации и конкуренции. В настоящее время данные образования занимают лидирующие позиции в формировании стратегий территориального развития. Для кластерного подхода ключевым положением является разработка кластерной

политики и программы, определяющей структурно-содержательные компоненты в организации кластеров и плана их развития, включающего перечень и сроки мероприятий, руководителей и исполнителей кластерного проекта.

Значимым фактором успешного развития кластера, как части экономической системы, является взаимовыгодное сотрудничество между участниками кластерного образования: малыми, средними и крупными предприятиями, образовательными и информационными структурами, муниципальными и государственными органами.

Региональные кластеры отличаются уровнем развития, составом участников, структурой и особенностями расположения, видами производимой продукции и предоставляемыми услугами.

Среди основных особенностей развития современных региональных кластерных образований на основе «институционально-технологического подхода» [7], на наш взгляд, можно выделить следующие:

- взаимодействие составляющих кластера между собой;
- повышение инновационной активности малого бизнеса в сфере образования, и предпринимательства;
- использование инструментов индивидуального партнёрства.

Кластеры функционируют как часть микроэкономической среды региона и изначально формируются с участием предопределённых факторов, связанных с историческим и культурным наследием, географическим положением региона и макроэкономической средой в целом. Кластеры образуются не только «сверху вниз», но и «снизу вверх», самостоятельно определяя новые стратегии развития как часть общего рыночного механизма [3]. Для развития кластеров «снизу вверх» и «сверху вниз» используется инициатива работников промышленного предприятия, образовательных институтов и учреждений для плодотворного взаимодействия, а также поддержка и развитие кластеров на уровне государства для разработки кластерной политики.

В инновационных экономических условиях кластерный подход необходим для усиления динамики развития и закономерностей конкуренции. В связи с этим под современной кластерной структурой понимается устойчивая совокупность экономических субъектов, выпускающих специализированную конкурентоспособную продукцию. В данном смысле понятия кластера и отрасли могут не совпадать. Кластер рассматривается как локализованная составная часть отрасли, ограниченная территориально. Для кластера характерна концентрация производства или смежных производств в рамках производственно-хозяйственных комплексов и кооперация производства. Этим кластер отличается от неструктурированной совокупности предприятий в

пределах региона. Предприятия кластера характеризуются компактностью локального размещения, значительными масштабами деятельности, высокой экономической эффективностью, превышающей средний уровень промышленного развития, повышенной интенсивностью использования трудовых ресурсов [1].

Современный региональный кластер также рассматривается как «сеть поставщиков, производителей, потребителей, элементов промышленной инфраструктуры, исследовательских институтов, взаимосвязанных в процессе создания добавочной стоимости. Это определение основывается на учете положительных синергетических эффектов региональной агломерации, близости потребителя и производителя, сетевых эффектов и диффузии знаний и умений за счет миграции персонала и выделения бизнеса» [4].

Мировые показатели кластеризации сегодня представлены следующим образом: в США находится 380 кластеров, в Италии – 206, Великобритании – 168, Индии – 106, Франции – 96, Китае – 60, Дании – 34, Германии – 32, России – 25, Нидерландах – 20, Финляндии – 9 [2].

Идеи отечественной кластерной политики разрабатывались в таких федеральных и отраслевых документах как «Стратегия развития науки и инноваций в Российской Федерации на период до 2015 года», «Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 г.», «Концепция кластерной политики в РФ». В данных документах рассматриваются положения об образовании и развитии кластерных структур как ключевой инвестиционной инициативы, определяется основное преимущество кластера: экономическая прибыль и инновационная направленность на улучшение развития различных отраслей. Мировой опыт показывает, что в условиях рынка кластеры как инструмент конкурентоспособности являются наиболее эффективными и гибкими структурами. Для России наиболее вероятно выделение кластеров в пределах административно-территориальных единиц с управлением со стороны органа власти. Это обусловлено невысокой распространностью крупных, хорошо функционирующих на отечественных и зарубежных рынках предприятий, а также более высокой управляемостью промышленности на региональном уровне по сравнению с общегосударственным уровнем и даже уровнем экономического района.

Кластерный подход первоначально использовался для решения проблем конкурентоспособности групп предприятий, но со временем стал применяться и для более широкого круга подходов к организации кластерных образований, включая:

- мониторинг конкурентоспособности государства, региона, отрасли;

- разработку стратегии общегосударственной и региональной промышленной политики;
- формирование программ регионального экономического развития;
- стимулирование инновационной деятельности;
- улучшение взаимодействия крупного, среднего и малого бизнеса.

На современном этапе сотрудничество в рамках региональных и межрегиональных кластеров становится все более актуальным, но влечет утрату самостоятельности хозяйствующих субъектов, снижение их инициативности к самостоятельному освоению новых товаров и технологий. Количество кластерных объединений в любом государстве имеет значение в сфере конкурентного преимущества. Кластерные образования, вовлекая в свою структуру социально-экономические и государственные составляющие, способствует улучшению имиджа региона, продвижению брендов участников кластера. Кластеризация связывает интересы территории с интересами предприятий, мобилизует ресурсы для повышения конкурентоспособности национальных отраслей на международном уровне. Продуманная стратегия кластерного развития имеет большое значение для бесперебойного и успешного функционирования всей кластерной организации.

В Ростовской области, согласно официальным статистическим данным, есть все условия для создания инновационного территориального кластера: 7961 промышленное предприятие обрабатывающего, добывающего секторов, производство электроэнергии, газа и воды, образовательные и научно-исследовательские организации, такие как Южный федеральный университет, Донской государственный технический университет, кадровые ресурсы. Так, например, Ростовская область обладает большим объемом энергогенерирующих мощностей, но, по ряду организационно-экономических причин (одна из них – монопольный налог) промышленные потребители не имеют к ним прямого доступа. В этой связи, особо важно разрабатывать направления по привлечению внешних инвестиций. В перспективе развитие таких кластерных образований, как, например, кластер медицинского обслуживания населения на базе РостГМУ и ЮФУ, развитие отрасли морского приборостроения на базе ОАО «Таганрогский завод Прибой», института нанотехнологий, электроники и приборостроения ЮФУ.

Критический износ основных производственных фондов в регионе, использование устаревших технологий, сформировавшаяся система инфраструктурного обеспечения ограничивают возможность производства конкурентоспособной по цене и качеству продукции. В целом, по обрабатывающей промышленности предприятия, как правило,

обладают незагруженными производственными площадями и инженерной инфраструктурой, дефицит которых сдерживает активизацию инвестиционной деятельности в Ростовской области. Таким образом, предприятиям необходимо разработать план модернизации основных фондов, внедрения передовых технологий в рамках единого территориального кластера, используя инструментарий трансфера новых разработок и технологий.

Майкл Портер [12] дает теоретический анализ парадоксальному возрождению промышленных кластеров. Теоретически, по его словам, местоположение больше не должно быть источником конкурентного преимущества в эпоху глобальной конкуренции, быстрого развития транспортных и высокоскоростных телекоммуникаций, предполагая, что в настоящее время глобальный бизнес должен быть выше географии.

В качестве примера, подтверждающего свое теоретическое предположение, Портер [12] приводит винодельческую промышленность в северной Калифорнии и интенсивно развивающийся цветочный бизнес в Нидерландах. Пример процветающего цветочного бизнеса Нидерландов – это огромное конкурентное преимущество для нового участника кластерного образования, который может извлечь выгоду из таких вещей, как изысканные голландские цветочные аукционы, ассоциации цветоводов и передовые исследовательские центры страны.

В литературе под разными названиями были отмечены три основных стадии развития кластера: [10, 9].

1) начальный этап, на котором развитие вызвано возникшим, часто непроизвольным информационным и географическим спросом (прибыльность местоположения);

2) второй этап (в свете теории Маршалла [11]) характеризуется экономическими тенденциями объединения на рынке труда, поставкой промежуточных товаров и услуг в кластерной структуре, что влияет на структурное преобразование кластера;

3) третий этап, на котором либо кластер достигает уровня национального и международного лидерства в определенном секторе, когда технологии кластера становятся устойчивыми, способными противостоять технологическим потрясениям и экономическим спадам, либо кластер не способен противостоять негативным социально-экономическим изменениям, таким как миграционные оттоки или массовая безработица, и его развитие идет на спад.

Что происходит с новым кластером, когда он становится «старым», это вопрос взаимодействия между технологической и региональной динамикой, между экономическими темпами прироста и радикальным инновационным развитием. Наличие инновационных кластеров меняет содержание региональной экономической политики, когда усилия направляются не на поддержку отдельных предприятий, а на развитие

системы взаимоотношений между субъектами экономики и государственными институтами.

Целью региональной кластерной политики является обеспечение высоких темпов экономического роста и диверсификации экономики за счет повышения конкурентоспособности предприятий, поставщиков оборудования, комплектующих, специализированных производственных и сервисных услуг, научно-исследовательских и образовательных организаций.

Важными задачами региональной кластерной политики являются: поиск стимулирующих путей взаимовыгодного сотрудничества между участниками кластера, внедрение инновационных механизмов развития кластера, подготовки кадров и привлечения инвестиций с учетом региональной специфики, диагностика и мониторинг результатов развития кластера. В связи с этим, создание института кластерного развития позволит модернизировать стратегии развития и повысить конкурентоспособность экономики региона.

Институциональный подход позволяет рассмотреть кластерную политику в совокупности промышленного сотрудничества и конкуренции с позиций междисциплинарного анализа, дает возможность выделить специфику кластера в поле различных наук: экономических, психологических, юридических, математических. Наличие институциональных форм структурирует социально-экономическое пространство кластера посредством «институциональных форм и соглашений, территориального, технологического и культурного распределения и организации» [8].

Исходя из анализа научно-теоретических источников, можно говорить о том, что препятствиями для развития инновационных институциональных кластерных образований с учетом технологического (отраслевого) и географического показателей являются следующие факторы:

- недостаток квалифицированного персонала и управленческих кадров, что является причиной низкого развития кластерных инициатив;
- отсутствие соответствующего современным стандартам уровня информационно-технологического обеспечения: по данной причине компании и исследовательские учреждения не могут достичь более высоких уровней инноваций и экспериментировать, работать с более высоким уровнем эффективности, генерировать новые идеи;
- отсутствие полномасштабного взаимодействия с клиентами и другими компаниями с целью создания новых путей стратегического планирования;
- недостаточная разработанность теоретической базы и системы мониторинга результатов теоретической и практической деятельности, направленной на развитие институционального фактора с целью создания ощутимых экономических выгод и платформы для

конструктивного диалога внутри кластера, повышения конкурентоспособности предприятий.

Сегодня, кластерная политика становится инновационным институтом для развития российских регионов. Кластер – это новое высокотехнологичное и трудоемкое явление. Концепция теории развития кластеров является инновационной и зарекомендовавшей себя передовой во многих зарубежных странах. В России в процессе кластеризации необходимо усилить институциональную региональную составляющую для организации эффективной экономической деятельности. Понятие «кластерная политика» должно быть соотнесено с российскими специфическими социально-экономическими и политическими условиями в сфере государственной власти, бизнеса и общества, науки и образования. Инновационной кластерный подход способен внести положительные изменения в инновационное развитие региональной экономики. Взаимовыгодная коопeração между всеми структурно-содержательными компонентами кластерной организации имеет большое значение для взаимовыгодного роста и развития поставщиков и потребителей, правительственной сферы и образовательных институтов.

#### **Список литературы**

1. Лизунов В.В. Кластеры и кластерные стратегии: Монография / В.В. Лизунов, С.Е. Метелев, А.А. Соловьев; Омский институт (филиал РГТЭУ). – Омск: ИП Е.В. Скорнякова, 2012. – 280 с.
2. Перечень инновационных территориальных кластеров от 8 августа 2012 г. №ДМ-П8-5060.
3. Портер М.Э. Конкуренция. – М.: ИД «Вильямс», 2005.Ансофф И. Стратегическое управление. – М.: Экономика, 1989. – 303 с.
4. Развитие кластеров: сущность, актуальные подходы, зарубежный опыт / Авт.-сост. С.Ф. Пятинкин, Т.П. Быкова. – Минск: Тесей, 2008.– 78 с
5. Сайт официального журнала Европейского Союза [Электронный ресурс]. Режим доступа:  
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1514011304984&uri=CELEX:32013R1305>.
6. Трокаль Т. В. Кластерный подход к экономике России и за рубежом // Экономика и управление: проблемы, тенденции, перспективы развития: материалы VI Международной науч.-практ. конф. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2017. – С. 79-86.
7. Кулубеков Р.Р., Самойлова Л.Б. Институциональный подход в исследование кластера // Молодой ученый. – 2014. – №4. – С. 557-561.
8. Castells, (1992). M. The Informational City: Economic Restructuring and Urban Development. *The Wiley-Blackwell*.
9. David P.A. - Rosenbloom J.L. (1990), Marshallian Factor, Market Externalities and the Dynamics of Industrial Localisation, *Journal of Urban Economics*, 28, pp. 349-370.
10. Maggioni, M.A. (2000). Structure and Dynamics of High-Tech Clusters: an Econometric Exercise, Quaderno n. 12, 2000 del Dipartimento di Economia, Istituzioni e Territorio, Università degli Studi di Ferrara, *Ferrara*, Luglio.
11. Marshall, A. (1920), *Principles of Economics*, McMillan, London.
12. Porter, M. (19980. "Clusters and the New Economics of Competition," *Harvard Business Review*, November–December, 1998.

**Шехтман Анна Юрьевна,**  
старший преподаватель  
кафедры финансов и кредита

## **СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЛИТИКИ КЛАСТЕРНОГО РАЗВИТИЯ**

г. Тольятти, Волжский университет имени В.Н.Татищева,  
Anya-Shehtman@mail.ru

**Аннотация.** Оценка политики развития кластерных систем является непрерывным и последовательным процессом, который охватывает весь цикл прямого и опосредованного управления, от этапа разработки до этапа контроля и включающий в себя различные виды оценок. Оценка политики развития проводится на постоянной основе с использованием различных методов как математических, так и экспертных. В статье выделены и систематизированы ключевые подходы к оценке эффективности кластерных систем, предложена авторская методика оценки эффективности политики кластерного развития по критерию конкурентоспособности.

**Ключевые слова:** кластерная система, политика развития, прямое и опосредованное управление, оценка эффективности

**Anna Yu. Shekhtman,**  
Senior Lecturer  
Department of Finance and Credit

## **SYSTEM ANALYSIS OF APPROACHES TO ESTIMATION OF EFFECTIVENESS OF CLUSTER DEVELOPMENT POLICY**

Togliatti, Volzhsky University named after V.Tatishchev,  
Anya-Shehtman@mail.ru

**Abstract.** The evaluation of the development policy of cluster systems is a continuous and consistent process that covers the entire cycle of direct and indirect management, from the development stage to the monitoring phase, and includes various types of assessments. The evaluation of the development policy is carried out on an ongoing basis using various methods, both mathematical and expert. The article singles out and systematizes key approaches to the evaluation of the effectiveness of cluster systems, suggests the author's methodology for assessing the effectiveness of the cluster development policy by the criterion of competitiveness.

**Keywords:** cluster system, development policy, direct and indirect management, performance evaluation

Кластерная система состоит из комплекса автономных и взаимосвязанных бизнес-цепочек, определение эффективности деятельности является одним из важнейших критериев не только функционирование системы, но и является показателем функционирования эффективной кла-

стерной политики. В литературе посвящённой данному вопросу авторы [1,2,3] выделяют две составляющие развития кластерных систем, которые имеют весьма близкие связи, первая составляющая это процесс развития кластера, движимый естественными силами, рыночными. Вторая составляющая развития кластеров это искусственно созданные инструменты развития, т.е. кластерная политика государства.

В этой связи возникает актуальный вопрос анализа эффективности не только процессов управления кластерной системой, подходы к которым мы выделяли в ранее опубликованных работах [4], но и качественный практический анализ первой составляющей развития кластерных систем, вследствие, чего адекватных и актуальных мер со стороны государственных органов в рамках кластерной политики.

Подходы к оценке эффективности кластерных систем в общем виде можно выделить в рамках нескольких направлений создания эффективности:

- оценка эффективности ядра кластерной системы;
- оценка эффективности отдельных элементов системы (участников кластера);
- оценка эффективности всей кластерной системы;
- доля синергетического эффекта к общей оценке.

Кластерная система наряду со всеми положительными характеристиками такими как социально-экономический эффект развития территории базирования, положительное влияние на развитие среднего и малого бизнеса, в условиях жесточайшей конкуренции, имеет потенциал реализации возможных (потенциальных) экономических выгод и издержек. Именно потенциальные выгоды и формируют уровень синергетического эффекта. В этой связи, оценка потенциальной выгоды, определяющей синергию кластерной системы, является одной из самых сложных задач при анализе эффективности деятельности системы.

Возможность получения синергетического эффекта кластерной системы проявляется в наибольшей степени и возникает вследствие:

- росту рыночной доли и конкурентоспособности;
- экономии, обусловленной масштабами деятельности;
- комбинации взаимодополняющих ресурсов;
- финансовой экономии за счет снижения транзакционных издержек.

В настоящее время, существуют подходы к оценке механизма деятельности экономических систем, данные подходы имеют общий вид, так как кластерная система относится к экономическим системам, вполне возможно проецировать данные методики применительно к оценке эффективности деятельности кластеров. Представим некоторые из них в табл.1.

Таблица 1

**Подходы к оценке механизма деятельности экономических систем**

Подход	Характеристика
Общесистемный	Позволяет сформулировать закономерности обмена ресурсами между внешней средой и экономической системой в процессе её функционирования
DEA	Метод, основанный на исследовании границ производственной функции, позволяет определить маржинальные границы эффективности и сравнить с ними реальные уровни эффективность [1,2,3,5].
ROV (Real Option Valuation) (оценка на основе моделей опционного ценообразования)	Позволяет учесть множество альтернатив решения при проведении процесса интеграции, получением новых функций у будущей экономической системы. Определение системных эффектов и вариативности стратегии развития всей системы, учитывая финансовые возможности (финансовый потенциал).
Оценка на базе экспертных оценок	Методики ИСО9001-2001, 9004-2001, модель премии правительства Российской Федерации в области качества и др.

Представленные методы оценки не являются исчерпывающими, в научной литературе [2,3] существует множество подходов, которые используются для оценки, как всей системы в целом, так и отдельных элементов (персонал, экономика, финансы, маркетинг, инновации организационная структура и т.д.). Данные методики не являются комплексными, весьма разрозненными, по мнению автора, причинами данного негативного момента, являются:

- ограниченного информационного плана;
- отсутствие единой системы, позволяющей оценить деятельность кластерных систем.

На наш взгляд, методика оценки эффективности проведения кластерной политики, должна содержать инструменты которые позволяют определить факторы конкурентоспособности кластера и внутренние механизмы развития, по средствам сравнительного анализа, что в свою очередь приведёт к разработке целенаправленных, актуальных, своевременных регулятивных усилий со стороны внутреннего управления и внешнего.

Предложенная в работе прикладная методика анализа эффективности проведения кластерной политики по критерию конкурентоспособности, дает возможность оценивать особенности кластерных систем, выдвигать предположения об их структуре, внутри кластерных связях, внутренней динамике, анализировать деятельность участников, разрабатывать стратегические рекомендации.

Авторская методика является мониторинговой, обновление данных требуется ежеквартально, для того чтобы не пропустить успехи конкурентов. Вместе с тем, отобранные данные в результате анализа, позволят говорить о механизме функционирования, и причинно-следственных связях показателей развития.

Представим на рис.1 алгоритм прикладной мониторинговой методики сравнительного анализа конкурентоспособности кластерных систем.

В целях создания эффективной политики развития автомобильной кластерной системы необходимо выполнять требования международных стандартов менеджмента качества, а также повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции. В ходе проведенного анализа, было выяснено, что соответствие данным требованиям осуществляется по средствам международных стандартов ИСО 9001, ИСО/ТУ 16949, ИСО 14001, AS 9100, OHSAS 18001. Вместе с тем, применяются такие методы менеджмента качества, как «развертывание функции качества» (QFD), который на наш взгляд является инновационным инструментом, в разработке кластерной политики автомобильной кластерной системы Самарской области. В рамках данного метода, появляется возможность усовершенствовать базовую систему менеджмента, обеспечить постоянное улучшение всей системы в целом. На основе лучших мировых достижений, доказано, что эффективное внедрение инновационных технологий, имеет прямую зависимость от всей системы управления в целом и существенно повышает результативность и конкурентоспособность предприятий, которые находятся в рамках кластерной системы.

Применительно к теме настоящего исследования использование метода «развертывание функции качества» (QFD), позволяет сосредоточить внимание на важнейших элементах кластерной политики, которые обеспечивают эффективное внедрение политики развития, повысит эффективность деятельности предприятий, входящих в кластерную систему, позволит создать положительный социально-экономический эффект на территории функционирования.

В результате разработки и применения методики получатся понятные схемы и матрицы, в виде домом с основными характеристиками, которые мы выбираем на основе сравнительного анализа. В рамках стратегического маркетинга, данный метод позиционировал как революционный инструмент, в связи с тем, что организации в основном аккумулировали все свои усилия на удовлетворении технических требований к продукции, не боясь в расчет запросят потребителя.

В настоящее время, методология QFD применяется повсеместно, экономические объекты, которые используют возможности маркетинга и методику развертывания функций качества, «динамичность» изделия становится действительностью, это связано с тем, что QFD в несколько раз сокращает цикл разработки изделия и принятия его рынком.



Рис. 1 - Алгоритм прикладной мониторинговой методики сравнительного анализа конкурентоспособности кластерных систем.

В связи с тем, что QFD является гибким методом принятия решений и помогает хозяйствующим объектам сосредоточить внимание на важных характеристиках существующей или новой продукции, а также управлеченческих решений точки зрения сегмента рынка, области применения или технологии развития.

В частности, в рамках нашего исследования одной из основных целей, которого является разработать методику, способствующую выделению таких элементов кластерной политики, которые в совокупности могут согласованно взаимодействовать, дополнять друг друга, обладать качественным характеристиками, с помощью которых внедрение кластерной политики в регионе имела бы положительный эффект.

Осуществление метода развертывания функций качества (QFD) происходит по средствам матричной диаграммы, которая называется «Дом качества» (House of Quality, HoQ). Можно предположить, что основная цель QFD заключается в том, чтобы создавать на каждом этапе жизненного цикла продукции или системы, что применительно к нашему исследованию, определённое качество продукции или управлеченческого решения, которое бы гарантировало получение конечного результата, соответствующего требованиям и ожиданиям потребителя, или участников системы.

Под гарантированным результатом в рамках нашего исследования будем понимать, эффективное внедрение кластерной политики автомо-

бильного кластера Самарской области, как для участников системы, так и общий социально-экономический эффект территории базирования. Представим основные принципы метода развёртывания функций качества (QFD) (табл.2), но не с точки зрения производства товара или услуги, а применительно к теме настоящего исследования, т.е. опосредованное управление кластерными системами, под которым мы понимаем формирование и внедрение кластерной политики.

Таблица 2

**Основные принципы QFD в рамках политики развития кластерных систем.**

Принцип	Характеристика
1.Ориентация на потребителя (участников кластерной системы)	На первоначальных этапах проектирования кластерной политики, принимается множество решений, которые оказывают огромное влияние на дальнейшее развитие кластера в перспективе. Принятие неэффективного решения на этом этапе жизненного цикла, приводит к безуспешному расходованию бюджетных средств, финансовых вкладов участников, потери огромного количества времени в ходе бизнес-процесса, отсутствие развития территории, в рамках которой развивается кластерная система. Таким образом, одним из главных достоинств методологии QFD является то, что эту ориентацию на потребителя она проносит через все (а не только и не столько самые ранние) стадии жизненного цикла проекта.
2.Межфункциональный подход	Многие японские модели предполагают командную работу, поэтому основной эффект от использования QFD напрямую зависит от четкой, хорошо спланированной и организованной работы всей управляющей организации кластерной системы.
3.Постоянные улучшения.	В процессе воплощения методологии QFD весь бизнес процесс в системе настраивается так, что проектировщики получают информацию о тех или иных изменениях требований, раньше, чем потребители, т.е. участники кластерной системы, успевают осознать необходимость совершенствования.

Таким образом, основные принципы методологии, заключаются в том, чтобы учитывать основные потребности потребителей (участников кластерной системы), а также совершенствовать свою деятельность в рамках командной работы. Представим поэтапно структуру методики, но с точки зрения авторского подхода, применительно к объекту и теме настоящего исследования. В многочисленных исследованиях, посвященных методики развёртывания функций качества, авторы выделяют структуру относительно технических и потребительских характеристик изделия, товара и его качественные характеристики, однако в нашем исследовании необходимо модернизировать данный подход применительно

но к управлению кластерными системами, в частности Самарского автомобильного кластера.

Методика QFD проходит через четыре фазы (процессы), такие как: *первая фаза* (процесс) - идентифицировать цели по качеству. В рамках данной фазы происходит перевод пожеланий участников кластерной системы, а так же государственной политики в рамках кластеризации в набор «технических» характеристик кластерной политики. Ставится основной вопрос: «Чего хотят участники кластерной системы и что мы будем по этому поводу предпринимать?». На этом этапе требования и пожелания потребителя в нашем случае участника кластерной системы с помощью матричной диаграммы трансформируются в основные элементы кластерной политики. Конечным результатом первой фазы должна быть идентификация важнейших характеристик кластерной политики, которые соответствуют ожиданиям участников системы, позволяют производить и реализовывать конкурентоспособную продукцию конкурентоспособность на рынке.

*Вторая фаза* (процесс) – заключается в проектировании и развитии компонентов (QFD второго уровня). Перевод «технических» характеристик кластерной политики в определенный набор компонентов, который является эффективным и актуальным в определенных экономических условиях. Основной вопрос: «Что мы будем предпринимать для внедрения кластерной политики, которая соответствует техническим характеристикам, определенным на первой фазе исследования». Таким образом, на данном этапе происходит проектирование и идентификация наиболее важных компонентов, которые обеспечат воплощение характеристик, выявленных в рамках первой фазы. В рамках нашего исследования такими компонентами являются инфраструктура, которая необходима для внедрения кластерной политики, законодательные акты, которые регулируют и определяют с законодательной точки зрения данный процесс, наличие управляющей компании, которая решает аспекты связанные с организационными вопросами, и т.д. Результатом реализации второй фазы исследования является выбор элементов политики развития кластерных систем, которые в наибольшей степени отвечают требованиям участников кластерной системы. Вместе с тем, одним из необходимых условий, является наличие возможных путей улучшения элементов, а также оперативную корректировку в зависимости от изменчивости конъектуры на рынке.

*Третья фаза* (процесс) – заключается в проектировании и развитии процесса (QFD третьего уровня). Перевод технических характеристик компонентов в параметры процесса. Основной вопрос: «Как мы будем внедрять основные элементы кластерной политики?». Проектирование процесса предусматривает трансформацию характеристик, которые были определены на предыдущих этапах исследования в конкретные опера-

ции, которые обеспечивают получение управлеченческих решений с заданными свойствами. Третья фаза исследования предполагает идентификацию критичных параметров каждой операции и выбор методов их контроля. Вместе с тем, на данном этапе разрабатывается система контроля, как за финансовым механизмом, что является немаловажным фактором, так и за исполнением законодательных актов, постановлений и т.д., так и согласованность целей всех участников системы.

*Четвертая фаза* (процесс) – позволяет обеспечивать разработки качественной политики развития кластерных систем (QFD четвертого уровня). В рамках данного процесса происходит перевод параметров процесса в управляемый способ осуществления управлеченческих решений. Основной вопрос: «*Что* мы собираемся контролировать и *как* мы собираемся, чтобы выполнить все пожелания участников кластерной системы?». Фаза предусматривает разработку инструкций и выбор инструмента контроля, при условии, что ответственные лица имели четкое представление о том, что и как должно контролироваться в ходе выполнения процесса. Таким образом, на наш взгляд в рамках данной работы нам удалось:

1. Систематизировать общие подходы к оценке эффективности политики развития;
2. Представить авторскую методику оценки политики развития кластерных систем по критерию конкурентоспособности.

Оценка политики развития кластерных систем, весьма трудоемкий и длительный процесс, который необходимо осуществлять как с привлечением внешних экспертов, так и внутренних, работающих непосредственно в кластерной структуре. В целях повышения эффективности оценки необходимо привлекать к ее проведению представителей всех заинтересованных в деятельности кластера лиц, а именно, государственных структур, бизнеса, научной среды, потребителей, что позволит получить достоверные результаты о реализации программы развития кластера.

### **Список литературы**

1. Куценко Е.С. Кластеры в экономике: основы кластерной политики государства // Обозреватель. – 2009. – № 11(238). – С. 112–120.
2. Марков Л.С. Теоретико-методологические основы кластерного подхода: монография. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2015. – 300 с.
3. Моргунова О.М. Проблема оценки эффективности сложных иерархических систем // Системный анализ в проектировании и управлении. Труды 9-ой Международной научно-практической конференции. - СПб.: Изд-во Политех. ун-та. 2015. - С. 48-53.
4. Шехтман А.Ю. Подходы к оценке эффективности управления кластерными системами // Вестник Волжского университета имени В.Н. Татищева. Серия «Экономика». – 2017. – № 4 (4), том 1. – С. 47-54.
5. Charnes A. Measuring the Efficiency of Decision Making Units. European Journal of Operational Research. 1978. Vol.2 pp. 429-444.

*Афоничкин Александр Иванович<sup>1</sup>,*  
доктор экономических наук, профессор,  
*Афоничкина Екатерина Александровна<sup>2</sup>,*  
канд. экон. наук, доцент Высшей школы управления и бизнеса

## СТРУКТУРИЗАЦИЯ ВЕКТОРА РОСТА В СТРАТЕГИЮ РАЗВИТИЯ КЛАСТЕРНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Самарский национальный исследовательский университет имени С.П.Королева Россия, Самара, E-mail: afon\_t@mail.ru,

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, E-mail: m\_ekaterina\_02@mail.ru

**Аннотация.** Рассматриваются сложноорганизованные пространственно-отраслевые (П-О) экономические системы (ЭС) в виде кластерных систем. Описываются подходы к типологии кластеров и кластерных систем, подробно приводится структура смешанных кластерных систем и выделяются условия генерации синергии развития. Обосновывается обобщенная структура П-О кластерной системы и её базовые элементы. Формулируется политика развития, структура портфеля развития и стратегия развития, которая отражает приоритетный вектор стратегического развития. Исследуются структура вектора развития, его компоненты и взаимосвязи для построения эффективной стратегии развития, строится модель структуры вектора развития и адекватной стратегии.

**Ключевые слова:** кластерная экономическая система, стратегия развития, вектор развития, модель стратегии кластерного развития

*Alexandr I. Afonichkin<sup>1</sup>,*  
Dr. of Economics, Professor,  
*Ekaterina A. Afonichkina<sup>2</sup>,*  
PhD, assistant Professor

## STRUCTURIZATION OF THE VECTOR OF GROWTH IN DEVELOPMENT STRATEGY CLUSTER ECONOMIC SYSTEMS

<sup>1</sup>Russia. Samara, Samara National Research University,  
Department of Financial Management,

Email: afon\_t@mail.ru

<sup>2</sup> Russia, St. Petersburg,  
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,  
The Higher School of management and business,  
Email: m\_ekaterina\_02@mail.ru

<sup>1</sup> Статья подготовлена на основе научных исследований, выполненных при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда «Программно-целевое управление комплексным развитием Арктической зоны РФ (проект №14-38-00009)». Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого.

**Abstract.** Economic systems in the form of cluster systems are considered elaborate spatial and branch (P-O). Approaches to typology of clusters and cluster systems are described, the structure of the mixed cluster systems is in detail given and conditions of generation of a synergy of development are allocated. The generalized structure of P-O of cluster system and its Basic Elements locates. The policy of development, structure of a portfolio of development and strategy of development which reflects a priority vector of strategic development is formulated. The structure of a vector of development, its components and interrelations for creation of effective strategy of development are investigated, the model of structure of a vector of development and adequate strategy is under construction.

**Keywords:** klasterny economic system, development strategy, development vector, model of strategy of cluster development

Стратегическое развитие большинства сложноорганизованных экономических систем, к которым можно отнести и существующие экономические кластеры в современных экономических условиях, определяется рядом факторов, которые требуется определить, и на их основе сформировать эффективную и устойчивую стратегию их развития. Проблему разработки стратегии такого типа обычно связывают с возможностями обеспечения локального роста отдельных направлений и выделения на их базе вектора стратегического развития экономической системы.

Мы исходим из обобщенного подхода, что модель кластера может быть представлена пространственно-отраслевой типологией сложноструктурированных экономических систем [2,3], элементы (участники) которой распределены по отраслевым и территориальным сегментам экономического пространства. Примером такой ЭС может быть ТНК, имеющая интересы на нескольких территориальных сегментах. Либо территория представляет собой стратегическую зону хозяйствования (СЗХ), имеющую интерес для отдельных видов деятельности и привлекающая отраслевые системы для совместной деятельности [3].

Определяя типологию модели пространственно-отраслевой структуры экономической системы, можно отметить, что она может быть описана сетевыми моделями с множеством взаимодействий между элементами структуры, где сами взаимодействия описываются множеством отношений с системой их нормативного баланса [5].

В национальных экономиках, структура пространственно-отраслевых экономических систем, представлена в виде отдельных кластеров или сети кластеров (кластерной системы). В настоящее время использование кластерного подхода для экономического развития весьма актуально и позволяет эффективно решать ряд сложных задач по управлению их экономическим ростом и развитием [1]:

- замещение в рамках кластера квалифицированных кадров по определенным процессам и бизнес-цепочкам кластерных операций;

- усилить инновационную привлекательность участников кластерной системы, используя интеграцию ресурсов, экономического потенциала развития, рыночные сегменты и пр.;

- улучшить качество и эффективность организационной, логистической и инженерной инфраструктуры кластерной системы;
- управление комплексными организационными и производственными изменениями для развития кластерной системы на базе стратегического планирования по единому вектору развития;
- формирование сбалансированных и согласованных взаимодействий и отношений между участниками кластерной системы;
- расширение стратегических сегментов хозяйствования и учет обратной связи по анализу и исследованию потребностей сегмента.
- возможность получения значительного уровня синергетического эффекта в процессе развития кластерной системы.

Однако, в процессе решения данных задач, существует ряд барьеров, которые следует учитывать при решении задач. К таким барьерам можно отнести:

- несогласованность интересов участников кластерной системы как по направлениям деятельности, так и по уровню целевых показателей;
- недостаточный уровень развития взаимосвязей и взаимоотношений между участниками кластерной системы, неэффективные механизмы управления взаимодействиями;
- низкий уровень операционной конкурентоспособности локальных участников, длительные сроки инновационных циклов, высокие накладные расходы, слабая организация управления производственными процессами;
- низкий уровень концентрации производственных операций в рамках кластерной системы, на фоне слабой конкурентоспособности внешних поставщиков;
- недостаток функциональных видов экономического потенциала развития как на уровне участников, так и формируемой кластерной системы в целом.

При формировании такой структуры (кластерной системы) необходимо учесть некоторые условия и отличительные особенности:

- территориальная локализация основных участников, имеющих общие интересы;
- наличие крупного (концентратора) экономического объекта (предприятия, организации и пр.) для формирования кластера или нескольких разноотраслевых предприятий-концентраторов - для кластерной системы,
- наличие, для концентраторов, зон приоритетных стратегических интересов в экономическом пространстве кластерной системы;
- сложность структуры кластерной системы требует формирования целевого вектора развития, учитывающие интересы и возможности всех кластерных участников на фоне общих стратегических задач управления развитием;

- наличие общей политики развития кластерной системы, вектор развития которой задает долговременную устойчивую и сбалансированную стратегию управления развитием кластерной системы.

Классификация кластеров и кластерных систем, в настоящее время, проводится по множеству направлений и признаков [3,4,5,9]. С учетом особенностей деятельности, выделим следующие группы кластерных систем:

1. Отраслевые кластеры, включают предприятия и организации, относящиеся к одной отрасли, расположенные в одном территориальном пространстве и имеющие тесные стратегические связи с ним, участвующие в цепочках создания территориально-отраслевой ценности. Это могут быть предприятия обрабатывающих или добывающих отраслей (автомобилестроение, авиастроение, судостроение, иные отрасли машиностроения, строительной отрасли и производства строительных материалов), расположенные в рамках одной территории.

2. Многоотраслевые кластеры, в бизнес-цепочках которых участвуют предприятия, относящиеся к разным отраслям (добывающие, обрабатывающие, инвестиционно-финансовые и пр.)

3. Инновационные кластеры, возникающие в процессе коммерциализации технологий и результатов научной деятельности.

4. Пространственные кластеры, инфраструктура которых характеризуется едиными целями развития территории или ее части.

5. Кластеры смешанных типов, сочетающие признаки нескольких предыдущих видов кластеров.

Рассмотрим смешанные кластеры, отражающие пространственно-отраслевую инфраструктуру в виде совокупности бизнес-цепочек создания ценностей, которые и определяются как кластерные системы [1].

Преимуществами таких кластерных систем являются:

- стабильные и долгосрочные взаимодействия между участниками кластера;
- усиление возможностей и уровня потенциала развития;
- создание новых рабочих мест; повышение качества жизни территории (СЗХ);
- создание условий и предпосылок для ускоренного и сбалансированного развития участников кластерной системы;
- обеспечение конкурентоспособности за счет возникающей синергии;
- развитие территориальной инфраструктуры за счет стратегического развития кластерной системы.

Схематично пространственно-отраслевую кластерную систему можно представить в виде схемы на рис.1.

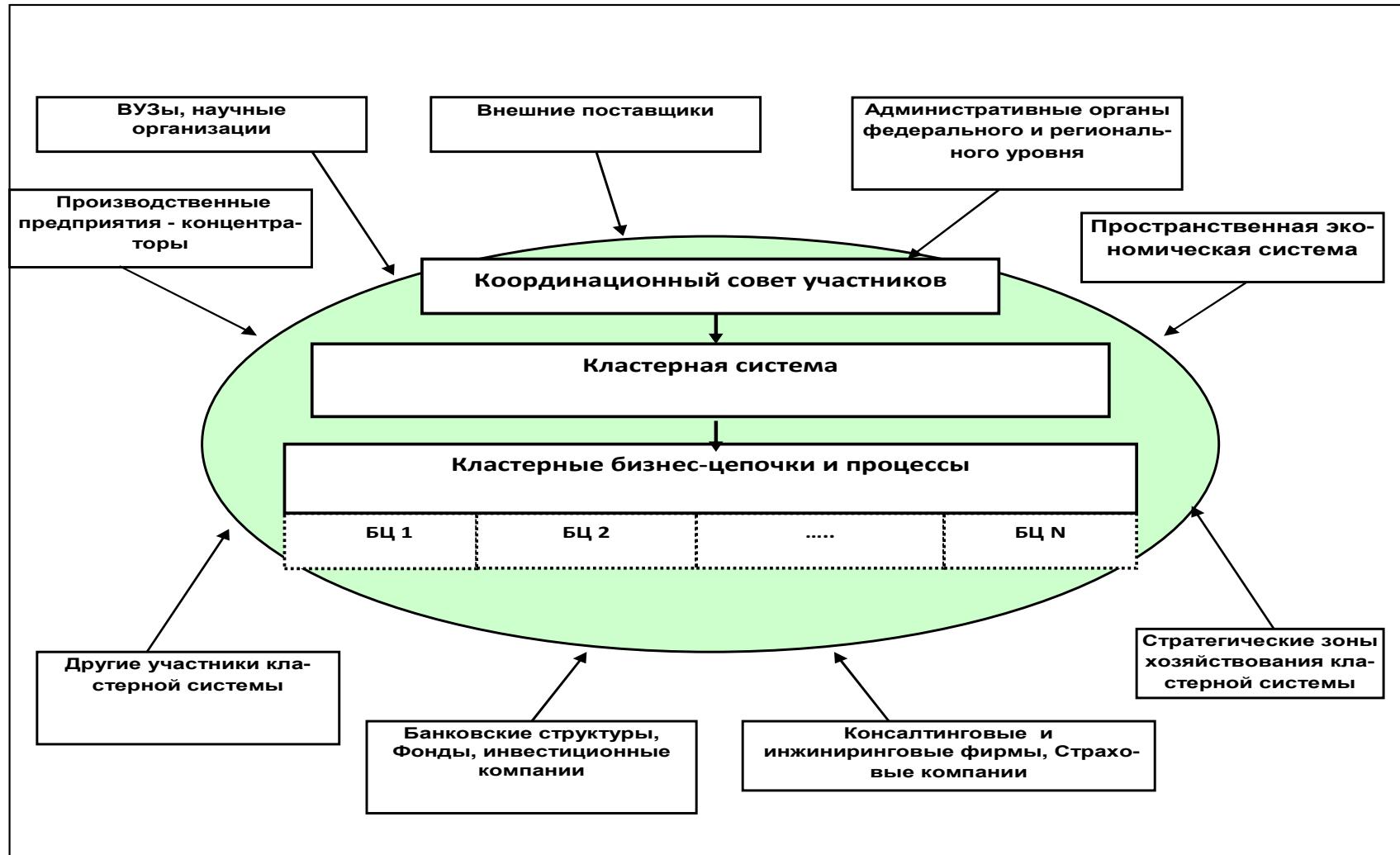


Рис.1. Обобщенная структура пространственно-отраслевой кластерной системы

Стратегическое развитие экономических систем требует формирования адекватной и эффективной политики развития ЭС, состоящей из системы функциональных стратегий развития, объединяющие приоритетные направления. В структуре такой политики развития можно выделить следующие основные элементы: - экономический и финансовый механизмы; - организационно-управленческий механизм; - элементы потенциала развития, - правовой и регулятивный механизм; - сетевые структуры организации бизнес-цепочек создания ценностей ЭС, - мотивационный механизм, - компенсационный механизм.

Важным при формировании такой политики развития является, несомненно, не только механизмы и инструменты управления, но и целевые результативные показатели целевого состояния роста ЭС. Однако, необходимо выявление приоритетных направлений развития ЭС, а также обоснование и формирование эффективных стратегий (системы стратегий) развития, как по каждому направлению, так и по участникам – элементам ЭС, причем, реализация такой политики должна обеспечивать достижение целевых результативных состояний наиболее рациональными способами.

Такая кластерная система представляется в виде сложноорганизованной экономической системы корпоративного типа с тесными взаимосвязями со стратегическими зонами хозяйствования и активным взаимодействием между участниками системы по уровням иерархии управления. Участники такой кластерной системы имеют различный уровень экономического потенциала развития для участия в бизнес-цепочках и согласованные цели деятельности, а также дает возможность участвовать в получении синергетического эффекта, являющегося также стимулом совместной деятельности [1].

В зависимости от наличия и степени развития факторов, могут формироваться разные типы кластеров и кластерных систем, развитие которых требует концентрации и интеграции усилий, ресурсов, согласования стратегических целей участников, которые должны развиваться в строго определенной последовательности и с заданным уровнем факторов развития. Такой спектр базовых направлений развития можно определить как вектор развития, обеспечивающий сбалансированный рост и четкую последовательность направлений и факторов развития. Вектор развития отражает интересы и стратегические цели множества участников-элементов, задаваемые через параметры управления и производства и позволяет сформировать эффективную структуру стратегии развития, обеспечивающую сбалансированное и устойчивое экономическое развитие системы.

В литературе, основным инструментом формирования эффективной стратегии развития считают портфельное управление [4,6-9,11]. Струк-

тура такого стратегического портфеля и определяет стратегию роста, обеспечивающей реализацию *вектора развития* [10]. Структура портфеля характеризует бизнес-процессы системы, согласовывает их материальные и временные параметры и задает эффективность и баланс общего развития и отражает систему факторов и проектов стратегического роста участников кластера с учетом приоритетов, целей и их достижимости, бюджет управления развитием и пр.

Сама же стратегия развития представляется поведением возможных экономических состояний кластерной системы ( $S_{KC}$ ), которое можно определить через *вектор развития* ( $u$ ) в период времени  $t$ ,  $u(t)$ ,

$$u(t) = \{u_k, k=0 \dots K\}, \{u_0, u_1, \dots, u_K\} \subseteq S_{RC},$$

причем каждый элемент кластерной системы имеет также и свой *целевой вектор*  $z^k$  управления, обеспечивающий достижение и общесистемных целей,  $z^o$ . Тогда целевой вектор интересов элемента кластерной системы определяется в виде,

$$z_k = z^o + z^k.$$

При этом, считаем, что компонента целевого вектора по каждому элементу может быть достигнута реализацией комплекса проектов развития, направленных как на развитие самого элемента, так и на общесистемный рост. Считаем, что  $z^k$  определяется вектором проектов  $\{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ , а  $z^o$  - вектором общесистемных проектов  $\{p^o_1, p^o_2, \dots, p^o_k\}$ , где индекс  $k$  характеризует часть общесистемных проектов у каждого элемента.

Тогда целевой комплекс интересов участника кластерной системы можно определить через выражение

$$u = f(z), U = \sum_{k=1}^K u_k + u^o, z_k = z^o + z^k, z^k = f(\{p_1, p_2, \dots, p_n\}), z^o = f(\{p^o_1, p^o_2, \dots, p^o_k\}).$$

А целевой вектор развитие всей кластерной системы определяется системой интересов всех участников, через их проекты развития вида

$$U = \sum_{k=1}^K z^k + u^o = \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N p_{kn} + \bigcap_{k=0}^K p_k^o \quad (1)$$

Таким образом, выражение (1) и определяет вектор развития, обобщенной целью которого является максимизация результативного критерия

$$R = \{u^k, U, p_k, p^o, E^k\}, \quad (2)$$

компонентами которого являются частные критерии эффективности  $E^k$  по каждому направлению роста в рамках развития каждого элемента участника кластерной системы.

Причем задача управления развитием кластерной системы сводится к следующим:

- определению *вектора управления развитием*, максимизирующего критерий (2), с учетом существующих ограничений на ресурсы, инвестиции и начальный потенциал каждого элемента:

- обеспечение такого уровня экономического потенциала развития, который бы обеспечивал требуемые параметры роста каждого направления в отдельности и в состоянии согласованности.

- согласование темпоральных характеристик роста по конкретному направлению (вид потенциала, его критический уровень, наличие реализуемых возможностей и пр.) с общими темпами развития.

Вектор развития задает политику экономического развития, реализуется в виде стратегии развития

Рассматривая модель стратегии развития, выделим её базовые параметры:

1. Вектор развития,  $U$

$$U = \sum_{k=1}^K z^k + u^o = \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N p_{kn} + \bigcap_{k=0}^K p_k^o \quad (3)$$

2.  $M$  – участники кластерной системы, распределенные по отраслевым ( $O$ ) и пространственным ( $D$ ) ЭС кластера, количество которых не более  $s$ , т.е.  $M = [2, \dots, s]$

$$M \subseteq (\{M_1^O, M_2^O, \dots, M_k^O\}, \{M_1^D, M_2^D, \dots, M_F^D\}),$$

3.  $R$  – система взаимодействий участников кластера, которые можно систематизировать по следующим группам отношений

$$R \subseteq \{(R_{OV}), (R_{PP}), (R_{\Phi\Theta}), (R_C)\},$$

где  $(R_{OV})$  – организационно-управленческие взаимодействия в кластере;

$(R_{PP})$  – регулятивно-правовые взаимодействия в кластере;

$(R_{\Phi\Theta})$  – финансово-экономические взаимодействия в кластере;

$(R_C)$  – взаимодействия кластерного согласования.

4.  $PR$  – потенциал развития, состоящий из функциональных видов ресурсов (финансовых, материальных, технологических, информационных, трудовых и пр.)  $\{Res\}$  и возможностей их использования в рамках операционных бизнес-процессов,

$$PR \subseteq \langle \{Res\}, \{Pt\}, \{U\} \rangle. \quad (4)$$

5.  $\{BE_1, BE_2, \dots, BE_n\}$  – комплекс бизнес-цепочек по созданию кластерных ценностей, задающие структуру бизнес-сети ( $BS$ ) кластерной системы,  $BS = \{BE_1, BE_2, \dots, BE_n\}$ .

С другой стороны, стратегия кластерного развития ( $SD$ ) включает функциональные стратегии роста,  $(SD_j)$ , реализация которых обеспечивается требуемым уровнем экономического потенциала развития ( $PR_j$ )

$$\{SD\} = \{(SD_1, PR_1), (SD_2, PR_2), \dots, (SD_z, PR_z)\}. \quad (5)$$

Фактор  $PR$  определяется по (4). Тогда выполняется следующее условие

$$\{SD\} = \bigcup_{j=1}^z (SD_j \cap \{PR\}_j),$$

с учетом параметров (3-5), получим

$$\{SD\} = \langle U, M, R, PR, \{BE_1, BE_2, \dots, BE_n\} \rangle$$

Одним из условий существования вектора развития является согласованные взаимодействия между структурными параметрами стратегии.

Согласованными должны быть следующие управляющие параметры:

- объемы инвестиций, направляемых внутренним участникам;
- потенциал развития каждого из участников;
- суммы прибыли, направляемые в рефинансирование;
- финансовый результат, распределяемый внутри кластерной системы по участникам.

Таким образом, в работе сформулирована концепция вектора развития кластерной системы, основанный на согласовании параметров роста и формировании стратегии кластерного развития, отражающая стратегические интересы участников. Выделены и обоснованы требования и условия формирования вектора развития, дана его структура и возможности преобразования вектора в стратегию развития кластерной системы.

#### **Список литературы**

1. Афоничкина Е.А. Модель экономической кластерной системы / Системный анализ в проектировании и управлении : сб науч. тр. XXI Междунар. науч.-практ. конф. 29–30 июня 2017 года. Ч. 2. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – с.26-34.
2. Афоничкин А.И., Афоничкина Е.А. Моделирование процессов развития в сложноорганизованных экономических системах / Проблемы современной экономики, №4(56). 2015.
3. Афоничкин А.И., Афоничкина Е.А., Топорков А.М. Моделирование кластерных экономических систем в виде сетевой структуры (бизнес-сети) / Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. Серия «Экономика». Выпуск 1, т.2 (35). Тольятти: ВУиТ, 2016.-344с. (с.3-12).
4. Васильев П.В., Афоничкина Е.А., Управление портфелем развития интегрированных экономических систем. / Монография. Изд-во ВУиТ, Тольятти, 2009. с.408..
5. Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем и системный анализ.. – М.: Юрайт. – 2014. – 618 с.
6. Козлов А.С. Методология управления портфелем, программами проектов. Монография. – М.: ЗАО «Проектная ПРАКТИКА», 2009. – 194с.
7. Колосова Е. Система управления портфелем проектов – стратегическое преимущество компаний. - ПМСОФТ, Московское отделение PMI. <http://www.docme.ru/doc/477668/sistema-upravleniya-portfelem-proektov-%E2%80%93-strategicheskoe>.
8. Матвеев А.А., Новиков Д.А., Цветков А.В. Модели и методы управления портфелями проектов. М.: ПМСОФТ, 2005. - 206 с.

9. Методические и организационные основы управления развитием компаний: монография Н.И.Комков, Н.Н.Бондарева, В.С.Романцев, Н.И.Диденко, Д.Ф.Скрипнюк – Издательский Дом «Наука», 2015. – 520с.
10. Михаленко Д.Г., Афоничкин А.И. Моделирование механизма формирования стратегии развития экономических систем / Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. Серия «Экономика». Выпуск 25(1). Тольятти: ВУиТ, 2012. (с.5-11).
11. Новиков Д.А. Управление проектами: организационные механизмы [Текст] / Д.А. Новиков. - М.: ПМСОФТ, 2007. – 140 с.

УДК 303.732.4(076)

*Малиновская Галина Александровна,*

каед. техн. наук, доцент.

*Прохорова Евгения Сергеевна,*

каед. техн. наук, доцент.

*Тюсова Марианна Константиновна,*

канд. социол. наук, доцент

## **СИСТЕМНЫЙ АСПЕКТ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНА**

Российская Федерация, Нижний Новгород, ФГБОУ ВПО Нижегородский институт управления - филиал РАНХиГС, malinowga@gmail.com, proev@list.ru, tusova.61@mail.ru

**Аннотация.** В статье проанализированы факторы, влияющие на инвестиционную привлекательность региона. Предложена когнитивная карта представляющая взаимосвязи и взаимозависимости факторов, влияющих на инвестиционную привлекательность. Составлен рейтинг показателей инвестиционного климата региона.

**Ключевые слова:** инвестиционная привлекательность, инвестиционный потенциал, инвестиционные риски, инвестиционный рейтинг региона, когнитивная модель

*Galina A. Malinovskaya,*

PhD, docent,

*Evgeniya S. Prokhorova,*

PhD, docent,

*Marianna K. Tusova,*

PhD, docent

## **THE SYSTEM ASPECT OF INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF THE REGION**

Russian Federation, Nizhniy Novgorod, Nizhny Novgorod institute of management, branch of RANEPA (NIU RANEPA)

**Abstract.** The article analyzes the factors affecting the investment attractiveness of the region. The cognitive map representing interrelations and interdependence of factors influencing investment attractiveness is offered. The rating of indicators of the investment climate of the region is made.

**Keywords:** investment attractiveness, investment potential, investment risks, investment rating of the region, cognitive model.

Улучшение инвестиционного климата региона является одной из важнейших целей региональной политики. Выявление и анализ факторов, влияющих на привлекательность региона в глазах инвесторов, должно привести к более глубокому пониманию инвестиционных процессов. А системные управленческие решения, принятые при понимании всех взаимосвязей факторов, влияющих на исследуемую систему, – к росту производства, сферы услуг и созданию в Нижегородской области инновационной экономики [1].

Основным показателем инвестиционной привлекательности региона является обобщенный количественный показатель – инвестиционный рейтинг региона. В инвестиционный рейтинг входят такие показатели, как инвестиционный потенциал (позитивное влияние) и инвестиционные риски (негативное влияние) (см. табл. 1).

Таблица 1  
Подсистемы модели инвестиционного рейтинга

Инвестиционный потенциал	Инвестиционные риски
Инновационный потенциал Институциональный потенциал Инфраструктурный потенциал Потребительский потенциал Производственный потенциал Ресурсно-сырьевой потенциал Трудовой потенциал	Законодательные риски Криминальные риски Политические риски Социальные риски Финансовые риски Экологические риски Экономические риски

Выявить взаимосвязь различных социально-экономических факторов действующих в регионе и влияющих на инвестиционную привлекательность поможет построение и анализ когнитивной карты. Построение подобной модели предполагает решение следующих задач: выделение факторов, влияющих на проблему (табл. 2); установление и обоснование взаимосвязей между факторами (табл. 3); построение графовой модели – когнитивной карты (рис. 1).

Таблица 2

**Перечень основных факторов, необходимых для составления стратегии развития инвестиционной привлекательности Нижегородской области**

Обозначение факторов	Содержание факторов
V1	Человеческий капитал
V2	Уровень безработицы
V3	Геополитическое и геоэкономическое положение
V4	Уровень внешнеэкономических связей
V5	Уровень технологической отсталости промышленного и сельскохозяйственного производства, степень оснащённости современным оборудованием предприятий
V6	Туристический потенциал
V7	Отсутствие инвестиционных рисков или их минимальное количество
V8	Административно-коррупционное давление на бизнес
V9	Уровень использования потенциала природно-сырьевых ресурсов
V10	Уровень социально-экономического развития муниципальных образований региона
V11	Эффективность использования ресурсов и резервов для развития малого предпринимательства

Построенная когнитивная модель ситуации представляется в виде ориентированного знакового графа (рис. 1) и задается матрицей смежности, в которой отмечены причинно-следственные связи между факторами (табл.3). При положительной причинно-следственной связи (выделена жирным чёрным цветом) считается что, увеличение значения фактора-причины приводит к увеличению значения фактора-следствия. При отрицательной причинно-следственной связи (выделена серым цветом) считается, что увеличение значения фактора-причины приводит к уменьшению значения фактора-следствия.

Согласно докладу, озвученному в 2017 году на Международном экономическом форуме в Санкт-Петербурге, Нижегородская область по-прежнему остаётся одним из ведущих регионов в области внедрения инноваций и вовлечения инвестиций, однако национальный рейтинг состояния инвестиционного климата субъектов РФ оставил Нижегородскую область за бортом первой двадцатки среди субъектов РФ.

Таблица 3

## Матрица смежности установления причинно-следственных связей между факторами, влияющими на инвестиционную привлекательность региона

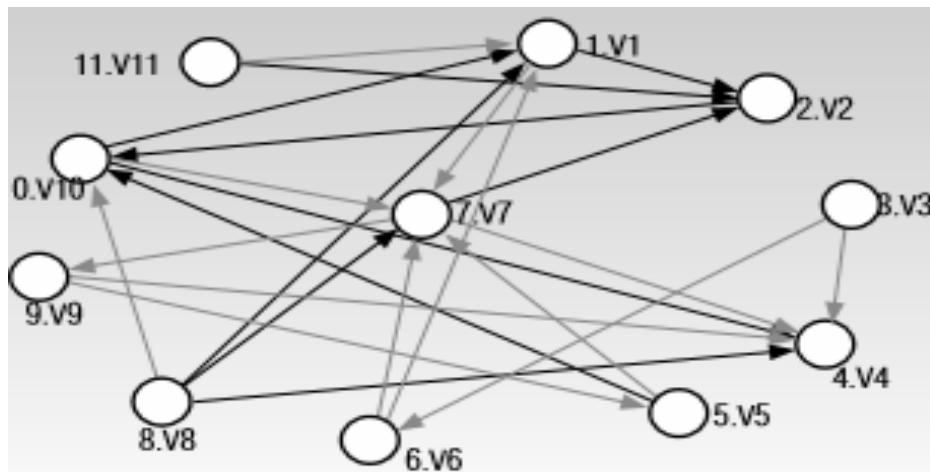


Рис. 1. Когнитивная карта исследуемой ситуации

Безусловно, это означает, что для разработки стратегии развития инвестиционной привлекательности Нижегородской области, необходимо создать рейтинг показателей инвестиционного климата только одного региона - Нижегородской области. Данный рейтинг ранжирует показатели, связанные с факторами, представленными выше в когнитивной модели, что позволяет сконцентрироваться на проблемных участках региона [2], а также на его сильных сторонах. Формирование данного рейтинга позволит определить - может ли Нижегородская область дать хорошую практику поддержки и развития бизнеса на федеральном уровне.

Рейтинг показателей инвестиционного климата Нижегородской области представлен в таблице 4.

Таблица 4

## Рейтинг показателей инвестиционного климата Нижегородской области

№	Показатели
1	Геополитическое и геоэкономическое положение
2	Уровень внешнеэкономических связей
3	Отсутствие инвестиционных рисков или их минимальное количество
4	Эффективность использования ресурсов и резервов для развития малого предпринимательства
5	Административно-коррупционное давление на бизнес
6	Уровень социально-экономического развития муниципальных образований региона
7	Человеческий капитал
8	Уровень безработицы
9	Уровень технологической отсталости промышленного и сельскохозяйственного производства, степень оснащенности современным оборудованием предприятий
10	Уровень использования потенциала природно-сырьевых ресурсов
11	Туристический потенциал

Ранжирование показателей дает возможность реально оценивать возможности региона. Разработка стратегии развития региона с учетом рейтинга показателей инвестиционной привлекательности предоставит шанс Нижегородской области вновь вернуться на передовые позиции среди субъектов РФ [3].

Решение проблемы повышения инвестиционной привлекательности региона лежит в плоскости решения задач, обеспечивающих качественный интеллектуальный потенциал региона [4], достаточный объем инвестиционных ресурсов и эффективность взаимодействия административных и финансовых структур по их использованию.

### Список литературы

1. Тюсова М.К., Малиновская Г.А., Прохорова Е.С. Системный подход к разработке стабилизационной стратегии региона // Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд: сборник материалов XLVII Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией С.С. Чернова. 2017. С. 92-100.
2. Сиучева Т.В., Шершнёв И.Л. Методика оценки уровня угроз экономической безопасности региона // Juvenis scientia. 2017. № 2. С. 27-29.
3. Малиновская Г. А., Прохорова Е. С., Тюсова М. К. Системные технологии в управлении регионом // Власть. 2017. № 2. С. 89-94.
4. Малиновская Г.А., Прохорова Е.С., Тюсова М.К. Разработка механизмов реализации стратегии региона // Системный анализ в проектировании и управлении: сборник научных трудов XXI Международной научно-практической конференции, Ч.2.- СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2017. С. 98-102.

УДК 303.7032.4

**Колеснечко Сергей Викторович<sup>1</sup>,**

канд. техн. наук, проф. кафедры системного анализа и управления

**Рябинина Тамара Ивановна<sup>2</sup>,**

магистрант 2 курса экономического факультета

## **КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский горный университет,

<sup>1</sup>serjkop@yandex.ru; <sup>2</sup>riabinina.tamara2016@yandex.ru

**Аннотация:** В статье приводятся результаты комплексного исследования основные теоретические и практические выводы и предложения по производственной деятельности торгового предприятия ООО «Любавушка Ритейл Груп». Научная новизна результатов исследования состоит в разработке динамической модели потенциала объема продаж продукции на основе корреляционно-регрессионного анализа. Новыми также являются предлагаемые методические подходы и информационные технологии прогнозирования и планирования внедрения собственной линии продукции предприятия.

**Ключевые слова:** моделирование, эффективность, сезонные колебания, торговое предприятие – продаж, стратегия, системность, цикличность, вероятность.

**Sergey V. Kolesnichenko<sup>1</sup>,**

Cand. tech. science professor chairs system analysis and management,

**Tamara I. Ryabinina<sup>2</sup>,**

Graduate student 2 course economic faculty

## **A COMPREHENSIVE STUDY OF THE PROCESSES OF PRODUCTION OF THE COMPANY**

Saint Petersburg, Saint Petersburg mining university

<sup>1</sup>serjkop@yandex.ru; <sup>2</sup>riabinina.tamara2016@yandex.ru

**Abstract:** The article presents the results of a comprehensive study of the main theoretical and practical conclusions and proposals for the production activity of the trading company LLC "Lubavushka Retail Group". The scientific novelty of the results of the research is the development of a dynamic model of the potential of the volume of sales of products on the basis of correlation-regression analysis. New also are the proposed methodological approaches and information technologies for forecasting and planning the introduction of the company's own product line.

**Keywords:** modeling, efficiency, seasonal fluctuations, commercial enterprise – sales, strategy, system, cyclicity, probability.

«24Полушка» – ООО «Любавушка Ритейл Груп» одна из самых быстрорастущих сетей розничной торговли. Универсам «24 Полушка» в основном продает фирменные товары по более низким ценам. В настоя-

щее время в торговой сети представлено порядка 150 универсамов формата «магазин у дома», работающих в Санкт-Петербурге, Ленинградской, Новгородской области, городах Валдай, Волосово, Выборг, Тихвин, Кингисепп, Кириши, Сланцы; идет развитие в Центральном регионе, открыт филиал в Москве.

Сегодня розничная сеть входит в десятку крупнейших по Северо-Западному федеральному округу и продолжает динамично развиваться, и причиной тому - не что иное, как доверие и признание покупателей.

Интенсивность инновационной деятельности сегодня во многом определяет уровень экономического развития торговых предприятий. Освоение новых технологий, внедрение новых конкурентоспособных производств и завоевание новых сегментов рынка являются ключевыми факторами устойчивого экономического развития современных торговых предприятий. Для торговых предприятий активизация инновационной деятельности становится не только ключевым фактором успеха в конкуренции, но и условием выживания на рынке. Ускорение темпов научно-технического развития приводит к повышению скорости обновления продукции (услуг) и адаптации потребителей к новинкам, а, следовательно, к сокращению жизненных циклов продукции, технологии, спроса, к повышению интенсивности конкурентной борьбы на рынках сбыта.

Объектом исследования стала торговое предприятие ООО «Любавушка Ритейл Груп» в период с 2015 года по 2017 год [2].

На основе исходных данных изменения объема продаж продукции (т-нн) в торговом предприятии ООО «Любавушка Ритейл Груп» за все месяцы 2015 - 2017 г., произвели преобразования в динамический ряд (табл. 1).

Таблица 1

Исходный динамический ряд изменения объема продаж продукции ,т-нн

Наименование	Объем продаж продукции, т		
	2013 г.	2014 г.	2015 г.
январь	3191,9	3358,5	5518,5
февраль	3289,5	3377,2	3518,4
март	3256,9	3586,6	6123,6
апрель	3083,6	3173,8	6325,7
май	3010,1	3259,1	5279,3
июнь	2464,7	2561,9	4793,1
июль	2367,5	2585,9	-
август	2270,2	4430,4	-
сентябрь	2942,3	4583,7	-
октябрь	2841,1	4616	-
ноябрь	3574,1	4694,2	-
декабрь	2934,6	5112,6	-

На основании подобранный прогнозной модели методом наименьших квадратов определено искомое уравнение зависимости объемов закупки молочной продукции в торговое предприятие от времени:

$$\hat{y}_t = 3140,34 - 76,489t + 5,625t^2.$$

Результаты прогноза объемов продаж продукции представим в табл. 2.

Таблица 2

**Прогноз объемов закупки продукции в 2018 г., т-нн**

Точечный прогноз	Нижняя граница Прогноза	Верхняя граница прогноза
8010,872±1072,102	6938,77	9082,974

С помощью найденного уравнения осуществлены точечный и интервальный прогноз объемов закупки продукции в торговое предприятие ООО «Любавушка Ритейл Груп» на январь 2018 года. С вероятностью 95 % можно утверждать, что объем закупки продукции на январь 2018 года будет находиться в интервале от 6938,77 до 9082,974 тонн [4].

Представлен анализ сезонных колебаний, рассчитан процент сезонности к среднему месячному уровню объема продаж продукции.

Расчет индекса сезонности не учитывает наличие тренда. При рассмотрении «сезонной волны» можно утверждать о влиянии сезонного фактора в сторону увеличения объема продаж продукции на апрель 2017г. – 169,25 %, и очевидно, что снижение факторов август 2015 г. – 60,74%.

Среднее квадратическое отклонение индексов сезонности составило 29,66%.

Составлен прогноз объема закупки продукции с учетом сезонных компонент по отношению к тренду [1]. Прогнозирование по мультипликативной модели.

На основании прогнозирования по мультипликативной модели получаем прогноз на 2018 г. (рис. 1):



Рис. 1. - Прогноз объема закупки продукции на II квартал 2018 г.

- объем закупки продукции на III квартал 16029,59 т.;
- объем закупки продукции на IV квартал 16911,27 т.;

- объем закупки продукции на I квартал 17792,958 т.;
- объем закупки продукции на II квартал 18675,05 т.

Эффективность деятельности торговых предприятий зависит от многих обстоятельств и её результирующим показателем является интенсивность продаж: именно объем продаж в единицу времени (в неделю, в месяц) определяет успешность работы магазинов. Для обеспечения прибыльности необходимо постоянно осуществлять анализ статистики торговли и производить непрерывное прогнозирование ожидаемого количества реализации товаров. Кроме того, необходимо закупать товары в таком количестве (на имеющиеся возможности), чтобы не было как их скопления, так и дефицита. Отсюда следует, что разработка инструментальных методов прогнозирования ожидаемой интенсивности торговли и оптимизации объемов закупаемых товаров являются важной задачей в обеспечении эффективности розничной торговли.

Для повышения эффективности розничной торговли рекомендуется:

- 1) провести модернизацию (реконструкцию) торговых предприятий;
- 2) вести управление продажами и продвижение продукции на основе тренд – маркетинга; (Акции и скидки на реализацию продукции;)
- 3) произвести рациональное вовлечение рабочего персонала для улучшения качества обслуживания торгового предприятия;
- 4) повысить значимость функций предприятий розничной торговли:
  - изучение покупательского спроса на товары;
  - формирование ассортимента товаров;
  - организацию закупок и завоза товаров;
  - оказание торговых услуг покупателям;
  - рекламирование товаров и услуг;
- 5) выработать долгосрочную линию поведения в конкурентном окружении торговых предприятий.

В данной статье раскрывается методика проведения SWOT-анализа, перечислены параметры, на которые необходимо обратить особое внимание (табл.3).

SWOT-анализ является необходимым элементом исследований, обязательным предварительным этапом при составлении любого уровня стратегических и маркетинговых планов. Данные, полученные в результате ситуационного анализа, служат базисными элементами при разработке стратегических целей и задач торгового предприятия.

Для осуществления базового варианта SWOT-анализа необходимо сначала выбрать основные параметры, влияющие на развитие и/или успешность организации на рынке. Приоритетом служат ключевые факто-

ры успеха. Рассматриваем также основные возможности и угрозы, которые могут повлиять на деятельность торговой сети «24Повлушки».

Таблица 3  
SWOT-анализ - торговая сеть "24Повлушки"

	Положительные факторы	Негативные факторы
	Сильные стороны (внутренний потенциал) (S)	Слабые стороны (внутренние недостатки) (W)
	Потенциальные возможности (O)	Имеющиеся угрозы (T)
Внутренняя среда	1) Известность бренда. 2) Опыт работы компании на рынке России больше 10 лет. 3) Используемая система обучения новых работников. 4) Традиции сервиса высокого качества и гостеприимства. 5) Установившиеся партнерские отношения с поставщиками, поставляющими товар на выгодных для компании условиях. 6) Широкий ассортимент продукции. 7) Удобное положение магазинов. 8) Бонусные программы. 9) Скидки и дисконтные карты. 10) Большие объемы продаж.	1) Жесткая конкуренция. 2) Нехватка опытных управленцев. 3) Нехватка коммуникаций, отсутствие постоянного информирования работников о результатах их труда, недостаточная обратная связь. 4) Текущесть кадров.
Внешняя среда	1) Ненасыщенный рынок России дает практически ничем неограниченные возможности для роста. 2) Освоение регионального рынка. 3) Привлечение новых клиентов. 4) Расширение услуг. 5) Возможность найма высококвалифицированных и опытных кадров. 6) Тенденция отрасли к увеличению размеров супермаркетов и вытеснению небольших торговых точек. 7) «24Полушка» сможет внедрить товары под собственными брендами в Российской Федерации в свои магазины в ближайшие регионы.	1) Предпочтение многими людьми «Гипермаркетов». 2) Невысокие доходы населения в регионах. 3) Минимальные барьеры входа новых фирм на рынок. 4) Усиление позиций компаний-конкурентов.

Как мы выяснили в ходе проведенного SWOT-анализа, торгового предприятия «24Повлушки» характерен некий баланс сильных и слабых сторон (сильных и слабых параметров, характерных компаний), а также возможностей и угроз. Сеть розничной торговли универсам «24 Полушка» существует в достаточно стабильных условиях, однако для получения дополнительных конкурентных преимуществ «24Повлушки» следует внедрить продукцию под своим брендом компании, тем самым упрочить свои позиции на рынке.

В ходе исследования решены следующие задачи:

1. Изучены методы и научно-методический аппарат прогнозирования;

2. Построена трендовая модель «Изменение объемов молочной продукции»;
3. Осуществлены точечный и интервальный прогнозы исследуемого показателя;
4. Построен прогноз изменения объема продаж молочной продукции с учетом сезонных компонент.
5. Проведен SWOT-анализ торгового предприятия.

Целью исследования являлось углубленное изучение методики прогнозной экстраполяции на основе линеаризованных трендов.

Торговое предприятие ООО «Любавушка Ритейл Груп» продолжает развиваться, а в будущем возможно торговая сеть «24Полушка» выйдет на федеральный уровень - в новые регионы России, в дальнейшем и за пределы нашей страны.

Для улучшения торговых предприятий, выбранные рекомендации позволяют повышать продажи продукции, и реализовать развитие рознично торговой сети «24 Повлушки».

### **Список литературы**

1. Афанасьева О.В. Информационно-статистическая оценка эффективности работы отдела технических средств и средств связи ООО «Инженерные системы»/ О.В. Афанасьева, А.И. Яковлев// Наука как движущая антикризисная сила: инновационные преобразования, приоритетные направления и тенденции развития фундаментальных и прикладных научных исследований. Сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 15-16 января 2016г..СПб.: КУЛЬТ-ИНФОРМ-ПРЕСС, 2016. С.91-95.
2. Афанасьева О.В. Анализ качества продукции предприятий минерально-сырьевого комплекса на основе модификации метода последовательного анализа/ О.В. Афанасьева, М.П. Афанасьев// Экономические проблемы и механизмы развития минерально-сырьевого комплекса (российский и мировой опыт): сборник научных трудов Международной научной конференции, 2-3 декабря 2015г.- СПб.: Изд-во Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2015.- С. 262-265.
3. Афанасьева О.В. Математические методы системного анализа и теории принятия решений: Учебное пособие / О.В. Афанасьева, Д.А. Первухин. - СПб.: Изд-во ООО «СатисЪ», 2014.-148с.
4. Голик, Е.С. Системное моделирование. Ч.1. Имитационное моделирование. Факторный эксперимент: учебно-методический комплекс (учебное пособие)/ Е.С. Голик, О.В. Афанасьева.- СПб.: Изд-во СЗТУ, 2007. – 211с.
5. Теория принятия решений (дополнительные главы): учеб.пособие /Д.А. Первухин. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2009. – 209 с
6. Голик Е.С. Теория и методы статистического прогнозирования: Учебное пособие /Е.С. Голик, О.В. Афанасьева. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2007. – 182 с.
7. Владимира Л.П. Прогнозирование и планирование в условиях рынка: Учебное пособие /Л.П. Владимира. – Изд. 5-е, перераб. и доп. – М.: Дашков и Ко, 2005. – 398 с.

УДК 303.7.032.4

*Афанасьева Ольга Владимировна*<sup>1</sup>,  
канд. техн. наук, доцент  
кафедры системного анализа и управления,  
*Чунц Максим Евгеньевич*<sup>2</sup>,  
магистрант 2 курса экономического факультета

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С УЧЕТОМ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский горный университет,  
E-mail 1- OVAf@rambler.ru; 2- tchunts@mail.ru

**Аннотация:** В статье приводятся результаты моделирования деятельности производства Керамистам.ру, для оценки характеристик его работы и повышения эффективности принимаемых управленческих решений. На основе построенных моделей дана оценка основных показателей по продажам и построен прогноз на 2018г.

**Ключевые слова:** моделирование, анализ, прогнозирование, эффективность, производство, увеличение продаж.

*Afanasjeva Olga Vladimirovna*<sup>1</sup>,  
cand. tech. sciences, associate professor  
of the department of system analysis and management,  
*Chunts Maksim Evgenievich*<sup>2</sup>,  
second year student of economics faculty

## **MODELING OF INDUSTRIAL ENTERPRISE PRODUCTION ACTIVITY TAKING INTO ACCOUNT UNCERTAINTY**

Saint-Petersburg, Saint-Petersburg mining University,  
E-mail 1- OVAf@rambler.ru; 2- tchunts@mail.ru

**Abstract.** The article presents the results of modeling the production of Ceramistam.ru, to assess the characteristics of its work and improve the efficiency of management decisions. Based on the constructed models for the estimation of key indicators for sales and to build a forecast for 2018.

**Keywords:** modeling, analysis, forecasting, efficiency, production, sales increase.

Керамистам.ру – одна из ведущих компаний России на рынке товаров и услуг для керамического производства и гончарного ремесла, а также является первым по размеру выручки и числу клиентов среди аналогичных компаний в «хобби»-сегменте рынка для керамистов. Чис-

ло клиентов компании в России составляет приблизительно 8 тысяч. Компания основана в 2008 году и в нынешнем виде существует уже более 3 лет. Компания предоставляет товары клиентам в Казахстане, республике Беларусь, а также на странах Прибалтики. Сегодня компания располагает весомым опытом и является единственной компанией полного цикла оснащения классов керамики и гончарных студий в России. Полный цикл подразумевает разработку проекта, поставку оборудования, пуско-наладочные работы, гарантийную поддержку и конечно, обучение мастеров и педагогов с минимального до высокого уровня. В 2015 году компания запустила в коммерческую эксплуатацию муфельные печи для керамики собственного производства, под торговой маркой TempRa [3].

Частные клиенты являются основным клиентским сегментом компании. Частные клиенты выбирают товары от Керамистам.ру за доступность доставки на всей территории России и некоторых соседних государств, за высококачественные и безопасные материалы, широкую линейку дополнительных средств, материалов и инструментов, а также возможность эффективного взаимодействия с компанией через интернет сайт компании и социальные сети.

Компания обеспечивает примерно 100-150 муфельных печей в России за год, сохраняя за собой первое место на рынке. Ключевым фактором роста розничной клиентской базы Керамистам.ру является активная работа по развитию технических клиентских систем, мониторинг клиентского спроса, а также активная маркетинговая деятельность.

Активные инвестиции Керамистам.ру в развитие сайта и систем обслуживания обеспечат в краткосрочной перспективе основной прирост числа частных клиентов. Для развития сектора бизнес-клиентов необходимы иные ценовые и маркетинговые стратегии.

Основными конкурентами Керамистам.ру на рынке являются компании КерамикиГжели, Ceramica Store и Лаборатория Керамики, а также компании, имеющие некоторую часть ассортимента, например только материалы или только оборудование [3].

Интернет-магазин Керамистам.ру, представляет собой «витрину» компании предоставляющую широкий спектра услуг по продаже оборудования, комплектующих, запасных частей, материалов, связующих, сопутствующих товаров, а также дополнительных услуг и сервисов. Помимо продажи товаров через магазин, компания активно участвует в государственных конкурсах на оснащение классов керамики «под ключ». Подобного рода проектами занимается целый отдел по проектным продажам.

Для выявления преимуществ и недостатков компании был проведен swot-анализ сильных и слабых сторон.

Результаты анализа сильных и слабых сторон Керамистам.ру представлены в таблице 1 [1].

Таблица 1

**СВОТ-анализ Керамистам.ру**

СИЛЬНЫЕ СТОРОНЫ (S):	СЛАБЫЕ СТОРОНЫ (W):
Устойчивая положительная репутация Высокий уровень обслуживания в сравнении с конкурентами Разнообразие ассортимента продукции Возможность заказов через интернет магазин Возможность обслуживания клиентов онлайн Высокий уровень клиентаориентированности	Недостаточное использование имеющихся конкурентных преимуществ Недостаточно эффективное использование человеческих ресурсов Недостаточно эффективная организационная структура
ВОЗМОЖНОСТИ (O):	УГРОЗЫ (T):
Расширение ассортимента продукции Наращивание клиентской базы Снижение себестоимости продаж путем повышения эффективности ИТ-систем и систем управления Открытие новых видов деятельности	Ожесточение конкуренции Инфляционные процессы Курс иностранных валют и его влияние на ценообразование

В результате проведенного анализа внутренней и внешней среды организации можно утверждать, что, несмотря на определенные трудности на данном этапе развития, а также на довольно значительную зависимость от внешней экономической ситуации, компания занимает достаточно сильную и стабильную позицию на рынке и имеет хороший потенциал для дальнейшего развития.

Компания Керамистам.ру располагается в Санкт-Петербурге. Сам интернет-магазин, расположенный в офисе Керамистам.ру на Заставской ул. д.11 и занимает площадь, примерно 49,5 м<sup>2</sup>. В этом помещении проходит полный цикл работы с клиентами компании, а также работает розничный магазин и отдел проектных продаж. Обработка заявок от покупателей или заказов, производится менеджерами интернет-магазина посредством телефонных звонков, электронной почты, а также специализированной системой на сайте компании. Подготовка товара к отправке курьером происходит силами складских работников располагающихся в помещении склада на Обводном канале. Проектными продажами занимаются несколько менеджеров, в их обязанности входит поиск новых клиентов и ведение крупных сделок. Попасть на страницу интернет-магазина Керамистам.ру весьма просто и начинающему пользователю интернета. Достаточно в любом поисковом

сервисе, например Яндекса, набрать ключевые слова «Керамистам.ру» или «купить гончарную глину» или «купить для обжига керамики».

Керамистам.ру в настоящий момент единственная площадка разместившая свои товары в сервисах Яндекс.Маркет, одним из самых популярных площадок-агрегаторов товаров. Интернет-магазин, помимо отображения на сайте своих товаров, также позволяет ознакомиться с важнейшими интеллектуальными ценностями компании – информацией об опробованных товарах их свойствами и прочими моментами, важными на моменте подбора материала для керамистов. Отдельным разделом выделены муфельные печи. В этом разделе можно найти, как оборудование импортного

производства, так и фирменное оборудование, печи марки TempRa, собственной торговой марки компании Керамистам.ру.

Штат сотрудников интернет-магазина и смежных служб занятых более чем на 80% рабочего времени поддержкой работы магазина представлен в таблице 2.

Таблица 2

Штат интернет-магазина «Керамистам.ру»

Должность	Количество рабочих мест
1	2
Руководитель интернет-магазина	1
Логист	1
Менеджер интернет-магазина	5
Старший кладовщик	1
Кладовщик	2
Комплектовщик-упаковщик склада	1
Водитель	7
Итого:	18

Обработка клиентских заявок поступающих через сайт компании, осуществляется менеджерами интернет-магазина, в штатном расписании интернет-магазина таких сотрудников пять. Обработка заявок происходит ежедневно в рабочие часы. После обработки заявка поступает на склад для подготовки товара и сопроводительной документации после чего заявка передается в курьерскую службу или транспортную компанию.

Основным элементом повышения эффективности является упрощение действий сотрудников в системе и автоматизация документооборота.

Производство фирменных печей происходит в отдельно оборудованном помещении. На производстве заняты 2 специалиста, конструктор-разработчик, а также мастер-сборщик в чьи обязанности входят простейшие операции по сборке и подготовке элементов.

Анализ производства показал, что для ускорения работы требуется дополнительное оборудование, которое позволит увеличить мощность вдвое, что позволит выпускать не 10 печей в месяц, а 20. С учетом увеличения производства и исключения простоя, потребуется дополнительный сотрудник в штат. Просто подсчет позволяет понять, что в 2018 году будет сделано не более 200 муфельных печей TempRa. А поскольку спрос значительно превосходит предложение, то спрогнозировать продажи весьма просто, будет продано 200 печей за 2018 год. [2].

### **Список литературы**

1. Афанасьева О.В. Математические методы системного анализа и теории принятия решений: Учебное пособие / О.В. Афанасьева, Д.А. Первухин. - СПб.: Изд-во ООО «СатисЪ», 2014.-148с.
2. Романов В.Н. Техника анализа сложных систем: Учебное пособие. - СПб.: Изд-во СЗТУ, 2011 г. – 179с.
3. Интернет-ресурсы:ceramistam.ru; akademiakeramiki.ru; yandex.ru.

УДК 303.7032.4

*Первухин Дмитрий Анатольевич<sup>1</sup>,*  
канд. техн. наук, доц. кафедры системного анализа и управления,  
*Лазебный Владимир Сергеевич<sup>2</sup>,*  
магистрант 2 курса экономического факультета

## **СИСТЕМНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ УСИЛИТЕЛЕЙ СОТОВОГО СИГНАЛА ООО «ПОЛОСА ЧАСТОТ»**

г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский горный университет,  
<sup>1</sup>OV Af@rambler.ru; <sup>2</sup>hemera.vedmak@mail.ru

**Аннотация:** В статье приводятся результаты системного анализа деятельности производства **ООО «Полоса Частот»**, для оценки характеристик его работы и повышения эффективности принимаемых управленческих решений. На основе построенных прогнозных моделей дана оценка основных показателей по производству бракованных репитеров и построен прогноз на 2018г. Приведены результаты использования наиболее распространённых критериев принятия решений для уменьшение брака репитеров. С помощью прогнозных моделей и критериев принятия решений определена эффективность по снижению брака и предложена наилучшая стратегия для уменьшения брака.

**Ключевые слова:** прогноз, критерии, моделирование, эффективность, отдел качества, снижение брака, антенны.

*Dmitriy A. Pervuhin<sup>1</sup>,*  
Cand. Tech. Science, Docent Chairs System Analysis and Management,  
*Vladimir S Lazebny<sup>2</sup>,*  
Graduate Student 2 course economic faculty

**SYSTEM STUDY ACTIVITIES INDUSTRIAL ENTERPRISES  
FOR PRODUCTION AMPLIFIERS CELLULAR SIGNALS  
ООО “POLOSA CHASTOT”**

Saint Petersburg, Saint Petersburg mining university

<sup>1</sup>OV Af@rambler.ru; <sup>2</sup>hemera.vedmak@mail.ru

***Abstract.*** In the article the results systems analysis production activities ООО “Polosa Chastot”, for characteristics of its work and improving the effectiveness of management decisions. Based on the constructed forecast models, an assessment of the main indicators for the production of defective repeaters was made and a forecast for 2018 was constructed. The results of using the most common decision criteria for reducing repetition marriages are presented. With the help of predictive models and decision criteria, the effectiveness of reducing the marriage is determined and the best strategy for reducing the marriage is proposed.

***Keywords:*** forecast, criteria, modeling, efficiency, quality department, reduction of rejects, antennas.

Известно что в за последнее годы спрос на усилители сотового сигнала все больше и больше растет. Это связано с тем что нужна связь там где ее нет: подвальные помещения, монолитные дома, базовая станция оператора в далеко(плохой сигнал) и т.к. Там где не сигнала, поможет репитер. А если есть спрос, есть и предложение. На сегодняшний день, одно из лидирующих позиций занимает компания ООО «Полоса Частот» по предоставлению услуг по усилению сотового сигнала.

Продукция ООО «Полоса Частот» эксплуатируется по всей России. Компания специализируется в усиление связи. Основным производством является: производство слабо мощных усилителей связи, антенны как внешние, так и внутренние. Предприятие осуществляет полный цикл создания продукции - от проектирования и опытного производства до серийного изготовления. Обладает полным технологическим циклом машиностроительного производства.

ООО «Полоса частот» оборудован современным информационно-вычислительным комплексом, обслуживающим все подразделения предприятия.

Проведённый анализ показал, что компании ООО «Полоса Частот» гарантирует должный уровень качества за счет контроля сырья и произ-

водственных процессов, вопрос повышения качества продукции является актуальным. Качество продукции выступает важнейшим составляющим элементом ее конкурентоспособности. Поэтому руководство компании должно проводить исследования и анализировать статистику по браку.

На основании вышеизложенного, цель исследования заключается в системном анализе направлений деятельности компании ООО «Полоса Частот» для повышения эффективности принимаемых управлеченческих решений по снижению количества брака усилителей связи (репитеров).

Рассмотрев данные за последний 12 месяцев из отдела качества, указанные в журнале производство брака деталей, с мая 2017 года по апрель 2018 г., исследуем производства брака, часто покупаемых на рынке репитер PicoCell 900SXВ, а для остальных репитеров произведем аналогичный расчеты [4].

*Таблица 1*  
**Данные по производству брака деталей**

Месяц	Процент брака при производстве репитера PicoCell 900SXВ	Процент брака при производстве репитера PicoCell 2000SXВ	Процент брака при производстве репитера VT-3G 1ed 2017	Процент брака при производстве репитера VT-900 1ed 2017	Процент брака при производстве репитера VT2-3G
Май 2017 г.	1,39	2,5	0,2	1,5	3,2
Июнь 2017 г.	1,12	4,08	0,8	1,2	2,8
Июль 2017 г.	2,1	3,7	1,6	0,9	3
Август 2017 г.	0,8	6,48	1,61	1,53	2,1
Сентябрь 2017 г.	2,66	3,66	2,86	1,78	3,69
Октябрь 2017 г.	1,59	2,82	3,18	1,23	2,56
Ноябрь 2017 г.	3	2,12	2,6	0,68	1,9
Декабрь 2017 г.	4,2	3,43	3,12	0,98	1,56
Январь 2018 г.	2,663	2,7	2,45	1,47	2,54
Февраль 2018 г.	3,5	1,15	1,89	1,2	3,17
Март 2018 г.	3,9	1,13	1,27	0,6	2,84
Апрель 2018 г.	4,6	1,47	2,31	1,19	2,34

Используя данные динамического ряда за последние 12 по производству брака [2], представленные в таблице 1, были произведены расче-

ты в программе MicrosoftExcel и построены прогнозные модели. Вычислив коэффициент детерминации, являющийся критерием, позволяющим оценить качество модели, что прогнозное значение количества производства брака деталей будет иметь 3 линейны модели, логарифмическая и степенная модель с восходящим трендом, что в свою очередь означает, что ожидаемое количество брака уменьшиться. На рисунках 1-4 представлен график прогнозной модели ожидаемого уменьшение количества браков [1].



Рис. 1 Диаграмма логарифмической модели



Рис.2 Диаграмма линейной модели

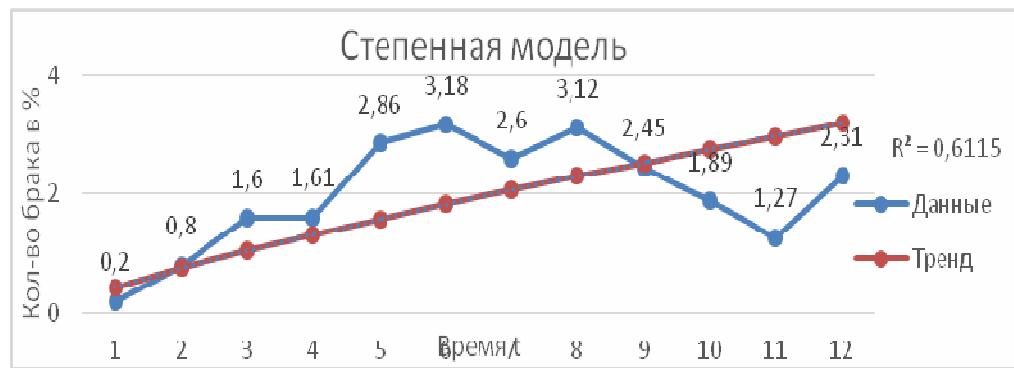


Рис.3. Диаграмма степенной модели



Рис.4. Диаграмма линейной модели



Рис.5 Диаграмма линейной модели

### Ожидаемый уровень

Таблица 2

Исследуемый показатель	Период	Интервальные значения прогноза	Нижняя граница	Верхняя граница
Процент брака при производстве репитера PicoCell 900SX В	Май 2018г	$\bar{V}_{17} = 5,78 \pm 1,23$	4,55≈4	7,01≈7
Процент брака при производстве репитера PicoCell 2000SX В	Май 2018г	$\hat{y}_{17} = 4,538 \pm 0,917$	3,62	5,45
Процент брака при производстве репитера VT-3G led 2017	Май 2018г	$\hat{y}_{17} = 4,235 \pm 1,749$	2,48	5,98

Таблица 2

## Ожидаемый уровень

Процент брака при производстве репитера VT-900 led 2017	Май 2018г	$\hat{y}_{17} = 3.3052 \pm 0,7605$	2,54	4,065
Процент брака при производстве репитера VT2-3G	Май 2018г	$\hat{y}_{17} = 4.027 \pm 1,015$	3,012	5,042

**Рекомендации по уменьшению брака детали производства**

Проведённый анализ показал: чтобы предприятие могло не останавливать производство репитеров, необходимо действовать следующим образом.

**1. Зафиксировать весь получаем брак на предприятии и занести в таблицу.**

На предприятие ООО «Полоса Частот» в отделе качества, видеться журнал, в котором фиксируются брак. Для удобного видения, лучше использовать Excel. Чтобы получить показательную статистику, необходимо проанализировать данные не менее чем за год.

Таблица 3

## Анализ данных

Деталь	Дата	Номер детали	Объем брака	Причины брака
репитер PicoCell 900SXБ	...	...	...	...
репитер PicoCell 2000SXБ	...	...	...	...
репитер VT-3G led 2017	...	...	...	...
репитер VT-900 led 2017	...	...	...	...
репитер VT2-3G	...	...	...	...

**2. Аналогичные причины возникновения брака репитеров, объединить в одну группу.**

Выделив группы схожих причин брака, следует рассчитать количество случаев за период и потери от них.

Анализ показал, основными причинами брака являются: не правильная заготовка пресс-формы; ошибка ввода данных в компьютер; не

исправность комплекса станков; микротрешины при рентгене репитера; плохая очистка детали при перемещение на другой станок.

### **3. Провести анализ.**

После группировки, как правило, выясняется, что лишь несколько одинаковых причин постоянно повторяются и вызывают основную массу брака за период. Именно с ними следует работать в первую очередь.

### **4. Найти причину максимальных потерь, с большим количеством случаев производственного брака.**

Следовательно, ее надо анализировать в первую очередь.

### **5. Исключить или снизить возможность повторения частых причин брака.**

На предприятие ООО «Полоса Частот» производство репитеров зависит от пресс-формы, ввода данных в компьютер станка мастером. Иногда мастер ошибается при вводе данных, тогда повреждается пресс-форма и детали будут слишком мягкие или слишком твердые. Слишком мягкие быстро изнашиваются и становиться не пригодными, а слишком твердые детали могут иметь микротрешины, которые приводят к разрушению [3].

Отдел качества провел проверку на наличие брака, пришел к выводу что пресс-форма повреждена. Поврежденную пресс-форму ремонтируют или заказывают новую, но на это уходит много времени. Произведенные детали с браком идут на переплавку для вторичного производства, что замедляет процесс выпуска репитера.

Чтобы в будущим процесс выпуска, был без задержек, было принято решение. Заготовить резерв репитеров из переплавленного брака и добавить сотрудника. Резерв репитеров поможет избежать замедление выпуска, если повредиться пресс-форма. Дополнительный сотрудник будет предварительно, перед вводом данных, сверять данные. В результате доля брака существенно снизилась.

До того как мы внесли новые изменение в процесс производства, руководство не было довольно сотрудниками по выполнение плана, списывали на невнимательность и человеческий фактор. После внедрения нового процесса, количество брака значительно уменьшилось и отставания от плана производство деталей стал минимальным, следовательно и выпуск репитеров не останавливалась.

### **6) Разработать и ввести в действие систему мотивации персонала, направленную на сокращение брака.**

Среди возможных мер: определенная сумма депремирования работника за выпуск продукции с браком или за допущенную ошибку, премии за снижение брака выше нормативного процента, размещение

индивидуальных показателей сотрудников на стендах. После внедрения такой системы мотивации уровень брака на предприятии существенно снизится.

## **7. Организовать постоянный процесс повышения качества.**

Для повышение качества, надо иметь в резерве как минимум 2-3 пресс-формы, когда одна в ремонте, другая то же может повредиться. Так же не обходимо определять индивидуальные качества, каждого сотрудника. В дальнейшем ежемесячно вызывайте линейных руководителей производства (бригадиров, начальников смен и т. п.) и запрашивайте информацию об этих показателях. Бригадиры должны отчитаться за членов бригады, руководители участков – за бригадиров, начальники цехов – за руководителей участков, директора производств – за руководителей цехов. Каждый из начальников обязан ежемесячно докладывать об улучшении или ухудшении показателей, выделять лучших сотрудников, рассказывать о мероприятиях, которые планируются на следующий месяц. Целеустремленных, перспективных и хороших поощрять, вывешивать портреты на стенды.

Проведённые исследования показали, что ООО «Полоса Частот» продолжает развиваться, в будущем планирует модифицировать репитеры и их характеристики. На петербургском рынке составляет сильную конкуренцию в области продаж усилителей сотового сигнала, ориентированную на требования клиентов и высокое качество. Безупречная репутация бренда ООО «Полоса Частот» основана на высоком качестве продукции, использовании качественных микросхем знаменитых фирм таких, как «PicoCell», «Московские микроволны», «Vegatel». Выбирая производственных партнёров, ООО «Полоса Частот» зарекомендовала себя, как прежде всего, качественного поставщика поставляемой продукции и работы, имя которого давно уже стало синонимом таких понятий, как «надёжность» и «стабильность производства».

В результате проведённого анализа выявлены следующие тенденции:

- Процент брака при производстве репитера PicoCell 900SXB изменится. В сентябре 2017 года ожидается от 4 до 7%.

-Процент брака при производстве репитера PicoCell 2000SXB измениться. В сентябре 2017 года ожидается от 3,62% до 5,45%.

-Процент брака при производстве репитера VT-3G led 2017 увеличиться но не значительно. В сентябре 2017 года ожидается от 2,48% до 5,98%.

- Процент брака при производстве репитера VT-900 led 2017. В сентябре 2017 года ожидается от 2,54% до 4,065%.

-Процент брака при репитер VT2-3G. В сентябре 2017 года ожидается от 3,012 до 5,042%.

Для улучшения производства репитеров в ООО «Полоса Частот», выбранные рекомендации позволяют не останавливать выпуск репитеров.

### **Список литературы**

1. Афанасьева О.В. Информационно-статистическая оценка эффективности работы отдела технических средств и средств связи ООО «Инженерные системы»/ О.В. Афанасьева, А.И. Яковлев// Наука как движущая антикризисная сила: инновационные преобразования, приоритетные направления и тенденции развития фундаментальных и прикладных научных исследований. Сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 15-16 января 2016г..СПб.: КУЛЬТ-ИНФОРМ-ПРЕСС, 2016. С.91-95.
2. Афанасьева О.В. Анализ качества продукции предприятий минерально-сырьевого комплекса на основе модификации метода последовательного анализа/ О.В. Афанасьева, М.П. Афанасьев// Экономические проблемы и механизмы развития минерально-сырьевого комплекса (российский и мировой опыт): сборник научных трудов Международной научной конференции, 2-3 декабря 2015г.- СПб.: Изд-во Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2015.- С. 262-265.
3. Афанасьева О.В. Математические методы системного анализа и теории принятия решений: Учебное пособие / О.В. Афанасьева, Д.А. Первухин. - СПб.: Изд-во ООО «СатисЪ», 2014.-148с.
4. Голик, Е.С. Системное моделирование. Ч.1. Имитационное моделирование. Факторный эксперимент: учебно-методический комплекс (учебное пособие)/ Е.С. Голик, О.В. Афанасьева.- СПб.: Изд-во СЗТУ, 2007. – 211с.
5. Теория принятия решений (дополнительные главы): учеб.пособие /Д.А. Первухин. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2009. – 209 с
4. Интернет магазин ООО «Полоса Частот» <http://spb-repiter.ru/>

УДК 303.7032.4

*Первухин Дмитрий Анатольевич<sup>1</sup>,*  
д-р. техн. наук, проф. кафедры системного анализа и управления,  
*Григорьева Екатерина Дмитриевна<sup>2</sup>,*  
студентка 1 курса магистратуры экономического факультета

## **АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ДОБЫЧЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННО-СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ**

г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский горный университет,  
<sup>1</sup>pervuchin@rambler.ru; <sup>2</sup>kategriegoreva@list.ru

**Аннотация.** В статье приводятся результаты системного анализа деятельности промышленного предприятия по добыче и переработке драгоценных металлов, для оценки характеристик его работы и повышения эффективности принимаемых решений. В качестве объекта исследования выбрано АО «Полиметалл». В конце ста-

тыи приведена оценка транспортного обеспечения на ведущем месторождении компании.

**Ключевые слова:** прогноз, моделирование, логистика.

**Dmitry A. Pervukhin<sup>1</sup>,**

dr. of Engineering Sciences, prof. at the department  
of Systems Analysis and Management.

**Ekaterina D. Grigoreva<sup>2</sup>,**

first-year Master's Degree student at the department of Economics

## **ANALYSIS OF ACTIVITY OF THE INDUSTRIAL ENTERPRISE ON THE MINING AND PROCESSING OF PRECIOUS METALS WITH THE USE OF INFORMATION-STATISTICAL METHODS**

Saint Petersburg, Saint Petersburg mining university

<sup>1</sup>pervuchin@rambler.ru; <sup>2</sup>kategriigoreva@list.ru

**Abstract.** In the article results of the system analysis of activity of the industrial enterprise on extraction and processing of precious metals, for an estimation of characteristics of its work and increase of efficiency of the made decisions are resulted. Polymetal JSC was chosen as an object of research. At the end of the article, an assessment of the transportation security at the company's leading field is given.

**Keywords:** Forecast, modeling, logistics.

История формирования рынка драгоценных металлов тесным образом связана с историей развития человечества. Золото и серебро являются неким показателем экономического процветания и богатства страны, именно поэтому добыча данных драгоценных металлов имеет своё особое значение для любого государства.

Главным драгоценным металлом по всему миру считается, конечно же, золото. Золотодобыча является одним из самых перспективных направлений не только мировой, но и российской промышленности. В золотодобывающей отрасли на данный момент существует масса горных предприятий, которые имеют различные горно-геологические условия, объемы запасов полезного ископаемого, уровень геологоразведочных работ. Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод о том, что работа, направленная на системное исследование предприятия по добыче и переработке золота, является весьма актуальной. В качестве анализируемого предприятия мною выбрано АО «Полиметалл» - один из лидеров золотодобывающей отрасли на территории нашей страны.

Целью настоящей работы является системное исследование деятельности промышленного предприятия по добыче и переработке драгоценных металлов. В качестве анализируемого драгоценного металла выбрано золото. Системное исследование проведено на примере АО «Полиметалл» - компании, которая является доминирующим российским производителем серебра, а также вторым после «Полюс Золото» произ-

водителем золота. Часть анализа посвящена месторождению Албазино, которое является структурным подразделением данного предприятия.

Золото добывается примерно в 70-ти странах мира.

Стоит отметить, что география золотодобычи в мире за последние несколько десятилетий кардинально изменилась. Если в 80-х годах прошлого столетия ЮАР являлся крупнейшим производителем золота в мире, то уже в 2000-х на лидирующие позиции вышли такие страны, как Китай, Австралия и США. Бурный рост золотодобычи в данных странах прежде всего связан с применением карьерного способа разработки месторождений, а также с открытием новых методов обогащения руды.

Россия занимает одно из ведущих мест в мире по уровню обеспеченности запасами и минерально-сырьевыми ресурсами золота мира. По оценкам экспертов, в недрах России хранится более 25 тыс. т золота, а средняя ежегодная добыча составляет порядка 190 тонн. В Российской Федерации запасами и прогнозными ресурсами обладают 39 субъектов Федерации, которые в основном сосредоточены в 5 федеральных округах страны. 5 основных регионов по добыче золота представлены на слайде. Российские ресурсы и запасы драгоценного металла привлекают внимание многих золотодобывающих компаний, в том числе самых крупных. Лидером является компания «Полюс Золото», другие крупные компании представлены также на данном слайде.

АО «Полиметалл» - одна крупнейших горнорудных компаний на территории РФ, которая занимается добычей золота, серебра и меди.

На данный момент в арсенале компании имеются 4 хаба, 5 крупных самостоятельных месторождений и несколько проектов на стадии разработки. Более того, Полиметалл инвестирует значительные денежные средства в геологоразведку, что позволяет продлить срок службы существующих месторождений, а также открыть новые источники для самостоятельных проектов развития. Несмотря на хорошие активы, руководство компании постоянно находится в режиме мониторинга минерально-сырьевой базы России с целью выявления потенциально перспективных участков недропользования, которые в долгосрочной перспективе заменят существующие месторождения и обеспечат успех и лидирующие места в рейтинге золотодобытчиков не только в России, но и в мире.

Албазино — уникальнейшее месторождение золота на Дальнем Востоке, и его можно по праву назвать образцовым предприятием «Полиметалла». Ведь это первый за последнее десятилетие производственный комплекс, построенный в Хабаровском крае «с нуля», в глубокой тайге. Албазинская руда является упорной, то есть не поддается прямому способу извлечения золота – выщелачиванию. Для её дальнейшей переработки требуется обогащение. Для этого на Албазино построена флота-

ционная фабрика производительностью 1,7 млн. тонн в год. Здесь руда перерабатывается до золотосодержащего концентрата, который в дальнейшем высушивается и перевозится на Амурский гидрометаллургический комбинат (АГМК) для дальнейшей переработки в слитки Доре.

Одним из основных показателей результативности горнодобывающего предприятия, от которого напрямую зависит величина чистой прибыли, является показатель добычи руды.

Исследование динамики показателя добычи, обоснование рациональных моделей его изменения и последующего прогноза составляют важнейшую задачу комплексного исследования любого предприятия.

Анализ производственных показателей компании по всем месторождениям показал, что объём добываемой руды за 5 лет вырос на 31%, что о говорит о средних темпах добычи.

На рис. 1 видно небольшое снижение показателей добычи руды за 2015 год. К факторам, повлиявшим на снижение объёмов добычи относят:

- Завершение открытой добычи на месторождениях Дальнее, Щоколь (Омолонский хаб) и Хаканджинское (Охотский хаб);
- Остановка флотационных установок на Варваринском месторождении и снижение объема добываемой руды;
- Сокращение запасов складированной руды на ведущих месторождениях;
- Изменение метода отработки руды на Майском месторождении.

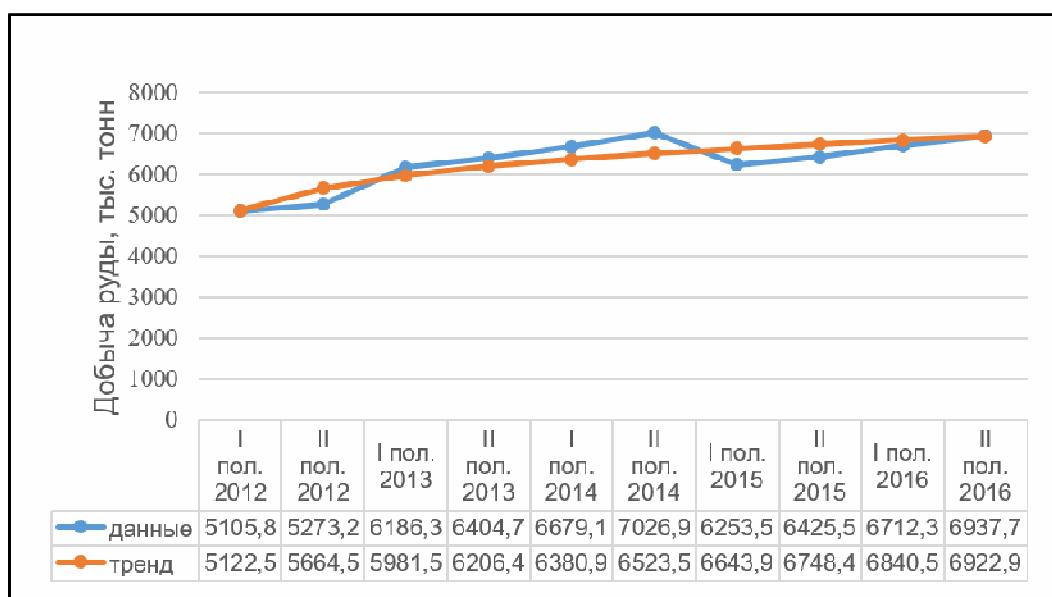


Рис. 1. Графическое отображение процесса аппроксимации с помощью модели логарифмического тренда

Расчет параметров прогнозных моделей произведен с помощью положений метода наименьших квадратов. Наиболее адекватно времен-

ной динамический ряд добычи руды АО «Полиметалл» по всем месторождениям может быть описан логарифмической моделью.

Построенный прогноз подтвердил рост показателей добычи руды и составил 14063 тыс.тонн на 2017 г., 14113 тыс. тонн на 2018г. соответственно.

На рис. 2 представлены результаты выбора оптимальной прогнозной модели для показателей добычи руды на месторождении Албазино. Наиболее адекватно временной динамический ряд добычи руды на месторождении может быть также описан логарифмической моделью. В 2015 году производство концентрата незначительно снизилось (примерно на 5 %), что объясняется запланированным снижением содержаний на месторождении, а также экспериментами над качеством производимого концентрата.

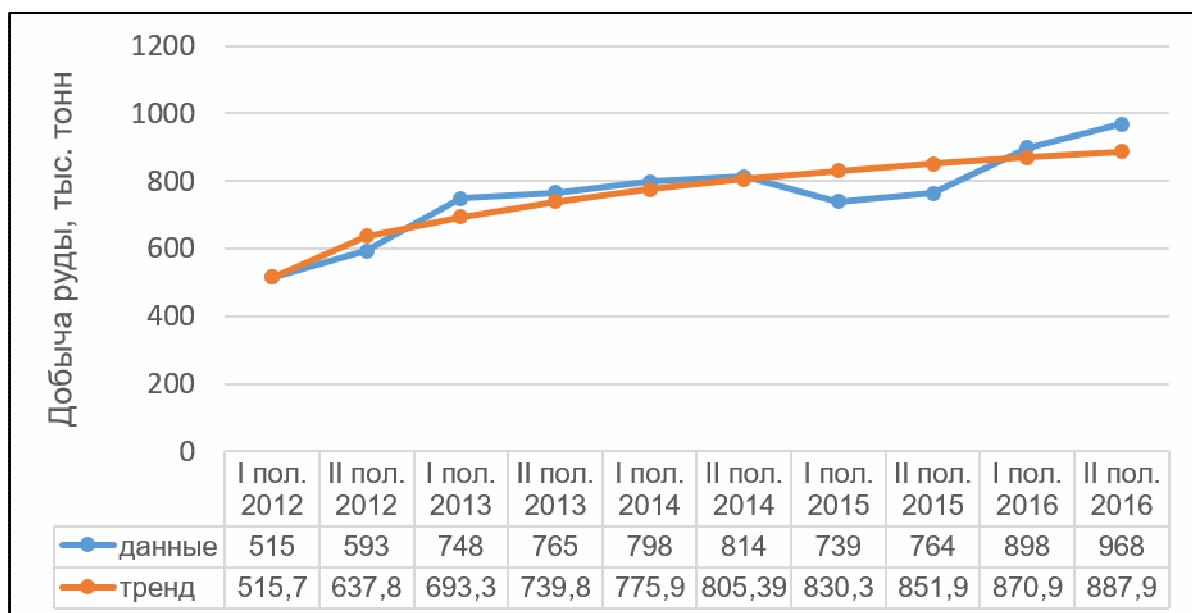


Рис. 2. Графическое отображение процесса аппроксимации с помощью модели логарифмического тренда

В качестве объяснения такой разницы можно привести тот факт, что месторождение Албазино при внушительной ресурсной базе долгое время оставалось невостребованным из-за отсутствия инфраструктуры и эффективной технологии переработки руды. В то же время, остальные месторождения АО «Полиметалл» уже давно выведены на производственные показатели, и срок их эксплуатации близится к окончанию. Полученные в конце исследования прогнозы на 2017 и 2018 г., доказывают тот факт, что добыча с каждым годом будет только увеличиваться. Добыча золота, согласно прогнозу, должна составить 2144 тыс. тонн в 2018 году.

Поскольку месторождение Албазино характеризуется высокими темпами роста показателей добычи и переработки руды, целесообразно проанализировать транспортное обеспечение процессов, осущ. на месторождении.

Перевозка на месторождении осуществляется с помощью экскаваторов типа ЭКГ-5Д и самосвалов Белаз-7540А.

Ранее построенный прогноз показал, что показатель добычи в 2018 вырастет по сравнению с 2016 годом на 15 %. Для перевозки руды в 2018 году необходимо 23 автосамосвала, что на 3 единицы больше по сравнению с 2016 годом. Количество экскаваторов остаётся неизменным.

Для транспортировки золотосодержащего концентрата в 2018 году понадобится 11 грузовых машин, что на 2 единицы больше по сравнению с 2016 годом.

В данной работе произведён системный анализ промышленного предприятия по добыче и переработке драгоценных металлов. В качестве объекта исследования выбрано АО «Полиметалл».

Для достижения цели работы поставлены и решены следующие задачи:

диагностирование состояния предприятия на основе обобщения внутренних и внешних исследований его деятельности;

сравнительный анализ производственной деятельности предприятия и его отдельных подразделений;

составление перспективного прогноза стратегии развития предприятия;

расчёт необходимого количества единиц техники для должного функционирования прогноза развития;

разработка рекомендаций по повышению производственных показателей.

Исследование проводилось с помощью методов статистического прогнозирования, сравнительного анализа и графического отображения информации.

## **Список литературы**

1. Математические методы системного анализа и теории принятия решений: Учебное пособие / О.В. Афанасьева, Д.А. Первухин. – СПб.: Изд-во ООО «СатисЪ», 2014. –148с.
2. Теория и методы прогнозирования: Учебное пособие / О.В. Афанасьева, Д.А. Первухин. Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». СПб, 2014. – 137 с.
3. Основы экономического прогнозирования. учеб. пособие / Н.М. Громова, Н.И. Громов. Москва: Академия Естествознания, 2006. – 194 с.

УДК 332.1

**Карпович Юлия Владимировна,**  
доцент кафедры экономики и финансов ПНИПУ, канд. экон. наук,  
**Паздникова Наталья Павловна,**  
доцент кафедры экономики и финансов ПНИПУ, канд. экон. наук

## **ПРОМЫШЛЕННОСТЬ РЕГИОНА: ЦИФРЫ И ФАКТЫ**

ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»,  
Россия, г. Пермь, e-mail: karpushki@mail.ru

**Аннотация.** Наличие достаточной ресурсной базы и высокий технологический уровень предприятий Пермского края обеспечивает условия для лидерства края по объему ВРП и промышленного производства. Однако на фоне развития некоторых отраслей, происходит и обратный процесс, что отражается на изменении структуры производственного потенциала в целом, динамике макроэкономических показателей. Обеспечение и отслеживание показателей развития промышленной сферы позволит максимально точно сформировать тенденции и угрозы относительно производственного потенциала региона. Способствовать этому должна система поддержки принятия решений на региональном и муниципальном уровне.

**Ключевые слова:** промышленность региона, факторы устойчивого развития, региональная система поддержки принятия решений

**Yulia V. Karpovich,**  
Associate Professor of the Economics and Finance Department  
of the PNRPU, Ph.D.  
**Natalia P. Pavzdnikova,**  
Associate Professor of the Economics and Finance Department  
of the PNRPU, Ph.D

## **INDUSTRY OF THE REGION: FIGURES AND FACTS**

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

**Abstract.** The availability of a sufficient resource base and a high technological level of enterprises of the Perm region provides conditions for the region's leadership in terms of GRP and industrial production. However, against the backdrop of the development of some industries, the reverse process is also taking place, which reflects the change in the structure of the production potential as a whole, and the dynamics of macroeconomic indicators. Provision and monitoring of industrial development indices will allow the most accurate formation of trends and threats regarding the production potential of the region. A

system of decision support at the regional and municipal levels can contribute to this process.

**Keywords:** regional industry, sustainable development factors, regional decision support system.

Сегодня не все российские регионы в своем стратегическом планировании ориентированы на развитие промышленности в силу особенностей ресурсного обеспечения, регионального законодательства, исторической специализации и других факторов. Достойный производственный потенциал на новой научно-технической базе предопределяет конкурентные позиции регионов и инвестиционную привлекательность для инвесторов, а следовательно, и будущий уровень жизни населения[1,2,3,4].

Какая ситуация, складывается в российских регионах в сфере промышленности?

Результаты РИАРЕЙТИНГА за девять месяцев 2017 года отражают следующую ситуацию. Рост промышленного производства произошел в 71-м субъекте Российской Федерации, и выросло во всех федеральных округах. Лидер промышленного производства за девять месяцев 2017 года стал Южный федеральный округ с индексом промышленности 105,5%, а среди аутсайдеров названы – Северный федеральный округ (100,4%). Следует отметить, что динамика промышленного производства в региональном разрезе характеризуется высоким уровнем неравномерности от 142,1% до 91,6%. Причем рост промышленного производства произошел преимущественно в регионах с развитым оборонно-промышленным сектором.

Пермский край является один из субъектов РФ, который входит в число 20 российских регионов — лидеров по объему ВРП и промышленного производства и в 2017 году индекс составил 104,4%. Экономика Пермского края преимущественно индустриальная, доля промышленности в ВРП достигает 55% (в РФ — 33,8%), этим регион схож с соседними регионами Урала и Поволжья – Удмуртией, Татарстаном, Нижегородской и Оренбургской областями. В диверсифицированной структуре экономики преобладают экспортно-ресурсные отрасли: нефтедобыча, нефтепереработка и химическая промышленность, а также машиностроение. Среди регионов ПФО Пермский край находится на втором месте по прибыли предприятий.

Структуру промышленной продукции составляют: добыча полезных ископаемых (индекс 2017 года - 99,4%), обрабатывающие производства (106,1%), производство и распределение электроэнергии, газа (110,6%) и воды (107,7%). Однако результаты анализа показателей промышленности в муниципальных образованиях Пермского края отражают несколько иную картину.

Ключевыми отраслями промышленности муниципальных образований являются сельскохозяйственная, лесная и пищевая промышленность. На их долю приходится 64,4% промышленности края в 2017 году (рис. 1).

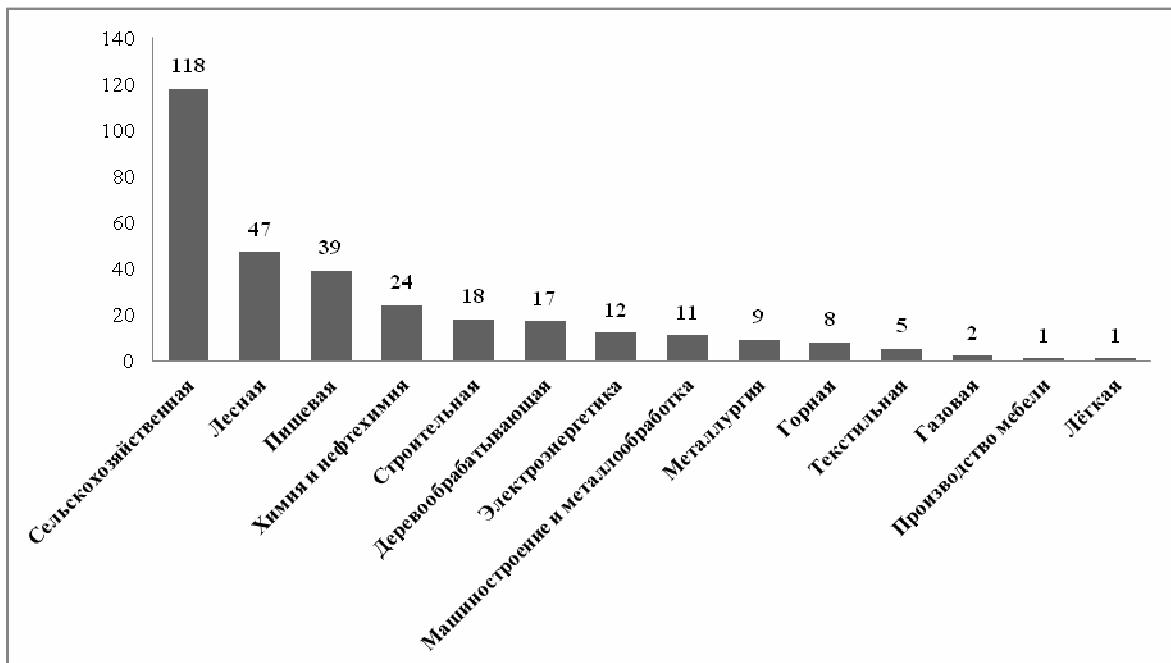


Рис. 1. Количество отраслевых предприятий в муниципальных образованиях Пермского края в 2017 году

Наличие достаточной ресурсной базы обеспечивает развитие сельскохозяйственной, лесной и пищевой промышленности. Нельзя не отметить, что основной продукцией химических предприятий являются калийные удобрения, а ПАО «Уралкалий» является одним из лидеров калийной отрасли не только в Пермском крае, но и в России, в мировом секторе. На долю компании в 2017 году приходилось около 20% мирового производства калийных удобрений.

Однако на фоне развития некоторых отраслей, происходит и обратный процесс, а именно, в муниципальных образованиях Пермского края за период 2013 - 2017 гг. было ликвидировано 24 предприятия, что отразилось на изменении структуры производственного потенциала в целом. Кроме того, положительным моментом является тот факт, что только за период 2014-2015 гг. было открыто 32 промышленных предприятия, что, пусть и незначительно, но положительно сказалось на таких макроэкономических показателях края как уровень безработицы, который сократился с 74,8 в 2014 году до 73,7 тыс. человек в 2017 году. Положительная подвижность количества предприятий отражается и на численности, занятых в экономике Пермского края по видам экономической деятельности (табл. 1).

Таблица 1

Темпы роста среднегодовой численности, занятых в экономике (по видам экономической деятельности), %

Вид деятельности	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	97,8	89,5	89,8	90,6
Добыча полезных ископаемых	18,1	18,7	19,1	19,3
Обрабатывающие производства	301,9	277,1	273,9	273,5
Электроэнергетика, газовая промышленность	32,9	31,8	31,8	31,6
Строительство	93,6	101,7	96,4	96,8

Безусловно, для перехода к устойчивому развитию необходимо учитывать факторы технологического уклада, природно-климатические, ресурсные возможности[5]. Однако обеспечение и отслеживание показателей развития промышленной сферы, позволит максимально точно сформировать тенденции и угрозы относительно производственного потенциала региона, а, следовательно, и стратегического развития в целом. Способствовать этому должна система поддержки принятия решений на региональном и муниципальном уровне. Сложность разработки такой системы обусловлена жесткими требованиями, которым она должна соответствовать. Это высокая информативность и сложность реальных проблем, варианты решения которых требуют согласования на разных уровнях власти. Начальный этап процесса реализации систем поддержки принятия решений на уровне региональной экономики связан с выявлением структурных особенностей в неструктурированных данных региональной статистики, посвященных социально-экономическому развитию, поступающих из разных источников.

Следующим этапом, требующим участия систем поддержки принятия решения является определение ключевых проблем региональной экономики и анализ тенденций, сравнений, исключений, присущих данным, накопленным в такой системе, а также подтверждение и интерпретация выявленных закономерностей, что в свою очередь способствует более быстрому нахождению соответствующих решений выявленных проблем с применением средств визуализации. В ходе этих двух предварительных этапов осуществляется, таким образом, подготовка основы для главного этапа процедуры принятия решений — моделирования в рамках современной технологической компьютерной среды.

Построение обобщенной модели экономики региона реализуется на комплексе взаимосвязанных имитационных и оптимизационных моделей с развитыми динамическими и информационными связями [6]. На завершающем этапе оценка вариантов или выбор по результатам экспериментальных исследований на основе имитационных моделей осуществляется с привлечением эксперта в выбранной сфере экономики, при

этом аналитической основой системы поддержки принятия решений в экономике региона является обобщенная имитационная модель экономики региона, аккумулирующая опыт решения задач управления с участием экспертов. Наличие в арсенале муниципальных и региональных органов управления таких систем поддержки принятия решений позволит решать конкретные стратегические задачи регионального социально-экономического развития.

### **Список литературы**

1. Региональная экономика: учеб. для вузов. Санкт-Петербург, 2014, 234 с.
2. Бережной А.Н. Потенциал экономики региона: проблематика терминологии. URL: <http://cyberleninka.ru> (дата обращения: 20.01.2017).
3. Крылатков П.П. Промышленное предприятие - как целостное системное образование // Вестник УРФУ. Серия: Экономика и управление. 2008. № 3. С. 4-11.
4. Степанов А.Я., Иванова Н.В. Категория потенциал в экономике/ Энциклопедия маркетинга. URL: <http://www.marketing.spb.ru> (дата обращения: 17.01.2017).
5. Федорищева О.В. Исследование причин и факторов, приводящих отечественное промышленное предприятие к кризисному состоянию // Вестник Оренбургского государственного университета. 2008. № 1 (80). С. 97-103.
6. Бабенышева А. Н. Использование систем поддержки принятия решений при компьютерном моделировании экономического развития региона // Молодой ученый. — 2016. — №13. — С. 299-303. — URL <https://moluch.ru/archive/117/32067/> (дата обращения: 02.04.2018).

УДК 519.237, 330.15

*Арженовский Сергей Валентинович*,  
профессор каф. статистики, эконометрики и  
анализа рисков РГЭУ (РИНХ), д-р экон. наук, профессор.

*Синявская Татьяна Геннадьевна*,  
доцент каф. статистики, эконометрики и  
анализа рисков РГЭУ (РИНХ), канд. экон. наук, доцент

## **СТАТИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ РИСКОВ РАЗВИТИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА МАКРОУРОВНЕ**

Россия, Ростов-на-Дону, Ростовский государственный  
экономический университет (РИНХ),  
[sarzhenov@gmail.com](mailto:sarzhenov@gmail.com), [sin-ta@yandex.ru](mailto:sin-ta@yandex.ru)

**Аннотация.** Авторами предложен статистический подход к формированию интегральной оценки рисков развития топливно-энергетического комплекса стран мира. Он представляет собой последовательное применение методов факторного и кластерного анализа для формирования рейтинга стран по уровню развития топливно-энергетического комплекса. Преимуществами подхода являются его универсальность, а также верifiцируемость, достоверность и обобщенность получаемых оценок. В результате было выделено четыре рейтинговых класса, характеризующих уровень рисков развития топливно-энергетического комплекса.

**Ключевые слова:** макроэкономический риск, энергетика, топливные ресурсы, многомерные статистические методы, кластерный анализ, факторный анализ, рейтинг

**Sergey V. Arzhenovskiy,**

Professor of Statistics, Econometrics and  
Risk Assessment Department «RSUE (RINH)»,  
Doctor in Economics, Professor

**Tatiana G. Sinyavskaya,**

Associate Professor of Statistics, Econometrics and  
Risk Assessment Department «RSUE (RINH)»,  
Candidate of Economics, Docent

## **STATISTICAL APPROACH TO THE INTEGRATED ASSESSMENT OF DEVELOPMENT FUEL AND ENERGY COMPLEX RISK AT THE MACRO LEVEL**

Russia, Rostov-on-Don, Rostov State University of Economics (RINH),  
sarzhenov@gmail.com, sin-ta@yandex.ru

**Abstract.** The authors propose a statistical approach to the formation of an integrated risks assessment of development of the fuel and energy complex of the countries. It is a consistent application of factor and cluster analysis methods to form a countries' rating by the level of development of the fuel and energy complex. The advantages of the approach are its versatility, as well as verifiability, reliability and generality of the resulting estimates. As a result, four rating classes characterizing the level of risks of the fuel and energy complex development were identified.

**Keywords:** macroeconomic risk, energy, fuel resources, multidimensional statistical methods, cluster analysis, factor analysis, rating

Риски топливно-энергетического комплекса (ТЭК) в настоящее время являются одними из наиболее существенных для экономики стран мира. Важность ТЭК для экономики страны невозможно переоценить, как и значительность угроз для его функционирования и развития с точки зрения национальной безопасности. В связи с этим возникает необходимость в разработке подходов к формализованной статистической оценке рисков развития ТЭК, позволяющих получать достоверные воспроизводимые результаты.

Тем не менее, несмотря на значительное количество публикаций, посвященных тематике развития ТЭК, работы, использующие статистический инструментарий для оценки рисков, практически отсутствуют. В основном проводится оценка рисков инвестиционных проектов и программ ТЭК [1], [2], региональных рисков ТЭК [3]. В зарубежных публикациях рассматриваются вопросы оценки глобальных, геополитических и рыночных рисков [4], ценовые риски в энергетике [5] и др. Однако методический инструментарий оценки макроэкономических рисков ТЭК, основанный на современных статистических методах, в современных научных публикациях отсутствует.

Для формирования оценок макроэкономических рисков развития ТЭК были использованы данные Статистического обзора мировой энергетики BP<sup>2</sup> за 2016 год. Оценки рисков получены поэтапным использованием методов факторного и кластерного анализов. На первом этапе было проведено снижение размерности признакового пространства по группам переменных с применением факторного анализа. На втором были выделены группы стран мира по уровню развития ТЭК с использованием кластерного анализа по полученным главным факторам. На третьем этапе полученные результаты использованы для построения рейтинговых оценок макроэкономических рисков развития ТЭК.

По предположению авторов, интегральный риск развития ТЭК можно оценить на основе информации об уровне его развития. При наличии диспропорций и недостаточном уровне развития отдельных его компонентов возникают уязвимости, продуцирующие риски. Было использовано 20 переменных по 105 странам. Переменные были сгруппированы следующим образом:

- 1) группа потребления;
- 2) группа запасов;
- 3) группа добычи.

Отдельно рассмотрена переменная, отражающая уровень производства электроэнергии (в террават-часах).

По каждой группе переменных был проведен факторный анализ и получены следующие результаты. В таблице 1 представлены факторные нагрузки для двух полученных факторов для показателей потребления энергии.

*Таблица 1*  
**Факторные нагрузки для группы показателей потребления энергии**

Показатель	Фактор 1	Фактор 2
Первичная энергия	0,811	0,530
Нефть	0,617	0,753
Газ	0,307	0,900
Атомная	0,265	0,914
Гидроэнергия	0,918	0,101
Возобновляемая (другие виды)	0,799	0,548
Солнце	0,618	0,307
Ветер	0,778	0,564
Геотермальная, биомассы	0,696	0,457
Собственные числа	6,72	0,88
Доля дисперсии, %	46,2	38,1

Примечание. Факторные нагрузки получены методом главных факторов с варимакс вращением. Курсивом выделены коэффициенты, превышающие 0,7.

<sup>2</sup> BP. Statistical Review of World Energy

<https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/excel/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-underpinning-data.xlsx>

Первый фактор может быть проинтерпретирован как потребление первичной электроэнергии и энергии, выработанной возобновляемыми источниками, второй – невозобновляемыми традиционными. Два фактора объясняют 84,3 % первоначальной вариации исходных 9 признаков. На рисунке 1 представлено распределение стран мира на плоскости двух выявленных факторов потребления. Как видно, наиболее далеко отстоят от других стран США – по второму фактору, и Китай – по первому. Также выделяются по второму фактору Россия и Франция, и Бразилия – по второму.

В таблице 2 представлены факторные нагрузки, полученные для группы показателей запасов источников энергии.

Первый фактор может быть проинтерпретирован как установленные мощности нефти, угля, солнечной и ветровой энергии, второй фактор как разведанные запасы нефти и газа. Два фактора объясняют 83,7 % первоначальной вариации исходных 7 признаков.

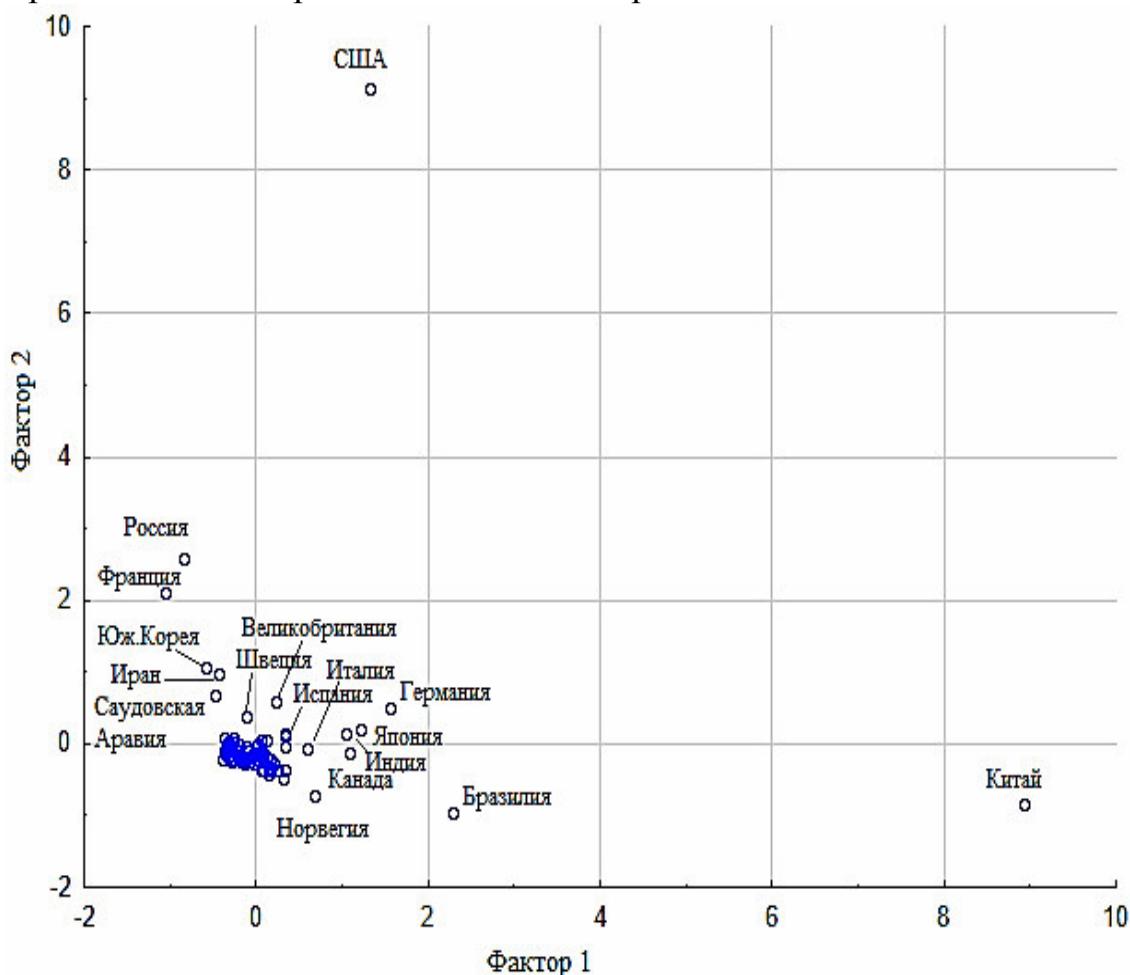


Рис. 1. Страны мира на плоскости двух интегральных факторов потребления Электроэнергии

Таблица 2

## Факторные нагрузки для группы показателей запасов источников энергии

Показатель	Фактор 1	Фактор 2
Нефть, разведано	-0,031	0,840
Нефть, мощности переработки	0,932	0,248
Газ, разведано	0,134	0,850
Уголь, разведано	0,883	0,205
Геотермальная установленная	0,561	-0,015
Солнечная установленная	0,885	-0,065
Ветровая установленная	0,929	-0,015
Собственные числа	3,71	1,46
Доля дисперсии, %	51,8	21,9

Примечание. Факторные нагрузки получены методом главных факторов с варимакс вращением. Курсивом выделены коэффициенты, превышающие 0,7.

На рисунке 2 представлено распределение стран мира на плоскости полученных главных факторов запасов энергетических ресурсов и мощностей энергетического производства. По первому фактору значительно выделяются США и Китай, по второму – Иран, Россия, Венесуэла и Саудовская Аравия.

По третьей группе переменных, отражающих добычу энергетических ресурсов, в отличие от двух первых, был выделен один главный фактор (табл. 3).

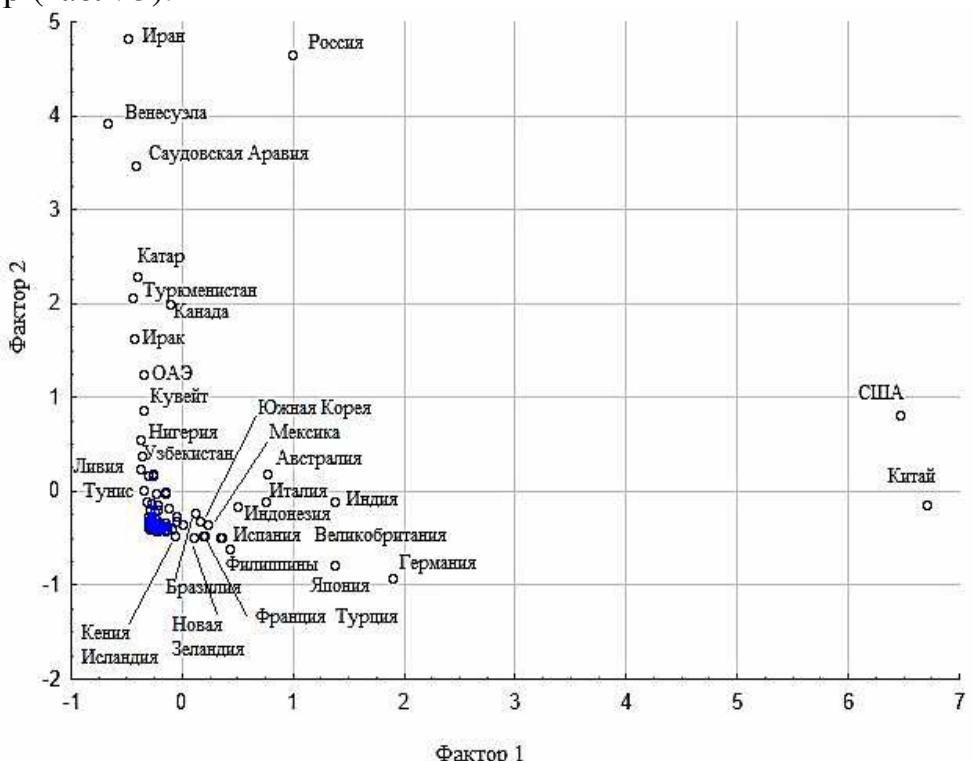


Рис. 2. Страны мира на плоскости двух интегральных факторов запасов источников электроэнергии

Таблица 3

**Факторные нагрузки для группы показателей добычи энергоресурсов**

Показатель	Фактор 1
Нефть	0,942
Газ природный	0,933
Уголь	0,157
Собственное число	1,97
Доля дисперсии, %	59,4

Примечание. Факторные нагрузки получены методом главных факторов с варимакс вращением. Курсивом выделены коэффициенты, превышающие 0,7.

Интегральный фактор может быть проинтерпретирован как нефтегазовое производство и объясняет 59,4 % первоначальной вариации исходных 3 признаков.

На следующем этапе был проведен кластерный анализ по 5 выделенным главным факторам и пронормированному показателю производства электроэнергии. Результаты представлены в таблице 4. Использован *EM* алгоритм, не требующий априорного задания числа кластеров. Кластерный анализ также был проведен в несколько этапов.

На первом было выделено 4 кластера, на втором этапе 3-4 кластеры были разделены на отдельные подкластеры. Это было сделано с целью разделения стран, попавших в три последних кластера, на группы меньшей численности, с целью получения более точных итоговых рейтинговых оценок риска. Кластеры и подкластеры расположены в порядке снижения развитости ТЭК и, соответственно, возрастания уровня рисков развития ТЭК.

На рисунке 3 представлены средние значения по четырем кластерам, выделенным на первом этапе. Видно, что значительно более высокие средние значения по всем показателям характерны для первого кластера, включающего всего три страны: Российскую Федерацию, США и Китай. Таким образом, для членов данного кластера характерен минимальный уровень интегрального макроэкономического риска развития ТЭК. Наибольшие средние значения характерны для запасов возобновляемых ресурсов и производства электроэнергии, и наименьшие – для запасов нефти и газа.

Для второго кластера характерен значительно более низкий средний уровень показателей по сравнению с первым. Другими словами, уровень развития ТЭК в странах, попавших в этот кластер, ниже, а уровень интегрального риска развития ТЭК – выше. Наибольшее значение характерно для запасов нефти и газа, то есть данный кластер имеет более низкий уровень риска, связанного с разведанными запасами нефти и газа.

Таблица 4

## Результаты классификации, ЕМ алгоритм

Кластер	Под-кластер	Страны	Средние					
			Интегральные факторы потребления		Интегральные факторы запасов		Интегральный фактор добычи	Производство электроэнергии
			Фактор 1	Фактор 2	Фактор 1	Фактор 2		
1	-	Россия, США, Китай	3,14	3,63	4,72	1,78	3,95	4,84
2			0,22	0,14	0,17	0,75	0,40	0,15
	2.1	Канада, Иран, Саудовская Аравия	0,06	0,51	-0,34	3,43	2,26	0,25
	2.2	Мексика, Франция, Италия, Испания, Великобритания, Австралия, Индонезия, Филиппины, Южная Корея	-0,05	0,41	0,41	-0,31	-0,16	0,12
	2.3	Бразилия, Германия, Индия, Япония	1,52	-0,02	1,19	-0,51	-0,16	0,90
	2.4	Венесуэла, Норвегия, Туркменистан, Ирак, Кувейт, Катар, ОАЭ, Нигерия	-0,07	-0,22	-0,42	1,56	0,61	-0,23
3			-0,09	-0,15	-0,21	-0,22	-0,20	-0,18
	3.1	Аргентина, Бельгия, Чехия, Нидерланды, Польша, Швеция, Турция, Украина, Египет, ЮАР, Африка (другие страны), Новая Зеландия, Пакистан, Сингапур, Тайвань, Таиланд	-0,14	-0,03	-0,11	-0,32	-0,28	-0,10
	3.2	Колумбия, Эквадор, Перу, Южная и Центральная Америка (другие страны), Беларусь, Казахстан, Европа и Азия (другие страны), Ближний Восток (другие страны), Бангладеш, Малайзия, Вьетнам	0,18	-0,28	-0,24	-0,24	-0,19	-0,16
	3.3	Тринидад и Тобаго, Азербайджан, Дания, Румыния, Узбекистан, Израиль, Оман, Йемен, Алжир, Ангола, Ливия, Тунис, Бирма	-0,28	-0,19	-0,31	-0,07	-0,11	-0,28
			-0,29	-0,22	-0,26	-0,39	-0,36	-0,29
4	4.1	Боливия, Бахрейн, Сирия, Конго, Гвинея, Габон, Судан, Бруней	-0,40	-0,21	-0,31	-0,36	-0,31	-0,32
	4.2	Чили, Австрия, Болгария, Финляндия, Греция, Венгрия, Литва, Португалия, Швейцария, Гонконг	-0,06	-0,23	-0,23	-0,39	-0,37	-0,25
	4.3	Исландия, Кения	-0,40	-0,21	-0,07	-0,47	-0,37	-0,32
	4.4	Кюрасао, Гватемала, Гондурас, Уругвай, Сербия, Чад, Эфиопия, Марокко, Зимбабве, Монголия, Новая Гвинея	-0,33	-0,31	-0,34	-0,35	-0,34	-0,32
	4.5	Коста-Рика, Сальвадор, Никарагуа, Ирландия, Словакия	-0,37	-0,19	-0,25	-0,40	-0,37	-0,30

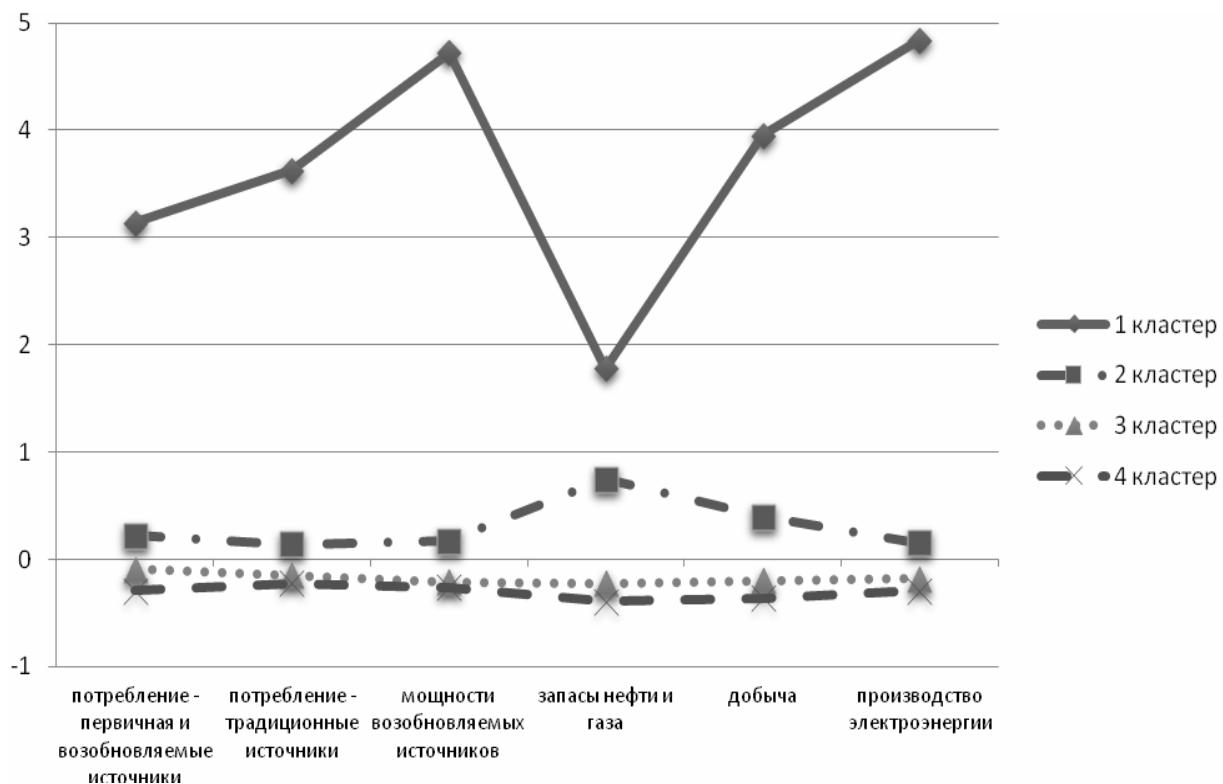


Рис. 3. Средние значения по кластерам, выявленным на первом этапе

Средние значения показателей в третьем кластере ненамного превышают значения показателей четвертого кластера. Таким образом, для двух этих кластеров характерен наиболее высокий уровень интегрального риска развития ТЭК, оцененного по рейтинговой шкале.

В таблице 5 представлены интегральные рейтинговые оценки уровня рисков развития ТЭК стран мира по состоянию за 2016 год. Рейтинговая шкала построена на основании результатов кластерного анализа следующим образом.

На основании четырех кластеров, выделенных на первом этапе кластерного анализа, сформировано четыре рисковых (рейтинговых) группы<sup>4</sup> А, В, С, Д. Их интерпретация связана с различиями в средних значениях показателей (см. табл. и рис. 3): так как кластеры со второго по четвертый имеют значительно более высокий уровень риска развития ТЭК по сравнению с первым.

Таким образом, полученная рейтинговая оценка рисков развития ТЭК обладает следующими преимуществами:

- построена на основании верифицируемых данных статистики;
- сформирована с использованием современных многомерных статистических методов, что гарантирует качество и воспроизводимость полученных результатов;
- является интегральной с точки зрения всех основных показателей развития ТЭК.

Таблица 5

## Интегральные рейтинговые оценки уровня рисков развития ТЭК, за 2016 год

Страны	Рейтинговая группа	Интерпретация уровня риска
Россия, США, Китай		
Канада, Иран, Саудовская Аравия		
Мексика, Франция, Италия, Испания, Великобритания, Австралия, Индонезия, Филиппины, Южная Корея	B+	
Бразилия, Германия, Индия, Япония	B-	
Венесуэла, Норвегия, Туркменистан, Ирак, Кувейт, Катар, ОАЭ, Нигерия	B--	
Аргентина, Бельгия, Чехия, Нидерланды, Польша, Швеция, Турция, Украина, Египет, ЮАР, Африка (другие страны), Новая Зеландия, Пакистан, Сингапур, Тайвань, Таиланд	C+	
Колумбия, Эквадор, Перу, Южная и Центральная Америка (другие страны), Беларусь, Казахстан, Европа и Азия (другие страны), Ближний Восток (другие страны), Бангладеш, Малайзия, Вьетнам	C	высокий уровень рисков ТЭК
Тринидад и Тобаго, Азербайджан, Дания, Румыния, Узбекистан, Израиль, Оман, Йемен, Алжир, Ангола, Ливия, Тунис, Бирма	C-	
Боливия, Бахрейн, Сирия, Конго, Гвинея, Габон, Судан, Бруней	D++	
Чили, Австрия, Болгария, Финляндия, Греция, Венгрия, Литва, Португалия, Швейцария, Гонконг	D+	
Исландия, Кения	D	
Кюрасао, Гватемала, Гондурас, Уругвай, Сербия, Чад, Эфиопия, Марокко, Зимбабве, Монголия, Новая Гвинея	D-	очень высокий уровень рисков ТЭК
Коста-Рика, Сальвадор, Никарагуа, Ирландия, Словакия	D--	

Тем не менее, интегральность полученной оценки не дает возможности выявления отдельных уязвимостей развития ТЭК на макроуровне, что задает направление дальнейших исследований в данном направлении.

## Список литературы

1. Кононов Ю.Д., Кононов Д.Ю. Влияние характера неопределенности на инвестиционные риски и конкурентоспособность крупномасштабных проектов и вариантов развития систем//Проблемы анализа риска. – 2012. – №4. – С. 48-53.
2. Елисеева О. А., Лукьянов А. С., Тарасов А. Э. Исследование перспектив и анализ рисков развития газовой отрасли России // Изв. РАН. Энергетика. – 2010. – № 4. – С. 119-132.
3. Кондраков О.В., Лапшин В.Ю. Методология оценки риска в контексте экономической безопасности топливно-энергетического комплекса // Российское предпринимательство. – 2014. – № 6. – С. 69-79
4. Perspectives on Energy Risk/Eds. Dorsman A., Geek T., M. B. Karan, Springer, 2014, 220 p.
5. Managing Energy Price Risk/Ed. V.Kaminski. London, 2016, 870 p.

УДК 004.942

*Калугян Каринэ Хачересовна,*  
доцент кафедры Информационных систем  
и прикладной информатики, канд. экон. наук, доцент,  
*Мирошниченко Дмитрий Алексеевич,*  
магистрант кафедры Информационных систем  
и прикладной информатики

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТА ПО КРИТЕРИЮ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОЛНОТЫ**

Россия, г. Ростов-на-Дону, ФГБОУ ВО «Ростовский государственный  
экономический университет (РИНХ)»,  
kalugyan@yandex.ru, wayrise@mail.ru

**Аннотация.** Для сравнительного анализа различных систем мониторинга транспорта с точки зрения функциональных операций, выполняемых этими системами, предлагается алгоритм сравнения сложных систем по критерию функциональной полноты.

**Ключевые слова:** системы мониторинга транспорта, функциональные операции, функциональная полнота.

*Karine Kh. Kalugyan,*  
associate Professor, The Department of Information systems  
and Applied Computer Science, PhD in Economics, associate Professor,  
*Dmitrij A. Miroshnichenko,*  
student, The Department of Information Systems  
and Applied Computer Science

## **THE COMPARATIVE ANALYSIS OF TRANSPORT MONITORING SYSTEMS BY CRITERION OF FUNCTIONAL COMPLETENESS**

Russia, Rostov-on-Don, Rostov State University of Economics (RSUE),  
kalugyan@yandex.ru, wayrise@mail.ru

**Abstract:** For comparative analysis of different transport monitoring systems from the point of view of functional operations performed by these systems, an algorithm for comparison of complex systems by the criterion of functional completeness is proposed.

**Keywords:** transport monitoring systems, functional operations, functional completeness.

В настоящее время в России активно развивается рынок систем, позволяющих осуществлять дистанционный контроль транспортных средств, подвижных объектов и грузов. В большинстве своем это программно-аппаратные комплексы, состоящие из оборудования, устанав-

ливаемого на объект контроля, и программного обеспечения, осуществляющего обработку и визуализацию получаемой информации.

ГЛОНАСС/GPS мониторинг транспорта представляет собой систему, позволяющую контролировать подвижные объекты с помощью спутника. Она возводится на спутниковых устройствах навигации и технологиях мобильной и сотовой связей. Установив такое отслеживание, можно получить полный автоматизированный контроль автотранспорта или удаленно работающих специалистов. Экономическая выгода в использовании таких программ состоит в том, что можно вести контроль расхода топлива, фиксировать его несанкционированные сливы, а также устанавливать реальные нормы расхода горючего для каждой машины [1-2].

В настоящее время на рынке программных средств представлено большое количество разнообразных программных продуктов одной направленности, в том числе и систем мониторинга транспорта. Как следствие, перед пользователями встает задача обоснованного (оптимального) выбора конкретной системы из группы потенциально сопоставимых. Поэтому рассматриваемый в работе вопрос является исключительно актуальным.

Ниже предлагается алгоритм сравнительного анализа систем мониторинга транспорта по критерию функциональной полноты [3, 5].

Для выполнения анализа необходимо составить перечень сравниваемых систем мониторинга транспорта, а также перечень функциональных операций, выполняемых этими системами, полученный по результатам содержательного анализа. Так будут сформированы справочник систем и справочник функциональных операций.

В качестве систем мониторинга транспорта для сравнения были выбраны системы: «Wialon» («Gurtam», г. Минск), «Автотрекер» («Русские навигационные технологии», г. Москва), «Скаут» («Скаут», г. Санкт-Петербург), Omnicomm (Omnicomm, г. Москва), «Стрела» («Сапсан», г. Челябинск).

Фрагмент перечня функциональных операций, выполняемых системами мониторинга транспорта (полный перечень функциональных операций включает более 300 функций) представлен ниже [1]:

- возможность выбора типа используемых приемников спутниковых сигналов;
- количество входов/выходов;
- возможность обработки различных типов входных сигналов, способных восприниматься бортовым оборудованием;
- способность работать с CAN шиной современных автомобилей (современная система, позволяющая связно и гармонично управлять

всеми функциями, обеспечить качество и функциональность передачи данных и т.д.);

- возможность дистанционного перепрограммирования встроенного контроллера;
- устойчивость работы в местностях со слабым покрытием сотовыми сетями;
- объем генерируемого трафика;
- наличие антивандальных средств защиты;
- предобработка получаемой информации в самом бортовом приборе;
- возможность определения местоположения, скорости и направления движения транспортного средства;
- считывание с датчиков значений уровня топлива и широкого спектра подключенного оборудования, предварительная фильтрация этих данных;
- дистанционное управление подключенным дополнительным оборудованием;
- возможность хранения данных в энергонезависимой памяти;
- возможность передачи данных в центр обработки данных системы мониторинга транспорта;
- наличие единого универсального пользовательского интерфейса для всех типов устройств;
- поддержка контроллеров со спутниковым каналом связи;
- поддержка устройств сторонних производителей;
- поддержка дисплеев связи с водителем;
- поддержка Интернет-карт, векторных и растровых карт (в т.ч. открытых форматов);
- расширяемая модульная архитектура, возможность встраивания пользовательских модулей;
- гибкая конфигурация рабочих мест для пользователей разного уровня квалификации;
- гибкая настройка пользовательского интерфейса под конкретные задачи;
- работа с полученными данными без подключения к сети Интернет;
- наличие открытого API для интеграции с системами учета и управления предприятием (1С, SAP и др.);
- полная совместимость с предыдущими версиями;
- масштабируемость, включая одновременный мониторинг десятков тысяч контроллеров;
- поддержка неограниченного количества мониторов для отображения;

- возможность контроля различных параметров транспортного средства;
- контроль пробега, расхода и уровня топлива, заправок и сливов в отчетах и на карте;
- гибкая система отчетов, множество встроенных отчетов;
- встроенный редактор пользовательских отчетов;
- групповая и индивидуальная генерация отчетов;
- контроль транспортных средств в реальном времени;
- возможность работы с фотоснимками с установленных на транспортном средстве камер;
- возможность построения наглядных графиков с различными срезами данных;
- наличие гибкой системы конфигурации;
- наличие централизованного администрирования;
- возможность сохранение конфигурации пользователя на сервере;
- наличие поддержки тахографов;
- наличие функции контроля выполнения заданий;
- возможность контроля скоростного режима с помощью онлайн отчетности;
- возможность контроля местоположения маршрута транспортного средства за любой отрезок времени;
- наличие гарантии на оборудование;
- наличие единой сервисной службы и круглосуточной технической поддержки.

Вводятся обозначения:  $S = \{s_i\}$ , ( $i = 1 \div n$ ) – множество систем мониторинга транспорта;  $F = \{f_j\}$ , ( $j = 1 \div m$ ) – множество функциональных операций. Элементы исходной таблицы X определяются следующим образом:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } f_j \text{ выполняется } S_i \\ 0, & \text{если } f_j \text{ не выполняется } S_i \end{cases} \quad (1)$$

В результате этого должна быть получена матрица следующего вида (табл. 1).

Исходная матрица для анализа

Таблица 1

системы	функции							
	f1	f2	f3	f4	f5	f6	...	f300
S1	1	1	0	0	0	1	...	1
S2	0	1	1	1	0	0	...	0
S3								
S4	...	...	...	...	...	...	...	...
S5	1	0	1	0	1	0	...	1

Для выполнения расчетов выделяются системы  $S_i$  и  $S_k$ , ( $i, k = 1 \div n$ ) и вводятся следующие обозначения:

$P_{ik}^{11} = S_i \cap S_k$  – мощность пересечения систем по функциональным операциям;

$P_{ik}^{01} = S_k / S_i$  и  $P_{ik}^{10} = S_i / S_k$  – мощность разности систем;

$S_{ik} = P_{ik}^{01} / (P_{ik}^{11} + P_{ik}^{10})$  – мера рассогласования между системами;

$H_{ik} = P_{ik}^{11} / (P_{ik}^{11} + P_{ik}^{10})$  – степень поглощения системой  $S_k$  системы  $S_i$ ;

$G_{ik} = P_{ik}^{11} / (P_{ik}^{11} + P_{ik}^{10} + P_{ik}^{01})$  – степень подобия систем.

Выполняются расчеты и получаются матрицы  $P^{01}$ ,  $P^{10}$ ,  $P^{11}$ ,  $S_{ik}$ ,  $H_{ik}$ ,  $G_{ik}$ , которые затем преобразовываются в логические матрицы отношения поглощения:

$$\begin{aligned} P_{ik}^0 &= \begin{cases} 1, & \text{если } P_{ik}^{01} \leq \varepsilon_p \text{ и } i \neq k \\ 0, & \text{если } P_{ik}^{01} > \varepsilon_p \text{ или } i = k \end{cases} \\ S_{ik}^0 &= \begin{cases} 1, & \text{если } R_{ik} \leq \varepsilon_s \text{ и } i \neq k \\ 0, & \text{если } R_{ik} > \varepsilon_s \text{ или } i = k \end{cases} \\ H_{ik}^0 &= \begin{cases} 1, & \text{если } A_{ik} \geq \varepsilon_h \text{ или } i = k \\ 0, & \text{если } A_{ik} < \varepsilon_h \text{ и } i \neq k \end{cases}, \quad (2) \\ G_{ik}^0 &= \begin{cases} 1, & \text{если } L_{ik} \geq \varepsilon_g \text{ или } i = k \\ 0, & \text{если } L_{ik} < \varepsilon_g \text{ и } i \neq k \end{cases} \end{aligned}$$

где  $\varepsilon$  – выбранные пороговые значения для каждой из матриц.

Для наглядности результатов анализа по разным пороговым значениям для матрицы  $G^0$  строятся графы взаимосвязи между системами. Анализ графов позволяет выделить группы систем, связанных между собой по выполняемым функциям. По матрице  $P^0 + (P^0)^2$  получается ранжирование систем мониторинга транспорта по критерию функциональной полноты.

Выполнение приведенных расчетов является достаточно трудоемким процессом, поэтому для их автоматизации рекомендуем использовать программный инструментарий [4]. Отличительными особенностями этой программы являются легкость освоения, быстрота выполнения расчетов, возможность экспортования результатов проведенного анализа в офисные приложения.

Достоинства и преимущества предлагаемого подхода:

- составление полного перечня функций, реализуемых системами мониторинга транспорта;
- систематизация сведений о составе и функциональной полноте существующих систем мониторинга транспорта;
- количественная оценка степени соответствия той или иной системы мониторинга транспорта требованиям пользователя к функциональной полноте;
- ранжирование систем мониторинга транспорта по критерию функциональной полноты;
- исключение из дальнейшего рассмотрения тех систем мониторинга транспорта, в которых не реализуются нужные пользователю функции;
- формирование группы систем мониторинга транспорта, имеющих одинаковую функциональную полноту, с целью дальнейшего сопоставления их цен и других характеристик для повышения эффективности выбора;
- расширение для потребителя-пользователя возможности оптимального выбора систем мониторинга транспорта на рынке, предоставляемая перечень выполняемых каждой системой функций;
- возможность для разработчика системы показать место его продукта среди существующих с целью дальнейшего усовершенствования и расширения состава выполняемых функций.

## **Список литературы**

1. Мирошниченко Д.А., Мирошниченко И.И. Основные возможности систем для интеллектуального Глонасс/GPS-мониторинга и управления транспортом на примере программной платформы Wialon // Информационные системы, экономика и управление: Ученые записки. Выпуск 19. – Ростов-на-Дону: ИПК РГЭУ (РИНХ), 2017. – с. 70-77.
2. Мирошниченко И.И., Мирошниченко Д.А. Информационный поиск и геозависимость // Информационные системы, экономика, управление трудом и производством: Ученые записки. Выпуск 16. – Ростов-на-Дону: ИПК РГЭУ (РИНХ), 2014. – с. 83-89.
3. Хубаев Г.Н. Сравнение сложных программных систем по критерию функциональной полноты // Программные продукты и системы (SOFTWARE and SYSTEMS). – 1998. – № 1. – с. 6-9.
4. Хубаев Г.Н., Щербаков С.М., Аручиди Н.А. Программная система анализа сложных систем по критерию функциональной полноты «Ireland» // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. – № 2009615296. – М.: РОСПАТЕНТ, 2009.
5. Щербаков С.М. Метод анализа сложных систем по критерию функциональной полноты: расширение и адаптация // Системное управление. – 2010. – Выпуск 2 (7). – URL: [http://sisupr.mrsu.ru/wp-content/uploads/2015/02/SCHERBAKOV\\_1.pdf](http://sisupr.mrsu.ru/wp-content/uploads/2015/02/SCHERBAKOV_1.pdf).

УДК 658.15

*Песиков Эдуард Борисович,*  
д-р техн. наук, профессор

## **ВЫБОР СЕГМЕНТАЦИОННОЙ СТРАТЕГИИ ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ И ВЕКТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ**

г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет  
промышленных технологий и дизайна, [ed\\_pesikov@mail.ru](mailto:ed_pesikov@mail.ru)

**Аннотация.** Рассматривается аналитический инструментарий стратегического маркетинга, позволяющий предприятию реализовывать эффективную сегментационную политику на рынке. Предлагается подход к выбору целевых сегментов, основанный на применении метода анализа иерархий и многокритериальной оптимизации. Обсуждаются результаты вычислительных экспериментов по решению задачи выбора целевого сегмента рынка.

**Ключевые слова:** предприятие, сегментационная стратегия, целевой сегмент, критерий отбора, значимость критерия, метод анализа иерархий, векторная оптимизация.

*Eduard B. Pesikov,*  
Doctor of Technical Science, Professor

## **SELECTING THE SEGMENTATION STRATEGY OF THE ENTERPRISE USING THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS AND VECTOR OPTIMIZATION METHOD**

Saint-Petersburg, Saint-Petersburg State University of Industrial  
Technologies and Design, [ed\\_pesikov@mail.ru](mailto:ed_pesikov@mail.ru)

**Abstract.** The analytical toolkit of strategic marketing, allowing the enterprise to realize effective segmentation policy in the market is considered. An approach to the selection of target segments is proposed, based on the application of the analytic hierarchy process and multi-criteria optimization. The results of computational experiments to solve the problem of selecting the target market segment are discussed.

**Keywords:** enterprise, segmentation strategy, target segment, selection criterion, criterion significance, analytic hierarchy process, vector optimization.

**Введение.** В условиях высокой динамики изменений внешней среды и остроты конкуренции на рынке становится важным решение проблемы выбора целевых сегментов рынка с целью максимизации прибыли за счет наиболее эффективного использования ограниченных производственных ресурсов предприятия. Одним из инструментов решения этой

проблемы является сегментация рынка с последующим определением целевых сегментов [1]. Анализ существующих подходов к решению задачи выбора целевых сегментов показывает, что в настоящее время на практике наиболее широко применяются эвристические методы, основанные на здравом смысле, опыте и интуиции маркетолога и позволяющие получать лишь приближенное решение. В этой связи становится актуальным применение математических моделей и методов, позволяющих повысить адекватность математического описания процесса отбора целевых сегментов для предприятия, точность и эффективность принимаемых маркетинговых решений.

К числу важнейших задач при формировании сегментационной политики предприятия относится задача выявление наиболее значимых критериев отбора (показателей) целевых сегментов и количественной оценке степени их влияния на выбор целевого сегмента.

В работе для ранжирования критериев отбора сегментов и определения их степени значимости (весов) предлагается использовать метод анализа иерархий – математический инструмент системного подхода к решению проблем принятия решений, предложенный американским математиком Т. Саати [2,3].

Применение метода анализа иерархий начинается с иерархической декомпозиции рассматриваемой проблемы на все более простые составляющие части и в экспертной количественной оценке степени взаимодействия элементов иерархии. Строится многоуровневая иерархия, вершиной (фокусом) которой является суть проблемы, обозначается как цель и в данной задаче носит название «Целевой сегмент». На нижнем уровне располагаются критерии отбора (альтернативы), на промежуточном уровне (критерии) размещаются группы критериев отбора. Количественные оценки влияния элементов нижних уровней на элементы верхних уровней иерархии проводятся методом парных сравнений, для чего на основе экспертных оценок составляются матрицы парных сравнений. На следующем шаге выполняется свертка всех оценок иерархии для получения приоритетов (весов) альтернатив относительно цели, расположенной в фокусе иерархии.

Для определения степени влияния частных критериев отбора на выбор целевого сегмента использовалась система поддержки принятия решений СППР «Выбор» [4].

**Постановка задачи выбора целевого сегмента.** Пусть в результате проведенной сегментации рынка получено  $k$  сегментов  $S_j$  ( $j = 1, \dots, k$ ). Выбор целевого сегмента предполагается проводить с использованием  $h$  критериев отбора. Для каждого  $j$ -го сегмента заданы значения критериев отбора  $f_{pj}$  ( $p = 1, \dots, h$ ). Кроме того, установлены значе-

ния критериальных ограничений  $t_p$  и веса  $\alpha_p$  для каждого  $p$ -го критерия отбора.

Требуется выбрать целевой сегмент  $S_j$ , который удовлетворял бы следующим условиям:

$$\max \{f_1(q), \dots, f_p(q), \dots, f_h(q)\},$$

где  $q = (q_1, q_2, \dots, q_k)$  - вектор булевых переменных  $q_j$ :

$$q_j = \begin{cases} 1, & \text{если } j\text{-й сегмент принят в качестве целевого;} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Выбор целевого сегмента предлагается проводить с использованием методов векторной оптимизации, обеспечивающих возможность поиска наилучшего решения среди множества вариантов с учетом нескольких критериев оптимальности, нередко противоречащих друг другу. В работе использовались такие методы векторной оптимизации, как методы равномерной оптимизации, справедливого компромисса, идеальной точки, свертывания критериев и главного критерия [5], [6].

При применении метода равномерной оптимизации предполагается, что все частные критерии оптимальности равнозначны, а оптимальным является тот сегмент, для которого сумма значений частных критериев оптимальности будет максимальной:

$$\max_j \sum_{p=1}^h f_{pj}(q),$$

где  $f_{pj}(q)$  – значение критерия  $p$  для сегмента  $j$ .

При использовании метода справедливого компромисса все критерии также считаются равноценными, а наилучшим будет сегмент, которому соответствует максимальное значение произведения частных критериев:

$$\max_j \prod_{p=1}^h f_{pj}(q).$$

Применение метода идеальной точки заключается в поиске такого сегмента, для которого значения частных критериев минимально отклоняются от своих наилучших значений - координат «идеальной точки» в  $h$ -мерном пространстве. При использовании метода идеальной точки необходимо предварительно определить для каждого частного критерия отбора оптимальное значение, затем для всех критериев  $f_{pj}(q_j)$  рассчитывается отклонение текущего значения от оптимального значения критерия. В качестве целевого сегмента выбирается сегмент, для которого сумма отклонений будет наименьшей:

$$\min_j \sum_{p=1}^h |\Delta_{pj}(q)|,$$

$$\Delta_{pj} = f_{pj}^*(q) - f_{pj}(q),$$

где  $\Delta_{pj}(q)$  – отклонение значения критерия  $p$  для сегмента  $j$  от его оптимального значения;

$f_{pj}^*(q)$  – оптимальное значение критерия  $p$  для сегмента  $j$ .

При реализации метода свертывания критериев обобщенный критерий имеет вид:

$$\max_j \sum_{p=1}^h \alpha_p \cdot f_{pj}(q)$$

где  $\alpha_p$  – вес критерия  $p$ ;

$$\sum_{p=1}^h \alpha_p = 1;$$

$$0 < \alpha_p < 1, p = 1, \dots, h.$$

При решении задачи методом главного критерия один из рассматриваемых частных критериев оптимальности  $f_p$  выбирается в качестве главного, а для остальных задаются предельно допустимые значения  $t_p$  критериев (критериальные ограничения).

Далее решается задача однокритериальной оптимизации:

$$\begin{aligned} & \max f_1(q), \\ & f_p(q) \{ \leq, =, \geq \} t_p, \quad p = 2, \dots, h. \end{aligned}$$

При необходимости выбора нескольких целевых сегментов предлагаемая процедура отбора последовательно применяется к группе альтернативных сегментов, из которой исключаются ранее выбранные целевые сегменты.

### Решение тестового примера по выбору целевого сегмента

Пусть на этапе сегментации рынка были выявлены 5 сегментов. Предлагается для выбора целевого сегмента использовать такие частные критерии отбора, как прибыль, острота конкуренции, барьеры входа и выхода, емкость рынка сегмента, среднерыночная цена товара.

Для каждого сегмента рынка методом экспертных оценок были установлены по десятибалльной шкале значения частных критериев отбора. При таком способе оценивания значений критериев нет необходимости проведения их нормирования.

Требуется выбрать наиболее привлекательный (целевой) сегмент.

Обсуждаются результаты решения задачи по выбору целевых сегментов рынка.

**Заключение.** Применение рассмотренного аналитического инструментария стратегического маркетинга предприятия позволит повысить точность и качество принимаемых стратегических маркетинговых решений. Предлагаемый подход к выбору целевых сегментов представляет практический интерес для крупных предприятий, стремящихся получить

конкурентное преимущество за счет применения компьютерных систем поддержки формирования сегментационной политики предприятия.

### **Список литературы**

1. Котлер Ф. Келлер К.Л. Маркетинг менеджмент. Экспресс-курс. - СПб.: Питер, 2010.
2. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. - М.: Радио и связь, 1993.
3. Саати Т. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети./ пер. с англ. О. Н. Андрейчиковой. - 4-е изд. - М.: Ленанд, 2015.
4. Система поддержки принятия решений (СППР) "Выбор" [Электронный ресурс] // ciritas.ru: ЦИРИТАС - разработка программного обеспечения. URL: <http://www.ciritas.ru/product.php?id=10> (дата обращения: 05.01.2018).
5. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. Изд.2. - М.: Физматлит, 2007.
6. Зак Ю.А. Прикладные задачи многокритериальной оптимизации. - М.: Экономика, 2014.

УДК 681.521

*Долятовский Валерий Анастасиевич,*  
д-р экон. наук., проф., член МАН ВШ, Засл. деят. науки РФ,  
*Долятовский Леонид Валериевич,*  
канд. экон. наук., доцент,  
*Калинина Анастасия Николаевна,*  
магистрант РГЭУ

## **АДАПТИВНЫЙ БЕНЧМАРКИНГ МОДЕЛЕЙ НАЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА**

РФ, г. Ростов-на-Дону, Ростовский государственный экономический университет,  
[dvaleri@inbox.ru](mailto:dvaleri@inbox.ru)

**Аннотация.** Рассмотрена задача сравнительного анализа национальных систем менеджмента для выявления наиболее эффективных для России практик и характеристик системы менеджмента. Оценки систем менеджмента носят нечеткий характер, поэтому проведено сравнение 12 характеристик менеджмента и построены диагностические профили различий систем. Проведен АВС-анализ отклонений и выделены области существенных различий российской системы от остальных, определена значимость этих различий. После отбора важных для системы различий разработана программа мер для улучшения системы российского менеджмента. Для реализации бенчмаркинга построена программа совершенствования системы менеджмента и временная диаграмма ее реализации. Повышение эффективности системы национального менеджмента позволит повысить конкурентоспособность и эффективность национальной экономики.

**Ключевые слова:** национальная система менеджмента, бенчмаркинг, профильный анализ, АВС-анализ, программа развития, диаграмма Ганнта

*Valeri A. Doliatovskiy,*  
Dr. of math.economics, professor, member of IAS HS,  
*Leonid V. Doliatovskiy,*  
PhD, the senior lecturer,  
*Anastasiya N. Kalinina,*  
Master of sciences

## **ADAPTIVE BENCHMARKING OF MODELS OF NATIONAL SYSTEMS MANAGEMENT**

The Russian Federation, Rostov-on-Don, the Rostov state economic university, dvaleri@inbox.ru

***Abstract.*** The problem of the comparative analysis of national systems of management for revealing of the most effective for Russia an expert and characteristics of system of management is considered. Estimations of systems of management have indistinct character, comparison of 12 characteristics of management therefore is spent and diagnostic profiles of distinctions of systems are constructed. The ABC-analysis of deviations areas of essential distinctions of the Russian system from the others also are allocated, the importance of these distinctions is defined. After selection of the important distinctions the program of measures for improvement of system of the Russian management is developed for system. For realisation of benchmarking the program of perfection of system of management and the time diagramme of its realisation is constructed. Increase of a system effectiveness of national management will allow to raise competitiveness and efficiency of national economy.

***Keywords:*** national system of management, benchmarking, the profile analys, the ABS-analysis, the development program, the diagramme of Gantt

### **Введение**

Кризисы 21 века носят не экономический характер, а скорее управленческий характер. Причем, в выигрыше оказываются страны с эффективной национальной системой менеджмента. Ведущая восьмерка- это страны с развитым менеджментом, генерирующие новые концепции и разрабатывающие новые технологии управления социально-экономическими системами. Система менеджмента, формирующая организационную культуру, определяет траекторию развития страны, формирует новые социальные институты. На эти аспекты мирового развития обратили внимание экономисты П.Дэвид [1], Д.Нортон [2], декан МГУ А. Аузан [3]. В 90-е годы возник сравнительный менеджмент, нацеленный на сопоставление разных систем менеджмента и выявление эффективных практик. Введенный Б.Карлофф [по 4] бенчмаркинг явился инструментом движения к лидерству путем выбора объектов для сравнения и

сравниваемых характеристик для дальнейшей разработки программы подражания лидеру и достижения высоких результатов. Сравнение национальных систем менеджмента стало важным источником новых знаний о современных технологиях эффективного менеджмента [5,6,7]. Бенчмаркинг применялся для сравнения различных многонациональных фирм, в работе рассматривается адаптивный бенчмаркинг систем менеджмента с набором эталонных национальных систем.

## **1. Выбор характеристик и оценки национальных систем менеджмента**

В мире существуют несколько базовых моделей менеджмента: американская, японская и европейская со своими национальными особенностями. Российский менеджмент формировался в двадцатые-тридцатые годы, в период индустриализации страны на основе сотрудничества с американскими и европейскими компаниями, когда ГАЗ, Ростсельмаш строили американцы, электротехнические предприятия строили немцы. И в последующие годы многое прогрессивное тех лет в управлении предприятиями было адаптировано к российской реальности: нормативы, структуры управления, системы зарплаты.

Сейчас российский менеджмент включает три типа управления:

- 1) управление «как получится» новыми российскими предпринимателями, на основе своих представлений и технологий;
- 2) советский опыт управления на основе устаревших технологий и структур;
- 3) новые фрагменты западного менеджмента, применяемые совместными предприятиями и филиалами западных фирм.

В то же время формируются новые черты российского менеджмента, учитывающие особенности российского менталитета и приобретенного опыта работы предприятий в рыночной экономике. Для систематизации этих характеристик российского менеджмента был проведен экспертный анализ.

С помощью 10 экспертов получены интервальные оценки 21 отобранных экспертами характеристики 4 национальных систем менеджмента (табл.1).

Для оценок характеристик использована шкала Т. Саати. Выделенные в таблице строки характеризуют ядерные показатели систем менеджмента. Для сравниваемых систем менеджмента получим разные профили (рис. 1 - для США, рис. 2 - Японии, рис. 3 - Франции, рис. 4 - России).

Таблица 1

## Экспертные оценки характеристик национальных систем менеджмента

№	Характеристики	США	Среднее значение			Среднее значение			Среднее значение			Среднее значение			
			min	mid	max	Семья	Франция	Семья	Россия	Семья	Франция	Семья	Россия	Семья	
1	Образ компании	Спортивная команда	4	5	9	6,00	Семья	3	6	9	6,00	Семья	2	4	9
2	Цель бизнеса	Прибыль	2	5	9	5,33	Длительное устойчивое существование компании	4	6	9	6,33	Развитие экономики и общества, рост уровня жизни	3	5	9
3	Мотивация к получению прибыли	Любые средства	1	3	8	4,00	Достижение цели	3	6	9	6,00	Этические правила, стремление к выгоде	2	5	9
4	Ценности	Материальные	3	7	8	6,00	Человек	3	5	8	5,23	Личность	4	6	9
5	Работники	Рабочая сила	1	5	7	4,33	Личность	3	6	9	6,00	Основной ресурс	3	7	9
6	Человеческие отношения	Преобладающий индивидуализм	2	5	9	5,33	Коллективизм	2	6	9	5,67	Социальная общность	3	6	9
7	Конкуренция	Высокая	1	5	9	5,00	Сотрудничество, гармония	2	5	9	5,33	Баланс частных и общественных интересов	3	6	8
8	Гарантии для работника	Низкие	1	3	7	3,67	Высокие	2	5	8	5,00	Высокие при исполнении требований	3	6	9
9	Принятие решений	Сверху вниз	2	5	9	5,33	Снизу вверх	2	4	8	4,67	На основе анализа, обсуждения	3	6	9
10	Продвижение, карьерный рост	По способностям, по деловым качествам	4	6	9	6,33	Свыше 40 лет	2	5	9	5,33	Зависит от результатов и этики	3	5	8
11	Оплата	От результата	4	7	9	6,67	От стажа	2	5	7	4,67	Зависит от статуса, положения	2	5	8
12	Господствующие идеи	Конкуренция, свобода, частная собственность	2	5	8	5,00	Конфуцианство	3	6	9	6,00	Европейские ценности, демократия	2	4	9
13	Принятые правила	Свобода выбора, ответственность каждого, сам за себя	2	6	9	5,67	Консенсус, уважение старших, прилежание, дисциплина	3	6	9	6,00	Прагматические стратегии, адекватные ситуациям	4	7	9
14	Основа системы власти	Сила личности, капитала	2	5	8	5,00	Способности, скромность	3	6	9	6,00	Эффективные коммуникации, инновационные интересы	4	7	9
15	Характер ведения бизнеса	Работа в команде (8+8), направленность на цели	3	6	9	6,00	Акцент на работу в коллективе	2	5	8	5,00	Ответственность за результаты, ограничение рисков	2	5	8
16	Факторы успешной конкуренции, устойчивости, роста производительности	Совершенствование процессов производства и управления	4	6	9	6,33	Повышение внимания к человеческому фактору	3	6	9	6,00	Саморазвитие, умения и знания, более высокое качество, квалификация	4	7	9
17	Политика в области управления персоналом	Рост профессионализма, обучение, материальная мотивация	4	7	9	6,67	Забота о жизни людей, профессиональной деятельности работника, нематериальная мотивация	3	7	9	6,33	Социальная ответственность, забота о персонале, о людях	3	6	9
18	Стиль руководства	Демократический, доверительный, децентрализованный	3	6	9	6,00	Авторитарный, централизованный	2	6	8	5,33	Консенсусного типа, обсуждение проблем, вовлечение	4	7	9
19	Принцип управления	Делегирование полномочий, ответственности	2	5	9	5,33	Низкая степень делегирования, поощрение инициативы	2	5	9	5,33	Комбинация рационального мышления с прагматической решением, адаптация	3	6	9
20	Организационная структура	Вертикальная, минимальная иерархия	3	6	9	6,00	Иерархическая по функциям, гибкая	3	7	9	6,33	Уровни с различными словами	3	5	9
21	Факторы успешного управления	Профессионализм, нацеленность на конечный результат, Индивидуализм, Узкая специализация	3	6	9	6,00	Рост культуры организации, Философия найден. Образованность, универсализм	3	6	9	6,00	Рационализм, гуманизм, национальное достоинство, порядок в управлении	3	5	9
						116,00			118,67			122,33		99,67	

## США



Рис.1. Профиль характеристик менеджмента США

## Япония



Рис.2. Профиль характеристик менеджмента Японии

## Франция



Рис.3. Профиль характеристик французского менеджмента

## Россия



Рис.4. Профиль характеристик российского менеджмента

## 2. Анализ разрывов

Наложение полученных профилей характеристик систем менеджмента показывает их различия и важные отклонения частных характеристик (рис. 5).

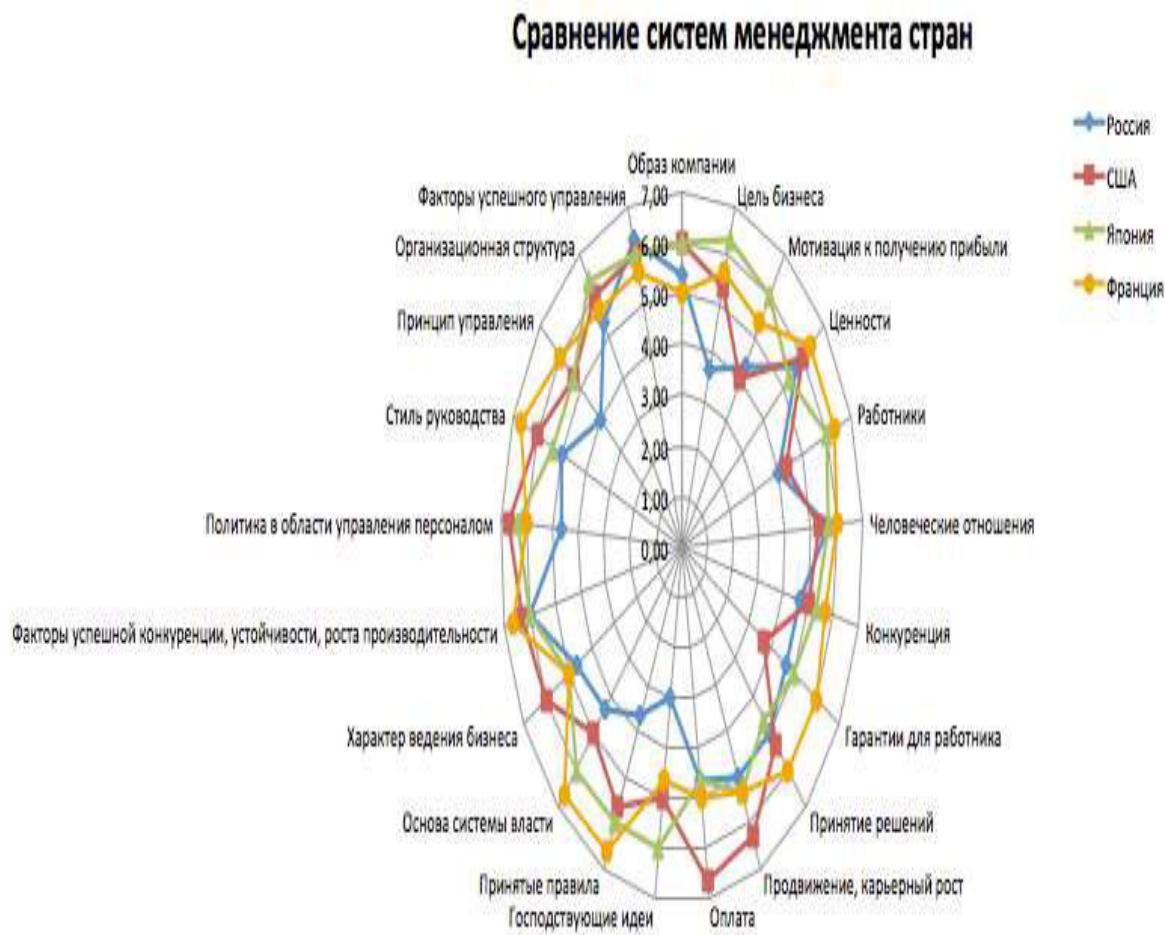


Рис.5. Сравнение профилей характеристик национальных систем менеджмента

Профили на рис. 5 показывают наличие отклонений (разрывов) отдельных системных характеристик, для российской системы менеджмента характерны отличия от усредненных показателей менеджмента остальных трех стран, эти различия систематизированы в табл.2. (выделены наиболее важные отклонения характеристик по оценкам экспертов, согласие экспертов на уровне 0,9).

Таблица 2

## Отличия характеристик российской системы менеджмента от других стран

	Характеристики	Другие страны	Россия	Разница
1	Образ компании	6,00	5,33	0,67
2	Цель бизнеса	6,33	3,67	2,67
3	Мотивация к получению прибыли	6,00	4,33	1,67
4	Ценности	6,33	5,67	0,67
5	Работники	6,33	4,00	2,33
6	Человеческие отношения	6,00	5,67	0,33
7	Конкуренция	5,67	4,67	1,00
8	Гарантии для работника	6,00	4,67	1,33
9	Принятие решений	6,00	5,00	1,00
10	Продвижение, карьерный рост	6,33	5,00	1,33
11	Оплата	6,67	4,67	2,00
12	Господствующие идеи	6,00	3,00	3,00
13	Принятые правила	6,67	3,67	3,00
14	Основы системы власти	6,67	4,33	2,33
15	Характер ведения бизнеса	6,00	4,67	1,33
16	Факторы успешной конкуренции, устойчивости, роста производительности	6,67	6,00	0,67
17	Политика в области управления персоналом	6,67	4,67	2,00
18	Стиль руководства	6,67	5,00	1,67
19	Принцип управления	6,00	4,00	2,00
20	Организационная структура	6,33	5,33	1,00
21	Факторы успешного управления		6,33	

Графически хорошо видны области разрывов характеристик (рис.6)

Разрывы

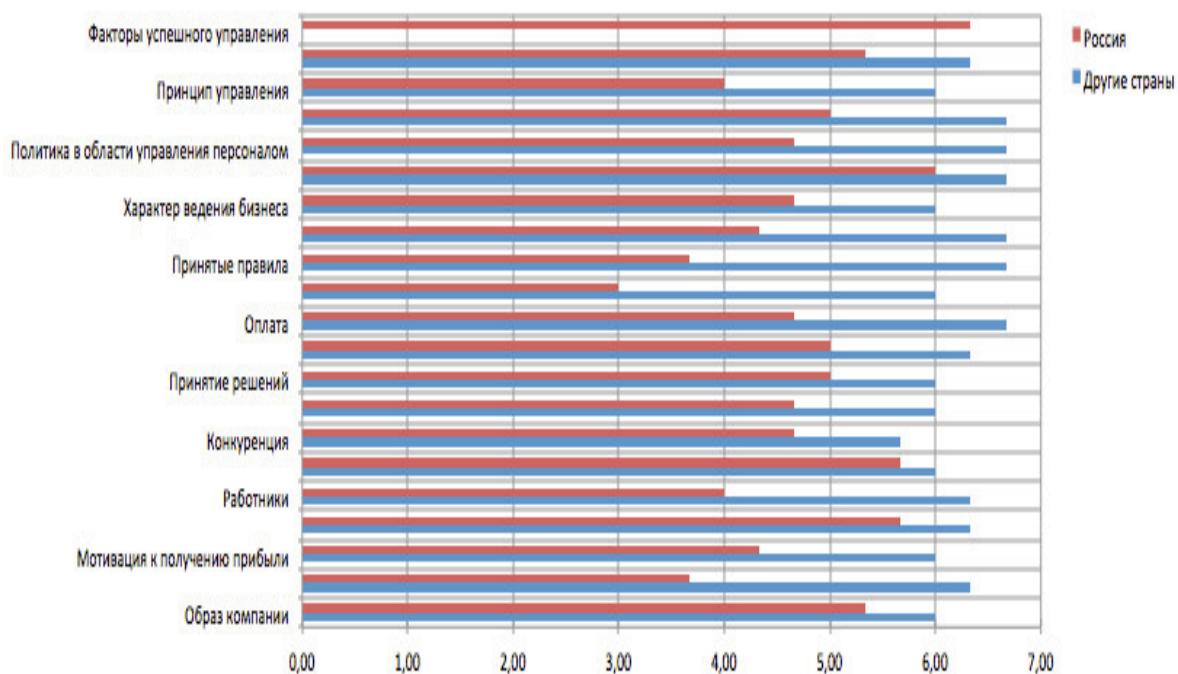


Рис.6. Графическое представление областей разрывов характеристик

### 3. ABC-анализ и рекомендации по улучшению системы менеджмента

Для дальнейшего бенчмаркинга проведем ABC-анализ разрывов, чтобы выделить стратегически наиболее важные разрывы (табл.3).

Таблица 3  
ABC – анализ

	Характеристики	Другие страны	Россия	Разница
13	Принятые правила	6,67	3,67	3,00
12	Господствующие идеи	6,00	3,00	3,00
2	Цель бизнеса	6,33	3,67	2,67
14	Основа системы власти	6,67	4,33	2,33
5	Работники	6,33	4,00	2,33
11	Оплата	6,67	4,67	2,00
17	Политика в области управления персоналом	6,67	4,67	2,00
19	Принцип управления	6,00	4,00	2,00
3	Мотивация к получению прибыли	6,00	4,33	1,67
18	Стиль руководства	6,67	5,00	1,67
8	Гарантии для работника	6,00	4,67	1,33
10	Продвижение, карьерный рост	6,33	5,00	1,33
15	Характер ведения бизнеса	6,00	4,67	1,33
7	Конкуренция	5,67	4,67	1,00
9	Принятие решений	6,00	5,00	1,00
20	Организационная структура	6,33	5,33	1,00
1	Образ компании	6,00	5,33	0,67
16	Факторы успешной конкуренции, устойчивости, роста производительности	6,67	6,00	0,67
4	Ценности	6,33	5,67	0,67
6	Человеческие отношения	6,00	5,67	0,33
21	Факторы успешного управления		6,33	

Теперь, выделив основные показатели национальных систем менеджмента и оценив специфику российского менеджмента, эксперты

предложили программу изменений российского менеджмента с учетом особенностей ситуации и российского менталитета (табл. 4.).

*Таблица 4*  
**Оценки характеристик для бенчмаркинга российского менеджмента**

№	Характеристики	США	Япония	Франция	Россия	
2	Цель бизнеса	Прибыль	Длительное устойчивое существование компании	Развитие экономики и общества, рост уровня жизни	Выживание	3,67
14	Основа системы власти	Сила личности, капитала	Способности, скромность	Эффективные коммуникации, равновесие интересов	Сила положения, должности, большая дистанция власти	4,33
19	Принцип управления	Делегирование полномочий, ответственности	Низкая степень делегирования, поощрение инициативы	Комбинация рационального мышления с прагматикой решений, адаптация	Концентрация власти в руках руководителей. Преувеличение роли руководителей	4,00
12	Господствующие идеи	Конкуренция, свобода, частная собственность	Конфуцианство	Европейские ценности, демократия	"Начальник всегда прав"	3,00
13	Принятые правила	Свобода выбора, ответственность каждого, сам за себя	Консенсус, уважение старших, приложение, дисциплина	Прагматические стратегии, адекватные ситуациям	Каждый сам за себя, слепое подчинение приказам сверху	3,67
17	Политика в области управления персоналом	Рост профессионализма, обучение, материальная мотивация	Забота о жизни людей, профессиональной деятельности работника, нематериальная мотивация	Социальная ответственность, забота о персонале, о людях	Реактивная. Ориентация только на решение проблем при работе с персоналом: конфликты, низкий уровень квалификации и т.п.	4,67
11	Оплата	От результата	От стажа	Зависит от статуса, положения	Зависит от статуса, положения	4,67
5	Работники	Рабочая сила	Личность	Основной ресурс	Рабочая сила	4,00

Наметим ряд практических рекомендаций по бенчмаркингу российского менеджмента (табл. 5).

В программе бенчмаркинга выделены первоочередные мероприятия, которые позволяют улучшить отдельные аспекты управления российскими предприятиями. Далее на этой основе возможна разработка национальной программы развития системы менеджмента, отбора и подготовки руководящих кадров, изменения организационной культуры предприятий.

Таблица 5.  
Рекомендации по бенчмаркингу российского менеджмента

Рекомендации	Порядок выполнения рекомендаций
Совершенствование системы стратегического планирования, анализ и учет рисков	1
Сокращение дистанции власти. Упор необходимо сделать на развитие способностей и коммуникации.	2
Внедрение спрэтики делегирования полномочий, развитие креативного (нестандартного) мышления	3
Необходимо уйти от "рабских" привычек. Поощрять инициативу.	4
Необходима корректировка правил, устранение слепого подчинения и использование прагматических стратегий	5
Развитие и совершенствование системы УП.	6
Корректировка системы оплаты.	7
Развитие профессиональных и личностных качеств работников.	8

### **Выводы**

1. Впервые разработана и практически применена технология бенчмаркинга национальных систем менеджмента, определены базовые характеристики систем менеджмента и получены их экспертные оценки.
2. На основе сравнительного анализа определены области разрывов для российского менеджмента.
3. Предложены рекомендации по совершенствованию российской системы менеджмента.

### **Список литературы**

1. Нортон Д., Каплан Д. Стратегические карты. –М.: Олимп Бизнес, 2005 -512 с.
2. Интервью с П. Дэвидом. //Экономическая история. Обозрение. Вып. 9.М., 2003.
3. Аузан А.А. Долгосрочная экономическая динамика: роль неформальных институтов. - Астана: НАБ РК, 2013.
4. Филонович С.Р., Аленина К.А. Сравнительный менеджмент. Хрестоматия - Пермь: ПФ ГУ-ВШЭ,2003. 318 с.
5. Долятовский В.А. Сравнительный менеджмент: учебное пособие. -Ростов н/Д: Рост. гос. эконом. ун-т «РИНХ», 2009. -200с.; Долятовский В.А. Сравнительный менеджмент: учебное пособие. -Ростов-на-Дону: ИУБиП, 2005, 187 с.
6. Долятовский В.А., Рябченко Т.Н. Сравнительный менеджмент. -Невинномысск: НИЭУП, 2015. -342 с.

*Гриненко Светлана Викторовна,*  
д-р экон.нацу, профессор, профессор каф. управления  
и технологий в туризме и сервисе

**СИСТЕМНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЭФФЕКТОВ  
УПРАВЛЕНИЯ ОЛИМПИЙСКИМ НАСЛЕДИЕМ  
С ПОЗИЦИЙ ТЕОРИИ КОНВЕРГЕНЦИИ**

Россия, г. Сочи, ФГБОУ ВО «Сочинский государственный  
университет»  
E-mail: sveta.grinenko@gmail.com

**Аннотация.** Эффекты использования олимпийского наследия являются в современных условиях приоритетным направлением исследований. В этой связи системное представление типов олимпийского наследия в сопряжении с эффектами, которые эти объекты приносят и могут принести в дальнейшем является актуальным. Теория конвергенции в совокупности с системным подходом к управлению различными элементами олимпийского наследия позволяет обосновать сопряженное развитие отраслей экономики, вовлечённых в мегапроект «Олимпийские Игры».

**Ключевые слова:** олимпийское наследие, эффект, системный подход, управление, теория конвергенции.

*Svetlana V. Grinenko,*  
Doctor of economic, professor, dep. management  
and technologies in tourism and services

**SYSTEM PRESENTATION OF THE OLYMPIC HERITAGE  
MANAGEMENT EFFECTS BASED ON THE THEORY  
OF CONVERGENCE**

Russia, Sochi, «Sochi State University»  
E-mail: sveta.grinenko@gmail.com

**Abstract.** The effects of using the Olympic heritage are, in modern conditions, a priority area of research. In this regard, a systematic presentation of the types of the Olympic heritage in conjunction with the effects that these objects bring and can bring in the future is relevant. The convergence theory together with the system approach to the management of various elements of the Olympic heritage allows us to justify the conjugate development of the economic sectors involved in the mega-project "Olympic Games"

**Keywords:** Olympic Games Legacy, effect, system approach, management, convergence theory

Эффективность социальных и экономических процессов остается одним из приоритетных направлений исследований в различных пред-

метных областях, среди которых олимпийские игры – мегапроекты, результативность которых необходимо оценивать на различных этапах их жизненного цикла – планирования, строительства, организации, проведения, использования. Олимпийские объекты имеют специфические особенности жизненного цикла, связанные с тем, что некоторые стадии процесса, охватывающие различные состояния олимпийского комплекса как системы, начиная с момента возникновения необходимости в такой системе и заканчивая её использованием (проведением) довольно четко определены сроками проведения Олимпиады. При этом последующее использование как объектов Олимпиады, так и сопутствующей инфраструктуры может быть различным.

Исследований, направленных на комплексный, сравнительный анализ процессов подготовки, выявление рисков и оценку различных видов эффектов, связанных с анализом перспектив постпроектного использования возведённых олимпийских объектов и сопряженной с ними инфраструктуры недостаточно, что определило необходимость применения системного подхода к анализу Олимпийского наследия с учетом теории конвергенции, позволяющей обосновать экономический рост и развитие туристской территории как высокоинтегрированного ареала, генерирующего эти эффекты.

Понятие «олимпийское наследие» (Olympic Games Legacy) определено участниками Международного симпозиума по Наследию Олимпийских игр в Лозанне в ноябре 2002 г. как «мультидисциплинарное и динамически изменяющееся со временем понятие» [3], включающее устойчивое и пропорциональное развитие региона (the sustainable longterm legacy), а также материальное и нематериальное наследие (the tangible and intangible legacies), которое включает в себя экономические, культурные, социальные, политические и другие аспекты. Были выделены основные виды наследия Игр: 1) городское и экологическое, 2) спортивное, 3) экономическое и связанное с туризмом, 4) политическое, 5) культурное, социальное и связанное с коммуникациями, 6) образовательное наследие. Это важно для выстраивания системы Олимпийского наследия, а также представления видов эффектов от его использования [4].

В исследованиях различных авторов представлены два основных подхода к организации Олимпийских игр – как инструмента политического, имиджевого воздействия на внешних стейкхолдеров и на граждан страны, а также как инструмента развития города, региона, роста привлекательности, развития территории.

К первой группе относят летние игры 1964 года в Токио и Олимпиаду 2008 года в Пекине. Токийские игры были манифестом возрождения послевоенной Японии и ее возвращением на международную арену. Пекинская Олимпиада была демонстрацией моци нового преуспевающе-

го Китая всему миру и самим китайцам [5]. Во второй группе – летняя Олимпиада в Лондоне в 2012 году и игры в Барселоне в 1992, которые были инициативами самих городов, которые видели в играх возможность преобразиться, получить толчок для развития.

Планы по использованию олимпийского наследия в г. Сочи впервые появились за год до начала Игр, когда все объекты и инфраструктура были спроектированы и практически построены, в результате чего предлагаемые решения спроектировать и реализовать стало невозможно, что привело к необходимости возвращаться к вопросам разработки планов использования олимпийского наследия в сложившихся условиях с имеющимися характеристиками.

В связи с этим следует систему эффектов от олимпийского наследия как инновационного и инвестиционного проекта с учетом общественной и социальной значимости и с учетом теории конвергенции, позволяющей выявить точки роста сопряженных отраслей экономики, вовлеченных в формирование и последующее использование Олимпийского наследия.

Понимая под конвергенцией (от лат. *convergo* – сближаться, сходиться в одну точку) процесс сближения, подразумевающий появление сходных признаков у сходящихся сторон, в данном контексте показателей, характеризующих процесс структурных изменений в сопряженных отраслях, задействованных в подготовке и реализации Олимпийских игр, представим подход к формированию механизма синхронизации циклов деловой активности ведущий к сближению уровня экономического развития. Итогом такого слияния должна стать стабилизация, достижение компромиссов, объединенное развитие и равновесие в функционировании отраслей на территории проведения Олимпиады на основе интеграции эффектов от использования Олимпийского наследия в целях социально-экономическом развитии.

В исследовании «Совершенствование организационно-экономического механизма управления инновациями»[1] авторы выделили следующие эффекты от инноваций:

- Информационный – новые знания, умения, управленческий и технологический опыт;
- Ресурсный – величина возмещения затраченных ресурсов;
- Экологический – изменение параметров окружающей среды;
- Социальный – создание благоприятных условий для развития, в т.ч. культурного, образовательного, экономического людей / города / региона / страны;
- Экономический – комплексный экономический эффект, выражющийся в экономии общественного труда, удовлетворении общественных потребностей, макроэкономических показателях, перераспределении между отраслями и территориями;

– Сетевой – увеличении потребительской ценности продукта/услуги.

Предварительно оценим достижение названных эффектов для различных видов олимпийского наследия (разгруппированное) с учетом жизненного цикла проекта «Олимпиада-2014» с позиций системного подхода – таблица 1.

Представляя систему сопряжения эффектов с видами олимпийского наследия, следует отметить:

Городское олимпийское наследие, включающее инфраструктуру, недвижимость, может обеспечить получение всех видов эффектов, поскольку полученные технологии могут быть использованы в дальнейшем для развития города; приток населения и туристов может обеспечить возврат затраченных ресурсов, хотя в довольно длительный период. Согласно мнению экспертов, недвижимость, построенная к Олимпиаде будет реализована в течение 10 лет с учетом высокой стоимости и превышения предложения над спросом. При этом наличие инфраструктуры привлечет туристов как к олимпийским объектам, так и в целом в ареал Большого Сочи. Использование построенных объектов также послужит возврату затраченных ресурсов. Повысить отдачу возможно реализацией проектов частно-государственного партнерства, причем в данной ситуации государство является заинтересованной стороной в плане привлечения партнеров из бизнеса.

Таблица 1.  
Эффекты от использования элементов олимпийского наследия г. Сочи

Эффекты	информационный	ресурсный	экологический	социальный	экономический	сетевой
Вид олимпийского наследия						
Городское	+	+	+	+	+	+
Экологическое			+	+		
Спортивное				+	+	
Экономическое		+			+	+
Туристское	+	+	+	+	+	+
Политическое	+			+		
Культурное	+			+		+
Социальное	+		+	+		+
Инфраструктурное		+	+		+	+
Образовательное	+			+		

Экологическое олимпийское наследие характеризуется экологическим и социальным эффектами и связано с разработкой корпоративного стандарта ГОСТ Р 54694-2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости», используемого как в процессе проектирования и строительства олимпийских объектов, так и в дальнейшем. Кроме того, были разработаны и применены технологии рационального использования природных ресурсов и обеспечения экологической безопасности, а также энергоэффективные, солнцезащитные и теплосберегающие технологии, которые апробированы в г. Сочи и могут быть тиражированы в дальнейшем.

Спортивное олимпийское наследие характеризуется социальным и экономическим эффектами, поскольку созданная база проведений спортивных мероприятий и тренировок может привлечь спортивные клубы и получить отдачу от сокращения затрат.

Туристское наследие можно сгруппировать с городским в контексте эффективности, поскольку оно также может принести все виды эффектов – управленческий и технологический опыт, накопленный во время Олимпиады может быть использован в деятельности объектов олимпийского наследия; привлечение туристов и рост населения за счет миграционного притока позволит возместить затраченные ресурсы; разработки в контексте природосбережения позволять сохранить и улучшить параметры окружающей среды, что так же привлечет туристов и увеличит возможность получения туристского и экономического эффектов; развитие города, региона и сопутствующей инфраструктуры – один из эффектов, который уже можно оценить и на сегодняшний день его уровень может расти при соответствующей поддержке и совершенствовании имеющихся объектов; макроэкономические эффекты достигнуты, что характеризуется статистическими показателями по ВРП Краснодарского края и задача – удержать достигнутый уровень.

Политические эффекты были, безусловно, достигнуты в период проведения Олимпиады – теперь стоит задача эффективного использования олимпийского наследия позволит сохранить достигнутые позиции.

Культурное, социальное и инфраструктурное наследие являются базой достижения эффектов использования туристского и экономического наследия и уже были представлены выше.

Образовательное наследие позволит достичь эффектов информационного и социального планов посредством развития системы профессиональной подготовки высококвалифицированных кадров с использованием накопленного опыта. Локомотивом достижения эффектов использования образовательного олимпийского наследия является, безусловно, Сочинский государственный университет как опорный вуз, реализующий цели развития г. Сочи и Краснодарского края осуществляя под-

готовку трудовых ресурсов в области туризма и сервиса, научные исследования в сфере туризма, являясь центром волонтерской деятельности, разработки новационных технологий обучения и привлечения молодежи к деятельности в туристской отрасли.

Следует сказать о барьерах достижения названных эффектов использования олимпийского наследия, среди которых:

пассивность инвесторов, отказавшихся практически от всех возведенных объектов, за исключением гостиничных комплексов [6];

значительное снижения финансирования города-курорта Сочи, что требует привлечения частных инвесторов, преимущественно на основе частно-государственного партнерства;

необходимость дополнительного затратного перепрофилирования ряда объектов;

необходимость инвестирования в развитие пляжной и лечебной инфраструктуры, не задействованных в процессе подготовки к Олимпиаде.

Вышесказанное говорит о том, что на основе теории конвергенции возможно параллельное развитие отраслей строительства, недвижимость, транспортной и инженерной инфраструктуры (Городское и Инфраструктурное наследие), туризма, питания, гостиничных услуг (Туристское), культуры (Культурное, Спортивное), образования (Образовательное), здравоохранения (Социальное).

Это говорит о том, что у города есть реальный шанс стать модным международным курортом при реализации в совокупности как активности и конкурентного развития частного туристского бизнеса, так и определенной государственной поддержки внутреннего туризма. Следует использовать системный подход при проектировании и планировании дальнейшего развития города и региона с эффективным использованием объектов олимпийского наследия, что позволит получить синергетический эффект в достижении целей города, региона и России в целом. Следует помнить при этом, что для получения синергетического эффекта простого объединения отраслевых инноваций как эффектов от использования Олимпийского наследия недостаточно. Необходима диффузия, взаимопроникновение, обеспечивающее конвергентное развитие сопряженных отраслей с ориентирами на точки роста – туризм, образование, информационные технологии, способствующие качественному развитию всех отраслей [2].

#### **Список литературы:**

1. Багаутдинова Н.Г., Гилязова А.А., Шарапов А.Р., Совершенствование организационно-экономического механизма управления инновациями. - Казань, Изд-во КНИТУ, 2012.
2. Кузнецов Н.В. Конвергенция наук и технологий – основа опережающего развития экономики // Вопросы экономики и права. 2016. № 2. С. 80 – 83.

3. Маркина Е.В. Современное состояние и перспективы использования объектов наследия олимпийских игр в городе сочи // Общество: социология, психология, педагогика, 2016. № 8.

4. Прыткова Е.Г. Олимпийские объекты: проблемы финансирования и содержания / Е.Г. Прыткова, Е.А. Пак, С.С. Попова, С.В. Сурнина // Международный журнал социальных и гуманитарных наук. – 2016. – Т. 7. №1. – С. 219-222.

5. Сиваев Д. Теория игр: что делать с олимпийским наследством в Сочи // РБК - Общество, 17 ФЕВ, 2015. // <http://www.rbc.ru/opinions/society/17/02/2015/>

6. Ситнина В. Все остается людям. Что ждет олимпийские объекты после окончания Игр в Сочи // Коммерсант, 17.02.2014 - <https://www.kommersant.ru/doc/2405682>

УДК 368.041+330.43

*Синявская Татьяна Геннадьевна,*  
доцент кафедры статистики, эконометрики  
и оценки рисков, канд. экон. наук, доцент,  
*Трегубова Александра Александровна,*  
доцент кафедры статистики, эконометрики  
и оценки рисков, канд. экон. наук, доцент

## СПРОС НА СТРАХОВАНИЕ И ОТНОШЕНИЕ К РИСКУ: СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Россия, Ростов-на-Дону, Ростовский государственный экономический  
университет (РИНХ),  
[sin-ta@yandex.ru](mailto:sin-ta@yandex.ru), [alexandra\\_a\\_t@mail.ru](mailto:alexandra_a_t@mail.ru)

**Аннотация.** В статье представлены результаты моделирования детерминант страхового поведения населения. Для моделирования использованы данные 25 волны Российского мониторинга экономического положения и здоровья населения НИУ-ВШЭ (RLMS-HSE) за 2016 год. В исследовании обосновано включение потенциальной и реализованной склонности индивида к риску в качестве детерминант страхового поведения. Оценивание логистической регрессии позволило утверждать, что повышенную склонность к добровольному страхованию демонстрируют индивиды из более обеспеченных семей; в возрасте 45-59 лет; мужского пола; с законченным высшим образованием и выше; состоящие в браке; имеющие домохозяйства небольшого размера; проживающие в областных центрах; исповедующие иные религии, кроме ислама, или неверующие; удовлетворенные своей жизнью; а также те, чьи семьи имели долги по кредитам, давали деньги в долг или получали доход от сдачи имущества в аренду.

**Ключевые слова:** страховое поведение, финансовое поведение, добровольное страхование, спрос на страхование, детерминанты спроса, отношение к риску, логистическая регрессия.

*Sinyavskaya Tatiana,*  
associate professor of the Department of Statistics,  
econometrics and risk assessment, Ph.D. of Economic Sciences,  
*Tregubova Alexandra,*  
associate professor of the Department of Statistics,  
econometrics and risk assessment, Ph.D. of Economic Sciences

## **DEMAND FOR INSURANCE AND ATTITUDE TO RISK: STATISTICAL MODELING**

Russia, Rostov-on-Don, Rostov State University of Economics,  
sin-ta@yandex.ru, alexandra\_a\_t@mail.ru

***Abstract.*** The paper presents the results of modeling the determinants of the population's insurance behavior. Individual Russia Longitudinal Monitoring Survey – Higher School of Economics (RLMS-HSE) Round 25 data for 2016 is used for model estimation. The study substantiates the inclusion of the potential and realized risk attitudes as determinants of insurance behavior. Logistic regression results showed that the higher propensity to voluntary insurance is demonstrated by individuals from higher income families, at the age of 45-59 years; male; with completed higher education and higher; married; having small households; living in regional centers; professing other religions, except Islam, or non-believers; satisfied with their lives; as well as those whose families had debts on loans, lent money or received income from the leasing of property.

***Keywords:*** insurance behavior, financial behavior, voluntary insurance, demand for insurance, determinants of demand, risk attitude, logistic regression.

Российские страховые компании постоянно расширяют перечень программ добровольного страхования, формируя «страховой продукт» в соответствии со спросом на страхование со стороны населения. При этом наибольшим спросом у населения, кроме услуг обязательного страхования, пользуются страховые продукты так называемого «вмененного» страхования, в первую очередь, связанные с получением кредитов. В этих условиях актуальным становится исследование спроса на услуги добровольного страхования, выявление факторов, влияющих на выбор индивидов.

В настоящее время публикации отечественных авторов, посвященные проблематике страхового поведения, практически отсутствуют. Чаще всего страховое поведение рассматривается как часть финансового, и не подлежит подробному исследованию, в отличие от таких типов финансового поведения, как кредитное и сберегательное. Большинство отечественных авторов исследует факторы спроса на страхование на макроуровне, например, В. Гомелля [1], Е. Коломин [3], А. Зубец [2], И. Котлобовский и В. Эченикэ [4].

В зарубежных публикациях различным аспектам страхового поведения посвящено большее количество работ по сравнению с отечественными исследованиями. Взаимосвязь между спросом на страхование жизни и психологическими особенностями индивидов и их отношением к риску впервые была проанализирована М. Грином [9, 10]. Спрос на страхование жизни в зависимости от ряда социально-демографических характеристик изучали М. Яари [14, 15] и Н. Хоканссон [11], их работы считаются основополагающими в данной области. Исследованию спроса на страхование в рамках концепции жизненного цикла клиента страховой компании посвящены работы С. Фишера [8], Р. Кэмпбелла [7], Ф. Льюиса [13] и Д. Бернхейма [6].

Большинство авторов, занимающихся выявлением особенностей страхового поведения и формирования спроса на услуги добровольного страхования, опираются в своих исследованиях на данные различных репрезентативных опросов, например: выборочных обследований домохозяйств [12], обследований студентов колледжей [9, 10, 5], и т.д. Для России данные о спросе на страховые услуги можно получить из результатов репрезентативного общероссийского опроса «Российский мониторинг экономического положения и здоровья населения НИУ-ВШЭ (RLMS-HSE)»<sup>3</sup>.

Для исследования была сформирована выборка на основе проявления респондентами признаков страхового поведения, для чего были использованы данные 25 волн опроса RLMS-HSE за 2016 год. Объем выборки составил 10 577 респондентов в возрасте от 14 до 95 лет, при среднем возрасте 47,68 лет. Домохозяйства опрошенных включали от 1 до 16 членов при среднем числе 3,35 человек.

В число респондентов, проявляющих активное страховое поведение, включались те, кто ответил «да» хотя бы на один из перечисленных вариантов вопроса: «Вы пользуетесь следующими видами добровольного страхования:

- страхование жизни и от несчастного случая?
- страхование квартиры, дома?
- страхование дачи?
- страхование автомобиля (помимо обязательного страхования автогражданской ответственности)?
- страхование сельхозимущества, скота?»

Индивиды, пользующиеся хотя бы одним видом добровольного страхования, рассматривались как проявляющие активность на рынке добровольного страхования. При этом из перечня видов добровольного страхования было исключено добровольное медицинское страхование

<sup>3</sup> Сайты обследования RLMS-HSE: <http://www.cpc.unc.edu/projects/rlms> и <http://www.hse.ru/rlms>

(ДМС), так как большинство респондентов заявили, что полис ДМС был предоставлен работодателем (то есть ДМС нельзя назвать услугой самостоятельного выбора индивида).

К детерминантам добровольного страхового поведения были отнесены следующие переменные: пол; возраст респондента; число членов домохозяйства; состояние в браке; уровень образования; религия; доход домохозяйства и тип поселения. Для целей исследования были сформированы возрастные группы в соответствии с принятой Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) классификацией возрастов.

Отметим, что страховое поведение традиционно связывается со склонностью к риску. Чем менее склонен к риску индивид, тем с большей вероятностью он будет страховаться, чтобы передать страховой компании риск финансовых потерь при наступлении страхового случая. Поэтому возникает необходимость использования склонности к риску в качестве дополнительной детерминанты страхового поведения. При этом имеется возможность исследования как потенциальной склонности к риску, основанной на личностных характеристиках индивида, которая могла пока не найти отражения в его поведении, так и реализованной склонности к риску, проявляющейся как фактические финансовые стратегии индивида (кредитных, сберегательных и т.п.).

Для косвенной характеристики потенциальной склонности индивида к риску в исследовании были использованы ответы на вопрос: «На сколько Вы удовлетворены своей жизнью в целом в настоящее время?».

Косвенная оценка реализованной склонности к риску была проведена на основе ответов на вопросы, характеризующих финансовое поведение индивида и его семьи:

1. «Вы когда-нибудь пытались организовать собственное предприятие?»;
2. «В течение последних 12 месяцев Вы клали деньги в банк под проценты, давали деньги взаймы под проценты?»;
3. «В течение последних 30 дней Ваша семья получала доход от сдачи в аренду имущества?»;
4. «В течение последних 30 дней Ваша семья давала деньги в долг?»;
5. «В течение последних 30 дней Ваша семья откладывала сбережения?»;
6. «На сегодняшний день у Вашей семьи есть долги по кредитам?»;
7. «В течение последних 30 дней Ваша семья тратила деньги на уплату долгов частным лицам?».

На основе сформированной выборки была оценена модель логистической регрессии. В качестве зависимой была использована бинарная

переменная, принимающая значение единицы, если индивид имеет хотя бы один полис добровольного страхования, и нуля – если не имеет. В таблице 1 представлены результаты моделирования.

Таблица 1

**Результаты оценивания бинарной логистической регрессии (зависимая переменная – наличие полиса добровольного страхования)**

№	Переменная	Коэффициент регрессии	Коэффициент отношения шансов
<b>Социально-демографические и экономические характеристики</b>			
<b>1</b>	<b>Возрастная группа (75+)</b>		
14-24		-0,19	0,83
25-44		0,18	1,19
45-59		0,31**	1,36
60-74		0,15	1,16
<b>2</b>	<b>Пол (мужской)</b>	-0,26***	0,77
<b>3</b>	<b>Число членов домохозяйства</b>	-0,10***	0,90
<b>4</b>	<b>Состояние в браке (не состоит)</b>	0,37***	1,44
<b>5</b>	<b>Уровень образования (законченное высшее образование и выше)</b>		
незаконченное среднее образование		-0,52***	0,60
законченное среднее образование		-0,47***	0,63
законченное среднее специальное образование		-0,49***	0,62
<b>6</b>	<b>Душевой доход домохозяйства (5 квинтиль)</b>		
1 квинтиль		-0,72***	0,48
2 квинтиль		-0,71***	0,49
3 квинтиль		-0,36***	0,70
4 квинтиль		-0,26***	0,77
<b>7</b>	<b>Религия (никакая)</b>		
православие		-0,05	0,95
мусульманство		-0,55***	0,58
другая		-0,57	0,57
<b>8</b>	<b>Тип поселения (областной центр)</b>		
город		-0,57***	0,57
ПГТ		-0,26*	0,77
село		-0,40***	0,67
<b>Удовлетворенность жизнью</b>			
<b>9</b>	<b>Удовлетворенность жизнью (частично нет и нет)</b>		
полностью или частично		0,40***	1,50
и да, и нет		0,24**	1,27
<b>Финансовое поведение</b>			
<b>10</b>	<b>Пытались начать свое дело (нет)</b>	0,15	1,17
<b>11</b>	<b>Долги по кредитам у домохозяйства (нет)</b>	0,37***	1,39
<b>12</b>	<b>Домохозяйство откладывало сбережения в течение 30 дней (нет)</b>	0,04	1,04
<b>13</b>	<b>В течение 12 месяцев клали деньги под проценты (нет)</b>	0,18	1,16

Продолжение таблицы 1

№	Переменная	Коэффициент регрессии	Коэффициент отношения шансов
14	<b>Домохозяйство в течение 30 дней давало деньги в долг (нет)</b>	0,41***	1,50
15	<b>Получали доход от сдачи в аренду в течение 30 дней (нет)</b>	0,34*	1,41
16	<b>Возвращали долги частным лицам в течение 30 дней (нет)</b>	0,12	1,13
17	Константа	-1,38***	0,25
<i>Количество наблюдений</i>		10577	
<i>Логарифм отношения правдоподобия</i>		532,71***	
<i>Псевдо R<sup>2</sup></i>		0,0725	

\*\*\*, \*\*, \* - значим на уровне 1, 5 и 10 % соответственно. В скобках указаны эталонные категории.

Полученная модель является статистически значимой. Влияние практически всех включенных в модель факторов оказалось статистически значимым.

Так, женщины с меньшей вероятностью пользуются услугами добровольного страхования по сравнению с мужчинами. Рост числа членов домохозяйства также снижает шансы иметь полис добровольного страхования. Такой результат можно объяснить тем, что, как правило, большие домохозяйства обладают менее высоким уровнем дохода, что снижает возможность демонстрировать страховое поведение.

Состоящие в браке индивиды имеют больше шансов пользоваться услугами добровольного страхования. Это можно объяснить тем, что лица, состоящие в браке, потенциально могут быть склонными к проявлению более активных финансовых стратегий, в том числе страховых. Кроме того, у них, как правило, более высокий уровень ответственности, что также повышает спрос на добровольное страхование. Душевой доход семьи статистически значимо влияет на вероятность наличия у индивида полиса добровольного страхования: по сравнению с респондентами из наиболее высокодоходной группы шансы проявления активности на рынке страхования снижаются для респондентов из всех остальных доходных групп.

Чем ниже у индивида уровень образования, тем ниже вероятность того, что он будет иметь полис добровольного страхования. Наибольшая вероятность характерна для лиц с законченным высшим образованием и выше, у остальных категорий она значимо ниже.

Значимым оказалось влияние возрастных характеристик: респонденты в возрасте 45-59 лет с большей вероятностью будут иметь полис добровольного страхования по сравнению с наиболее старшей группой (от 75 лет и старше). При этом мусульмане значимо менее склонны к ак-

тивному поведению на рынке добровольного страхования по сравнению с исповедующими иные религии, включая православие, или неверующими.

Значимыми оказались характеристики потенциальной и реализованной склонности индивида к риску. Индивиды, заявившие о частичной или полной удовлетворенности жизнью, с большей вероятностью будут пользоваться услугами добровольного страхования. Шансы наличия полиса добровольного страхования выше в 1,5 раза для индивидов, полностью или частично удовлетворенных жизнью, по сравнению с теми, кто не удовлетворен жизнью.

Реализуемые финансовые стратегии респондента также значимо влияют на его страховое поведение. Так, более высокие шансы проявления активности на рынке добровольного страхования характерны для респондентов, в чьих семьях есть долги по кредитам, а также для тех, чьи семьи давали деньги в долг или получали доход от сдачи в аренду.

Таким образом, можно сделать вывод, что страховое поведение россиян является одним из видов активной финансовой стратегии и в большинстве случаев не рассматривается населением как способ страховой защиты. С ростом уровня дохода растет финансовая активность индивидов, расширяется число и виды финансовых стратегий, которые он практикует, включая страховое поведение. Результаты представленного анализа страхового поведения населения подтверждают целесообразность включения характеристик потенциальной и реализованной склонности к риску индивида. Данные результаты дают возможность страховым компаниям скорректировать стратегии продвижения услуг добровольного страхования.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-010-00657.*

### **Список литературы**

1. Гомелля, В.Б. Специфика страхового спроса и предложения в РФ на современном этапе / В.Б. Гомелля // Финансы, 2011. – № 8. – С. 50-52.
2. Зубец, А.Н. Маркетинговые исследования страхового рынка/ А.Н. Зубец. – М.: Центр экономики и маркетинга, 2001. – 224 с.
3. Коломин, Е.В. Раздумья о страховании/ Е.В. Коломин. – М.: Издательский Дом «Страховое Ревю», 2006. – 384 с.
4. Котлобовский, И.Б. Российские покупатели страхования (нынешние и будущие) – кто они?/ И.Б. Котлобовский, В.Х. Эченикэ// Финансы, 2000. – № 10. – С. 45-50.
5. Berekson, L.L. Birth Order, Anxiety, Affiliation and the Purchase of Life Insurance// Journal of Risk and Insurance, 39(1), 1972. – pp. 93-108.
6. Bernheim, B.D. How Strong Are Bequest Motives? Evidence Based on Estimates of the Demand for Life Insurance and Annuities// Journal of Political Economy, 99(5), 1991. –pp. 899-927.

7. Campbell, R.A. The Demand for Life Insurance: An Application of the Economics of Uncertainty// *Journal of Finance*, 35(5), 1980. – pp. 1155-1172.
8. Fisher, S. A Life Cycle Model of Life Insurance Purchases// *International Economic Review*, 14(1), 1973. – pp. 132-152.
9. Greene, M.R. Attitudes toward Risk and a Theory of Insurance Consumption Attitudes // *Journal of Insurance*, 30(2), 1963. – pp. 165-182.
10. Greene, M.R. Insurance Mindedness – Implications for Insurance Theory // *Journal of Risk and Insurance*, 31(1), 1964. –pp. 27-38.
11. Hakansson, N.H. Optimal Investment and Consumption Strategies under Risk, an Uncertain Lifetime, and Insurance// *International Economic Review*, 10(3), 1969. – pp. 443-466.
12. Hammond, J.D., Houston, D.B., Melander, E.R. Determinants of Household Life Insurance Premium Expenditure: An Empirical Investigation// *Journal of Risk and Insurance*, 34(3), 1967. – pp. 397-408.
13. Lewis, F.D. Dependents and the Demand for Life Insurance// *American Economic Review*, 79(3), 1989. – pp. 452-467
14. Yaari, M. On the Consumer's Lifetime Allocation Process // *International Economic Review*, 5(3), 1964. – pp. 304-317.
15. Yaari, M. Uncertain Lifetime, Life Insurance and the Theory of the Consumer // *Review of Economic Studies*, 32(2), 1965. – pp. 137-150.

УДК 005.521:330.101.54

*Сидорова Лариса Евгеньевна*,  
старший преподаватель,  
*Сидоров Сергей Владимирович*,  
старший преподаватель,  
*Шарафутдинов Ринат Яковлевич*,  
канд. экон. наук, доцент

## **О СИСТЕМНОМ АНАЛИЗЕ ЛУЧШИХ ПРАКТИК УПРАВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ КАПИТАЛОМ И ИНВЕСТИЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЯХ ФИНАНСОВОЙ СИСТЕМЫ**

Новокузнецк, Сибирский государственный индустриальный  
университет,  
lizalor@mail.ru

**Аннотация:** представлен системный анализ механизмов социального синтеза человеческого капитала и проблем инновационно-инвестиционной деятельности в национальной экономике

**Ключевые слова:** паразитическая финансовая система, динамика человеческого капитала, переходные процессы, недобросовестная конкуренция, механизмы социального синтеза человеческого капитала

*Larisa E. Sidorova,*  
senior Lecturer,  
*Sergey V. Sidorov,*  
senior Lecturer,  
*Rinat Y. Sharafutdinov,*  
Associate Professor

## **ABOUT SYSTEM ANALYSIS OF THE BEST PRACTICES OF MANAGING HUMAN CAPITAL AND INVESTMENT OPPORTUNITIES OF THE FINANCIAL SYSTEM**

Novokuznetsk, Siberian State Industrial University  
lizalor@mail.ru

***Abstract.*** A systematic analysis of the mechanisms of social synthesis of human capital and the problems of innovation and investment in the national economy

***Keywords:*** the parasitic financial system, the dynamics of human capital, transitional processes, unfair competition, the mechanisms of social synthesis of human capital

Лучшие практики управления человеческим капиталом в больших противоречивых социально-экономических системах России и США, созданы и развиваются по своим уникальным правилам. Сравнение практик управления человеческим капиталом в России и США помогает понять фундаментальные различия основ стратегического управления национальной экономикой в России и США. Полученные знания помогают правильно интегрировать американскую практику в национальную экономику России.

Экономика – это способ хозяйствования и управления, это технология создания богатств. Международное право – это формализованная воля господствующей финансовой элиты. В рамках финансовой системы формируются поощряемые законом, не преследуемые законом формы экономической деятельности (компетенции) и механизмы социального синтеза, которые определяют свойства человеческого капитала.

В 19 веке в США «гонимыми» в Европе переселенцами сформировалась отличная от Российской традиции инновационная экономика. Создаётся государственный механизм обеспечения и поддержки непрерывного экономического и социального прогресса, в условиях недружелюбной (конкурентной) социальной среды. Запускаются процессы формирования организационных механизмов производства различных социальных благ («ништяков»), за счёт использования в качестве денег неограниченного количества «бумажных» долларов, не имеющих никакой реальной ценности.

В изначально «свободной» стране, человеческий капитал «Севера» и человеческий капитал «Юга», сформировались разные. Из-за разных мотиваций и компетенций возник диссонанс ценностей, который привел к гражданской войне между «Севером» и «Югом». В ходе войны «Северяне» – сторонники «бумажных» капиталов победили консерваторов «Южан» – сторонников золотого стандарта. Власть в США оказалась в руках инновационной финансовой элиты «Северян», воля которой начала определять экономический порядок и право в США. Старая финансовая элита США, мешающая демократическому прогрессу, была упразднена. Развитие демократия требовало огромных денег. В результате возникла бифуркация, паразитическая для золотого стандарта финансовая система, в виде частного эмиссионного бизнеса. У новой, демократической финансовой элиты не было никаких обязательств перед «дикарями» индейцами, «плантаторами рабовладельцами», «рабами неграми» и «деспотическими» режимами других стран.

У северян появились новые компетенции - использование для своего обогащения возможностей частного эмиссионного бизнеса. США – стали монополистом в частном эмиссионном бизнесе. Возникла власть больших денег, на которые можно всё купить, включая голоса избирателей. Появился лоббизм - узаконенная система из высокопоставленных высокопроплачиваемых теневых «решал». Лоббизм в пользу России был законодательно запрещён в 1918 году. На деньги частного эмиссионного бизнеса начинает возводится «авилонская башня» нового международного права. На непрерывно печатаемые доллары появилась возможность установления приоритетов и ограничений в социальной среде, в деловой среде, в правовой сфере. Это запустило деструктивные процессы в экономиках geopolитических конкурентов.

Новые компетенции северян это - юридически зафиксированные, юридически задаваемые, юридически оформленные, юридически formalizованные: обязательства, обязанности, специализации, полномочия, приоритеты, привилегии. Это основа функционально - структурной организации любой экономической активности в США, это функционально - структурная организация экономической деятельности.

После победы севера в гражданской войне, «свобода» и «демократия» закончилась. Существовало юридическое неравенство переселенцев и индейцев, составляющих человеческий капитал Америки. С точки зрения доктрины Монро и американского права, Россия в мире существует «на правах» индейцев.

Для выживания в природной среде Америки (России) индейцы (россияне) «не нуждались» в долларах «победившей демократии». Деньги индейцев «не мотивировали». «Не влияли» на их поведение. На своей земле, они обходились и без золота, и без долларов. Им не нужны были

голоса в парламенте, они существовали вне формализованного демократического правового поля. Они просто жили в привычной природной среде, противостояли силам природы. Никем не формализованные компетенции индейцев сформировались для выживания в природной среде. Им было необходимо «доскональное» знание особенностей природной среды. В природной среде благополучие человека зависит от благосклонности природы, от умения использовать возможности природной среды, а не от глобальных экономических интересов других людей, непрерывно генерирующих юридические нормы, создающие условия для их развития в социально - экономической сфере. После установления демократии переселенцами, индейцы оказались на своей земле вне антропогенного правового поля. В развивающейся антропогенной среде переселенцев, возникла антропогенная экономика и право. Благополучие человека в которой, теперь зависит от юридически закреплённых компетенций субъектов экономического процесса.

В свободной от тирании демократической стране США, не было никаких обязательств перед «дикарями - индейцами». Они «мешали» демократии, прогрессу и экономическому развитию государства переселенцев. Где действовала логика беспредельной жадности и рациональности. Диких индейцев просто уничтожали. Все дальнейшие события в демократической и свободной Америке происходят по праву сильного. Эта парадигма постоянно транслируется и на международные отношения.

Доктриной Монро, государственная машина США ориентируется на непрерывную агрессивную конкуренцию. На постоянное «нарушение» существующего порядка, с целью быстрого совершенствования экономики, юридических норм, в условиях борьбы с влиянием других государств – штатов, в которой выживает сильнейший и устанавливает свои порядки (экономические и политические). В результате накапливается опыт и методы жёсткой конкуренции, опыт и методы непрерывной внутренней политической борьбы. Накапливаются навыки безнаказанного физического устранения конкурентов, пример: безнаказанное убийство братьев Кеннеди и др. президентов. А в России накапливали опыт мицраторчества и создания стабильности.

На деньги частного эмиссионного бизнеса в США формируются инновационные механизмы социального синтеза. С целью создания возможностей для быстрого совершенствования большая американская социально - экономическая система разделяется на более мелкие государства - штаты (комитеты). Каждый штат имеет право на экономический эксперимент. Переходные процессы, в рамках каждого штата более контролируемые, обозримые и управляемые в ходе многорядной селекции,

сопряжены с меньшими издержками при неудаче. Издержки демократического процесса покрывает частный эмиссионный бизнес.

Каждый штат из множества принимает политические и экономические решения самостоятельно, каждый получает свой результат. Более успешные практики перенимаются менее успешными штатами. Теоретически, 50 американских штатов могут непрерывно ставить экономические эксперименты по поиску более эффективной экономической модели развития на деньги частного эмиссионного бизнеса, в настоящее время на деньги Федеральной резервной системы (ФРС). Наиболее быстро растёт тот человеческий капитал, который устраивает ФРС. Тот штат, который погряз в долгах, ограничивается в независимости, обязан выполнять требования ФРС, которая даёт рекомендации исходя из опыта успешных штатов и дотируется государством до погашения долгов.

Американская демократическая система, состоящая из более 50 независимых, свободных конкурирующих государств - штатов, у которых свой путь развития, способна находить приемлемые решения возникающих проблем, при условии неограниченного финансирования от ФРС, которая оценивает результаты, задаёт приоритеты и ограничения (вынуждающая сила, которая влияет на всё). Помимо ФРС есть избираемые федеральный парламент и сенат, которые также задают и корректируют цели. Это финансово затратный механизм демократического развития экономики. Финансовая система, основанная на золотом стандарте, не может создать таких условий для развития. В таких условиях она давно бы разорилась, так как золото - это ограниченный ресурс. Всё благополучие Америки полностью зависит от печатного станка ФРС, благодаря которому и возникло финансовое могущество США, инвесторы – «сверхчеловеки», вместо королей, технологическое могущество, информационное могущество, юридическое могущество.

Для поддержки майнстрима экономического развития, для обеспечения и поддержки экономического и социального прогресса создаётся «не прямая» система выборов органов власти. Экономически успешные штаты - локомотивы, имеют больше голосов выборщиков, чем штаты хронические должники. Механизм обеспечения и поддержки непрерывного экономического прогресса - это причина непрямых выборов в США. Те штаты, которые себя ведут «плохо», получают меньше голосов выборщиков. Штаты аутсайдеры ограничиваются в правах.

Подобную модель США реализуют и на международном уровне, в рамках инвестиционного партнёрства. Роль ФРС выполняет международный валютный фонд. Из-за возможностей неограниченного финансирования, экономическая модель США опирается на высококвалифицированный и наиболее творческий человеческий капитал, за счёт постоянно-

го привлечения людей более высокими доходами, условиями жизни и работы.

Становление частного эмиссионного бизнеса и возникновение ФРС происходило в условиях существования золотого стандарта. Подобные революционные решения и события, определяют условия развития мировой экономики на столетия вперёд. При переходе на «бумажные» деньги, со стороны США скрытно, тайно изменяется финансовый контекст развития государства. Изменяются экономические условия, в которых честная конкуренция и честная торговля деградирует. Процветают недобросовестные методы конкуренции, несправедливая торговля, кабальные договоры, неприемлемые методы конкуренции, нечистоплотные методы конкуренции. Сила США в опыте недобросовестной, паразитической конкуренции. На международную арену США вышли уже имея опыт внутренней гражданской войны, опыт недобросовестной экономической и политической конкуренции, опыт физического уничтожения geopolитических конкурентов.

Юридическое обеспечение экономики США образно сводится к формированию юридических норм для 50 агрессивных «крыс», живущих в одной клетке, обеспечивающих такие условия, чтобы они оставались живы, были сыты, хорошо плодились и обеспечивали либеральный порядок в своём штате. «Крысы» сами создают необходимую им юридическую защиту, генерируя юридическое могущество США. Задача ФРС - постоянно поддерживать этих «крыс» в агрессивном состоянии. И ещё есть Голливуд, который объясняет американцам, что надо делать, чтобы быть успешными.

В царской России опорой государства были Православная церковь, традиционные для России религии и военная элита, со своими представлениями о долге, справедливости и чести. Стержнем человеческого капитала были социально активные «люди Долга». «Люди долга» – это «ослы» национальной экономики. «Люди долга», могут работать на благо России и без денег, и без золота. В Российской экономике не было «долларовой иглы», не было инвесторов «сверхчеловеков». Меркантилизм не являлся доминирующей тенденцией развития. Приоритет был у людей долга, живущих по логике: «жила бы страна родная и нету других забот». Материальным показателем существования «людей долга» являются построенные купцами многочисленные церкви.

У «деспота» Николая II были обязательства перед Александром III, были обязательства перед крестьянами, освобождёнными от крепостного права, указом Александра II. Государи последовательно поддерживали, стимулировали доступный крестьянам, низко рентабельный бизнес. Для поддержки низко рентабельного бизнеса бывших крепостных существовала финансовая система, основанная на золотом стандарте, на основе

которой формировались справедливые рыночные отношения, создавались условия для внутренней торговли, инфраструктура международной торговли. Действовал внутри российский, исторически сложившийся, независимый от Европы, защищённый путь международной торговли по Волге и Каспию, через Иран. Свободная торговля по Волге и Каспию существовала и во времена Смуты 1612 года и в годы первой мировой войны. Был путь международной торговли «из варяг в греки» по Дону и Днепру. Из Москвы удобно было контролировать оба торговых пути. Помимо европейского рынка, развивался азиатский вектор торговли, строился Транссиб для торговли с Китаем. Всё это остановилось после октябрьской революции.

Страна жила по законам Евангелия. Церковь – это множество «святых» и люди. Церковь ориентирована на стабильное развитие общины в затруднённых условиях. На примере святых, живших в условиях традиционной финансовой системы, учит как без войны защитить социум от разрушительного влияния «плохих людей». Государством контролировался уровень эксплуатации крестьян. Помещикам запрещалось устанавливать запредельную арендную плату за землю. За счёт своего труда крестьяне постепенно богатели и выкупали землю. Энергия граждан России была направлена на освоение суровой природы, приспособление к природной среде, на установление справедливых правил обмена результатами человеческого труда, в условиях низкой рентабельности. Гашение конфликтов и напряжённости между подданными. Создание и поддержание порядка. Постепенно накапливается опыт миротворчества. Этот путь социального синтеза остаётся актуальным и в настоящее время.

Экономическая модель опиралась на золотой стандарт и существующий в Государстве человеческий капитал. Его постепенное совершенствование и развитие из поколения в поколение.

В условиях ограниченных возможностей финансирования социальных проектов, так как запасы физического золота конечны, Россия была лидером мировой политики. Русский Царь – «Помазанник Божий», имел право говорить от имени Бога. С целью сохранения «Царства Божьего» на земле, в любых условиях, он всех по возможности мирил и гасил распри, как внутри России, так и на международной арене. Русский способ хозяйствования и управления транслировался на международные отношения и на международную торговлю. Стратегическое управление в царской России – это стремление к справедливости и стабильности на этой основе. Стратегическое управление это – возможность устанавливать ограничения, приоритеты, генерировать возможности (соблазны, стимулы, социальные смыслы).

В условиях низко рентабельной экономики, когда можно мало чего предложить на продажу и «трудно» производить всё необходимое, сущ-

ствует необходимость договариваться. Вся экономика была скреплена договорами, обязательствами, ограничениями. Для создания порядка существовала система компромиссов. Существовал контроль за соблюдением соглашений, договоров, правил. Была бюрократизация управления. На ускоренную реализацию проектов поддержки и стимулирования бизнеса бывших крепостных, золота не хватало, прибегали к займам. Экономика России развивалась в условиях ограниченных финансовых ресурсов.

В национальной экономике одновременно сосуществуют конструктивные и деструктивные процессы. Конструктивные процессы в национальной экономике усиливают её позиции как независимого субъекта экономической политики. Деструктивные процессы превращают национальную экономику в объект международной экономической политики. В многоукладной России была конкуренция укладов и сословий за собственность, за власть, за деньги. Были коррупция и блат. Россия отставала от США в темпах роста благосостояния народа. Бюрократизация управления и многочисленные ограничения вызывали раздражение. Среди представителей царской фамилии сформировался влиятельный человеческий капитал высокопоставленных, высококвалифицированных, высокопрофессиональных потребителей, который стал влиять на принятие и реализацию всех решений в государстве. Великие князья захотели построить в России «демократию по американскому образцу». В процессе становления крестьянского бизнеса церковь богатела, но доходы приходов православной церкви в «свободных» США, были выше чем в России. Синод (люди, руководившие церковью) захотел реформации. В условиях существования в мировой экономике «долларовой иглы», русский царь, со своими компромиссами и обязательствами мешал почти всем. Экономика России росла. Николай II делал всё для сохранения золотого стандарта. В ходе первой мировой войны Николай II, направил во Францию русский экспедиционный корпус, для защиты европейских финансистов, сторонников золотого стандарта и традиционных устоев Европы. Во время войны, люди «долга» были на фронтах, происходила массовая гибель «людей Долга».

В ходе первой мировой войны в России произошла революция. После февральской демократической революции и отречения Николая II, «люди долга» остались не у дел. Становление демократии в условиях мировой войны требовало огромных денег. «Либеральные» США и Англия предотвратили возникновение частного эмиссионного бизнеса в новой демократической России. После февральской революции, после свержения Николая II, США и Англия сделали всё для прихода к власти большевиков. Путём организации большевистского переворота и международной изоляции России, США сделали всё для уничтожения золотого

стандарта и минимизации влияния России на миропорядок. США боятся возрождения традиционной экономики России, исходящей из национальных интересов, с большой долей «ослов» в управлении национальной экономикой, а не каких-либо догматов, коммунистических или демократических.

После победы Великой октябрьской социалистической революции, и заключения брестского мира, союзники отказались от всех обязательств перед Николаем 2 и договоров с царской Россией. Россия из числа стран победителей в первой мировой войне попала в лагерь, стран побеждённых, перестала влиять на социальные и политические процессы в послевоенной Европе, потеряла, как и побеждённая Германия, ранее имеющееся влияние и рынки. Послевоенный пересмотр миропорядка произошёл без России и Германии.

Фактически, в послевоенной Европе исчезло политическое влияние традиционной финансовой элиты, приверженной золотому стандарту. Без России из мировой политики исчезли благородство, великодушие. Под влиянием нового финансового лидера - США началось создание нового экономического порядка. Пришло время перемен. Началось изменение, слом традиционного механизма социального синтеза. Либералы США ранее присвоившие индейские земли, теперь пришли в Россию за «крестьянским золотом» и природными ресурсами.

Традиционная матрица определяющая функционально - структурную организацию человеческого капитала, традиционное мироустройство, была разрушена, уничтожена в первую мировую войну. После первой мировой войны, на деньги частного эмиссионного бизнеса началось переформатирование мировой экономики. В России и Германии начали действовать новые механизмы социального синтеза человеческого капитала. Начался переходный процесс переформатирования человеческого капитала мировой экономики, формирования нового человеческого капитала. Начала формироваться новая экономика, с новыми методами глобальной конкуренции, новым финансовым контекстом. Начала формироваться новая матрица, определяющая функционально структурную организацию человеческого капитала новой экономики.

Своей международной политикой, своей долларовой иглой, ломающей традиционные устои Европы, США создали условия для второй мировой войны, в ходе которой очередной геополитический конкурент США в Европе – Германия был повержен Советским Союзом. Никто другой этого сделать для США не мог. В результате второй мировой войны, «бумажный» доллар стал мировыми деньгами.

После октябрьской революции в России восторжествовала Диктатура пролетариата, как механизм социального синтеза. Построение нового государства осуществлялось по научным законам марксизма-

ленинизма. Экономику России загнали в рамки догматов марксизма-ленинизма. Но, основы глубинного государства остались прежние – средний класс СССР - энтузиасты, «ослы», люди долга. А, как известно, на осле, когда-то Господь въехал в Иерусалим. Осталась ментальная склонность людей к справедливости, стабильности (уверенность в завтрашнем дне), аскетизм. Целями государства СССР – были борьба за «Мир во всём Мире» и борьба с эксплуатацией человека человеком, внутри страны и в мировом масштабе. А термины «перестройка», «ускорение» – обозначали ускорение процесса формирования новой матрицы либерального мироустройства, теперь внутри Советской России. После раз渲ала СССР «люди долга» опять оказались не у дел, власть попала в руки демократической элиты, использующих вместо диктатуры пролетариата демократические технологии социального синтеза человеческого капитала (случай с американскими индейцами – диктатура капитала).

Не российские юристы после Первой мировой войны формировали и формируют сопутствующий демократии геополитический климат. В рамках действующего международного права, возникшего в условиях ещё колониального миропорядка, Россия существует на правах индейцев, по-прежнему «тормозит демократический прогресс» и, поэтому, подлежит демократизации. В процессе демократизации предполагается отказ от «дикой» культуры предков. В процессе реформ происходит одновременно формирование нового человеческого капитала и переформатирование ранее существовавшего. Решения и законы, принимаемые демократической элитой, отказ от обязательств, перед юридически незащищёнными слоями населения, в процессе переформатирования человеческого капитала, вызывают переходные процессы, вызывают социальные потрясения. Всё, что мешает или может нарушить работу частного эмиссионного бизнеса, считается врагом демократии. Все издержки демократического процесса в реформируемой стране покрываются международными кредитами, при этом международные кредиторы начинают контролировать социально - экономические процессы в стране, подлежащей демократизации.

Американская экономическая модель способна находить рациональные решения для своих проблем, но, когда они занимаются экспортом демократии, тогда предлагают другим странам решения выгодные прежде всего международным финансистам, так как оптимальных решений никто не знает. Для этого прибегают к лоббизму американских интересов в России. Американская демократическая элита непрерывно печатает деньги и «раздаёт», одолживает их своим зарубежным сторонникам демократии, усиливая их политическое влияние и зарабатывая на экспорте демократии.

Главная компетенция демократов - это умение расположить к себе людей. Лоббируя интересы США, они предлагают «сказочную» логику демократических реформ, и, одновременно, генерируют негативные информационные поля о российской действительности. Генерируются «сказочные» информационные поля, культивирование веры в «святую» демократию, обожествление демократических революций, в ходе которых безнаказанно нарушаются все существующие общечеловеческие ценности. Важно, что «святые демократы», уничтожают диктатуру, деспотов, всякое «порабощение» и «поработителей» (реально договоры и обязательства, достигнутые в течении длительного времени, в условиях дефицита финансов, когда все блага приходилось создавать собственными усилиями самим жителям).

В ходе реформ человеческий капитал одновременно является и субъектом, и объектом экономической политики. Важно соотношение скоростей конструктивных и деструктивных процессов динамики человеческого капитала. При создании нового экономического порядка, в России используются разные способы управления человеческой средой: запугивание, манипулирование, бесконечную гонку за благосостоянием, технологию сбывающегося пророчества – когда происходит информационныйброс, а затем раздувается конфликт, последствия которого создают повод для насилиственного переформатирования человеческого капитала. Общественные организации и интернет-технологии берут на себя функции правдивого лидерства, функции невидимого бога. Которые генерируют информационные поля создающие эмоциональные потрясения, «расширение сознания» людей – зомбирование. Печать, телевидение, интернет, технологии современного искусства вызывают виртуальные эмоциональные потрясения читателей, зрителей, пользователей. Есть политики, сознательно генерирующие правдоподобную лож с целью эмоциональных потрясений, вызывающих изменение сознания граждан. Генерируя подобные информационные поля интернет технологии и общественные организации решают задачу социального синтеза, задачу создания нового экономического порядка на деньги ФРС. Лоббируют интересы США, способствуют внедрению в сознание людей единых для глобальной экономики стандартов поведения.

Но существуют информационные поля, оставленные предыдущими поколениями граждан России. Остались архивы, остались рассказы бабушек и дедушек. Информационные поля возникают в процессе эмоциональных потрясений больших масс людей. Информационные поля остаются от больших систем в процессе насилиственного переформатирования человеческого капитала, в процессе социальных катастроф. Накоплены и существуют большие данные. Информационные поля – это образ

событий, о которых люди хотят оставить сообщение. Это что-то важное и непонятное для людей.

Информационные поля - это инструмент синтеза человеческого капитала, в условиях избыточности потенциального командования. Одновременно есть разные подходы к интерпретации больших данных, три разные матрицы восприятия информации, три подхода к анализу больших данных: консервативная, советская и либеральная. Совместно существуют три разных механизма социального синтеза, три подхода к пониманию того, что такое хорошо и что такое плохо.

Агрессивная конкуренция укладов в условиях юридического, материального и финансового неравенства, приводит к деструктивным процессам. Отжиманию бизнеса, уничтожению бизонов и т. п. явлениям. Важно обеспечить юридическое равноправие укладов.

В настоящее время создаётся механизм обеспечения и поддержки непрерывного экономического и социального прогресса национальной экономики в условиях недружелюбной среды. Происходит непрерывная отработка экономических механизмов управления в затруднённых условиях нечестной конкуренции, санкций, ограничений. Экономика России ненасильственно интегрирует либеральную матрицу, консервативную матрицу, советскую матрицу миропорядка, на базе ментальных общечеловеческих ценностей: справедливости, честности, порядка, равенства, свободы, демократии и др., а не как предлагалось ранее, с помощью вынуждающей силы печатного станка ФРС США. Основу (хрёбт) национальной экономики составляют «люди долга» – «ослы и учёные». По аналогии с приказом Наполеона, в чрезвычайной ситуации боя: «Ослов и учёных в центр», в ходе реформ надо защитить «ослов и учёных» от колебаний курса рубля, создать все условия для плодотворной работы «ослов и учёных». Динамика составляющих человеческого капитала показывает: «Что растёт и когда», «Путём реформ к чему идём?», «Дорогой индейцев?», «К мировой экономике без России?», «За счёт каких экономических процессов формируется современный средний класс». Эффективность предприятий определяется не мифическими издержками и производительностью труда, а свободным доступом к рынкам сбыта. Международная торговля генерирует человеческий капитал, востребованный на глобальном рынке. Теневая экономика - это инициатива людей, действующих вне существующего права, или вытесненных из правового поля. Критерий разрушения традиционного для России сектора человеческого капитала - исчезновение деревень и опустение пахотных земель.

### **Список литературы**

1. Денисов А. А., Колесников Д. Н. Теория больших систем управления: Учебное пособие для студентов вузов. - Л.: Энергоиздат, 1982. – 288 с.

2. Волкова В. Н., Денисов А. А. Основы теории систем и системного анализа: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности Системный анализ и управление». -СПб.: Издательство СПбГТУ, 1997. – 510 с.
3. Мазуров Вл. Д. Метод комитетов в задачах оптимизации и классификации. – М. :Наука, 1990.
5. Медисон Джеймс, Гамильтон Александр, Джон Джей Федералист. Издательская группа «Прогресс», 1994.
6. Остром Винсент Смысл американского федерализма. Что такое самоуправляющееся общество: Пер. с англ. / Предисл. А. Оболонского. — М.: «Арена», 1993.— 320 с.
7. Смит Вера Происхождение центральных банков – A. Wilson-Smith, 1936. – 285 с.
8. Могилевский В.Д. Методология систем: вербальный подход / Отд-ние экон. РАН, науч.-ред. Совет изд-ва «Экономика». - М. ОАО Издательство «Экономика». 1999. – 251 с.
9. Гумилёв Л. Н. Этногенез и биосфера земли. Л., 1989.

УДК 331.5

*Величко Павел Юрьевич,*  
канд. экон. наук,  
*Морозова Елена Валерьевна,*  
аспирант

## **ТЕНДЕНЦИИ НА СОВРЕМЕННОМ РЫНКЕ ТРУДА**

Россия, Краснодар, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», eliena-morozova@mail.ru

**Аннотация.** Обеспечение конкурентоспособности как вузов, так и выпускников требует инвестиций в будущее, стратегического видения перспективы за счет проведения мониторинговых и экспертных исследований. В статье представлены основные характеристики и тенденции развития современного рынка труда.

**Ключевые слова:** рынок труда, обзор профессий, спрос на рабочую силу, трудоустройство, потенциал рабочих мест.

*Velichko Pavel Yuryevich,*  
Cand. econ. sci.  
*Morozova Elena Valeryevna,*  
Postgraduate

## **TRENDS IN THE MODERN LABOUR MARKET**

Russia, Krasnodar, Kuban state agrarian University named after I. T. Trubilin,  
elienna-morozova@mail.ru

**Abstract.** Ensuring the competitiveness of both universities and graduates requires investment in the future, a strategic vision of the future through monitoring and expert research. The article presents the main characteristics and trends of the modern labor market.

**Keywords:** labor market, overview of professions, demand for labor, employment, job potential.

Рынок труда постоянно изменяется, и профессии, которые были популярны еще несколько лет назад, сегодня становятся ненужными и малооплачиваемыми. Предвидеть подобные перемены трудно. Несмотря на прогнозы 10-летней давности, касающиеся востребованности специалистов в области нанотехнологий и космоса, в нашей стране по-прежнему лидирующие позиции занимают менеджеры в области продаж (таблица 1).

*Таблица 1*  
**Распределение вакансий по профессиональным сферам с наиболее высоким спросом на специалистов в России, 2017 г.**

Профессиональная сфера	Удельный вес вакансий, %
Специалисты в области продаж	32
Информационные технологии	12
Специалисты в сфере производства	11
Начало карьеры, студенты	10
Рабочий персонал	9
Банки, инвестиции, лизинг	9
Административный персонал	8
Специалисты по строительству и недвижимости	8
Транспорт, логистика	7
Медицина, фармацевтика	7

При этом следует отметить довольно высокую устойчивость спроса на работников вышеобозначенной деятельности во времени. Так, если в 2009 г. на долю данной категории вакансий приходилось 30 % от общего их числа, то в 2017 г. – 32 %. В связи с активным развитием и внедрением в различные сферы экономического производства информационных технологий, удельный вес вакансий данной категории на рынке труда России за 2009–2017 гг. вырос на 3 % и составил в 2017 г. 12 %. Одновременно наблюдается резкое, на 16 %, сокращение доли вакансий на рабочие профессии. Удельный вес вакансий на свободные места в административной сфере за исследуемый период уменьшился на 2 % и в 2017 г. составил 8 % [1].

По информации международного портала по поиску сотрудников *LinkedIn* перечень наиболее востребованных вакансий в 2017 году в мире выглядел следующим образом: врач; фармацевт; инженер по сбыту; инженер по интернет-безопасности; менеджер по продукции; финансовый аналитик; руководитель технического проекта; начальник проекта; инженер базы данных; Scrum-менеджер.

Напротив, специалисты портала вакансий Работа@Mail.ru утверждают, что сейчас в РФ наблюдается переизбыток психологов, дизайнеров, юристов и недостаток инженеров, медицинских работников и агрономов. В стране 86 % выпускников вузов, получивших дипломы о гуманитарном образовании, не могут устроиться по специальности [4]. Однако, поскольку процессы глобализации затронули и рынок труда, профессию сейчас можно выбирать с оглядкой на весь мир.

Кристофер Писсаридес, нобелевский лауреат по экономике, в лекции «Человеческий капитал после четвертой индустриальной революции» отмечает, что осталось совсем немного сфер, в которых человека в скором времени не вытеснят роботы. Это здравоохранение, образование, гостиничный бизнес и туризм, недвижимость, домохозяйство и персональные услуги.

Даже пять лет назад сложно было предположить, что будут чрезвычайно востребованы профессии, казалось бы уже забытые. Политика и экономика вновь формируют рынки человеческих ресурсов. Никакие роботы не заменят специалистов по фейковым новостям. Можно даже сказать, что это «антироботы», которые должны быть, чтобы генерировать и, самое главное, ретранслировать без должной проверки пластины информации, для достижения заранее спродюсированных целей. Трансформация военных доктрин меняет и экономические приоритеты целых стран, и, соответственно, подготовку трудовых ресурсов для новых задач. Биотехнологии меняют продуктовую корзину и продолжительность жизни. Прогресс в области фармацевтики привел к повышению продолжительности жизни, и, как следствие, к росту численности населения старших возрастных групп. Это предопределяет необходимость развития новых сфер приложения колоссального трудового ресурса с большим опытом и обширными знаниями. Сокращение потребности в работниках, занятых физическим, а сегодня и интеллектуальным трудом, способствует развитию сфер, ориентированных на путешествия, культуру, искусство, воспитание детей. В современном обществе возникает противоречие: согласно классическому пониманию, для формирования человека необходим физический труд и интеллектуальные упражнения. Возможно эти критерии со временем изменятся, но для их выполнения необходима работа психологов и коммуникаторов, роль которых будет возрастать [3, 5].

Аналитики предсказывают глобальную технологизацию, а значит ИТ и робототехника затронет все сферы деятельности, причем программирование и алгоритмизация коснутся и гуманитарных направлений.

Несколько лет назад был запущен первый российский биопринтер, который обладает способностью печатать живые ткани и органы. Данная техника предвещает кардинальные перемены и в медицине. В транспортной области появляются беспилотные машины, в финансовой – интернет-банкинг, в аграрном секторе – мультисенсорные датчики изучения корней растений.

Эксперты отмечают, что в скором времени станут популярны архитекторы, умеющие создавать здания с использованием энергосберегающих материалов. Наравне с активным развитием ИТ и эко-проектированием, будет стремительно развиваться сфера услуг. Перечень профессий, востребованных в будущем, представлен в таблице 2.

Таблица 2  
Список профессий будущего\*

ИТ-медик	строитель «умных» дорог
биоэтик	специалист навигации в условиях Арктики
генетический консультант	проектировщик жизненного цикла космических сооружений
экоаналитик в строительстве	космогеолог
архитектор энергонулевых домов	инженер роботизированных систем
проектировщик дирижаблей	проектировщик детских и медицинских роботов
тренер творческих состояний	специалист по рециклингу одежды
архитектор территорий	разработчик моделей Big Data
игропрактик	цифровой лингвист
урбанист-эколог	оценщик интеллектуальной собственности

\* По данным [2]

Содержание деятельности врачей и учителей также изменится. Механическую работу, отнимающую время и силы, станут осуществлять программы. У специалистов будет оставаться больше времени на приобретение дополнительного образования и исследование новейших методик. Продолжит совершенствоваться сфера онлайн-обучения.

Сегодня увеличивается число людей, получающих постдипломное образование. Специалисты становятся более мобильными и открытыми новым знаниям, постоянно проходят онлайн-курсы повышения квалификации и переподготовки.

В ближайшем будущем будет актуально получать и развивать следующие навыки:

- системное и экологическое мышление;
- программирование/ робототехника/ искусственный интеллект;

- работа в условиях неопределенности;
- межотраслевая коммуникация;
- клиентоориентированность и работа с людьми;
- управление проектами;
- мультикультурность и мультиязычность.

### **Список литературы**

1. Горелова Г.В. Формализация проблем управления системой образования в контексте формирования человеческого капитала: монография / Г.В. Горелова, С.А. Кацко; под ред. Г.В. Гореловой. – Краснодар, 2011. – 172 с.
2. Какие профессии будут востребованы через 5–7 лет. Портал IQ Consultancy // Режим доступа: <https://www.iqconsultancy.ru/articles/kakie-professii-budut-vostrebovany-cherez-5-7-let/> [Электронный ресурс]
3. Кацко И.А. Моделирование поведения субъекта на региональном рынке труда / И.А. Кацко, А.М. Ляховецкий, А.Е. Жминько // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар, 2013. – С. 19-24
4. Кибанов А.Я Управление трудоустройством выпускников вузов на рынке труда: монография / А.Я. Кибанов, Ю.А. Дмитриева. – Москва, 2014. – 250 с.
5. Бондаренко П.С. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие / П.С. Бондаренко, Г.В. Горелова, И.А. Кацко; под ред. И.А. Кацко, А.И. Трубилина. – Москва: КНОРУС, 2017. – 390 с.

УДК 65.014 : 005

*Логинова Александра Викторовна*  
канд. экон. наук, доцент высшей школы  
киберфизических систем и управления

## **МНОГОУРОВНЕВЫЕ ЗАДАЧИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ: ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ В СФЕРЕ ОРГАНИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ**

г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет Петра Великого  
alexandra-lo@yandex.ru

**Аннотация.** Рассматриваются особенности многоуровневых задач принятия решений. Показаны примеры возможного использования многоуровневых моделей в сфере организационного управления. Предложено использовать идеи системно-целевого подхода, сочетать методы социальной и организационной психологии с методами организации сложных экспертиз и экономико-математического моделирования.

**Ключевые слова:** многоуровневая модель, теория принятия решений, система организационного управления, методы организации сложных экспертиз.

*Aleksandra V. Loginova*

Candidate of Economic Sciences, Associate professor

## **MULTI-LEVEL DECISION MAKING PROBLEMS: FORMATION AND APPLICATION IN THE FIELD OF ORGANIZATIONAL MANAGEMENT**

Saint-Petersburg, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University  
alexandra-lo@yandex.ru

***Abstract:*** The features of multilevel decision-making problems are reviewed. Examples of possible use of multi-level models in the sphere of organizational management are shown. It is offered to use ideas of system-target approach, to combine methods of social and organizational psychology with the techniques of complex examination and economic and mathematical modeling.

***Keywords:*** Multi-level decision making model, decision theory, organizational management system, techniques of complex examination.

Деятельность системы организационного управления любого предприятия направлена на поддержку процессов его основной деятельности, а также на разработку и реализацию такой стратегии развития предприятия, которая позволит ему сохранить и развивать свои сильные стороны в условиях конкурентной среды. Вне зависимости от размеров предприятия, система организационного управления выполняет функции стратегического планирования, формирования корпоративной культуры, построения системы внутренних и внешних коммуникаций, системы управления персоналом. Формальные внутренние коммуникации образуют структуру организационного управления (оргструктуру), особенности которой оказывают существенное влияние на систему принятия решений в организации: сила вертикальных и горизонтальных связей, число уровней иерархии, масштаб управляемости и контроля, – эти и другие признаки системы организационного управления во многом дают представление о характере взаимодействия сотрудников и уровнях (центрах) принятия решений.

В современной мировой экономике можно наблюдать множество примеров предприятий холдингового типа, системы управления которыми рассредоточены не только по разным странам, но и по разным континентам, и представляют собой сложные сетевые структуры, «федерации», «глобальные рассеянные мануфактуры» [2, 5, 6, 11]. Ещё в начале 2000-х гг. испанский социолог Мануэль Кастельс отмечал трансформацию корпораций в «паутины множественных связей, встроенных во множественность институциональных окружений».

Общими тенденциями для структур большинства современных предприятий становится сокращение числа уровней иерархии управления, переход от вертикальных связей к горизонтальным, использование принципов проектного менеджмента и структур проектного типа [5, 6, 8, 10]. Происходит «виртуализация» предприятий: развитие информационных технологий позволило координировать совместные действия работников, значительно отдаленных друг от друга.

Система организационного управления может быть описана с использованием идей многоуровневых моделей принятия решений. Модели такого типа приводятся в работах отечественных и зарубежных исследователей: Дж. Р. Квинлана, М. Месаровича, Т. Саати, Р. Акоффа, Ю.И. Черняка, Г.С. Поспелова, Ф.И. Перегудова, Ф.П. Тарасенко, В.Н. Волковой, А.А. Денисова и др. [1, 2, 4, 5, 9]. Следует отметить, что в теории и практике организационного управления чаще всего обращаются не к многоуровневым моделям принятия решений, а к постановке и анализу задач принятия решений, носящим «локальный» характер, т.е. позволяющим выбрать наилучшее (приемлемое) решение в рамках определенного вида деятельности по сравнительно узкой проблеме (например, задача о загрузке оборудования, задача распределения сотрудников между работами, задача планирования потребности в материалах и т.п.) [напр., 7]. Такой подход существенно упрощает моделирование, снижая размерность задачи. В то же время в реальной практике управления решение, принятое на любом из уровней организации, оказывает непосредственное или опосредованное влияние на состояние других уровней и их «поведение». Но построение и анализ многоуровневых моделей сопряжены с целым рядом трудностей, главная из которых заключается в том, что модели такого типа, как правило, не решаются аналитически.

Альтернативным подходом может быть построение системы моделей, в которой на каждом шаге моделирования происходит постепенное уточнение решаемой задачи (что, как правило, сопряжено с уточнением ограничений, целей, критериев и постепенной формализацией). Идея постепенной формализации задачи предложена в работах В.Н. Волковой [напр., 1, 9].

В общем виде потоки информации в организационной структуре можно представить так, как это показано на рис. 1 (информационные связи могут быть прямыми – направленными сверху вниз, типа «начальник – подчиненный» – и обратными; вертикальными и горизонтальными). Тип информационной связи определяется характером коммуникаций. В сложных оргструктурах наблюдаются множественные связи различного типа (горизонтальные связи важны для координации совместной работы подразделений и исполнителей; отношения двойного подчинения

возникают в структурах проектного типа и т.д.). Некоторые исследователи вводят специальные термины для описания многоуровневых структур (например, «страты», «слои», «эшелоны» М. Месаровича [4]).

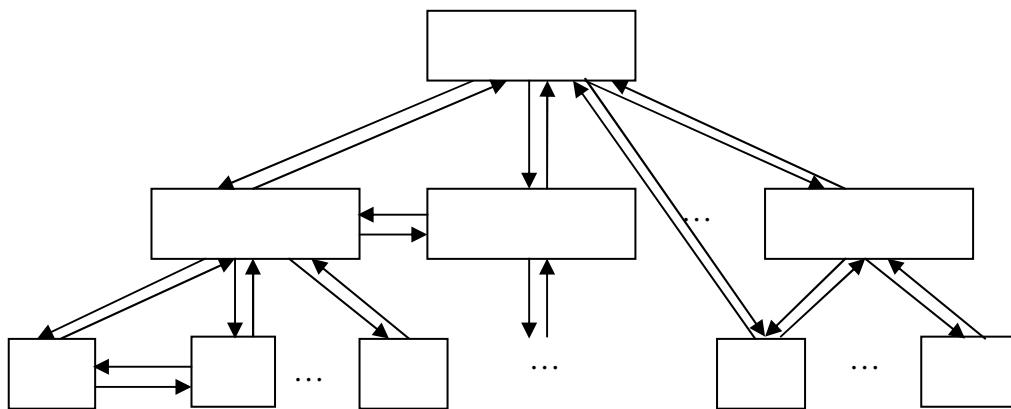


Рис. 1. Общий вид модели информационного обмена в организационной структуре

Процесс выработки управленческого решения начинается с его инициации, которая может происходить на любом из уровней оргструктуры. Так, в методике структуризации организационных целей и функций В.Н. Волковой и В.Н. Четверикова была заложена идея проектирования организационных целей и задач с привлечением двух подходов: подхода «сверху» (в этом случае структура функций строится от глобальной цели организации, которую формулирует её руководство) и подхода «снизу» (данный подход предполагает проведение опросов сотрудников всех уровней, библиографический и патентный анализ предметной области и использование других способов сбора разрозненных мнений по исследуемой проблеме, которые затем анализируются на достоверность и полноту и группируются) [1]. Использование двух названных подходов одновременно позволяет формировать структуры организационных целей, задач и функций, опираясь как мнения руководства, так и сотрудников, а кроме того, учитывать состояние внешней для организации среды. В целом степень вовлеченности сотрудников в процедуры выработки и принятия решений определяется размеров организации, типом её оргструктуры, но, прежде всего, характером её корпоративной культуры. Если организация ближе к «механистическому» типу, то в её структуре преобладают вертикальные связи; а если организация принадлежит к «органическому» типу – горизонтальные связи становятся в ней весьма значимыми, и «центры» принятия решений могут быть рассредоточены по разным уровням структуры, а не сконцентрированы только на её верхних уровнях, что характерно для механистических организаций.

Вот несколько примеров того, как происходит принятие решений в организациях. Первый пример касается задачи внесения изменений в конструкцию выпускаемого предприятием изделия. Инициаторами этой задачи могут стать такие части оргструктуры как руководство компании, отдел маркетинга, отдел главного технолога, отдел главного инженера и т.д. (соответственно, и необходимость решения задачи будет определяться разными причинами: запросами потребителей, поиском и подбором новой, например, более современной и экономичной технологии производства и т.д.). В последующем задача будет анализироваться в разных аспектах инженерами, дизайнерами, технологами, конструкторами, экономистами, специалистами по маркетингу, и каждая группа специалистов определит свои требования (ограничения задачи). Таким образом, прежде чем задача получит финальное воплощение, в её решение окажутся вовлечеными сотрудники нескольких уровней оргструктуры.

Рассмотрим более подробно другой пример многоуровневой задачи принятия решений – задачу набора и отбора персонала (рис. 2) [3]: решение о необходимости поиска и набора новых сотрудников в этом примере принимается на уровне линейного подразделения; затем это решение должно быть согласовано с руководством предприятия и передано в форме заявки в отдел кадров; отдел кадров, руководствуясь политикой в области отбора персонала, оплаты труда, размером бюджета, определяет средства поиска и привлечения новых сотрудников; в процедуре отбора новых сотрудников также оказываются вовлечеными представители нескольких уровней оргструктуры (специалисты отдела кадров, будущие коллеги и руководитель претендента, организационный психолог и др.).

На каждом этапе уточняются требования к поступающему на работу сотруднику (рис. 2). Система ограничений, формируемая при этом, может быть описана с использованием математического аппарата линейного программирования.

Например:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad j = \overline{1, m}, \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^m a_{ij} x_{ij} \leq F_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij} t_i x_{ij} \leq \overline{Z}, \quad (3)$$

$$0 \leq x_{ij} \leq 1, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m}, \quad (4)$$

где  $x_{ij}$  – требуемый «вклад»  $i$ -го исполнителя в реализацию  $j$ -й работы (функции, задачи);  $a_{ij}$  – затраты времени, требующиеся  $i$ -му исполнителю для индивидуального выполнения  $j$ -й работы, часы;  $F_i$  – эффективный

фонд рабочего времени  $i$ -го исполнителя в плановом периоде, часы;  $t_i$  – размер оплаты труда  $i$ -го исполнителя, ден. ед.;  $\bar{Z}$  – верхняя граница фонда оплаты труда подразделения в плановом периоде, ден. ед.

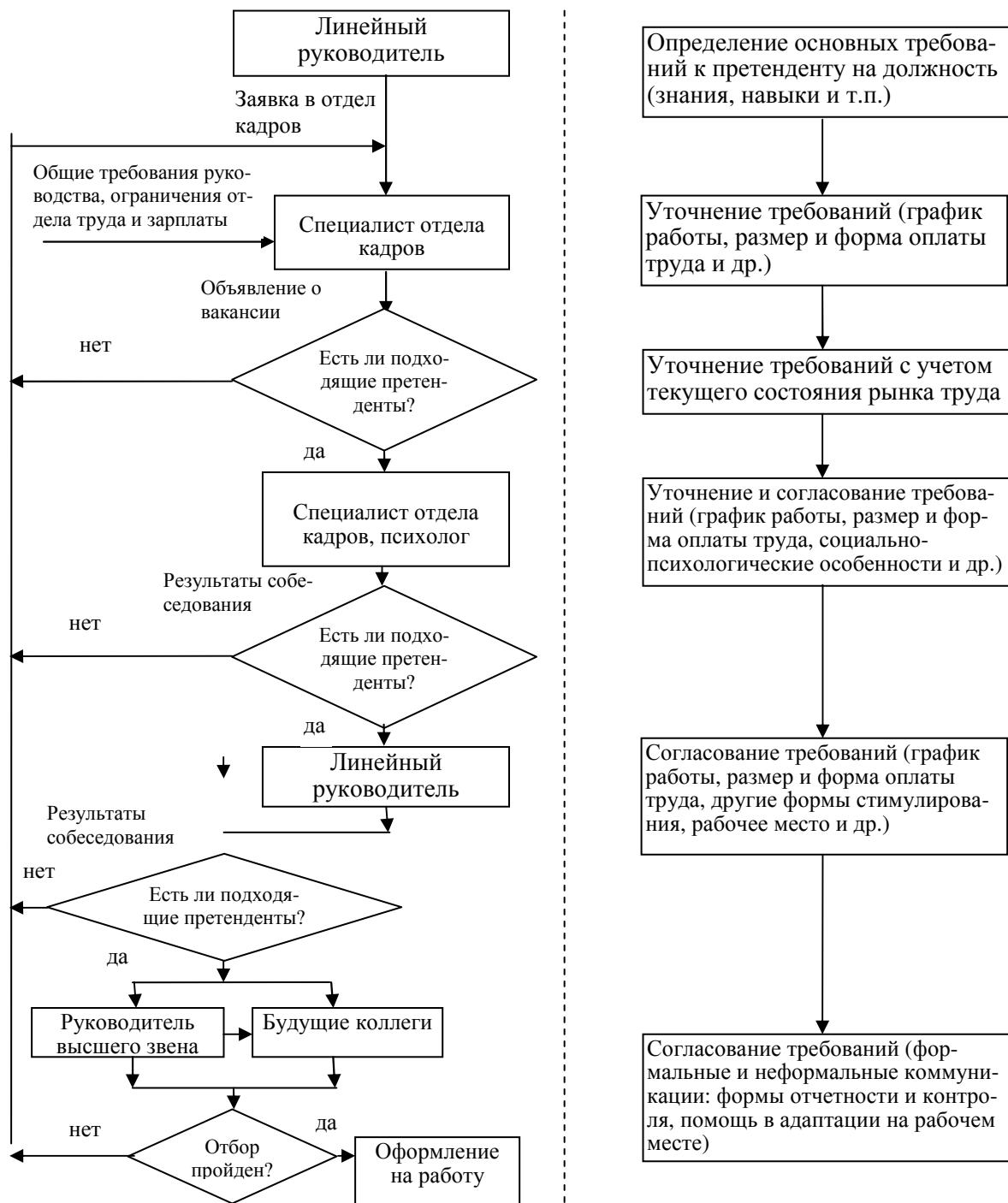


Рис. 2. Модель принятия решения в области набора и отбора персонала

Система ограничений может расширяться. В качестве целевой функции предлагается использовать информационные оценки значимости сотрудников, основанные на информационном подходе А.А. Денисова [1]:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m H_{ij} x_{ij} \rightarrow \max \quad (5)$$

где  $H_{ij}$  – это оценка значимости  $i$ -го исполнителя по отношению к реализации  $j$ -й работы, с учетом оценки руководителя и самооценки сотрудника; Оценка  $H_{ij}$  вычисляется по формуле:

$$H_{ij} = -q_{ij} \log(1 - p_{ij}'), \quad (6)$$

где  $p_{ij}$  – самооценка исполнителя ( $0 \leq p_{ij} \leq 1$ ),  $q_{ij}$  – оценка исполнителя, выполненная его руководителем ( $0 \leq q_{ij} \leq 1$ ).

### Список литературы

1. Волкова, В.Н., Денисов А.А. Теория систем и системный анализ: учебник – М.: Юрайт, 2016. – 462 с.
2. Дафт Р.Л. Менеджмент: пер. с англ. – СПб.: Питер, 2007. – 864 с.
3. Логинова А.В. Многоуровневые модели принятия решений и их применение в сфере управления персоналом / А.В. Логинова, Е.М. Смолина // В сборнике: Системный анализ в проектировании и управлении; Сборник научных трудов XXI Международной научно-практической конференции: в 2-х томах. – 2017. – Т.1. – С. 258-265.
4. Месарович, М. Теория иерархических многоуровневых систем / М. Месарович, Д. Мако, И. Такахара. – М.: Мир, 1973.
5. Минцберг Г. Структура в кулаке: создание эффективной организации / Г. Минцберг; Пер. с англ. под ред. Ю. Н. Каптуревского. – СПб.: Питер, 2004. – 512 с.
6. Хэнди Ч. По ту сторону уверенности: О новом мире внутри и вокруг организаций. – СПб: Питер, 2002 – 224 с.
7. Юрьев, В.Н. Методы оптимизации в экономике и менеджменте: Учебное пособие – 2-е изд., исп. / В.Н. Юрьев, В.А. Кузьменков. – СПб.: Издательство Политехнического университета, 2015. – 540 с.
8. Volkova V.N., Classification of Methods and Models in System analysis // Volkova V.N., Kozlov V.N., Mager V.E., Chernenkaya L.V. // Proceedings of 2017 20th IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2017 20. 2017. C. 183-186.
9. Volkova V.N. Information Technologies to Support Decision-Making in the Engineering and Control / V.N. Volkova, A.Y. Vasiliev, A.A. Efremov, A.V. Loginova // Proceedings of 2017 20th IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2017 20. 2017. C. 727-730.

10. Desyatirikova E. N. DSS design for risk management of projects / E.N. Desyatirikova, V.E. Belousov, S.P. Fedosova, A.A. Ievleva // in Proc. of 2017 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies", IT and QM and IS 2017; St. Petersburg; Russian Federation; 24-30 September 2017, Publisher: IEEE. – pp. 492-495 (DOI: 10.1109/ITMQIS.2017.8085869).
11. Karlik, A.E. A model of a strategic economy management system (Conference Paper) / A.E. Karlik, B.L. Kukor, I.A. Dymkovets, E.A. Yakovleva. // Proceedings of 2017 20th IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2017; St. Petersburg; Russian Federation; 24-26 May 2017; Editor Shaposhnikov S. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2017. Article # 7970687. – pp. 678-680 (ISBN: 978-153861810-3, DOI: 10.1109/SCM.2017.7970687).
12. Shirokova, S.V. Application of game theory in the project management of interaction between business structures and public-private partnerships (Conference Paper) / S.V. Shirokova, E.G. Naidenysheva. // Proceedings of the 29th International Business Information Management Association Conference - Education Excellence and Innovation Management through Vision 2020: From Regional Development Sustainability to Global Economic Growth 2017, Vienna; Austria; 3-4 May 2017; Editor Soliman K.S.; International Business Information Management Association, IBIMA, 2017. – pp. 1150-1156; 7 (ISBN: 978-098604197-6).

## Секция 6

# СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ

УДК 65.018

*Черненькая Людмила Васильевна<sup>1</sup>,*  
Профессор, доктор технических наук, старший научный сотрудник,  
*Магер Владимир Евстафьевич<sup>1</sup>,*  
Доцент, кандидат технических наук, старший научный сотрудник,  
*Черненький Андрей Владимирович<sup>2</sup>,*  
Педагог дополнительного образования, кандидат экономических наук

## СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ

Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого

<sup>1</sup> Высшая школа киберфизических систем и управления Института  
компьютерных наук и технологий, Ludmila@qmd.spbstu.ru

<sup>2</sup> Высшая инженерная школа, Andrey@qmd.spbstu.ru

**Аннотация.** Объекты управления качеством представляют собой большие системы. Показана необходимость применения системного подхода в анализе деятельности организации с целью ее совершенствования, несмотря на изъятие этого принципа из определений международных стандартов ИСО серии 9000 в версии 2015 года. Описана специфика декомпозиции системы в управлении качеством. Представлены основные положения процессного подхода.

**Ключевые слова:** большая система, системный подход, декомпозиция, процессный подход, система менеджмента качества.

*Liudmila V. Chernenkaya<sup>1</sup>,*  
Professor, Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher,  
*Vladimir E. Mager<sup>1</sup>,*  
Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Chief Researcher,  
*Andrei V. Chernenki<sup>2</sup>,*  
Pedagogue on Supplementary Education, Candidate of Economic Sciences

## SYSTEM APPROACH IN QUALITY MANAGEMENT

Russia, St.Petersburg, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University

<sup>1</sup> High School on Cyber physic Systems and Control of the Institute  
for Computer Sciences and Technologies, Ludmila@qmd.spbstu.ru

<sup>2</sup> High School on Engineering, Andrey@qmd.spbstu.ru

**Abstract.** Entities in Quality management must be considered as large-scale systems. The necessity in applying of system approach in analysis of activities of organization aimed on its' enhancements is proved, despite that this principle has been taken out from definitions of the International standards of ISO 9000 series in 2015. Specifics of decomposition of a system in Quality management is described. The main features of the process approach are introduced.

**Keywords:** large-scale system, system approach, decomposition, process approach, quality management system.

Управление качеством приложимо для любых видов деятельности, но чаще всего методология TQM (Total Quality Management – Всеобщее управление качеством) применяется в сфере производства продукции и услуг, с целью приведения качества в соответствие с установленными и предполагаемыми запросами заказчиков и клиентов. Эта методология основана на принципах TQM, перечисленных и раскрытых в международном стандарте ISO 9000 [1], параллельное (одновременное) внедрение которых в рамках системы менеджмента качества (СМК) любой организации предположительно должно привести к повышению качества и росту конкурентоспособности [2, 3]. Начиная с первых версий стандартов ИСО серии 9000 было анонсировано 8 принципов TQM:

- 1) ориентация на потребителя,
- 2) роль руководства,
- 3) вовлечение персонала,
- 4) процессный подход,
- 5) системный подход к управлению,
- 6) постоянное улучшение,
- 7) принятие решений на основе фактов,
- 8) взаимовыгодные отношения с поставщиками.

Однако после очередного пересмотра стандартов в 2015 году число принципов было сокращено до семи, их названия претерпели изменения, но удивление (и не только у апологетов системного анализа) вызвал тот факт, что из перечня принципов был изъят системный подход. Причины этого решения не объясняются, но, по нашему мнению, отказ от системного подхода может сорвать любые планы по внедрению улучшений в организациях. Попробуем аргументировать.

Организация (предприятие) по определению является большой системой [4]. Это значит, что анализ ее функционирования, оценку показателей ее деятельности, улучшение ее качества невозможно выполнить без декомпозиции системы на подсистемы и элементы, что и составляет сущность системного подхода. Целью декомпозиции является открывающаяся возможность проводить улучшения отдельных подсистем, в предположении, что это отразится на улучшении большой системы в целом. Реализации данного предположения может воспрепятствовать одно

из положений теории ограничений Элияху Голдратта [5], которое гласит, что сумма локальных системных оптимумов не равняется оптимуму системы в целом. Иными словами, если каждый элемент системы работает с максимальной отдачей, это еще не означает, что система в целом будет давать такую же отдачу. Но в рассматриваемом случае организации как большой системы, в особенности учитывая ее социо-технический характер, у менеджеров организации нет иной альтернативы совершенствования, кроме декомпозиции с целью анализа и последовательного улучшения элементов системы, т.е. применения системного подхода.

В свою очередь, методика декомпозиции системы, применяемая в управлении качеством, имеет свои специфические особенности. Так, тривиальное «расчленение» организации на отделы, службы, подразделения по принципу соподчиненности в соответствии с организационной структурой, с точки зрения обеспечения качества, т.е. выполнения требований и запросов заказчиков и клиентов, теряет смысл. В данном варианте итоговое (результатирующее) качество выполнения заказа можно представить как функционал качества работы подразделений организации:

$$Q_{pes.} \equiv \bigcap_{i=1}^n Q_{podr.i}, \quad (1)$$

где  $Q_{podr.i} \equiv \left[ Q_{ruk.i} \wedge \bigcap_{j=2}^m Q_{podch.ij} \right]$  - качество работы  $i$ -го подразделения;

$Q_{ruk.i}$  – добросовестность выполнения должностных обязанностей руководителем  $i$ -го подразделения;

$Q_{podch.ij}$  – качество работы  $j$ -го работника  $i$ -го подразделения;

$n$  – число выделенных подразделений по оргструктуре;

$m$  – численность работников в подразделении.

Таким образом, для повышения качества в данном варианте требуется в основном воспитательная работа, т.е. грамотное функционирование отдела HR [6, 7, 8]. Конечно, мотивация является неотъемлемым атрибутом СМК, но результатирующее качество все-таки определяется совершенством технологий, имеющихся в распоряжении организации (здесь и далее термин «технологии» используется как собирательный, включающий оборудование, инструмент, сырье, расходные материалы, квалификацию персонала и собственно технологии).

Второй вариант декомпозиции, традиционный для управления качеством – декомпозиция процесса выполнения заказа на подпроцессы, с последующей декомпозицией на процедуры (методы выполнения работ) и отдельные технологические операции. В этом состоит сущность процессного подхода, который рекомендован стандартами ИСО серии 9000 начиная с версии 2000 года. Однако процессный подход в стандарте ISO

9000 [1] описывается весьма скрупулезно, а процесс представлен как «нечто» (в терминах теории управления – «черный ящик»), единственными определяемыми атрибутами которого являются «вход» и «выход». Поэтому процессный подход в управлении качеством требует дополнительного разъяснения (наиболее подробное его описание содержится в работе [9]). Основное положение процессного подхода: часть общего процесса деятельности организации по выполнению заказа (подпроцесс), выделяемая в ходе декомпозиции по функциональному признаку, исполняется не отдельно взятым подразделением (хотя оно может быть назначено ответственным за выполнение подпроцесса), а всеми подразделениями, напрямую или косвенно участвующими в данной работе. Таким образом, результирующее качество будет определяться как:

$$Q_{\text{рез.}} \equiv \bigcap_{s=1}^k Q_{nn.s}, \quad (2)$$

где  $Q_{nn.s} = \left[ Q_{\Sigma\text{технол.}s} \wedge \bigcap_{r=1}^l \zeta_{rw} Q_{\text{подпр.}rw} \right]$  - качество  $s$ -го подпроцесса;

$Q_{\Sigma\text{технол.}s}$  – качество технологий, доступных в  $s$ -м подпроцессе;

$Q_{\text{подпр.}rw}$  – качество работы  $r$ -го подразделения при выполнении  $w$ -го подпроцесса, аналогично  $Q_{\text{подпр.}i}$  из (1), но  $r < 1$ ;

$\zeta_{rw}$  – доля участия  $r$ -го подразделения в выполнении

$$w\text{-го подпроцесса, } \sum_{w,r}^l \zeta_{rw} = 1;$$

$k$  – общее число подпроцессов, выделенных при декомпозиции;

$l$  – число подразделений, задействованных в выполнении

$w$ -го подпроцесса,  $w < k$ .

Таким образом, во втором варианте результирующее качество становится всеохватывающим, вбирающим как качество технологий, так и слаженность взаимодействия всех подразделений организации.

В заключение хочется выразить надежду, что нам удалось убедить читателя в необходимости применения системного подхода в управлении качеством.

### Список литературы

- ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.
- Leonova T.I., Mager V.E., Mikeladze B.D., Chernenkaya L.V., Chernenkii A.V. Support of decision-making in organizations' Quality management // Proceedings of 2017 20th IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2017, 20, 2017. – С. 843-845.

3. Горбашко Е.А., Черненький А.В. Повышение качества деятельности организаций научно-образовательного комплекса // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета, 2017, № 1-2 (103). – С. 111-117.
4. Goode H., Machol K. System Engineering: an Introduction to the Design of Large-scale Systems. – New York: McGrawhill Book Company, 1957. – 551 p.
5. Детмер, Уильям. Теория ограничений Голдратта. Системный подход к непрерывному совершенствованию. – Издательство Литагент «Альпина», 2012.
6. Алексанков, А.М., Магер, В.Е., Черненькая, Л.В., Черненький, А.В. Обеспечение качества высшего образования // Открытое образование. – 2016. – Т. 20, № 4. – С. 10-16.
7. Никифоров В.И., Речинский А.В., Черненькая Л.В. Понятийно-терминологический аппарат государственных образовательных стандартов системы непрерывного профессионального образования // «Alma mater» (Вестник высшей школы), 2013, № 11. – С. 43-47.
8. Магер В.Е., Черненькая, Л.В. Мотивация персонала в системе менеджмента качества // «Наука и бизнес: пути развития», №5 (59), 2016. – С. 40-42.
9. Магер В.Е. Управление качеством: учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 176 с.

УДК 330+004

*Хубаев Георгий Николаевич*,  
профессор кафедры Информационных систем  
и прикладной информатики,  
д-р экон. наук, профессор

## **КАЧЕСТВО ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ: МЕТОДИКА ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА**

Россия, г. Ростов-на-Дону, Ростовский государственный экономический университет (РИНХ), gkhubaev@mail.ru

**Аннотация.** Предложена оригинальная методика экспресс-анализа качества жизни населения административно-территориальных образований (АТО), позволяющая оперативно выполнять ранжирование АТО по различным подмножествам показателей, характеризующих качество жизни населения, оценивать степень соответствия значений конкретных показателей у любого АТО требованиям системы верхнего уровня, анализировать динамику качества жизни населения по отдельным АТО и по группам показателей и АТО

**Ключевые слова:** качество жизни населения, сравнительный анализ, административно-территориальные образования, множество показателей

*Khubaev Georgy Nikolaevich,*  
Professor, Department of Information systems and applied Informatics,  
doctor of economic Sciences, professor

## QUALITY OF LIFE OF POPULATION ADMINISTRATIVE-TERRITORIAL FORMATIONS: METHOD OF EXPRESS-ANALYSIS

Russia, Rostov-na-Donu, Rostov state economic University (RINH),  
gkhubaev@mail.ru

**Abstract.** The original method of express-analysis of the quality of life of the population of administrative-territorial formations (ATF) allowing to carry out quickly ranking ATF on various subsets of the indicators characterizing quality of life of the population is offered, assess the degree of compliance with the requirements of the upper-level system for the values of specific indicators for any ATF, analyze the dynamics of the quality of life population by individual ATF and by groups of indicators and ATF.

**Keywords:** quality of life of the population, comparative analysis, administrative-territorial formations, set of indicators

**Постановка задачи.** В «Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года» [1] указано, что к основным вызовам и угрозам экономической безопасности относятся «усиление дифференциации населения по уровню доходов ... снижение качества человеческого потенциала ... усиление дифференциации регионов и муниципальных образований по уровню и темпам социально-экономического развития». При этом «целями государственной политики в сфере обеспечения экономической безопасности являются ... повышение уровня и качества жизни населения». Действительно, судя по [2], разброс численных значений показателей, характеризующих различные аспекты жизни населения в субъектах РФ, весьма велик. Поэтому создание инструментария для **оперативной сравнительной оценки** качества жизни населения в административно-территориальных образованиях (АТО) Российской Федерации и **анализа динамики** численных значений показателей, характеризующих качество жизни населения, представляется исключительно актуальной задачей.

Известно, что упорядочение объектов различного назначения по выбранным критериям (показателям) – одна из наиболее часто встречающихся задач. Однако в процессе упорядочения административно-территориальных образований возникает ряд проблем, связанных с наличием множества показателей, характеризующих качество жизни населения. Среди этих проблем, во-первых, высокая ресурсоемкость процессов и **\*сравнительной оценки** эффективности деятельности органов управления АТО, и **\*анализа динамики** качества жизни населения в целом по всем субъектам, по группам субъектов и показателей, и по от-

дельным субъектам (насколько нам известно, сегодня невозможно оперативно выполнить такой анализ). Во-вторых, существующие методики не позволяют оперативно выполнять упорядочение АТО по различным подмножествам показателей.

В статье предложена оригинальная методика, позволяющая *оперативно* выполнять *ранжирование АТО по различным подмножествам показателей* качества жизни населения, *анализировать динамику* качества жизни населения и по *отдельным субъектам, и в целом по всем субъектам, и по группам субъектов и показателей*.

**Предлагаемая последовательность действий.** Для реализации методики необходимо выполнить следующие шаги:

**Шаг 1.** Сглаживание различий в условиях функционирования сравниваемых АТО путем формирования групп (классов, кластеров, таксонов) с относительно одинаковыми условиями деятельности (группировка выполняется с использованием известных алгоритмов и программных продуктов автоматической классификации). Например, если сравниваются административно-территориальные образования по *динамике* уровня жизни населения и выполняется их ранжирование по величине *прироста* значений показателей, *характеризующих уровень жизни* населения за определенный период (за 5 или 10 лет), то сначала необходимо сформировать группы АТО с *относительно одинаковыми исходными возможностями*, такими как выделенный АТО в анализируемом периоде объем бюджетных средств на душу населения и др.

Предположим, что исходное множество АТО *разделено на группы* с достаточно *схожими исходными*, потенциальными возможностями, *схожими условиями функционирования*. В последующем описание алгоритма выполнено *на примере* сравнительного анализа качества жизни населения АТО в *одной из групп*.

**Шаг 2.** Формирование (как правило, системой верхнего уровня) перечня показателей, по численным значениям которых *отдельно в каждой выделенной группе* будет осуществляться ранжирование и сравнительный анализ результатов деятельности сравниваемых АТО.

**Шаг 3.** Выбор интервала времени, в течение которого будут оцениваться результаты деятельности органов управления АТО. Если *сравнивается динамика, прирост* результатов деятельности объектов-АТО в течение определенного периода, то чтобы *эlimинировать* влияние на результаты расчета резких изменений значений исходных показателей, целесообразно использовать метод скользящих средних. Например, в случае, если требуется сравнить динамику оценочных показателей у каждого

го из АТО за 10 лет, используя средние значения за 3-летний период, т.е. используются 3-летние скользящие средние.

**Шаг 4.** Количественная оценка численных значений показателей в каждой из групп АТО на основе исследований или путем использования ретроспективных данных.

**Шаг 5.** Перевод численных значений каждого показателя в относительные единицы путем деления на среднее значение (математическое ожидание) показателя *по всем* АТО группы:  $Y_{ij}^0 = Y_{ij} / Y_{jep}$  ( $i \in n_t$ ;  $j \in m$ ), где  $Y_{ij}^0$ ,  $Y_{ij}$ ,  $Y_{jep}$  – соответственно относительное, исходное и среднее  $i$ -е значение  $j$ -того показателя;  $n_t$  – количество АТО в  $t$ -ой группе;  $m$  – количество показателей, выбранных для сравнения анализируемых АТО.

Просуммировав *относительные* значения  $Y_{ij}^0$  по каждому из сравниваемых АТО и выполнив их сортировку, получим *искомый ранжированный перечень* АТО. Причем преобразование *абсолютных* значений каждого показателя в относительные позволяет осуществить сравнение и упорядочение АТО, выбирая *разные подмножества* из общей совокупности показателей, путем суммирования *относительных* значений показателей по каждому из АТО. В ряде случаев для решения задачи упорядочения АТО этого бывает достаточно (см., например, [3]).

**Шаг 6.** Преобразование матрицы относительных значений показателей  $\{Y_{ij}^0\}$  в матрицу  $\{X_{ij}\}$ , состоящую из нулей и единиц, например, по формуле:  $X_{ij} = 1$ , если  $Y_{ij}^0 \geq 1$ ;  $X_{ij} = 0$ , если  $Y_{ij}^0 < 1$ . Причем система верхнего уровня, исходя из своих интересов, может выбрать *любое численное значение* отношения  $Y_{ij} / Y_{jep}$ . Такое преобразование позволяет *оперативно и с минимальными затратами ресурсов* определять, *какие АТО, по каким показателям и в какой степени* (насколько существенно) *превосходят* или, наоборот, замедляют, «тормозят» остальных членов анализируемой группы.

Пусть  $Z = \{Z_i\}$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) – множество сравниваемых АТО;  $R = \{R_j\}$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) – множество, составляющее словарь количественных показателей, используемых в качестве критериев при ранжировании и сравнении АТО. Материалы преобразования количественных значений показателей представляются в виде таблицы  $\{X_{ij}\}$ .

**Шаг 7.** Выделить объекты для сравнения  $Z_i$  и  $Z_k$  ( $i, k = 1, 2, \dots, n$ ) и ввести следующие обозначения:  $P_{ik}^{(11)}$  – количество показателей, численные значения которых не меньше установленной системой верхнего уровня величины *одновременно* у  $Z_i$  и  $Z_k$ , т.е.  $P_{ik}^{(11)} = |Z_i \cap Z_k|$  мощность

пересечения множеств  $Z_i = \{x_{ij}\}$  и  $Z_k = \{x_{kj}\}$  ( $j \in \overline{1, m}; x|x_{ij}, x_{ij} = 1\}$ );  $P_{ik}^{(10)}$  – количество единиц, имеющихся у показателей  $Z_i$ , но отсутствующих у  $Z_k$ , т.е.  $P_{ik}^{(10)} = |Z_i / Z_k|$  – мощность разности множеств  $Z_i = \{x_{ij}\}$  и  $Z_k = \{x_{kj}\}$ .  $P_{ik}^{(10)}$  – количество единиц, отсутствующих у  $Z_i$ , но имеющихся у  $Z_k$ , т.е.  $P_{ik}^{(01)} = |Z_k / Z_i|$ .

**Шаг 8.** Выбрать качестве меры рассогласования между объектами  $Z_i$  и  $Z_k$  величину  $S_{ik} = P_{ik}^{(01)} / (P_{ik}^{(11)} + P_{ik}^{(10)})$ , а для оценки степени включения, «вхождения» АТО  $Z_i$  в  $Z_k$  – величину  $h_{ik} = P_{ik}^{(11)} / (P_{ik}^{(11)} + P_{ik}^{(10)})$ .

Построить матрицы  $P = \{p_{ik}^{(01)}\}, S = \{s_{ik}\}, G = \{g_{ik}\}, H = \{h_{ik}\}$ , где  $g_{ik} = P_{ik}^{(11)} / (P_{ik}^{(11)} + P_{ik}^{(10)} + P_{ik}^{(01)})$  – мера подобия Жаккарда.

**Шаг 9.** Преобразовать  $P, S, G$  и  $H$  в логические матрицы отношения поглощения (включения) для выбранных пороговых значений  $\varepsilon_p, \varepsilon_s, \varepsilon_g, \varepsilon_h$ .  $P_0 = \{p_{ik}^0\}, S_0 = \{s_{ik}^0\}, G_0 = \{g_{ik}^0\}, H_0 = \{h_{ik}^0\}$  ( $i, k \in \overline{1, n}$ ).

Элементы которых определяются следующим образом:

$$P_{ik}^0 = \begin{cases} 1, & \text{если } P_{ik}^{(01)} \leq \varepsilon_p \text{ и } i \neq k, \\ 0, & \text{если } P_{ik}^{(01)} > \varepsilon_p \text{ или } i = k; \end{cases} \quad S_{ik}^0 = \begin{cases} 1, & \text{если } S_{ik} \leq \varepsilon_s \text{ и } i \neq k, \\ 0, & \text{если } S_{ik} > \varepsilon_s \text{ или } i = k; \end{cases}$$

$$g_{ik}^0 = \begin{cases} 1, & \text{если } g_{ik} \geq \varepsilon_g \text{ и } i \neq k, \\ 0, & \text{если } g_{ik} < \varepsilon_g \text{ или } i = k; \end{cases} \quad h_{ik}^0 = \begin{cases} 1, & \text{если } h_{ik} \geq \varepsilon_h \text{ и } i \neq k, \\ 0, & \text{если } h_{ik} < \varepsilon_h \text{ или } i = k; \end{cases}$$

где  $\varepsilon$  – выбранные граничные значения.

Выбирая различные пороговые значения  $\varepsilon$  для элементов матриц  $P, S, G$  и  $H$ , можно построить логические матрицы поглощения (включения)  $P_0, S_0, G_0$  и  $H_0$ . Граф, построенный по логическим матрицам  $P_0, S_0, G_0$  и  $H_0$ , дает наглядное представление о взаимосвязи между сравниваемыми АТО (по выбранным оценочным показателям).

Строку с перечнем *показателей, которые интересуют систему верхнего уровня*, обозначим через  $Z_e$ .

Дополнив таблицу  $\{X_{ij}\}$  ( $i \in n, j \in m$ ) строкой  $X_{ej}$  ( $j \in m$ ), рассчитаем матрицы  $P^{(10)}$  и  $P^{(11)}$ . Затем, выделив строки ( $Z_j$ ), у которых

$P_{ej}^{(10)} = 0$ , либо

$H_{ej} = 1$ , ( $e \neq j, j \in m$ ), получим *перечень АТО, результаты деятельности которых удовлетворяют конкретным требованиям системы верхнего уровня* (исходя из заданных численных значений выбранных оценочных показателей).

Для расчета матриц  $P_0$ ,  $S_0$ ,  $G_0$  и  $H_0$  используется программная система [4].

Анализ построенных матриц позволяет не только выполнить ранжирование АТО, но и \*выделить различные подмножества АТО, взаимосвязанных по показателям, характеризующим эффективность деятельности в конкретных областях, \*выявлять объекты, у которых значения определенных показателей существенно выше, чем у большинства участвующих в рейтинге АТО. В результате выполненных расчетов можно также *оперативно* обнаружить, по *каким конкретно показателям и в какой степени* сравниваемые АТО не отвечают требованиям, установленным системой верхнего уровня.

**Шаг 10.** Определить статистические характеристики (математическое ожидание, дисперсию, коэффициент вариации, медиану, асимметрию, эксцесс), таблицы и гистограммы распределения АТО в зависимости от численных значений показателей  $\{Y_{ij}^0\}$ ,  $Y_{ij}^0 = Y_{ij} / Y_{jcp}$  ( $j=1, 2, \dots, m$ ) \*для *оперативной оценки доли* АТО, деятельность которых удовлетворяет или, наоборот, не удовлетворяет систему верхнего уровня, и \*для исследования причин изменения этой доли во времени. Кроме того, сведения об общей динамике статистических характеристик оценочных показателей всех АТО – математического ожидания, коэффициента вариации, медианы и асимметрии – позволяют дать *объективную оценку эффективности деятельности самой системы верхнего уровня*.

Для расчета *статистических характеристик, таблицы и гистограммы распределения* различных подмножеств показателей у всей совокупности объектов и анализа *динамики численных значений* оценочных показателей в течение выбранного периода времени можно использовать систему автоматизированного синтеза имитационных моделей [5, 6].

Например, осуществив в [2] пересчет в относительные единицы  $\{Y_{ij}^0\}$  показателей качества жизни населения субъектов РФ, следует рас считать статистические характеристики, таблицы и гистограммы распределения по *каждому показателю* для *всех* объектов-субъектов РФ; это позволит *оперативно* оценивать (по таблице и гистограмме распределения), **какая доля субъектов РФ и в какой степени** (в % по отношению к математическому ожиданию значения показателя) **соответствует** максимальной или плановой величине этого показателя. Рассчитав по годам (за выбранный период времени) статистические характеристики, таблицы и гистограммы распределения для конкретного показателя качества жизни, можно анализировать *динамику* статистических характеристик этого показателя.

**Шаг 11.** Рассчитать *по каждому объекту* статистические характеристики, таблицы и гистограммы распределения численных значений

всех оценочных показателей и, при необходимости, различных подмножеств показателей, чтобы каждый объект-АТО мог легко оценить свои конкурентные позиции.

При этом, получив общее распределение оценочных показателей путем *имитационного моделирования суммы распределений показателей по всем АТО с использованием* [5, 6], можно **выявить** наличие группировок АТО, *оценить, с какой вероятностью* сформировались эти группы и *проанализировать причины* образования таких групп. Например, в [7] представлены полученные в результате имитационного моделирования группы объектов, попавших в диапазон с соответствующей вероятностью (исходя из численных значений конкретного оценочного показателя).

## **Заключение**

Нам не известны другие алгоритмы или методики, позволяющие *с меньшими затратами финансовых ресурсов и интеллектуальных усилий* осуществить следующее:

1) Оперативно выполнять ранжирование АТО по *любому подмножеству показателей*, одновременно обеспечивая повышение достоверности расчетов за счет предоставления возможности органу управления любого АТО проверить правильность выполненных расчетов, справедливость полученной сравнительной оценки. При этом все расчеты, связанные с обработкой первичной информации и получением результатов анализа качества жизни населения АТО, могут выполняться автоматизировано, централизованно.

2) Количественно оценивать *степень соответствия* значений конкретных показателей качества жизни населения у каждого из сравниваемых АТО требованиям системы верхнего уровня, например, на определенный период. Причем при анализе *динамики* численных значений показателей и в целом по всем АТО, и по отдельным АТО можно использовать метод скользящих средних для элиминирования влияния на результаты расчета резких изменений значений исходных данных.

3) Выявлять взаимосвязи между АТО, формировать подгруппы с примерно одинаковыми величинами оценочных показателей и анализировать причины образования таких подгрупп.

4) Обеспечить для системы верхнего уровня возможность оптимального выбора определенного АТО, предоставляя сведения о том, *какие АТО и по каким показателям* занимают лидирующее положение, а каждому из АТО обеспечить возможность *анализа резервов* улучшения деятельности, дать первоначальную оценку его конкурентным позициям.

5) Рассчитывать статистические характеристики (математическое ожидание, дисперсию, коэффициент вариации, медиану, асимметрию, эксцесс), таблицы и гистограммы распределения АТО в зависимости от численных значений показателей  $\{Y_{IJ}^0\}$ , оценивать динамику доли успешно функционирующих объектов, давать объективную оценку результатам деятельности системы верхнего уровня.

*Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) – проект 18-010-00806/18 «УРОВЕНЬ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИОРИАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ: выявление, исследование, анализ и оценка значимости определяющих факторов (для последующей оптимизации в условиях ограниченных ресурсов)»*

### **Список литературы**

1. Указ Президента РФ №208 от 13 мая 2017 года «О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года». URL: <http://www.garant.ru>
2. Рейтинг качества жизни в регионах РФ: результаты и методика расчета. М., 2012-2017. URL: <http://riarating.ru>
3. Хубаев Г.Н. Компьютерные сети в системе оценки качества подготовки специалистов // ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ. - 1995. - N3. – с.9-16.
4. Хубаев Г.Н., Щербаков С.М., Аручиди Н.А. Программная система анализа сложных систем по критерию функциональной полноты // Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. – №2009615296. – М.: Роспатент, 2009.
5. Система автоматизированного синтеза имитационных моделей на основе языка UML «СИМ-UML» /Авторы- правообладатели: Хубаев Г.Н., Щербаков С.М., Рванцов Ю.А. // СеBIT 2015 (Ганновер, 2015). Каталог разработок российских компаний. – Ministry of Education and Science of the Russian Federation; МСП ИТТ, 2015.
6. Хубаев Г.Н., Щербаков С.М. Система автоматизированного синтеза имитационных моделей на основе языка UML 2.0 (СИМ-UML 2.0) // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. – № 2016661676. – М.: Роспатент, 2016.
7. Хубаев Г.Н. Методы формирования согласованного коллективного выбора в процессе экспертизы (на примере ранжирования сложных проблем) // Бюллетень науки и практики. – 2017. - №7 (20). – С. 59-77. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/khubaev-1> (дата обращения 15.07.2017).

УДК 519.6

*Мищенкова Анастасия Игоревна,*  
аспирант,  
*Красников Степан Альбертович,*  
профессор, д-р техн. наук, доцент,  
*Николаева Светлана Владимировна,*  
профессор, д-р техн. наук, доцент

## МОДЕЛЬ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЖИДКИХ СРЕД ПО ИХ СПЕКТРАЛЬНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

РФ, г. Москва, ФГБОУ ВО МГУТУ «Московский государственный  
университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ)»,  
magbunny@mail.ru

**Аннотация.** В этой статье идет определение структурных (nanoструктурных) факторов реальных жидких сред вириальными коэффициентами. Рассмотрена связь этих факторов с взаимодействием их молекулярных компонентов.

**Ключевые слова:** контроль, качество, спектр, характеристики, жидккая среда, модель, частица, смесь.

*Anastasiya I. Mishchenkova,*  
Postgraduate,  
*Stepan A. Krasnikov,*  
professor, doctor of engineering sciences, associate professor,  
*Svetlana V. Nikolaeva,*  
professor, doctor of engineering sciences, associate professor

## MODEL OF CONSULTING SYSTEM FOR CONTROL OF QUALITY OF LIQUID ENVIRONMENTS ON THEIR SPECTRAL DESCRIPTIONS

Russian Federation, Moscow, Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University)»,  
magbunny@mail.ru

**Abstract.** In this article there is a definition structural (nanostructural) factors of actual liquid by virial factors. Communication of these factors with interoperability of their molecular components is considered.

**Keywords:** the control, quality, a spectrum over characteristics, the liquid environment, model, a particle, a mixture.

Рассмотрим характер связи структурных факторов жидких сред с взаимодействием их молекулярных компонентов на модели «состав – структура – свойство» [3].

Есть жидкая среда, представляющая собой макросистему  $\Sigma_k$ , состоящую из большого числа частиц (молекул) различных  $N$ -типов с мольными долями  $M_n$  ( $n = 1, 2, \dots, N$ ), взаимодействующих между собой различными способами. Не зная конкретного характера взаимодействия (физического, химического, биологического), будем описывать данные взаимодействия, оперируя методами классической статистики равновесных термодинамических состояний [2].

Пусть  $Y(\mathbf{Z})$  – физическая величина макросистемы (некоторый показатель ее качества, обуславливающий те или иные функционально-технологические свойства (ФТС) жидкой среды), определенная в так называемом конфигурационном пространстве  $\Omega$ , в котором каждой точке отвечает набор трехмерных конфигурационных переменных  $\mathbf{Z}$  ( $\mathbf{Z} \in \Omega$ ). Например, в сферических координатах  $\mathbf{Z} = (R, \theta, \phi)$ , где  $0 \leq R < \infty$ ,  $0 \leq \theta \leq \pi$ ,  $0 \leq \phi \leq 2\pi$ , а  $d^{(3)}\mathbf{Z} = R^2 dR \sin\theta d\theta d\phi$ .

Среднее значение физической величины  $Y(\mathbf{Z})$  выражается как среднее по единичному конфигурационному пространству  $\Omega$  (например, дм<sup>3</sup>) на основе распределения Гиббса  $f(\mathbf{Z})$

$$f(\mathbf{Z}) = \exp\left\{-\frac{U(\mathbf{Z})}{kT}\right\} / \iiint_{\Omega} \exp\left\{-\frac{U(\mathbf{Z})}{kT}\right\} d^{(3)}\mathbf{Z}, \quad (1)$$

$$\langle Y \rangle = \iiint_{\Omega} Y(\mathbf{Z}) f(\mathbf{Z}) d^{(3)}\mathbf{Z} = \frac{\iiint_{\Omega} Y(\mathbf{Z}) \exp\left\{-\frac{U(\mathbf{Z})}{kT}\right\} d^{(3)}\mathbf{Z}}{\iiint_{\Omega} \exp\left\{-\frac{U(\mathbf{Z})}{kT}\right\} d^{(3)}\mathbf{Z}}, \quad (2)$$

где  $U(\mathbf{Z})$  – потенциальная энергия частиц, много меньшая средней тепловой энергии макросистемы ( $U(\mathbf{Z}) \ll kT$ );  $k$  – постоянная Больцмана,  $T$  – абсолютная температура макросистемы  $\Sigma_k$ .

Потенциальную энергию частиц (молекул жидкой среды) макросистемы  $\Sigma_k$  представим как

$$U(\mathbf{Z}) = U_0(\mathbf{Z}) + \Delta U(\mathbf{Z}) = U_0(\mathbf{Z}) + \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^N \Delta U_{nm}(\mathbf{Z}) M_n M_m, \quad (3)$$

где  $U_0(\mathbf{Z})$  – равновесная часть потенциальной энергии частиц системы (молекул жидкой среды) без учета их взаимодействий;  $\Delta U(\mathbf{Z})$  – равновесная часть потенциальной энергии частиц системы (молекул жидкой среды) с учетом их парных взаимодействий;  $\Delta U_{nm}(\mathbf{Z})$  – потенциальная

энергия парного взаимодействия между частицами  $n$ -го и  $m$ -го типа;  $M_n$  – мольные доли частиц (молекул) различного типа ( $n = 1, 2, \dots, N$ ).

Потенциальная энергия  $\Delta U_{nm}(\mathbf{Z})$  взаимодействия частиц компонентов смеси полностью определяется их взаимными расположениями и ориентациями.

Если молекулы жидкой среды сферически симметричны и между ними действуют только центральные силы, то равновесная часть потенциальной энергии взаимодействия между частицами выражается законом Ми и Леннарда-Джонса

$$\Delta U_{nm}(\mathbf{Z}) = \Delta U(R_{nm}) = -\frac{\alpha_p}{R_{nm}^p} + \frac{\beta_q}{R_{nm}^q}, \quad q > p, \quad (4)$$

где первый член – энергия притяжения, а второй – энергия отталкивания молекул.

Во многих случаях (например, для многих газов, приближенно для жидких сред) достаточно принять  $p = 6$  и  $q = 12$ . В этом случае потенциал Леннарда-Джонса преобразуется к простому и удобному для применения виду

$$\Delta U(R_{nm}) = 4\epsilon \left\{ \left( \frac{\sigma}{R_{nm}} \right)^{12} - \left( \frac{\sigma}{R_{nm}} \right)^6 \right\}, \quad (5)$$

где параметры  $\epsilon$  и  $\sigma$  (постоянные сил Леннарда-Джонса) имеют размерность энергии и длины соответственно и зависят от рода взаимодействующих молекул. Постоянная  $\sigma$  это расстояние между молекулами, при котором  $\Delta U(R_{nm}) = 0$ , т.е. силы притяжения и отталкивания равны (рисунок 1). Постоянная  $\epsilon$  это минимальное значение потенциальной энергии при расстоянии между молекулами, равном  $\sigma^{\frac{6}{12}}$ .

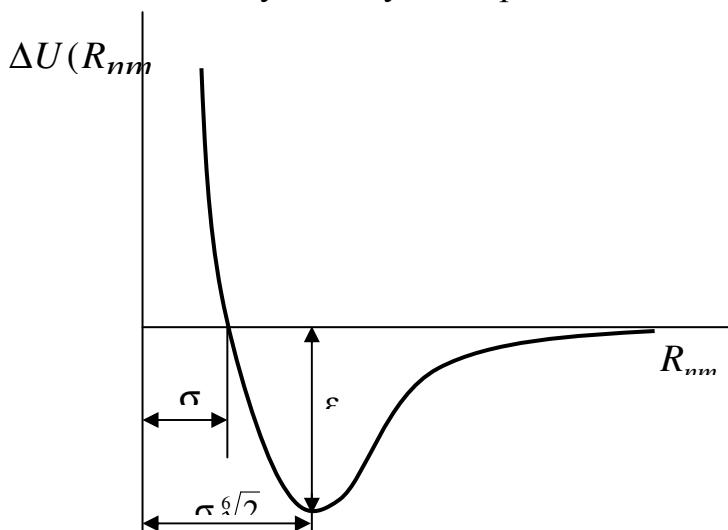


Рис. 1. Зависимость потенциальной энергии  $\Delta U(R_{nm})$  взаимодействия от расстояний  $R_{nm}$  между молекулами  $n$  и  $m$ .

В общем случае сферически несимметричных молекул потенциальная энергия  $\Delta U_{nm}(\mathbf{Z})$  взаимодействия между молекулами  $n$  и  $m$  слагается из части, зависящей только от расстояния  $r_{nm}$  между молекулами, и из части, зависящей от ориентаций  $(\Theta_n, \phi_n)$  и  $(\Theta_m, \phi_m)$  молекул [1].

Разложим статистический множитель  $\exp\left\{-\frac{U(\mathbf{Z})}{kT}\right\}$  в степенной ряд

$$\exp\left\{-\frac{U(\mathbf{Z})}{kT}\right\} = \exp\left\{-\frac{U_0(\mathbf{Z})}{kT}\right\} \left\{1 - \frac{\Delta U(\mathbf{Z})}{kT} + \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta U(\mathbf{Z})}{kT}\right)^2 + \dots\right\}. \quad (6)$$

Ограничимся лишь двумя первыми членами разложения (5), поскольку последующие члены быстро уменьшаются в соответствии со степенным законом. Подставив выражение (6) в выражение (3), найдем

$$\langle Y \rangle \cong \frac{\iiint_{\Omega} Y(\mathbf{Z}) \exp\left\{-\frac{U_0(\mathbf{Z})}{kT}\right\} d^{(3)}\mathbf{Z}}{\iiint_{\Omega} \exp\left\{-\frac{U_0(\mathbf{Z})}{kT}\right\} d^{(3)}\mathbf{Z}} - \frac{1}{kT} \frac{\iiint_{\Omega} Y(\mathbf{Z}) \exp\left\{-\frac{U_0(\mathbf{Z})}{kT}\right\} \Delta U(\mathbf{Z}) d^{(3)}\mathbf{Z}}{\iiint_{\Omega} \exp\left\{-\frac{U_0(\mathbf{Z})}{kT}\right\} d^{(3)}\mathbf{Z}} + H, \quad (7)$$

где  $H$  – ошибка, обусловленная, например, конечным числом членов разложения (6).

Подставляя (3) в (7), получим окончательное выражение для термодинамически средних значений физических величин макросистем взаимодействующих молекул

$$\langle Y \rangle = \langle Y \rangle_0 + \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^N X_{Ynm} M_n M_m + H, \quad (8)$$

где

$$\langle Y \rangle_0 = \frac{\iiint_{\Omega} Y(\mathbf{Z}) \exp\left\{-\frac{U_0(\mathbf{Z})}{kT}\right\} d^{(3)}\mathbf{Z}}{\iiint_{\Omega} \exp\left\{-\frac{U_0(\mathbf{Z})}{kT}\right\} d^{(3)}\mathbf{Z}}, \quad (9)$$

$$X_{Ynm} = \frac{1}{kT} \frac{\iiint_{\Omega} Y(\mathbf{Z}) \Delta U_{nm}(\mathbf{Z}) \exp\left\{-\frac{U_0(\mathbf{Z})}{kT}\right\} d^{(3)}\mathbf{Z}}{\iiint_{\Omega} \exp\left\{-\frac{U_0(\mathbf{Z})}{kT}\right\} d^{(3)}\mathbf{Z}} = \frac{\langle Y \Delta U_{nm} \rangle}{kT} \quad (10)$$

Параметры  $X_{Ynm}$  называют вторыми вириальными коэффициентами.

Любой показатель  $Y$  качества жидкой многокомпонентной среды, обуславливающий ее ФТС, определяется как своим равновесным значе-

нием  $\langle Y \rangle_0$ , так и парными взаимодействиями своих компонентов, влияющих на вторые вириальные коэффициенты  $X_{Ynm}$ .

Так, например, для линейных (по мольным долям) систем [4], т.е. систем, у которых  $\langle Y \rangle_0 = \sum_{n=1}^N X_n M_n$ , любой показатель  $Y$  их качества с учетом молекулярных взаимодействий будет описываться на основании (9) как

$$\begin{aligned} \langle Y \rangle &= \sum_{n=1}^N X_n M_n + \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^N X_{Ynm} M_n M_m + H = \\ &= \sum_{n=1}^N \left(1 + \frac{1}{X_n} \sum_{m=1}^N X_{Ynm} M_m\right) X_n M_n. \end{aligned} \quad (11)$$

Данную зависимость запишем в виде

$$\langle Y \rangle = \sum_{n=1}^N SF_{Yn} M_n X_n + H, \quad (12)$$

где  $SF_{Yn}$  –  $n$ -я компонента структурного фактора, обусловленная молекулярными взаимодействиями

$$SF_{Yn} = 1 + \frac{1}{X_n} \sum_{m=1}^N X_{Ynm} M_m. \quad (13)$$

Тем самым, введенные структурные (nanoструктурные) факторы реальных жидких сред полностью определяются вириальными коэффициентами, обусловленными парными молекулярными взаимодействиями, приводящими к пространственно-неоднородным распределениям их физических свойств.

### Список литературы

1. Краснов А.Е., Николаева С.В., Красников С.А., Макеева О.В., Сартаков М.В. Идентификация малых концентраций простых бинарных растворов по оптическому спектру атомного поглощения. // Хранение и переработка сельхозсырья. 2011. № 4. С. 24-25.
2. Николаева С.В., Сартаков М.В., Дмитриев И.Н., Чернов Е.А. Автоматизированные измерительные приборы оценки качества многокомпонентных сред. // Автоматизация и современные технологии. 2009. № 11. С. 11-13.
3. Красников С.А. Методология построения системы контроля качества жизненных средств по спектральным характеристикам. Дисс. д-ра техн. наук / ГОУ ВПО «Владимирский государственный университет». Владимир, 2012.
4. Николаева С.В. Моделирование технологических процессов и управление многокомпонентными системами в условиях неопределенности. М.: Компания Спутник+, 2008. – 136 с.

**Карпов Валерий Иванович<sup>1</sup>,**  
д-р техн. наук, профессор д-р техн. наук, профессор  
**Сидоренко Юрий Ильич<sup>2</sup>,**  
д-р техн. наук, профессор  
**Жученко Наталья Александровна<sup>3</sup>,**  
канд. мед. наук, доцент

## УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИТАНИЯ ШКОЛЬНИКОВ НА ОСНОВЕ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ИХ ГЕНОТИПОВ

<sup>1, 2</sup> г. Москва, Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского, Первый казачий университет (ПКУ),  
<sup>1</sup>vikarp@mail.ru, <sup>2</sup>sidorenko@mgupp.ru

<sup>3</sup> Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова, zhuchenko64@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрена задача кластеризации генотипов, применяемая в системе поддержки принятия решений при управлении персонифицированным питанием школьников. Приведены результаты решения задачи для конкретных объектов, прошедших лабораторные исследования состояний генов.

**Ключевые слова:** генотип; персонифицированное питание; кластеризация многомерных объектов; мягкие вычисления, метрика характеристик.

**Valery. I. Karpov<sup>1</sup>,**  
Doctor of Technical Science  
**Yu. I .Sidorenko<sup>2</sup>,**  
Doctor of Technical Science  
**Natali A. Zhuchenko<sup>3</sup>,**  
The candidate of medical Sciences

## MANAGING QUALITY OF SCHOOL MEALS BASED ON CLUSTERING OF THEIR GENOTYPES

<sup>1, 2</sup> K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University),  
<sup>1</sup>vikarp@mgupp.ru, <sup>2</sup> sidorenko@mgupp.ru

<sup>3</sup> Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, zhuchenko64@mail.ru

**Abstract.** The article analyzes the task of genotype clustering applied within the framework of a decision support system in the process of personalized nutrition management. It reports the results of task solution for specific objects that underwent laboratory analysis on the state of genes.

**Keywords:** genotype; personalized nutrition; multidimensional data clustering; soft computing; metric of characteristics.

## Введение

Современные научные исследования в области нутригеномики показали, что подбор оптимального плана питания с учетом генетических особенностей на 200-300% повышает эффективность таких программ по сравнению с традиционными подходами[1-5]. В настоящем докладе рассматривается применение мягких вычислений (метода кластеризации многомерных объектов) для определения типовых кластеров управления персонализированным питанием клиентов на основе их генотипов. Работа выполнялась в соответствии с госзаданием МОН «Исследование об организации питания и создании условий для сохранения здоровья обучающихся в общеобразовательных организациях», шифр проекта №27.9928.2017/НМ

## Постановка задачи

**Дано:**

$C_0$  – исходное множество многомерных объектов,

$$C_0 = \{S_n\}, n = 1, \dots, N,$$

$Mp(M)$  – метрика характеристик,  $Mp(i)$  – весовой коэффициент  $i$ -ой характеристики,  $i = 1, \dots, M$

$X(n, i)$  –  $i$ -я характеристика состояния  $i$ -го объекта  $n$ ,  $n=1, \dots, N$ ,  $i=1, \dots, M$

В таблице 1 представлены результаты анализа состояния генов для одного человека. В столбце 4 отмечено состояние гена, названного в столбце 1. Для цифровой обработки в столбце 4 ставятся баллы 0,1,2. При выставлении баллов 0, 1, 2, предполагается, что 1 и 2 это средний и высокий риск предрасположенности к заболеванию или состоянию, 0 означает отсутствие риска к заболеванию или состоянию. Кроме того, экспертами были отобраны для кластеризации состояния четырнадцати генов.

Метрика  $Mp(M)$  нормирована (см. формулу 1).

$$\sum_{i=1}^N Mp(i) = 1 \quad (1)$$

Исходное множество  $C_0$  нужно разделить на множества кластеров  $C_k$  (смотри формулы 2 и 3) :

$$C_0 = \{C_k\}, k = 1, \dots, K \quad (2)$$

$$C_k = \{S_z\}, z = 1, \dots, N_k \quad (3)$$

Любая пара кластеров не имеет общих элементов, т. е. любой объект может только в одном кластере (смотри формулу 4);

$$\forall C_k \in C_0 \forall C_l \in C_0 : C_k \cap C_l = \emptyset \quad (4)$$

где  $C_k$  – множество объектов  $k$ -го класса;  $k$  – номер класса;

Требуется определить такие  $C_k$ , которые максимизируют критерий  $U$  (смотри формулу 5):

$$U(K_0) = \max_{K=N,2} \{U_1(K) - U_2(K)\} \quad (5)$$

где  $U(K_0)$  – оптимальное значение критерия качества кластеризации;

$U_1(K)$  – компактность классов при  $K$  кластерах;

$U_2(K)$  – мера близости классов при  $K$  кластерах.

Мера сходства между двумя объектами определяется на основании потенциальной функции  $f(S_i, S_j)$ :

$$f(S_i, S_j) = 1 / (1 + r^2(S_i, S_j))$$

$$r(S_i, S_j) = \sqrt{\sum_{m=1}^N (Mp(m) * (X_{i,m} - X_{j,m}))^2}$$

$$U_1(K) = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \frac{2}{N_k * (N_k - 1)} \sum_{S_i \in C_k} \sum_{S_j \in C_k} f(S_i, S_j), i \neq j$$

где  $K$  – количество классов на текущем шаге классификации;  $C_k$  –  $k$ -ый класс объектов;  $N_k$  – количество объектов в классе  $C_k$ ;  $f(S_i, S_j)$  – потенциальная функция двух объектов  $S_i$  и  $S_j$ ;  $f(S_i, S_j)$  – расстояние между объектами  $S_i$  и  $S_j$  в пространстве характеристик  $X$ , с учетом метрики.

$$U_2(K) = \frac{2}{K * (K - 1)} \sum_{C_k \in C_p} \sum_{C_l \in C_p} F(C_k, C_l), k \neq l$$

где  $C_p$  – множество кластеров, полученных в результате решения задачи кластеризации,

$$F(C_k, C_l) = \frac{1}{N_k * N_l} * \sum_{S_i \in C_k} \sum_{S_j \in C_l} f(S_i, S_j)$$

Таким образом, оптимальное разбиение на кластеры предполагает максимизацию критерия (5). Содержательно такая постановка означает, что в каждом кластере собраны родственные объекты, а между объектами разных кластеров имеются значительные различия. По своему классу, эта задача относится к задачам мягких вычислений, решаемой методами целочисленного математического программирования. Для ее решения использовался комплекс программ оценки качества многомерных объектов[6].

### Результаты решения задачи кластеризации

На рисунке 1 представлены результаты решения задачи кластеризации по анкетам для девочек. На рисунке 2 представлены результаты решения задачи кластеризации по анкетам для мальчиков. В обоих случаях получено три кластера, Интерпретация и характеристика этих кластеров представлена в таблице 2.

На рисунке 3 представлена структурно-функциональная модель подсистемы принятия решений в процессе управления персонифициро-

ванным питанием. На блок 1 поступает поток клиентов для персонализированного питания. На выходе этого блока – информация о состоянии генов клиентов, которая используется в блоке 2 для решения задачи кластеризации. Далее для каждого кластера в блоке 3 разрабатывается оптимальный рацион питания.



Рис. 1. Результаты кластеризации анкет девочек



Рис.2. Результаты кластеризации анкет мальчиков

Таблица 2

Входная информация по каждому объекту для обработки

Номер гена	ГЕНЫ	Полиморфизм/ мутация	wt/wt	Генотип
1	CYP1A1	wt, 2A, 2B, *4: 4887C>A, 4889A>G, 6235T>C)	0	wt/wt
2	CYP1A2	intron 1 -164 C>A (*1A>*1F)	2	*1A/*1A
3	GSTT1	wt, del	0	+
4	GSTM1	wt, del	0	+
5	NAT2	*4(wt) (T341C), 481C>T *5, 590G>A *6, 857G>A *7 S1, S2, S3 (*5, *6, *7) – медленные ацетилиаторы	2	S1/S2
6	MTHFR	677 C>T	0	C/C
7	ADRB2	48A>G, 81C>G	2	G/G, C/G
8	SR(HTR2A)	102 T>C	1	T/C
9	PPARD	294 T>C	0	T/T
10	NBPF3(ALPL)	rs4654748	2	C/C
11	FUT2	rs602662	0	A/A
12	BCMO1	rs7501331	0	C/C
13	GC(D)	rs2282679	0	
14	APOA5	INTERGENIC Rs12272004	2	C/C

Таблица 3

Интерпретация кластеров, полученных в результате кластеризации

Заболевания/ состояния	Кластер №1	Кластер №2	Кластер 3
Оксидативный стресс	Оксидативный стресс (низкая или средняя предрасположенность к оксидативному стрессу)	Оксидативный стресс (средняя или высокая предрасположенность к оксидативному стрессу)	Оксидативный стресс высокий
Антиоксидант- ный статус	Антиоксидантный статус высокий	Антиоксидантный статус средний	Антиоксидантный статус низкий
Ожирение	Нет (не выявлена предрасположенность к ожирению)	Нет или есть (не выявлена предрасположенность или средняя предрасположенность к ожирению)	Есть (выявлена средняя предрасположенность к ожирению)
Питание/диета, с обогащением	Сбалансированное питание	Питание с низким содержанием углеводов, с обогащением витаминами	Питание с низким содержанием углеводов, с высоким уровнем обогащения витаминами

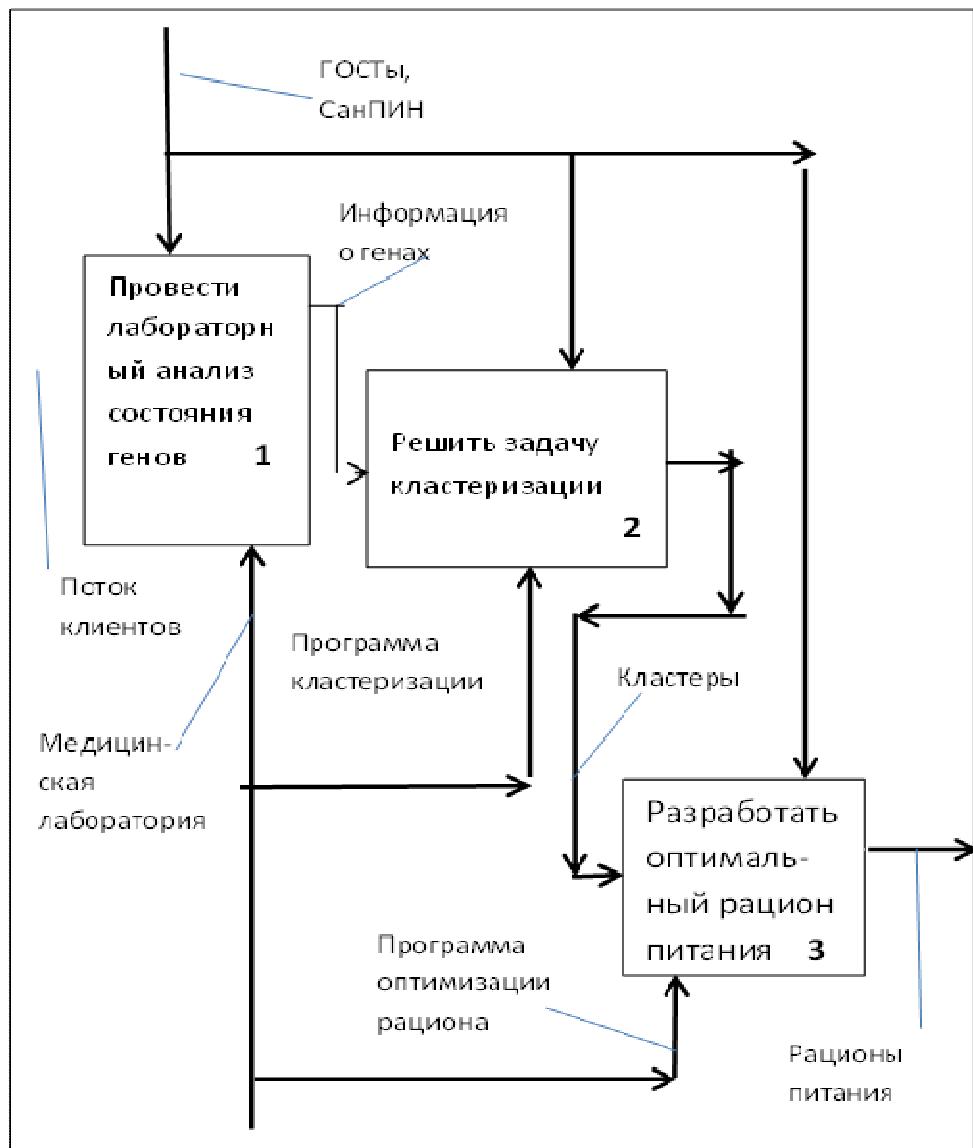


Рис. 3. Структурно-функциональная модель подсистемы принятия решений

## Заключение

В настоящем докладе рассмотрена постановка задачи кластеризации информации о состоянии генов клиентов для их персонифицированного питания. Предложена программа для решения этой задачи. Представлен результат решения задачи кластеризации для реальных клиентов, прошедших специальные медицинские анализы состояния 14 генов. Разработана методика кластеризации потребителей в рамках заданной социальной группы по признаку угроз их болезненного состояния, определенных по данным генома. Методика позволяет выделить кластеры с различным уровнем устойчивости к наследственных заболеваний и болезненных состояний.

## **Список литературы**

1. Сидоренко М.Ю. Персонифицированное питание. - М.: ДeЛи плюс, 2016.- 192с.
2. Сидоренко М. Ю., Стойкова А. А. Методология проектирования персонифицированных рационов питания с учетом механизма психологической мотивации потребителя, Товаровед. продовольственных товаров, 2012, № 10. – с. 15-19
3. Nielsen DE, Shih S, El-Sohemy A.// Perceptions of genetic testing for personalized nutrition: a randomized trial of DNA-based dietary advice. - J Nutrigenet Nutrigenomics. 2014;7(2):94-104. doi: 10.1159/000365508. Epub 2014 Aug 22.
4. Kim YJ, Huh I, Kim JY, Park S, Ryu SH, Kim KB, Kim S, Park T, Kwon O.// Integration of Traditional and Metabolomics Biomarkers Identifies Prognostic Metabolites for Predicting Responsiveness to Nutritional Intervention against Oxidative Stress and Inflammation. - Nutrients. 2017 Mar 4;9(3). pii: E233. doi: 10.3390/nu9030233.
5. Takenaka A, Nakamura S, Mitsunaga F, Inoue-Murayama M, Udon T, Suryobroto B.// Human-specific SNP in obesity genes, adrenergic receptor beta2 (ADRB2), Beta3 (ADRB3), and PPAR  $\gamma$ 2 (PPARG), during primate evolution. - PLoS One. 2012;7(8):e43461. doi: 10.1371/journal.pone.0043461. Epub 2012 Aug 24.
6. «Комплексная оценка качества и классификация многомерных объектов» Свид. об офиц. регистр. прогр. для ЭВМ № 2006613936 РФ; Мышенков К.С., Карпов В.И., Гетьман В.В. – № 2006613704; Заяв. 02.11.2006; Зарегистр. 16.11.2006

**УДК 330.131**

*Царегородцева Ольга Владимировна,  
аспирант,  
Елисеева Елена Юрьевна,  
Котатова Анастасия Алексеевна,  
Белоусов Алексей Вадимович,  
студенты*

## **ПРИМЕНЕНИЕ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ**

г. Воронеж, Воронежский государственный технический университет  
ol\_car1976@rambler.ru

**Аннотация.** Почти любому предприятию свойственны риски, поэтому необходимо их минимизировать. В данной статье показана необходимость создания системы менеджмента качества, рассмотрено применение риск-ориентированного подхода в управлении качеством. Также представлено, что управление рисками нацелено на наиболее качественный результат и увеличение конкурентоспособности компаний. Аргументирован выбор методов оценки рисков, а также сформулированы советы согласно их применению при проведении мониторинга работ организаций.

**Ключевые слова:** риск-ориентированный подход, управление качеством, риск, система менеджмента качества, системный подход, управление рисками, мониторинг работ.

*Olga V. Tsaregorodtseva,  
Postgraduate student  
Elena Yu. Eliseeva,  
Anastasia A. Kotatova,  
Aleksey V. Belousov,  
Students*

## **APPLICATION OF RISK-BASED APPROACH TO QUALITY MANAGEMENT**

Voronezh, Voronezh State Technical University  
ol\_car1976@rambler.ru

**Abstract.** Almost any enterprise is characterized as risks, so it is necessary to minimize them. This article shows needing in creating a quality management system, considered using risk-based approach to quality management. It is also presented that risk management is focused on the best results and increase the competitiveness of the company. The choice of risk assessment methods is reasoned, and also councils according to their application are formulated when carrying out monitoring of organization's work.

**Keywords:** risk-oriented approach, quality management, risk, quality management system, system approach, risk management, work monitoring.

Риск-ориентированное понимание анонсировано новейшей (2015 года) версией стандартов ИСО серии 9000. Согласно стандарту ИСО 9001 (п.6.1) риск-ориентированное понимание должно отыскать отображение в требованиях к исследованию, введению, поддержанию в рабочем состоянии и непрерывному улучшению системы менеджмента качества (СМК).

В связи с внедрением новой версии стандартов, многие пользователи и те, кому в дальнейшем предстоит повторное прохождение сертификации СМК, слегка обеспокоены сложностью разработки способов обращения с рисками в соответствии с рекомендациями, перечисленными в Приложении к п.6.1.1. ИСО 9001-2015.

При проведении конкурсов на Премии Правительства Российской Федерации в области качества организациям следует обеспечить подтверждение балла о самооценке и учета рисков в собственной работе. Под этим понимается вовсе не только экономические риски. В это понятие включается почти все содержание оцениваемой деятельностью организации. Но пока, при документировании СМК не имеется требование о предоставлении расчетов, не имеется технология, не редко оценка и учет рисков описывается обобщенно, словесно.

В стандарте ИСО 9000-2015 сказано [1]: п. 3.7.9 «риск (risk) — влияние неопределенности», под которой понимается «состоянием, свя-

занное с недостатком, даже частично, информации, понимания или знания о событии, его последствиях или вероятности...», а «влияние выражается в отклонении от ожидаемого результата — позитивном или негативном».

Риск котируется равно как сдвиг с плановой линией движения. SWOT – анализ – инструмент, который применяется в стратегическом менеджменте, будет рассматривать риск как вариацию компонентов данного SWOT – анализа, и из этого уже будут видны исходы возможного сценария.

Обычно анализируются следующие разновидности рисков такие как, финансовые и коммерческие, риски управления, экологические, технические, производственные, политические и т.п., а все-таки под риском стоит понимать степень несоответствия между различными вероятными итогами принятие конкретных стратегий. Основная проблема, которая появляется в таком рассмотрении: каким способом обуславливается данная степень несоответствия?

Ряд различий находит определения термина «риск» в стандартах. Большой экономический словарь дает свою формулировку так: «Риск — это возможность наступления события с отрицательными последствиями в результате определенных действий или решений» [2], тем самым убирая позитивные отклонения, но в свою очередь ГОСТ Р 51897- 2002 «Менеджмент риска. Термины и определения» [3] описывает риск как «сочетание вероятности события и его последствий». Вышесказанные определения можно рассматривать ровно как плотность вероятностного подхода, который весьма широко применяется на практике.

Под риском можно рассматривать вероятность нежелательных последствий.

С помощью методологии оценки рисков можно рассматривать при решении комплексных вопросов безопасности. Возникновения климатических угроз, тех или иных опасных природных или техногенных явлений. Аналитически данный риск можно рассчитать как отношение частоты реализации опасностей к возможному их числу:

$$Risk = \frac{N(f)}{Q(f)}, \quad (1)$$

где  $N$  – количественный показатель частоты нежелательных событий за время  $t$ ;  $Q$  – число объектов риска, подверженных определённому фактору риска  $f$ .

В связи с недостаточностью или не возможностью проверки информации, мы до конца не может представить характеристики конечной вероятностной схемы. Мы не можем говорить о конкретном законченном сценарии, если у нас вообще не статистическая ситуация. Все может

выйти из под контроля. Для решения многих задач применяются методы многомерной статистики, так как анализ риска склонен к многокритериальным задачам.

Невзирая на изученность этой схемы, несомненно, то, что производить оценку опасности в работе организации с позиции вреда или ущерба не весьма разумно. Методика оценивания рисков в проектировании и эксплуатации сложных технических систем будет признана как лучшей практикой оценивания рисков. Ее основная идея базируется на научных подходах теории надежности, основным понятием является отказ. Событие, приводящее к тому, что данный рассматриваемый объект перестает работать или частично прекращает выполнять заданные функции и будет являться отказом. Надо учесть, что количественная оценка надежности для частичного и полного отказов различается.

Человеческий фактор может влиять на разновидность так называемых инициированных отказов, обычно к которым приводят неверные управленческие указания и решения. Каждому человеку свойственно ошибаться, это и является возможной причиной отказов, если их действия приводят в свою очередь, к ошибочному функционированию системы.

Безопасность деятельности человека заключается в вероятности успешного выполнения человеком поставленной задачи в определенном промежутке времени, а оплошность лица заключается как несоблюдение выше поставленных целей или поставленных задач по выполнению плана. Это все может привести к выходу из строя оборудования, даже и поломке, в свою очередь, нанеся ущерб ходу выполнения процесса.

Можно выделить следующий перечень ошибок, связанный с персоналом:

- Погрешности проектирования, в предоставлении рабочей документации;
- Погрешности планирования и системы изготовления;
- Погрешности менеджмента и логистики, приводящие к ошибочному подбору поставщиков;
- Некорректная организация рабочих мест;
- Несоблюдение обстоятельств сохранения либо транспортировки готового продукта;
- Погрешности управления, погружающие к эмоциональной несоставимости либо малой мотивации сотрудников, и т.д.

В совокупности отказы каждого типа концепций делятся на 2 типа: градационные и непредвиденные, вследствие этого свойственна внезапность, возникает вероятность моделирования риска, что ведет впоследствии недопущению ошибок в управленческих решениях.

Теорию надежности можно использовать как главный аспект для

разработки методики оценки рисков в организациях. Отказы элементов сложной системы будут являться мероприятиями беспорядочными и самостоятельными, так как при расчете надежности непростых концепций предполагается, что поток отказов системы является простейшим условием стационарности. Вероятность безотказной работы  $P_c(t)$  данной сложной системы за определенный промежуток времени будет равна произведению вероятностей безотказной работы во времени ее элементов:

$$P_c(t) = p_1(t) * p_2(t) * \dots * p_N(t) = \prod_{i=1}^N p_i(t), \quad (2)$$

где  $p_i$  – вероятность безотказной работы  $i$ -го элемента,  $N$  – число элементов системы.

Если принять условие стационарности потока отказов, то  $p_i(t) = e^{-\lambda_i t}$ , и

$$p_c(t) = \prod_{i=1}^N e^{-\lambda_i t} = e^{-t} \sum_{i=1}^N \lambda_i, \quad (3)$$

где  $\lambda_i$  – интенсивность отказа  $i$ -го элемента.

Необходимо уметь выявлять насыщенность отказов каждого из ее элементов. Время безотказной работы является наиболее важной характеристикой надежности. Кроме того расчетная вероятностная характеристика показывает, что в пределах заданного времени наработка отказа системы не возникает.

Значимым обстоятельством расчета вероятности и времени стабильной деятельности считается то, что в первоначальный период времени система находилась в трудоспособном состоянии. Также дает возможность привлечь в расчет надежности теорию марковских процессов. Безусловно, граница данной системы урезаны, но она в подобных сферах, таких как теория надежности, теории принятия оптимальных решений, массового обслуживания и др., отображающие случайное изменение состояний системы во времени.

ГОСТ Р 27.301-2011 «Надежность в технике. Управление надежностью. Техника анализа безотказности. Основные положения» [4], рекомендует использование марковских процессов в анализе надежности. А именно, стандарт подсказывает, что «представление поведения системы посредством модели Маркова требует определения всех возможных состояний системы, предпочтительно изображаемых схематически в диаграмме состояний и переходов. Кроме того, должны быть определены интенсивности переходов от одного состояния к другому (интенсивности отказов и восстановлений компонентов, интенсивности событий и т.д.). Типичным результатом применения модели Маркова является вероятность нахождения изделия в данном наборе состояний...». Кроме того

указывается на главное достоинство данного метода: «возможность получать гибкую вероятностную модель для анализа поведения системы...» (п. А.1.5.3).

Эффективность концепции системы менеджмента качества можно увеличить за счет мероприятий по управлению рисками, нацеленных на результат высококачественных итогов и устранение негативных последствий. С целью этого организации следует установить риски и возможности, доступные рассмотрению, а кроме того планировать и реализовывать действия согласно их сокращению и производить оценку эффективности данных действий. Следует применять системный подход, содержащий кондиционные вопросы управления рисками, сопряженные с раскрытием и оценкой рисков, принятием мер с целью снижения отрицательного воздействия рисков, а кроме того с системой прогноза и анализа [5].

**Список литературы:**

- 1.ГОСТ Р ИСО 9000-2015. «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь».
- 2.Большой экономический словарь
- 3.ГОСТ Р 51897-2002 «Менеджмент риска. Термины и определения».
- 4.ГОСТ Р 27.301–2011 «Надежность в технике. Управление надежностью. Техника анализа безотказности. Основные положения».
- 5.Черненький А.В., Системный анализ в управлении качеством деятельности организации / А.В. Черненький // Системный анализ в проектировании и управлении: Сб. науч. тр. XX Междунар. науч.-практич. конф. Ч.1. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. – С. 428-436

**УДК 006.**

*Поцулин Антон Дмитриевич,*

студент направления подготовки «Стандартизация и метрология»,

*Репина Ирина Борисовна,*

доцент кафедры инноватики, качества, стандартизации и сертификации

**ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И СТРУКТУРА СЕРИИ  
МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ, ОПИСЫВАЮЩИХ  
ТРЕБОВАНИЯ К МЕНЕДЖМЕНТУ РИСКОВ – ISO 31000**

Россия, Владивосток, Дальневосточный федеральный университет,

*toni.p.1997@mail.ru*

**Аннотация:** В связи с реализацией в Российской Федерации «Концепции развития национальной системы стандартизации Российской Федерации на период до 2020 года» авторами проведено исследование истории развития и структуры серии международных стандартов, описывающих требования к менеджменту рисков и уровня гармонизации требований в части разработки национальных стандартов ИСО

серии 31000. Данные исследования позволяют обратить внимание на необходимость более глубокой гармонизации принципов риск-менеджмента в рамках актуализации действующего национального стандарта, а также пересмотра и разработки национальных стандартов данной серии после введения международных стандартов ISO серии 31000.

**Ключевые слова:** международный стандарт, национальный стандарт, риск, менеджмент риска, контроль риска.

**Anton D. Potsulin,**

Student of the direction of training «Standardization and metrology»,

**Irina B. Repina,**

Associate Professor of the Department of Innovation,

Quality, Standardization and Certification

## **THE HISTORY OF DEVELOPMENT AND STRUCTURE OF THE SERIES OF INTERNATIONAL STANDARDS WHICH DESCRIBE THE REQUIREMENTS FOR RISK MANAGEMENT – ISO 31000**

**Abstract.** The authors made the research of the historical development and the structure of the series of international standards for risk management and the level of harmonization of requirements in the development of national standards ISO 31000 in connection with implementation of «The Concept of development of National System of Standardization of the Russian Federation for the period to 2020» in Russia. The research shows the necessity of paying attention to harmonization of risk management principles within the framework of actualization of the operation national standard. And also the revision of the development of national standards of the series, after introduction of international standards ISO of a 31000 series was made.

**Keywords:** international standards, national standard, risk, risk management, risk control.

Серия международных стандартов ISO 31000 посвящена интегрированию процесса менеджмента риска в общее управление, стратегию и планирование, менеджмент, процессы отчетности, политику, ценности и культуру. Стандарты серии ISO 31000 распространяются на все организации независимо от их направления их деятельности, размера и местоположение. Стандарты охватывает все виды рисков.

В 2009 году были приняты первые стандарты ISO серии 31000: ISO GUIDE 73-2009[2] – этот стандарт был последний раз проверен и подтвержден в 2016 году, поэтому эта версия остается актуальной и IEC/ISO 31010-2009[4], который в настоящее время пересматривается и планируется к замене. А также был принят стандарт ISO 31000:2009 Risk management – Principles and guidelines, который в 2018 году заменен на ISO 31000-2018 [1]. Основные изменения данного стандарта относительно первого издания:

- пересмотрены принципы риск-менеджмента, соответствие которым обеспечивает успешность его внедрения;
- особо выделены лидерская роль высшего руководства и интеграция менеджмента риска, начиная с уровня управления организацией;
- сделан больший акцент на итеративный характер риск-менеджмента, также отмечено, что получение нового опыта, знаний и результатов анализа может потребовать пересмотра элементов процесса, действий и средств контроля на каждом этапе процесса;
- упорядочено содержание документа с целью обеспечения универсальности и применимости его положений к различным потребностям и ситуациям [1].

На рисунке 1 представлена структурированная модель, серии стандартов ISO 31000, где особенность каждого стандарта отображена в виде конструктивного элемента дома.

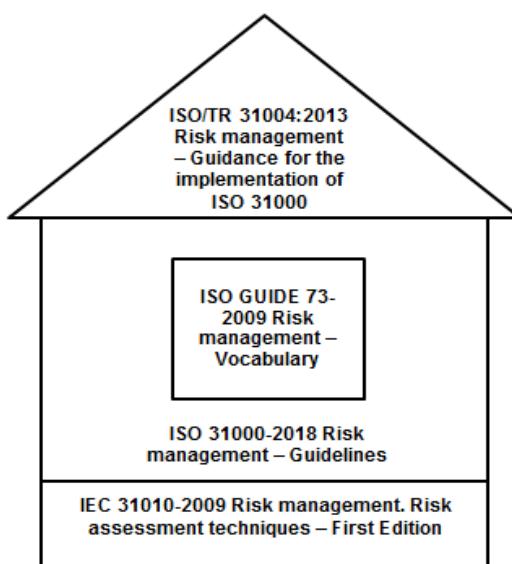


Рис. 1. Структура стандартов серии ISO 31000

ISO 31000:2018 [1] является центральным элементом данной модели. Настоящий стандарт содержит общий подход к управлению рисками, который представлен в виде рекомендаций, порядок которых может быть адаптирован для любой организации. Данный документ был разработан Техническим комитетом ISO/TC №262 «Risk management».

Для более эффективного управления рисками, рекомендуется использование в синергии всех стандартов серии ISO 31000. Так для оценки риска существует стандарт ISO 31010-2009[4], который содержит рекомендации по выбору и применению методов оценки риска. Стандарт является базой, без знания которой нельзя плодотворно управлять рисками. ISO 31010-2009[4] был подготовлен 56 Техническим комитетом «Надежность» IEC совместно с ISO/TC №262.

Для эффективного внедрения ISO 31000 необходимо использование ISO31004:2013[3], он, в свою очередь, является «справочником», который разъясняет основные концепции ISO 31000, включая рекомендации и примеры, адаптированные под индивидуальные потребности пользователей, а также содержит дополнительные рекомендации по принципам ISO 31000.

Совместно с серией стандартов ISO 31000 используется стандарт ISO Guide 73:2009[2], который обеспечивает последовательное понимание и подход к концепции управления рисками, по средствам терминов и определений, которые он содержит. Данный стандарт обеспечивает транслирования понимания информации, что обеспечивает особенность конструктивного элемента дома.

Внедрение стандартов серии ISO 31000 помогает организациям определить положительные возможности и негативные последствия, связанные с рисками и позволяет более эффективно, принимать решения, в распределении ресурсов

В настоящее время по мере роста угроз рисков, которые присутствуют во всех видах деятельности, серия стандартов ISO 31000 является актуальной. Поэтому требуется постоянная актуализация данной серии.

На рисунке 2 представлена матрица стандартов серии ISO 31000, которая отражает динамику развития серии.

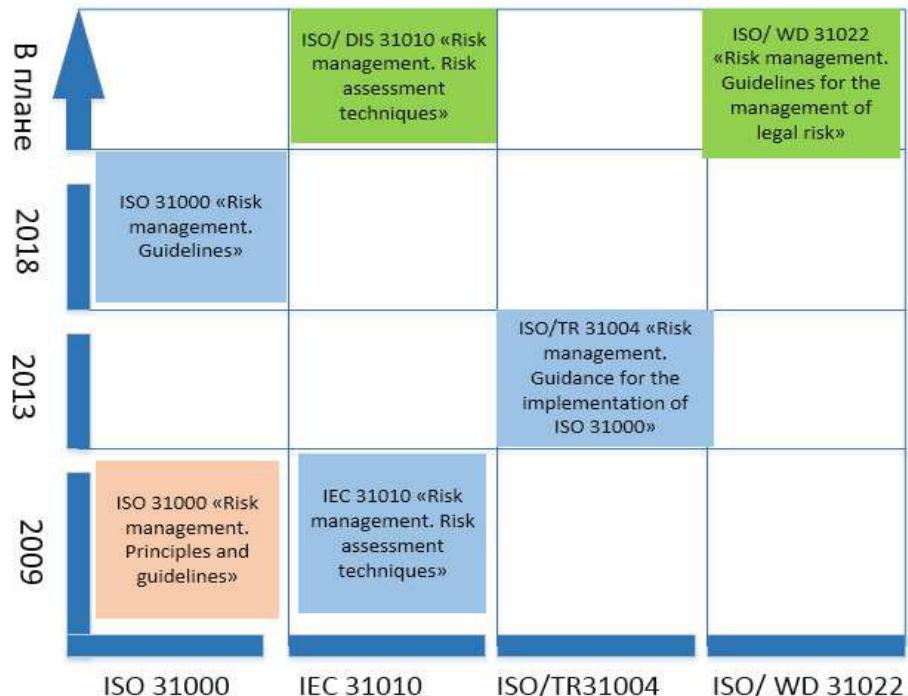


Рис. 2. Действующие стандарты и стандарты на стадии разработки серии I ISO 31000

В серии стандартов ISO 31000 планируется разработка стандарта описывающего Руководство по управлению юридическим риском, а также пересмотр стандарта по методам оценки рисков. Анализ основных требований международных стандартов ISO серии 31000 представлен в таблице 1.

Таблица 1

**Анализ основных требований международных стандартов ISO серии 31000**

№	Наименование стандарта	Краткая характеристика
1	ISO 31000-2018 Risk management – Guidelines  ISO 31000:2018 Менеджмент рисков. Руководящие указания	Устанавливает требования по разработке, внедрению и постоянному совершенствованию структуры, цель которой заключается в интеграции процесса управления рисками. Содержит указания по эффективному выявлению и управлению рисками
2	ISO GUIDE 73-2009 Risk management – Vocabulary  ISO Guide 73:2009 Менеджмент рисков. Словарь	Устанавливает основные термины и определения в области менеджмента риска, применяемые различными организациями, для различных целей, в различных областях.
3	ISO/TR 31004:2013 Risk management – Guidance for the implementation of ISO 31000  ISO/TR 31004:2013 Менеджмент рисков. Руководство по внедрению ISO 31000	Устанавливает общий подход к менеджменту риска организации, в соответствии с ISO 31000
4	IEC/ISO 31010-2009 Risk management. Risk assessment techniques – First Edition  IEC/ISO 31010:2009 Менеджмент рисков. Методы оценки рисков	Устанавливает методы оценки рисков

Внедрение риск-менеджмента на основе рекомендаций серии стандартов ISO 31000 позволяет организациям создать и защитить стоимость в организации, путем управления рисками, принятия решений, постановки и достижения целей, а также повышения производительности

На основе международных стандартов были приняты национальные стандарты. Анализ взаимосвязи международных стандартов серии ISO 31000 и национальных стандартов представлен в таблице 2.

Таблица 2

**Анализ взаимосвязи международных стандартов серии ISO 31000  
и национальных стандартов**

№	Международный стандарт ISO	Национальный стандарт
1	ISO 31000-2018 Risk management – Guidelines ISO 31000:2018 Менеджмент рисков. Руководящие указания	ГОСТ Р ИСО 31000-2010 Менеджмент риска. Принципы и руководство
2	ISO GUIDE 73-2009 Risk management – Vocabulary ISO Guide 73:2009 Менеджмент рисков. Словарь	ГОСТ Р 51897-2011. Менеджмент риска. Термины и определения
3	ISO/TR 31004:2013 Risk management – Guidance for the implementation of ISO 31000 ISO/TR 31004:2013 Менеджмент рисков. Руководство по внедрению ISO 31000	ГОСТ Р 51901.7 – 2017 Менеджмент риска. Руководство по внедрению ISO 31000
4	IEC/ISO 31010-2009 Risk management. Risk assessment techniques – First Edition IEC/ISO 31010:2009 Менеджмент рисков. Методы оценки рисков	ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010 – 2011 Менеджмент риска. Методы оценки риска

Национальные стандарты РФ в области менеджмента рисков: ГОСТ Р 51901.7-2017 [6] и ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010 – 2011 [7], ГОСТ Р 51897-2011 [8] – идентичны действующим международным стандартам ISO. При этом ГОСТ Р 51901.7 – 2017 [5] вступает в силу 01.12.2018 г.

ГОСТ Р ИСО 31000-2010 [5] идентичен предыдущей версии ISO 31000:2009. В новой версии ISO 31000-2018[1] пересмотрены принципы риск менеджмента. Были исключены такие принципы, как: создаёт ценность; является неотъемлемой частью организационных процессов; является частью принятия решений; рассматривает исключительно неопределенность. В действующей версии принципов риск менеджмента стало восемь. Также подчёркнута важность интеграции менеджмента риска в деловую деятельность, начиная со стратегического управления организацией. В отличие от предыдущей версии стандарта особое внимание уделяется документированию и отчётности и лидерской роли высшего руководства. Следовательно ГОСТ Р ИСО 31000-2010[5] нуждается в гармонизации с международным. По мере принятия новых международных стандартов ISO серии 31000 необходимо оперативно проводить пересмотр национальных стандартов для реализации «Концепция развития национальной системы стандартизации Российской Федерации на период до 2020 года» и осуществления более активной гармонизации национальных и международных стандартов.

### Список литературы

1. ISO 31000: 2018 Risk management – Guidelines [Электронный ресурс] Режим доступа – <https://www.iso.org/standard/65694.html> (Дата обращения: 01.04.2018)

2. ISO Guide 73:2009 Risk management – Vocabulary [Электронный ресурс] Режим доступа – <https://www.iso.org/ru/standard/44651.html> (Дата обращения: 01.04.2018)
3. ISO/TR 31004:2013 Risk management – Guidance for the implementation of ISO 31000 – <https://www.iso.org/ru/standard/56610.html> (Дата обращения: 01.04.2018)
4. IEC/ISO 31010-2009 Risk management. Risk assessment techniques - First Edition [Электронный ресурс] – <https://www.iso.org/ru/standard/51073.html> (Дата обращения: 01.04.2018)
5. ГОСТ Р ИСО 31000-2010 Менеджмент риска. Принципы и руководство – Введ. 2011-09-01. – М.: Стандартинформ, 2012. – 21 с.: ил.
6. ГОСТ Р 51901.7-2017 – Менеджмент риска. Руководство по внедрению ИСО 31000 – Введ. 2018-12-01. М.: Стандартинформ, 2017. – 31 с.: ил.
7. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 – Менеджмент риска. Методы оценки риска – Введ. 2012-12-01. М.: Стандартинформ, 2012. – 70 с.: ил.
8. ГОСТ Р 51897-2011 – Менеджмент риска. Термины и определения – Введ. 2012-12-01. М.: Стандартинформ, 2012. – 12 с.: ил.

УДК 004.02; 004.04; 004.05

*Чистова Наталья Андреевна,  
аспирант,  
Черненская Людмила Васильевна,  
д-р техн. наук, профессор*

## **ПОТЕНЦИАЛ BIG DATA В ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА ПРИНИМАЕМЫХ РЕШЕНИЙ**

Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Высшая школа киберфизических систем и управления Института компьютерных наук и технологий, [chistova.nataliia@gmail.com](mailto:chistova.nataliia@gmail.com)

**Аннотация.** Рассмотрено что такое Big Data и откуда берется, каким основным принципам следуют все средства и парадигмы работы с Большими Данными. Показана разница между Большими Данными и бизнес-аналитикой. Проведен анализ перспективы развития технологий «Большие данные» в мире и России. Показан высокий потенциал формирования новых рынков и рыночных ниш для услуг и сервисов в данной области.

**Ключевые слова:** Big Data, хранение, обработка, аналитика, анализ Больших Данных, бизнес-аналитика, неструктурированная информация, персональные данные.

*Natalia A. Chistova,  
Postgraduate student,  
Liudmila V. Chernenkaya,  
Doctor of Technical Sciences, Professor*

## **POTENTIAL OF BIG DATA IN ENHANCEMENT OF THE QUALITY OF ACCEPTING DECISIONS**

Russia, St.Petersburg, Peter the Great St.Petersburg  
Polytechnic University

High School on Cyber physic Systems and Control of the Institute for  
Computer Sciences and Technologies, chistova.nataliia@gmail.com

**Abstract.** It is considered what is Big Data and where it comes from, what basic principles are followed by all means and paradigms of working with Big Data. The difference between Big Data and business analytics is shown. The analysis of the prospects for the development of "Big Data" technologies in the world and in Russia has been carried out. The high potential for the formation of new markets and market niches for services and services in this area is shown.

**Keywords:** Big Data, storage, processing, analytics, analysis of Big Data, Business Intelligence, unstructured information, Personal Information.

Цифровые технологии присутствуют во всех областях жизни человека. Объем записываемых в мировые хранилища данных ежесекундно растет, а это означает, что должны изменяться условия хранения, обработки и анализа информации. Big Data – тема, которая активно обсуждается технологическими компаниями, поскольку Большие Данные являются одним из ключевых драйверов развития информационных технологий.

Широкое введение термина «Большие Данные» связывают с Клиффордом Линчем, редактором журнала Nature, который 3 сентября 2008 года выступил с докладом «Как могут повлиять на будущее науки технологии, открывающие возможности работы с большими объемами данных?» [1], в котором были собраны материалы о феномене взрывного роста объемов и многообразия обрабатываемых данных и технологических перспективах в парадигме вероятного скачка «от количества к качеству»; термин был предложен по аналогии с расхожими в деловой англоязычной среде метафорами «большая нефть», «большая руда». Хотя, конечно, сами Большие Данные существовали и ранее.

В 2012-2013 гг. технологии Больших Данных вышли за рамки предметной области ИТ и стали все больше проникать в структуры управления, бизнес, науку, промышленность.

**Большие Данные (Big Data)** – довольно распространенное понятие в ИТ и интернет-маркетинге. По сути, определение термина лежит на поверхности: «Большие Данные» означает управление и анализ очень большого потока и значительного многообразия структурированных и неструктурированных данных, речь идет о сотнях гигабайт за сутки [10], которые накапливаются в петабайты. Если смотреть шире, то это инфор-

мация, которая не поддается обработке классическими способами по причине больших объемов и требует определенную культуру работы, специфических процессов, подходов, инструментов и методов обработки. Сегодня под этим термином скрывается всего два слова – *хранение и обработка* данных для получения воспринимаемых человеком результатов, эффективных в условиях непрерывного прироста и распределения по многочисленным узлам вычислительной сети [3].

Big Data обычно *хранятся* и организуются в распределенных файловых системах. Информация хранится на нескольких (иногда тысячах) жестких дисках, на стандартных компьютерах. Так называемая «карта» (map) отслеживает, где (на каком компьютере и/или диске) хранится конкретная часть информации. Для обеспечения отказоустойчивости и надежности, каждую часть информации обычно сохраняют несколько раз, например – трижды [7].

*Технологию обработки* Больших Данных можно свести к трем основным направлениям:

1. хранение и перевод поступающей информации в гигабайты, терабайты и петабайты для их хранения, обработки и практического применения;
2. структурирование разрозненного контента: текстов, фотографий, видео, аудио и иных видов данных;
3. анализ Big Data и внедрение различных способов обработки неструктурированной информации, создание различных аналитических отчетов.

Анализ Big Data – это действительно большая проблема, связанная с анализом неструктурированных данных: как анализировать их с помощью. Безусловно, чем более объемный и диверсифицируемый массив подвергается анализу, тем более точные и релевантные данные удается получить на выходе. О данном вопросе написано гораздо меньше, чем о хранении данных и технологиях управления Big Data.

Существует множество разнообразных *методик анализа массивов данных* и их усовершенствованных модификаций, ведутся разработки новых. В их основе лежит инструментарий, заимствованный из статистики и информатики (например, машинное обучение) [7].

По McKinsey наиболее применимые к Big Data техники и методы анализа: Data Mining, краудсорсинг, смешение и интеграция данных, машинное обучение, искусственные нейронные сети, распознавание образов, прогнозная аналитика, имитационное моделирование, пространственный анализ, статистический анализ, визуализация аналитических данных.

Горизонтальная масштабируемость, которая обеспечивает обработку данных – базовый принцип обработки больших данных. Данные

распределены на вычислительные узлы, а обработка происходит без деградации производительности. McKinsey включил в контекст применимости также реляционные системы управления и Business Intelligence.

В чем же *разница между* привычной и хорошо известной *бизнес-аналитикой и Большиими Данными*? Бизнес-анализ является описательным процессом анализа результатов, достигнутых бизнесом в определенный период времени, между тем как скорость обработки Больших Данных позволяет сделать анализ предсказательным, способным предлагать бизнесу рекомендации на будущее [5]. Технологии Больших Данных позволяют также анализировать больше типов данных в сравнении с инструментами бизнес-аналитики, что дает возможность фокусироваться не только на структурированных хранилищах.

Хотя Большие Данные и бизнес-аналитика имеют одинаковую цель (поиск ответов на вопрос), они отличаются друг от друга по трем аспектам [2]:

1. Большие Данные предназначены для обработки более значительных объемов информации, чем бизнес-аналитика, что влияет и на способ хранения. Объем данных в сотни терабайт или петабайт не позволяет легко хранить и управлять ими с помощью традиционных реляционных баз данных.

2. Большие Данные предназначены для обработки более быстро получаемых и меняющихся сведений, в том числе неструктурированной информации, что означает глубокое исследование и интерактивность. В некоторых случаях результаты формируются быстрее, чем загружается веб-страница.

3. Большие Данные предназначены для обработки неструктурированных данных, способы использования которых только начинают изучать после того, как смогли наладить их сбор и хранение, и теперь требуются алгоритмы и возможность диалога для облегчения поиска тенденций, содержащихся внутри этих массивов.

Огромные объемы данных обрабатываются для того, чтобы человек мог получить конкретные и нужные ему результаты для их дальнейшего эффективного применения. Фактически, Big Data – это решение проблем класса Business Intelligence и альтернатива традиционным системам управления данными.

*Откуда же взять такие огромные массивы данных, которые в последствии можно назвать Big Data?* «Интернет – это как зеркальный пол, а пользователи ходят по нему в ботинках и оставляют за собой следы в любом случае», – говорит сопредседатель отраслевого комитета по Big Data IAB Russia Дмитрий Егоров. В 2017 году почти 80% всех сайтов мирового интернета были оборудованы различными устройствами, собирающими информацию о действиях пользователей [9]. Разрозненные

данные агрегируются и приводятся к единому идентификатору в результате так называемого мэтчинга (от англ. Matching, сопоставление). В итоге получается подробный портрет человека, основанный на его интернет-поведении. Проще всего гигантам вроде Google, «Яндекса» или Mail.ru Group: если пользователь залогинен в их почтовом сервисе, то все его действия привязываются к его аккаунту.

Big Data – социально-экономический феномен, который связан с тем, что появились новые технологические возможности для анализа огромного количества данных [2]. Бурно растущий рынок торговли пользовательской информации крайне перспективен и потенциально гипердоходный, так как эти данные востребованы во всех отраслях. Безобидным примером того, как онлайн-активность человека догоняет его в офлайн может быть «ретаргетинг в звонок» или показ рекламы на сайтах. Менее безобидные примеры, произошедшие меньше, чем за последний год – скандалы со скрытым сбором пользовательской информации. Например, использование Facebook штабом Трампа. Компания Cambridge Analytica через онлайн-тесты собрала информацию о 50 млн пользователей Facebook и использовала полученные профили для политической рекламы. Или вирусное приложение GetContact – сервис для проверки незнакомых номеров. Меньше чем за месяц турецкая компания Teknasyan (создатель приложения) собрала по всему миру 3,5 млрд номеров с именами владельцев [9].

Еще один пример сбора персональных данных закончился иском, после чего суд запретил собирать и анализировать сведения о пользователях сети «ВКонтакте» в коммерческих целях, что существенно осложнило жизнь Big Data в России. Компания «Дабл» (бренд Double Data – разработчик программного обеспечения для анализа большого объема данных) собирала сведения о пользователях «ВКонтакте»: фамилии, имена, места работы и учебы и другую открытую информацию, после чего использовала ее в коммерческих целях [8]. Так, Double Data продавала полученные данные банкам; те, в свою очередь, применяли ее при оценке кредитоспособности заемщиков. При этом ни социальная сеть, ни ее пользователи разрешения на извлечение информации и ее коммерческое использование не давали. Это интересный прецедент, который, можно надеяться, подтолкнет активность законотворцев в сторону разграничения «персональных данных» и «пользовательских данных», различия между которыми пока очень расплывчаты, что и порождает такую судебную полемику.

В Китае технологии Big Data шагнули еще дальше. Примерно в 2016 г. началось развертывание системы «социального кредита» – общенациональной системы автоматизированной слежки за жителями страны на основе «искусственного интеллекта» и систем анализа «больших дан-

ных» [4]. Правительственная система отслеживает буквально каждый шаг пользователя в Сети и в оффлайне под лозунгом «обеспечить достойных доверия людей преимуществами во всем и ограничить во всем тех, кто доверия не заслуживает».

Это только небольшая часть использования технологии Большие Данные.

Обобщив, можно сказать, что Big Data потихоньку охватывает все сферы нашей жизни: телеком, банки, здравоохранение, образование, нефтегазовая отрасль, государственные органы, розничная торговля, логистика и транспорт, социальные сети и др. Бурно растет рынок персональных данных, спрос на их анализ с целью получения определенного результата выходит на топовое место.

Технологии Big Data ознаменовали тот момент, когда понятие «информационное общество» приобрело полноценный смысл [6]. Информация приобрела статус полноценного актива, выступающей движущей силой информационного общества. Технологии Большие данные сулят большие выгоды в самых различных сферах: появление новых бизнес-моделей, построенных на индивидуальном отношении к клиенту; совершенствование системы здравоохранения, улучшение криминогенной ситуации в крупных городах, борьба с мошенническими действиями и т.д. Однако «Большие данные» имеют и темную сторону, обладая значительным потенциалом для вторжения в частную жизнь граждан. Проблемы, связанные с влиянием технологий Big Data на применение законодательства о персональных данных.

Большие Данные изменят мир? Определенно. Мир уже начал меняться. В пик высоких технологий и огромных потоков информации от современных достижений науки не спрятаться. Как быстро будут проходить изменения – в ближайшем будущем станет известно. Возможно уже через 5 лет мир войдет в совершенно новую цифровую эпоху – эпоху Больших Данных.

### **Список литературы**

1. Lynch C. Big data: How do your data grow? // Nature. 2008. Т. 455. №. 7209. p. 28-29.
2. Аналитический обзор рынка Big Data // Хабрахабр. URL: <https://habrahabr.ru/company/moex/blog/256747/> (дата обращения: 01.04.2018).
3. Большие данные (Big Data) // TADVISER – Государство. Бизнес. ИТ. URL: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Большие\\_данные\\_%28Big\\_Data%29](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Большие_данные_%28Big_Data%29) (дата обращения: 03.04.2018).
4. «Большие данные» шагают по планете: китайцев с низким «социальным кредитом» отлучают от транспорта // c-news – издание о высоких технологиях. URL: [http://www.cnews.ru/news/top/2018-03-21\\_bolshie\\_dannye\\_shagayut\\_po\\_planete\\_kitajsev](http://www.cnews.ru/news/top/2018-03-21_bolshie_dannye_shagayut_po_planete_kitajsev) (дата обращения: 01.04.2018).

5. Волкова В.Н., Козлов В.Н., Магер В.Е., Черненькая Л.В. Классификация методов и моделей в системном анализе // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. 2017. Т. 1. С. 223-226
6. Майер-Шенбергер В. Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим / Виктор Майер-Шенбергер, Кеннет Кукъер; пер. с англ. Инны Гайдюк. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. – 240 с.
7. Революция Big Data: Как извлечь необходимую информацию из «Больших Данных» // StatSoft. URL: <http://statsoft.ru/products/Enterprise/big-data.php> (дата обращения: 02.04.2018).
8. Суд осложнил жизнь Big Data в России // Эксперт Online. URL: <http://expert.ru/2018/01/30/sud-oslozhnil-zhizn-big-data-v-rossii/> (дата обращения: 04.04.2018).
9. Тотальная слежка: как устроен рынок торговли пользовательскими данными // РБК. URL: <https://www.rbc.ru/magazine/2018/04/5aafdfc99a7947654297214d> (дата обращения: 03.04.2018).
10. Что такое Big Data (большие данные) в маркетинге: проблемы, алгоритмы, методы анализа // Landing Page Generator – платформа создания и оптимизации посадочных страниц. URL: <http://lpgenerator.ru/blog/2015/11/17/chto-takoe-big-data-bolshie-dannye-v-marketinge-problemy-algoritmy-metody-analiza/> (дата обращения: 02.04.2018).

УДК 004.02; 004.04; 004.09

**Белов Никита Александрович,**  
Аспирант,  
**Черненькая Людмила Васильевна,**  
д-р техн. наук, профессор

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМЕШАННЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ**

Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого  
Высшая школа киберфизических систем и управления Института ком-  
пьютерных наук и технологий, nik.belov@yahoo.com

**Аннотация.** В данной работе рассматривается задача синтеза алгоритма детектирования пешеходов, устойчивого к частичному перекрытию объекта и плохому качеству изображения. Данный алгоритм разрабатывался для интеллектуальной системы видеонаблюдения, использующей роботизированную видеокамеру. Вычислительный эксперимент показал эффективность описанного метода, что позволяет предлагать использование данного подхода на практике.

**Ключевые слова:** детектирование объекта, метод гистограмм ориентированных градиентов, детектор движения, анализ изображения, компьютерное зрение.

*Nikita A. Belov,*  
Postgraduate student  
*Liudmila V. Chernenkaya,*  
Doctor of Technical Science, Professor

## APPLYING MIXED IMAGE ANALYSIS METHODS TO IMPROVING OBJECT DETECTION QUALITY

Russia, St.Petersburg, Peter the Great St.Petersburg  
Polytechnic University

High School on Cyber physic Systems and Control of the Institute for  
Computer Sciences and Technologies, nik.belov@yahoo.com

**Abstract.** In this paper, we consider the problem of synthesizing a pedestrian detection algorithm that is resistant to partial overlapping of an object and poor image quality. This algorithm was developed for the intelligent video surveillance system using a robotic video camera. The computational experiment showed the effectiveness of the described method, which makes it possible to suggest this approach in practice.

**Keywords:** object detection, histogram of oriented gradients, movement detector, digital image analysis, construction of the object descriptor, computer vision.

Одной из наиболее сложных задач в области автоматизированного слежения заключается в обнаружении объекта поиска в кадрах видеопоследовательности со сложной динамической сценой, а также нахождение параметров этого объекта, таких как размер, скорость, положение, ориентация в пространстве и т.д. Также среди прочих проблем нередко встречаются такие, как изменение освещенности сцены наблюдения, частичное или полное отсутствие информации об объекте, отсутствие информации о модели движения.

Для синтеза модели объекта необходимо составить комплексную систему признаков, обеспечивающую адекватную сложность при извлечении необходимой информации [1]. Важной проблемой здесь является оценка ценности такой информации и оценка точности описания с помощью данной модели признаков. Из вышесказанного следует, что разработка новых методов для обнаружения объектов (в том числе подвижных) является важной и актуальной научно-исследовательской задачей.

### Формулировка задачи

Целью данной работы является синтез алгоритма детектирования пешеходов, устойчивого к частичному перекрытию объекта (не более 40%) и плохому качеству изображения. Важным требованием к алгоритму является обеспечение высокой скорости обработки кадра для работы в режиме реального времени (менее 100 мс на один кадр).

## Основная часть

Обычно на практике для решения задачи детектирования пешеходов используются методы категориального распознавания (классификация объектов) [2]. Это обусловлено высокой точностью и скоростью алгоритмов при хороших условиях съемки (освещенность, отсутствие перекрытия объекта, статичность камеры). Однако, при несоблюдении таких условий методы категориального распознавания имеют высокую погрешность. Для нивелирования этого недостатка необходимо внедрить дополнительный детектор для выявления косвенного признака. В качестве такого признака будем использовать движение объекта. Рассмотрим каждый детектор более детально.

Для распознавания пешеходов (первый детектор) используется алгоритм, основанный на методе пирамидальных гистограмм ориентированных градиентов (PHOG) [3]. Фрагмент изображения разбивается на несколько небольших участков (ячеек).

Далее вычисляются гистограммы  $h_i$  направленных градиентов внутренних точек, которые объединяются в одну гистограмму  $h = f(h_1, \dots, h_k)$ . Объединенная гистограмма нормализуется по яркости:

$$h_{L_2} = \frac{h}{\sqrt{|h|_2^2 + \epsilon}}, h_{L_1} = \frac{h}{|h|_1 + \epsilon} \quad (1)$$

Полученная характеристика (дескриптор) содержит пространственную информацию о фрагменте изображения, также инвариантна к освещению. Далее определяются матрицы  $D_x$  и  $D_y$  производных вдоль осей  $x$  и  $y$  соответственно путем вычисления градиентов (методом свертки).  $D_x$  и  $D_y$  используются для вычисления углов и величин градиентов в каждой точке [4].

Алгоритм построения дескрипторов представляет собой совокупность различных методов:

- Интегральное представление изображений;
- Интегральные градиенты;
- Прореживание;
- Имитация алгоритма скольжения

Для работы с PHOG дескрипторами использовался метод опорных векторов (SVM) [5].

Для распознавания движения (второй детектор) использовался алгоритм, основанный на дифференциальных методах первого порядка, рассмотренный ниже.

Воспользуемся уравнением неразрывности оптического потока(2):

$$\frac{\partial g}{\partial t} + f^T \nabla g = 0 \quad (2)$$

где  $f$  – оптический поток,  $g$  – функция весовых коэффициентов пикселей.

Предположим, что оптический поток является постоянным в области [6]. Имея ограничения неразрывности оптического потока во многих точках, такая система может быть решена с помощью минимизирования функционала ошибки.

$$\|e\|_2^2 = \int_{-\infty}^{\infty} w(x - x', t - t') \left( f_1 g_x(x') + f_2 g_y(x') + g_t(x') \right)^2 d^2 x' dt' \quad (3)$$

Задача решается с помощью метода наименьших квадратов. Затем используется процедура взвешенного усреднения, чтобы получить сокращение для уравнения свертки:

$$\|e\|_2^2 = \overline{(f_1 g_x + f_2 g_y + g_t)^2} \rightarrow \min \quad (4)$$

Решение для оптического потока может быть записано в следующем виде:

$$\begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} \overline{g_x g_t} \\ \overline{g_x g_x} \\ \overline{g_y g_t} \\ \overline{g_y g_y} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Можем выделить три случая:

1.  $\overline{g_x g_x} > 0, \overline{g_y g_y} > 0$ : пространственные изменения уровней яркости по всем направлениям. Обе компоненты оптического потока могут быть определены.

2.  $\overline{g_x g_x} > 0, \overline{g_y g_y} = 0$ : пространственные изменения уровней яркости только в направлении  $x$  (перпендикулярно контуру). Может быть определена только компонента в направлении  $x$ .

3.  $\overline{g_x g_x} = 0, \overline{g_y g_y} = 0$ : нет пространственных изменений уровней яркости в обоих направлениях. В случае постоянной области ни одна компонента оптического потока не может быть определена вообще.

Детектор движения является вспомогательным. Он предоставляет информацию о направлении движения в окрестности области предыдущего кадра, помеченной как область искомого объекта [7]. Если детектор не смог распознать объект, второй детектор дает информацию о предполагаемом направлении движения объекта. Это снижает процент ошибок

и увеличивает эффективность систем, использующих данную технологию.

### **Экспериментальное исследование**

Для экспериментов использовалось изображение размером  $1920 \times 1080$ , шаг скольжения составлял  $1 \times 1$ , пропорции скользящего окна составляли  $8 \times 8$ . Алгоритмы были реализованы на языке C# с использованием библиотеки компьютерного зрения EmguCV.

Среднее время обработки одного кадра составило 68 мс (59 мс без вспомогательного детектора), средняя ошибка детектирования составила 0,12 (0,28 без вспомогательного детектора). Эксперимент проводился на вычислительной машине с процессором Intel Core i7-4790.

### **Заключение**

Благодаря внедрению вспомогательного детектора движения, разработанный алгоритм детектирования имеет более высокую точность и лучше подходит для работы в плохих условиях съемки. Синтезированный алгоритм удовлетворяет всем предъявленным требованиям и может быть использован на практике при решении задач детектирования пешеходов.

### **Список литературы**

1. Волкова В.Н., Козлов В.Н., Магер В.Е., Черненькая Л.В. Классификация методов и моделей в системном анализе // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. 2017. Т. 1. С. 223-226.
2. P. Dollar, C. Wojek, B. Schiele, and P. Perona. Pedestrian detection: An evaluation of the state of the art. PAMI, 2012
3. Южаков Г.Б. Алгоритм быстрого построения дескрипторов изображения, основанных на технике гистограмм ориентированных градиентов // Труды МФТИ. М., 2013. Т.5. С.84-91
4. Евдокимов А.О., Ермаченко Н.В., Ненучаев Ю.В. Алгоритм обнаружения текстовых заметок на изображениях рекламного характера // Science Time. Казань, 2016. № 10. С. 62-67
5. Белов Н.А. Интеллектуальная система принятия решений для анализа движения объекта и управления видеокамерой: магистерская диссертация. — СПб, СПбПУ, 2017. — 71 с.
6. Яне. Б. Цифровая обработка изображений. М.: Техосфера, 2007. – 583 с.
7. Хлопин С.В., Белов Н.А. Разработка эффективного и устойчивого алгоритма детектирования объектов в последовательности кадров для интеллектуальной системы видеонаблюдения// Фундаментальная наука и технологии - перспективные разработки. North Charleston, SC, USA, 2017. С. 116-118

УДК 65.018

*Гурылев Олег Александрович,  
аспирант,  
Черненская Людмила Васильевна,  
д-р техн. наук, профессор*

## **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В СБОРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ**

Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого  
Высшая школа киберфизических систем и управления Института ком-  
пьютерных наук и технологий, gurylev.o.a@gmail.com

**Аннотация.** На данный момент важная роль в вопросах повышения качества производства готового изделия отводится контролю выходных параметров готового продукта. В качестве примера рассмотрено научно-производственное предприятие, осуществляющее сборку печатных плат. Наиболее интересными представляются вопросы оценки качества установки элементов поверхностного и объемного монтажа. Данная задача ведёт к необходимости анализа большого количества параметров, что обуславливает комплексный подход к организации технологических процессов и формирования специфичной информационно-измерительной системы на производстве.

**Ключевые слова:** производство, оптимизация, ресурсы, сокращение затрат, менеджмент, нейросети, автоматизация.

*Oleg A. Gurylev,  
Postgraduate student?  
Liudmila V. Chernenkaya,  
Doctor of Technical Science, Professor*

## **INCREASE OF QUALITY OF AUTOMATIC CONTROL IN ASSEMBLY PRODUCTION OF PRINTED BOARDS**

Russia, St.Petersburg, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University  
High School on Cyber physic Systems and Control of the Institute for Computer Sciences and Technologies, gurylev.o.a@gmail.com

**Abstract.** at the moment, an important role in improving the quality of production of finished products is assigned to control the output parameters of the finished product. As an example, a research and production enterprise that assembles printed circuit boards is used. The most interesting questions are the evaluation of the quality of installation of surface and volumetric mounting elements. This task leads to the need to analyze a large number of parameters, which causes a complex approach to the organization of technological processes and the formation of a specific information and measurement system in the production.

**Keywords:** production, optimization, resources, cost reduction, management, neural networks, automation.

В данной работе рассматривается последовательный процесс объединения функционала аппаратного контроля качества сборки печатных плат и информационной базы производственного предприятия. Ключевой целью работы является повышение качества работы информационно-измерительной системы на производственном предприятии, выявление параметров, снижающих качество её работы. Для достижения данной цели необходимо решить ряд как практических, так и теоретических задач, с опорой на реальные данные. На данный момент наблюдается четкое разграничение между данными, получаемыми в ходе технического контроля на производстве и отчетностью, доступной руководству в удобной для восприятия форме [3]. Системы контроля не имеют сквозного доступа к данным для руководства. Требуется формирование новых методик работы информационной системы [1] и тестирование их на производственном предприятии.

Операции контроля выполняются на каждой из стадий сборочно-монтажных операций. По степени охвата большинство операций относятся к сплошному контролю, исследование проводится для всех модулей печатной платы. Обнаруженные дефекты фиксируются в сопроводительной документации на узел с целью ведения статистического учета, а также последующего устранения ошибок. Протоколирование дефектов в соответствии с программой ведет и автоматическое оборудование [2].

Автоматическая оптическая инспекция (АОИ) проводится для всех четырех основных этапов техпроцесса: нанесения припойной пасты, позиционирования компонентов, отверждения адгезива и проверки после пайки

Основой автоматической оптической инспекции является формирование изображений объектов и анализ характерных особенностей их элементов. Двухмерное изображение объекта формируется оптическими матрицами. Для повышения контрастности изображения применяют дополнительное освещение исследуемой поверхности лампами различного спектра. Стоит учитывать и возможные помехи при формировании изображений, связанные с наличием теплового излучения самой платы, наличие отблесков корпусов элементов монтажа и точек пайки. Сформированное изображение сравнивается с изображением платы-учителя или с информацией о сборке на основании данных Gerber-файлов или чертежей, выполненных в CAD-системах. Подобные системы позволяют выполнять высококачественный контроль плат. Большинство АОИ хорошо обнаруживают дефекты расположения компонентов, неверную маркировку элементов, однако выявление дефектов пайки и анализ качества дорожек на печатной плате зачастую оставляют желать лучшего [4].

На исследуемом производстве в качестве системы оптического контроля печатных плат используется система MIRTEC. В данной системе использована бесстеневая технология и установлена высококачественная камера, совмещённая с увеличительными системами, а также разнообразные способы освещения, благодаря которым аппарат может точно вычислить объем и форму нанесенной паяльной пасты (рис. 1).

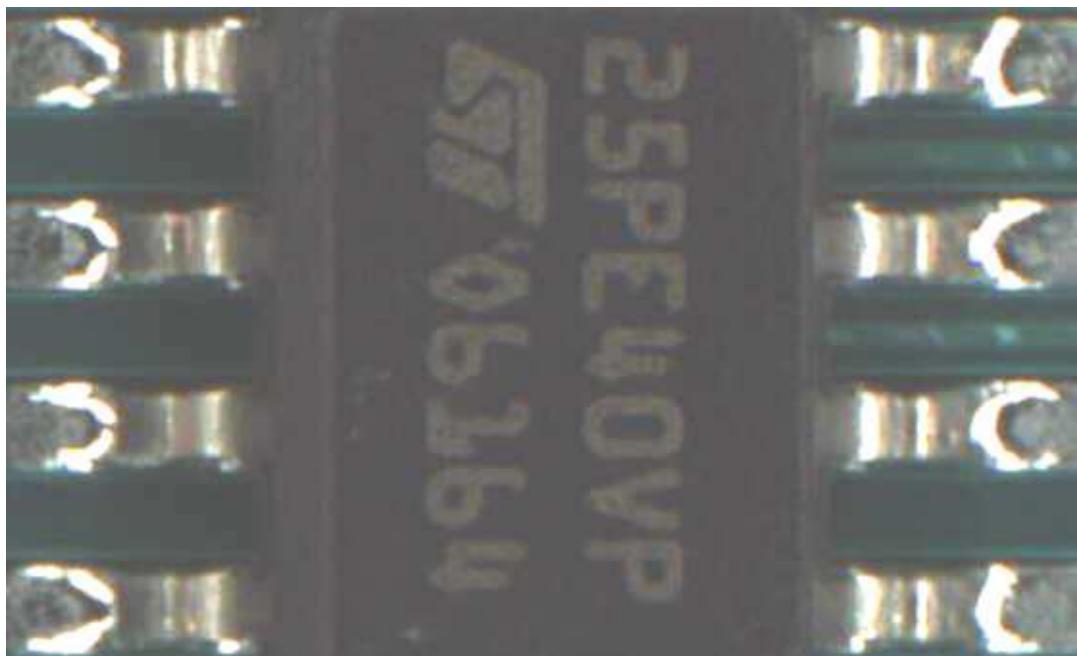


Рис. 1. Пример изображения элемента поверхностного монтажа

Основной идеей является автоматизация выявления и анализа дефектов сборки печатных плат. Для этих целей необходимо подвергнуть анализу изображения, получаемые при помощи системы оптического контроля. Оптимальным инструментом для подобного анализа является исследование массивов изображений при помощи нейронных сетей. Нейронные сети представляют собой новую и весьма перспективную вычислительную технологию, дающую новые подходы к исследованию динамических задач в финансовой области. Первоначально нейронные сети открыли новые возможности в области распознавания образов, затем к этому прибавились статистические и основанные на методах искусственного интеллекта средства поддержки принятия решений [5].

Способность к моделированию нелинейных процессов, работе с зашумленными данными и адаптивность дают возможности применять нейронные сети для решения широкого класса задач. Приложения нейронных сетей охватывают самые разнообразные области интересов: распознавание образов, обработка зашумленных данных, дополнение образов, ассоциативный поиск, классификация, оптимизация, прогноз, диагностика.

В нашем случае наиболее привлекательным видится возможность совмещения нескольких модулей, а именно: данных, полученных в результате автоматического отсмотра печатных плат, нейросети, способной выявить ошибки пайки плат, информационной базы данных предприятия, для сбора статистических данных о количестве и вариантах наиболее распространённых ошибок, с целью дальнейшей передачи данных руководству и последующей оптимизации производственных процессов.

Следующий этап требует сортировки выявленных дефектов, их систематизации и упорядочивания с целью выявления закономерностей возникновения дефекта. Возможно множество вариантов: некачественная партия комплектующих, бракованная партия печатных плат, ошибки при сборке автоматической линией, человеческий фактор при пайке элементов объёмного монтажа. Так, например, на рисунке 2 мы видим элемент с дефектом корпуса.

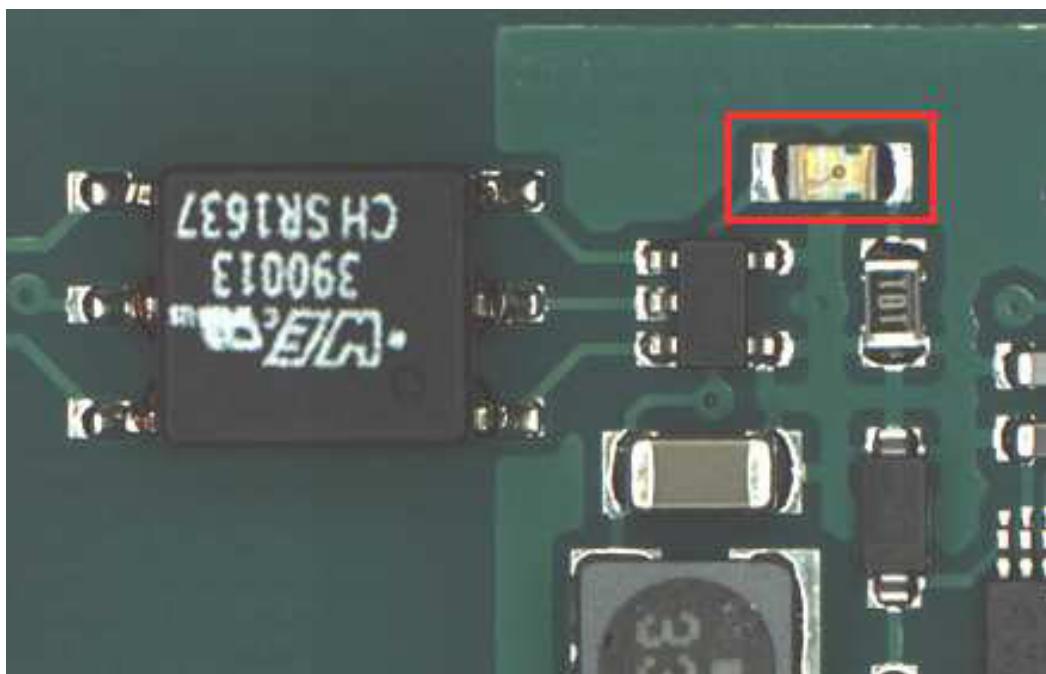


Рис. 2.Пример дефекта платы

Данные действия весьма трудозатратны с точки зрения алгоритмизации, однако с их помощью значительно повышается шанс выбрать наиболее выгодную стратегию для оптимизации контроля сборки печатных плат.

Последующее формирование отчетности для руководства подразделений в основной информационной базе предприятия на основе 1С, позволяет сделать результат работы прозрачным для руководства предприятия и выявить слабые места в технологической цепочке.

## Список литературы

1. Волкова В.Н., Козлов В.Н., Магер В.Е., Черненькая Л.В. Классификация методов и моделей в системном анализе // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. 2017. Т. 1. С. 223-226.
2. Гурылев О.А., Черненькая Л.В. Методы оптимизации сборки готового изделия на научно-производственном предприятии // Сборник статей Международной научно-практической конференции «Новые информационные технологии в науке» (Челябинск, 29.12.2017 г.). – Уфа: ООО «Агентство международных исследований», 2017. – 35-36 с.
3. Карданская Н.Л. Принятие управляемого решения. М.: Юнити, 2005. – 416 с.
4. Комарцова Л. Г., Максимов А. В. Нейрокомпьютеры. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 399 с.
5. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. — М.: Вильямс, 2008. – 1104 с.

УДК 519.81

*Пипия Георгий Тенгизович,*  
инженер

## ЦЕЛЕВЫЕ КРИТЕРИИ ДЛЯ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ МОДЕЛИ УСЛОВНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Санкт-Петербург, ОАО «Радиоавионика», gogpipy@ya.ru

**Аннотация.** Принятие решения в отношении уровня качества производимой продукции является важнейшим этапом обеспечения качества на этапе производства. Для уменьшения степени риска, выбора неверного решения, необходимо учитывать, как можно больше информации. Отсюда встает задача определения критериев качества продукции. Данные критерии должны отражать качество продукции с разных сторон, как с точки зрения экономики, так и с точки зрения технических показателей.

**Ключевые слова:** модель мониторинга показателей качества, функция полезности, комплексный показатель, критерии качества, принципы оценки качества, мероприятия обеспечения качества.

*Georgii T. Pipiia,*  
Engineer

## TARGET CRITERIA FOR THE MULTI-CRITERIA CONDITIONAL OPTIMIZATION MODEL OF THE QUALITY LEVEL PRODUCT

St. Petersburg, Radioavionica Corporation, gogpipy@ya.ru

**Abstract.** Decision – making from point of view quality produced product is an important stage of assurance a quality on the produced stage. To reduce the degree risk of the

choosing wrong decision, it needs to account as much information as possible. Here arises the task of determining quality product criteria. These criteria need to reflect the quality product from different sides, both from the point of view of economy and from the point of view of technical indicators.

**Keywords:** the quality indicators monitoring model, the utility function, the integral criteria, quality criteria, principles of evaluating quality, quality assurance activities.

Определение целевых критериев для оценки качества продукции зависит от применяемой математической модели. В настоящий момент существуют множество методов оценки качества продукции, начиная от экспертных методов и заканчивая аналитическими методами. Как правило оценка уровня качества состоит из следующих этапов:

1. Определение источников информации и вида информации.
2. Определение и формализация целевого критерия качества продукции.
3. Формализация показателей качества.
4. Нормализация показателей качества.
5. Определение метода расчета весовых значений показателей качества.
6. Расчет целевого критерия качества продукции (свертка показателей качества).

С методами оценки качества продукции можно ознакомиться в [1] и [2]. Как правило, на этапе 6 выбирается метод усреднения численных оценок показателей качества, что может увеличить степень риска принятия неверного решения. Наиболее подробно с усредненными оценками можно ознакомиться в [3], [4], [5].

Методы экспертной оценки позволяют давать оценки в отношении продукции с несколькими критериями и даже с десятками критериев, но при росте числа критериев экспертная оценка, как правило, затрудняется [6].

Для уменьшения степени риска выбора неверного решения, необходимо разработать методику расчета и последующей оценки качества продукции. Методика должна учитывать следующие моменты:

- факторы воздействующие на качество продукции в процессе его производства;
- разнородность поступающей информации (первичная информация);
- объём поступающей информации (первичная информация);
- стратегию принятия решения при возникновении дефектов или несоответствий в процессе производства продукции.

Наиболее подходящей методикой оценки качества являются методы многокритериальной условной оптимизации. Преимущество использования методов оптимизации в задачах оценки качества продукции в

[7]. Данная методика имеет следующие преимущества по сравнению с классическими методами оценки уровня качества:

- возможность учитывать большое количество единичных показателей качества;
- возможность учитывать, как количественные, так и качественные единичные показатели качества продукции;
- определение весов частных значений целевых функций без участия экспертной группы;
- в качестве первичной информации для оценки уровня качества производимой продукции достаточно использовать журналы отдела технического контроля.

Для разработки метода оценки качества продукции необходимо:

1. Сформировать целевые критерии  $\inf(\sup)F_i(c, x), \dots, F_n(c, x)$ .
2. Определить метод нормализации векторных оценок.
3. Построить матрицу показателей качества  $Ax$  для нахождения коэффициентов важности.
4. Определить метод оценки уровня качества по нескольким целевым функциям (функция полезности)  $Q$ .

Для определения критериев оценки качества необходимо определить основные задачи, которые будут решаться по результатам оценки качества продукции на этапе производства.

В настоящее время существуют множество принципов оценки качества продукции. К таким принципам можно отнести:

- экономику качества;
- функцию потерь;
- частоту ошибок (дефектов).

Принципы экономики качества основаны на выявлении основных источников затрат на качество. Данные источники необходимы для определения баланса между показателями качества и ресурсами, на обеспечение этих показателей.

Функция потерь основана на выявлении основных (ключевых показателей качества) и их регулировке до оптимального соотношения потерь и качества. Потери, возможно, регулировать за счет соотношения "сигнал/шум", где сигнал — это выходные параметры, а шум факторы воздействия.

Частота ошибок (дефектов) является ключевой основой принципа 6 сигм. Это принцип управления процессами за счет регулировки и предупреждения доли выходных ошибок (дефектов).

Исходя из перечисленных принципов необходимо в методике оценки качества продукции, на этапе производства, учитывать следующие факторы:

1. Технологическое время сборки изделия.
2. Время, затрачиваемое на взаимодействие с поставщиком в процессе производства.
3. Затраты на мероприятия по обеспечению качества.
4. Частоту возникновения отклонений по всем показателям продукции.

Отсюда оценка уровня качества должна быть завязана на решения таких задач как:

- формирование или корректировка методик по контролю качества продукции;
- формирование или корректировка методик по предупреждению возникновения дефектов;
- определение новой или корректировка существующей стратегии взаимодействия с поставщиком;
- настройка технологического процесса до требуемого уровня.

Исходя из факторов воздействия на качество продукции и решаемых задач (по результатам оценки качества продукции), необходимо оценивать следующие критерии:

- технологическая результативность;
- бездефектность;
- экономичность обеспечения качества;
- внешние обращения.

Технологическая результативность учитывает время, затрачиваемое на устранение дефекта, времяостоя по причине брака, материалы, затраченные на повторное повторение технологической операции для устранения дефекта, энергозатраты на устранение дефекта.

Бездефектность характеризует частоту возникновения дефектов по фиксированным причинам.

Критерий "экономичность обеспечения качества" учитывает затраты на устранение дефектов, затраты на мероприятия по обнаружению дефектов и затраты на предупреждение дефектов.

Критерий "внешние обращения" учитывает затрачиваемое время доставки дефектной составной части, время прихода исправной составной части, время устранения замечаний.

Работа методики оценки качества продукции представлена на рис. 1.

Краткий перечень используемых методов нормализации приведен в [8]. Так как все критерии имеют разную степень предпочтения лица принимающего решение (ЛПР), то необходимо применить метод нормализации с учетом скорости роста предпочтения по шкале желания. При этом необходимо нормализовать показатели качества, характеризующие продукцию, к безразмерному виду.

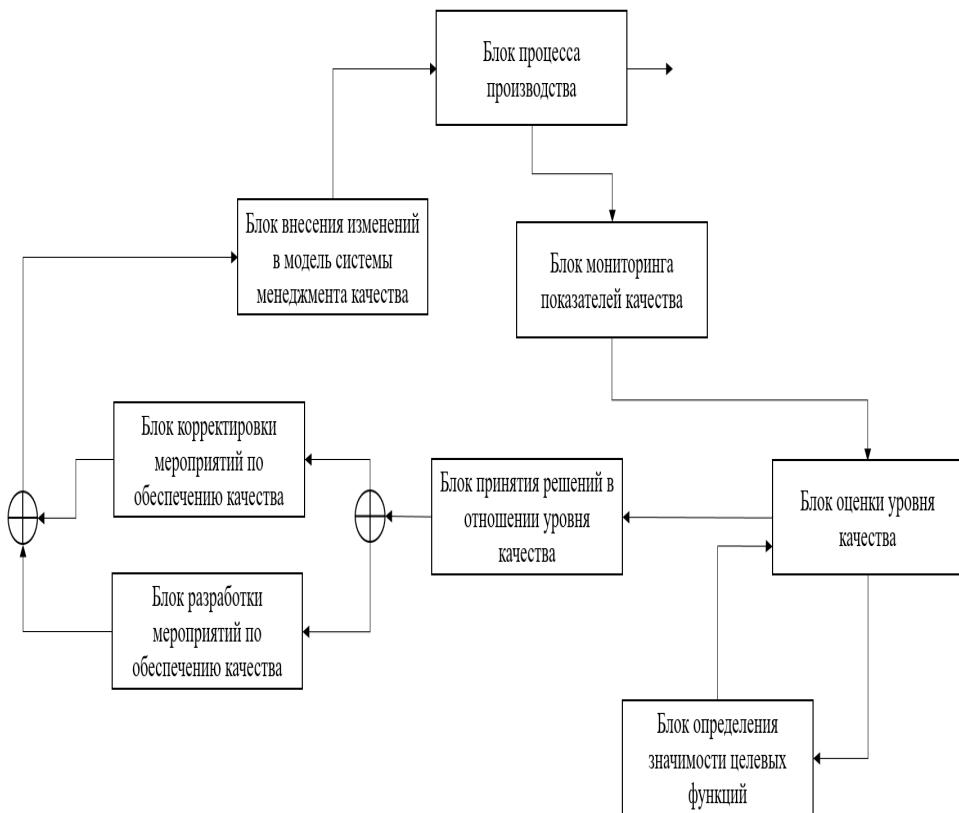


Рис. 1. Работа методики оценки уровня качества

Матрица показателей качества – это перечень всех единичных показателей качества продукции, начиная от качественных показателей и заканчивая количественными показателями. Известно, что техническая продукция характеризуется множеством показателей качества поделенных на классификаторы, такие как:

- функциональные показатели;
  - конструкционные показатели;
  - экономические показатели;
  - показатели надежности;
  - эстетические показатели;
  - эргономические показатели.

Элементы  $a_{ij}$  в матрице  $Ax = b$  будут выступать в качестве единичных показателей качества продукции. Единичные показатели  $a_{ij}$  будут выражаться через обратное значение  $DPU$  (для каждого единичного показателя свои численные значения  $DPU$ ). Это показатель количества дефектов, приходящихся на единицу продукции (Defect Per Unit), рассчитывающийся по формуле [9]

$$1 - DPU = 1 - \frac{d}{m}, \quad (1)$$

где  $d$  – количество найденных дефектов, а  $m$  – количество проверенных единиц.

Существует много методов поиска оптимального значения при нескольких критериях. К таким методам можно отнести метод главного критерия, метод последовательных уступок, метод линейной свертки, метод максимина и т.д. Применение данных методов может привести к поиску с одной стороны оптимального численного значения, с другой стороны к комбинации численных значений критериев, выражающие применение корректирующих мер в отношении методов обеспечения качества, не нуждающихся в корректировке.

Для уменьшения степени субъективизма в выборе метода оценки качества при многих критериях, необходимо сформировать функцию полезности  $Q$ , которая бы связывала шкалу роста численных значений критериев с множеством комбинаций мероприятий по обеспечению качества. Каждая комбинация мероприятий характеризуется функцией потерь  $Z(f_i, \varphi_i)$ ,  $i=1, \dots, n$ ,  $n$  – это количество существующих комбинаций. На каждую комбинацию накладывается численное значение потерь  $\varphi_i$  в силу вероятностного характера единичных показателей качества продукции  $a_{ij}(y)$ .

Математическая модель оцени уровня качества будет выглядеть следующим образом

$$\langle Q, F, X, Y, P, \alpha, Z \rangle$$

где  $X$  – множество установленных факторов,  $Y$  – показатели качества,  $P_\varphi$  – вероятностная оценка критериев  $f_i$ ,  $\alpha$  – пороговое значение потерь  $\varphi$ .

Оценка уровня качества определяется комплексным показателем  $Q(f_1, \dots, f_n)$ . Множество  $X$  – это случайные факторы, определенные в вероятностном пространстве  $(IR^n, \beta(IR^n), P)$ , где  $\beta(IR^n)$  – сигма алгебра boreлевских множеств пространства  $IR^n$ ,  $P$  – носитель меры.

Множество  $Y$  принимает вероятностные значения на всем множестве  $X$ , в таком случае  $y^j = P_a(u) = P\{X: \Phi(u, X) \leq \varphi\}$ , где  $\Phi(u, X)$  – функция потерь включенная в матрицу показателей качества, а  $y^j$  – элемент многомерного пространства показателей качества  $Y^n$ . На функцию потерь определяется требование по точности к вероятностной оценке качества  $\varphi_a = \min\{\varphi : P_\varphi(u) \geq \alpha\}$ . С учетом математической модели, задача оптимизации примет следующий вид

$$\begin{aligned} Q(f_1, \dots, f_n) &\rightarrow \max\{Q\} \\ f_1 &\rightarrow \max\{f\} \\ \varphi_a &\rightarrow \min\{\varphi : P_\varphi(u) \geq \alpha\} \\ Yw &= z \\ Ax &= b, a_{ij}(y) \in A/ \end{aligned}$$

**Вывод.** Предложенные критерии позволяют оценивать качество производимой продукции с нескольких сторон, что позволяет более точно вырабатывать мероприятия по улучшению уровня качества. Включение сформулированных критериев в модель условной оптимизации позволяет находить уточненную оценку качества, исходя из состояния технологического процесса, внедренных мероприятий по контроль и управлению качеством и частоты возникающих дефектов. При этом в данной модели учитываются причины возникновения дефектов. Добавление комбинаций мероприятий по обеспечению качества позволяет автоматических вырабатывать действия по улучшению качества, исходя из потерь на улучшение и полученные численные значения критериев.

### **Список литературы**

1. Федюкин В. К. Квалиметрия. Измерение качества промышленной продукции: Учебное пособие. М.: Кнорус, 2013. 315 с.
2. Елиферов В.. Управление качеством: Учебное пособие. М.: Вершина/СПб, 2006. 295 с.
3. Дмитриев М.Г., Ломазов В.А. Оценка чувствительности линейной свертки частных критериев при экспертном определении весовых коэффициентов. Журнал «Искусственный интеллект и принятие решений». М.: РАН. 2014г. с.52-56.
4. Пипия Г.Т. Сравнительный анализ квалиметрических методов свертки. Моделирование и ситуационное управление качеством сложных систем: Сборник докладов. М.: Издательство СПбГУАП/СПб, 2015. 241 с.
5. Ногин В.Д. Линейная свертка критериев в многокритериальной оптимизации. Журнал «Искусственный интеллект и принятие решений». М.: РАН. 2014. с. 73-82.
6. Кириллов В.И. Квалиметрия и системный анализ: учеб. пособие / В.И. Кириллов. – 2 – е изд., стер. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание. 2014. – 440 с.
7. Пипия Г. Т., Коршунов Г. И. Оценка уровня качества при производстве электронной продукции с учетом ухудшения значений единичных показателей качества//Вопросы радиоэлектроники.2017. №10. 89-93
8. Коршунов, В.Н. Тисенко. Управление процессами и принятие решений: Учебное пособие – СПб. М.: Издательство политехника, 2008. 212 с.
9. ГОСТ Р ИСО 13053-1-2013. Статистические методы. Методология улучшения процессов «Шесть сигм». Часть 1. Методология DMAIC.

## Секция 7

# СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ИССЛЕДОВАНИИ И ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УДК 519.248

*Богданов Сергей Сергеевич<sup>1</sup>,*  
Генеральный директор ОАО «Кризо»,

д-р техн. наук, профессор.

*Ефремов Артем Александрович<sup>2</sup>,*

канд. физ.-мат. наук, доцент.

*Козлов Владимир Николаевич<sup>2</sup>,*

д-р. техн. наук, профессор.

*Кузнецов Михаил Анатольевич<sup>1</sup>,*

Рук. группы НИО ОАО «Кризо»,

*Пономарев Алексей Геннадьевич<sup>2</sup>,*

канд. техн. наук, доцент

## КОРРЕЛЯЦИОННАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОПАСНЫХ РЕЖИМОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ

<sup>1</sup> ОАО «Кризо»,

<sup>2</sup> Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский Политехнический университет  
Петра Великого,

Высшая школа киберфизических систем и управления Института ком-  
пьютерных наук и технологий,

[saiu@ftk.spbstu.ru](mailto:saiu@ftk.spbstu.ru)

**Аннотация.** Решена задача идентификации опасных режимов технологических объектов. Для идентификации предложен критерий на основе вычисления корреляционной функции сигналов, характеризующих приближение координат объекта к опасному режиму. Описан алгоритм решения задачи и приведены результаты вычислительных экспериментов.

**Ключевые слова:** управление технологическими объектами, опасные режимы функционирования объекта управления, идентификация состояния, корреляционная функция, критерий опасности.

*Sergey S. Bogdanov<sup>1</sup>,*

General Director of OJSC "Krizo",

Doctor of Technical Sciences, Professor.

*Artem A. Efremov<sup>2</sup>,*

Associate Professor, Candidate of Physics and Math Sciences.

*Vladimir N. Kozlov*<sup>2</sup>,  
 Professor, Doctor of Technical Sciences, Professor  
*Michail A. Kuznetsov*<sup>1</sup>  
 Head group of R & D. of OJSC "Krizo",  
*Aleksey G. Ponomarev*<sup>2</sup>  
 Associate Professor, Candidate of Technical Sciences

## CORRELATION IDENTIFICATION OF DANGEROUS REGIMES IN TECHNOLOGICAL CONTROL OBJECTS

OJSC "Krizo",  
 Russia, St. Petersburg, Peter the Great St.Petersburg  
 Polytechnic University  
 High School on Cyber physic Systems and Control of the Institute for  
 Computer Sciences and Technologies,  
[saiu@ftk.spbstu.ru](mailto:saiu@ftk.spbstu.ru)

**Abstract:** the problem of identification of dangerous regimes of technological objects is solved. For identification, a criterion is proposed based on the calculation of the correlation function of signals characterizing the approximation of the object's coordinates to the dangerous regime. An algorithm for solving the problem is described and the results of computational experiments are presented.

**Keywords:** control of technological objects, dangerous operation of the control object, state identification, correlation function, danger mode criteria.

Рассмотрена задача идентификации опасных режимов технологических объектов в следующей постановке.

**1. Постановка задачи.** Состояние технологического объекта или системы характеризуется наблюдаемыми во времени  $t \in R$  значениями координат  $x_i = x_i(t)$ ,  $i = 1, \dots, n$ . При возникновении опасных режимов значения контролируемых координат объекта  $x_i(t)$  могут превышать предельно допустимые значения  $x_{i\max}$ , что соответствует выполнению неравенств

$$x_i(t) > x_{i\max}. \quad (1)$$

Предполагается, что в случае приближении координат состояния объекта к предельно допустимым (опасным) значениям требуется сформировать критерии, позволяющие:

- а) идентифицировать появление или исчезновение опасных режимов;
- б) формировать в случаях приближения координат системы к опасным режимам для требуемых уреждающих сигналов.

**2. Корреляционный метод решения задачи.** Для решения поставленных задач предлагаются следующие критерии, на основе которых алгоритм идентификации особых режимов формирует сигнал «особый режим», включая статический, динамический, корреляционный режимы. Статический критерий формируется при превышении текущими значениями сигналов заданных пороговых значений и снимается при значениях сигналов ниже пороговых так

$$C_{stat}(t) = \begin{cases} 1, & \exists i: x_i(t) \geq x_{i\max}, \\ 0, & \forall i: x_i(t) < x_{i\max}. \end{cases} \quad (2)$$

Для формирования динамического критерия используется прогнозирование значений сигналов в следующий момент времени на основе текущих значений и значений в предыдущие моменты времени. Прогнозируемое значение сигнала

$$\hat{x}_i(t+h) = f(x_i(t), x_i(t-h), \dots, x_i(t-h(k-1))). \quad (3)$$

может быть вычислено как решение интерполяционной задачи. В прошлом случае значение сигнала в следующий момент времени вычисляется как линейная конечно-разностная интерполяция.

Динамический критерий формируется при превышении прогнозируемыми значениями сигналов заданных пороговых значений и снимается при прогнозируемых значениях сигналов ниже пороговых:

$$C_{dyn}(t) = \begin{cases} 1, & \exists i: \hat{x}_i(t+h) \geq x_{i\max}, \\ 0, & \forall i: \hat{x}_i(t+h) < x_{i\max}. \end{cases} \quad (4)$$

Применение корреляционного критерия основано на следующих предположениях. При приближении состояния объекта к особому режиму наблюдается рост значений наблюдаемых сигналов и приближение их к предельно допустимым значениям. При этом возможно запаздывание сигналов по отношению друг к другу, т.е. временная задержка

$$s \in \{0, 1, \dots, s_{\max}\}, \quad (5)$$

где  $s_{\max}$  — максимальная величина запаздывания, при которой требуется идентификация приближения к особому режиму.

Для идентификации предлагается использовать значения нормализованной корреляционной функции сигналов, вычисленной при временном сдвиге  $s$ , принадлежащем заданному интервалу с последующим сравнением вычисленных значений корреляционной функции с заданным пороговым значением. Однако, применение данного критерия непосредственно к наблюдаемым значениям сигналов невозможно, поскольку

такой критерий будет одинаково чувствительным и к одновременному возрастанию, и к одновременному убыванию сигналов.

В связи с этим метод реализуется следующим образом.

1) Вычисляются значения функций  $y_i(t)$ , совпадающих с сигналами  $x_i(t)$  на участках, где сигналы растут, и равных нулю на участках, где сигналы уменьшаются

$$y_i(t) = \begin{cases} x_i(t), & x_i(t+1) \geq x_i(t); \\ 0, & x_i(t+1) < x_i(t). \end{cases} \quad (6)$$

2) Вычисляются нормализованные значения сигналов с учетом предельно допустимых значений на основе кусочно-линейных операторов:

$$y_{norm\ i} = \begin{cases} y_i(x_{i\max})^{-1}, & y_i \leq x_{i\max}; \\ 1, & y_i > x_{i\max}. \end{cases} \quad (7)$$

3) В каждый момент времени  $t$  на временном окне  $k=0,1,..,T$  вычисляются значения взаимной корреляционной функции [1]

$$K_{ij}(s) = \sum_{k=0}^{T-1} Y_i(k) Y_j(k-s), \quad (8)$$

где  $s \in [0; s_{\max}] \subset \mathbb{D}$  – интервал дискретных значений параметра корреляции (временного сдвига);  $Y_i(k) = [y_i(t+k) - \bar{y}_i(t)]$  – вектор центрированных значений величин

$$\bar{y}_i(t) = \frac{1}{T} \sum_{k=0}^{T-1} y_i(t+k) \quad (9)$$

- математическое ожидание, вычисленное на временном окне шириной  $T$ .

Нормализованное значение корреляционной функции:

$$R_{ij}(s) = \frac{K_{ij}(s)}{\sqrt{K_{ii}(0)K_{jj}(0)}}. \quad (10)$$

4) Корреляционный критерий формируется при превышении текущими значениями нормализованной взаимной корреляционной функции заданных пороговых значений и снимается при значениях ниже пороговых:

$$C_{corr}(t) = \begin{cases} 1, & \exists s, i, j : R_{ij}(s) \geq 1 - \delta_{ij}^2, \\ 0, & \forall s, i, j : R_{ij}(s) < 1 - \delta_{ij}^2, \end{cases} \quad (11)$$

где  $\delta_{ij} \in [0,1]$  – параметр, определяющий максимальное допустимое значение взаимной корреляции  $i$ -го и  $j$ -го сигналов.

**3. Вычислительный эксперимент.** Эксперимент выполнен в соответствии с данными п. 1 и п. 2. Результаты вычислительных экспериментов подтвердили эффективность предлагаемого метода. Серия вычислительных экспериментов, проведенная для двух периодических сигналов  $X_1, X_2$  позволили оценить качество рассмотренного корреляционного критерия идентификации и оценить его эффективность в сравнении с равнозначением со статическим критерием.

Исследована зависимость времени опережения и исчезновения корреляционного критерия по сравнению со статическим критерием от следующих параметров: ширины временного окна (времени интегрирования корреляционной функции)  $T^*$ , предельного значения корреляционной функции  $(1-\delta^2)$  и максимального параметра временного сдвига  $s$  при вычислении корреляционной функции. Эксперименты проведены для медленно меняющихся периодических сигналов с регулярным превышением предельно допустимых значений, без случайной составляющей (рис. 1-3).

**Результаты экспериментов.** В таблицах приведены значения времени опережения в появлении и исчезновении (в формате  $t_{\text{появл}}/t_{\text{исчезн.}}$ ) корреляционного критерия по сравнению со статическим (в секундах) в зависимости от величин настраиваемых параметров.

В таблице и на рис. 1 приведены результаты вычислительного эксперимента, наглядно иллюстрирующие эффективность предлагаемых алгоритмов идентификации опасных режимов в сравнении с критерием статического типа

$$T^* = 7 \text{ с}$$

Таблица 1

Результаты вычислительного эксперимента

$\delta^2$ $s$	0.09	0.16	0.25	0.36	0.49
1	5 / 29	6 / 29	8 / 28	8 / 27	9 / 25
2	5 / 29	6 / 29	8 / 27	8 / 27	9 / 25
3	6 / 28	7 / 27	8 / 26	8 / 24	9 / 23
4	6 / 26	7 / 25	8 / 24	9 / 23	9 / 23
5	6 / 24	7 / 23	8 / 23	9 / 22	9 / 21
6	7 / 22	7 / 22	8 / 21	9 / 20	9 / 20
7	7 / 22	8 / 22	9 / 21	9 / 20	9 / 19

### Временные диаграммы сигналов и критериев

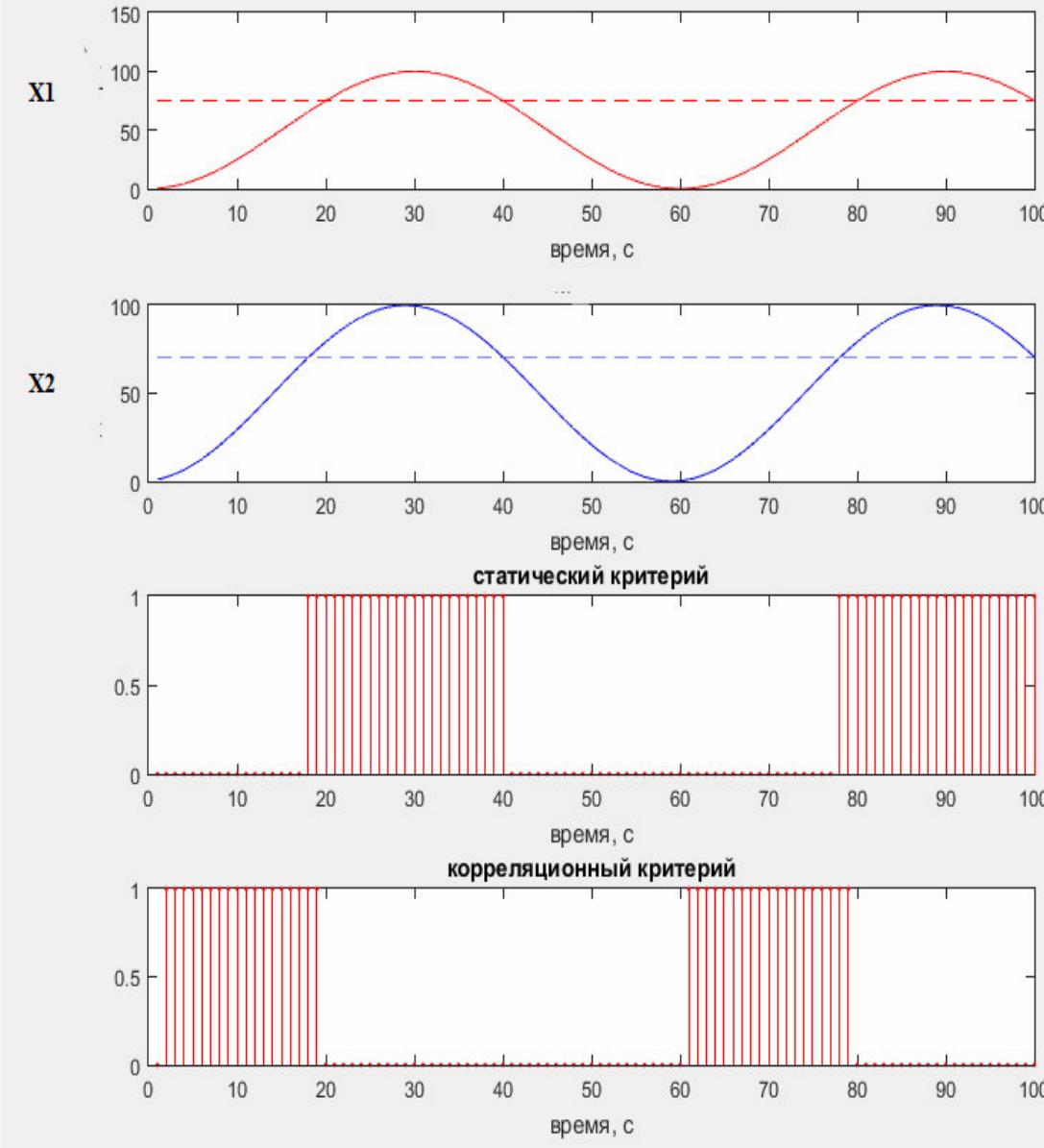


Рис.1. Результаты вычислительного эксперимента

**4. Выводы.** В проведенных экспериментах, корреляционный критерий демонстрирует значительное опережение и в появлении, и в исчезновении по сравнению со статическим критерием. При увеличении времени интегрирования в случае высокого порога срабатывания корреляционного критерия ( $\delta^2 < 0.36$ ) время опережения уменьшается. Во всех случаях время опережения увеличивается при уменьшении порога срабатывания (пока не достигает максимального значения, определяющегося запаздыванием входных сигналов относительно друг

друга). Кроме того, время опережения увеличивается и при увеличении максимального сдвига  $S$ .

При уменьшении запаздывания входных сигналов относительно друг друга увеличивается время опережающего реагирования корреляционного критерия. В случае синхронно изменяющихся входных сигналов при всех вариациях настраиваемых параметров время опережения имеет близкое к максимальному значению.

Следует отметить, что при большой чувствительности корреляционного критерия (величине  $\delta^2$ ) имеют место кратковременные «ложные срабатывания» корреляционного критерия через несколько секунд после исчезновения (эти ситуации отмечены звездочкой \*), что связано с особенностями вычисления скользящей корреляционной функции для нормализованных сигналов с превышением допустимых значений. В случае быстро меняющегося входного сигнала подобные ситуации приводят к тому, что корреляционный критерий продолжает непрерывную сигнализацию некоторое время после исчезновения статического критерия, т.е. демонстрирует инерционность (такие ситуации отмечены двумя звездочками \*\*). Наличие этих особенностей связано с соотношением характерного времени нарастания и убывания входных сигналов и параметров корреляционного критерия.

Таким образом, полученные результаты подтвердили качество оценивания состояний в указанном выше смысле.

#### **Список литературы**

1. Ширяев А.Н. Вероятность. М.: Наука, 1980.

УДК 004.89

*Гаврилюк Евгений Алексеевич<sup>1</sup>,*  
аспирант,  
*Манцеров Сергей Александрович<sup>2</sup>,*  
канд. техн. наук, доцент

## **НЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Россия, Нижний Новгород, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, e-mail:

<sup>1</sup>eugene\_gavr@mail.ru, <sup>2</sup>sergei639@gmail.com

**Аннотация.** Работа посвящена описанию структурно-параметрической модели надежности сложных технических систем (в частности, промышленного оборудования) на основе обработки и систематизации разнородных данных с помощью математического аппарата нечетких множеств.

В статье formalизовано понятие – техническое состояние в терминах теории нечетких множеств. Решается задача снижения размерности параметров при много-критериальном анализе и проблема упорядочивания (ранжирования) объектов.

Представленная нечеткая модель надежности позволяет применять методы компьютерной обработки информации для использования в проблемно-ориентированных системах управления и принятия решений, позволяя повысить надежность оборудования и эффективность управления.

**Ключевые слова:** нечеткая модель надежности, индекс технического состояния, поддержка принятия решений.

*Evgenii A. Gavriluk<sup>1</sup>,*

Postgraduate student,

*Sergey A. Mantserov<sup>2</sup>,*

Ph.D. in Technical Science, The senior lecture

## TECHNICAL SYSTEMS DEPENDABILITY FUZZY MODEL

Russia, Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod State Technical University n.a.

R.E. Alekseev, e-mail:

<sup>1</sup>eugene\_gavr@mail.ru, <sup>2</sup>sergei639@gmail.com

**Abstract.** The paper describes the structural-parametric dependability model of industrial equipment based on heterogeneous data systematization using a mathematical apparatus of fuzzy sets.

The concept of a technical state is formalized in the paper in terms of the fuzzy sets theory. The parameters dimensionality reducing method is proposed for multicriteria analysis. The problem of objects ordering (ranking) is solved.

The dependability fuzzy model described in the paper will allow to apply computer information processing methods for implementation in problem-oriented control systems and decision support systems to increase equipment dependability and management efficiency.

**Key words:** dependability fuzzy model, technical state index, decision support.

Современные концепции технического обслуживания и ремонта (ТОиР) технических систем (в частности, промышленного оборудования) диктуют принятие управлеченческих решений на основе текущего технического состояния (ТС) объектов [2]. ТС, являясь комплексным свойством объекта, без определенной формализации затруднительно для восприятия лица, принимающего решения (ЛПР). Таким образом, возникает актуальная задача разработки математической модели, систематизирующющей разнотипные диагностические данные, для принятия решений в задачах управления техническим состоянием промышленного оборудования.

ТС объекта можно охарактеризовать (оценить) с помощью некоторого конечного множества значений параметров:

$$C = \{p_1; p_2; p_3; \dots; p_n\}, \quad (1)$$

где  $C$  – ТС объекта;

$p_n$  – значение технического параметра;

$n$  – количество параметров.

На рис. 1 на одной оси отмечены пять ТС, определенных ГОСТ [1,2]. Если положить, что ТС количественно можно выразить числом  $I$  от 0 до 1 и провести параллель с вышеупомянутыми видами ТС, где единице соответствует исправное ТС, тогда с помощью числового представления ТС вместо дискретных значений: исправное, неисправное, работоспособное, неработоспособное и предельное, можно наблюдать «степень исправности» объекта. Эта безразмерная количественная оценка ТС называется индексом технического состояния (ИТС) [3–5]. Величина ИТС характеризует состояние объекта с точки зрения соответствия его параметров нормативным значениям. Параметром является паспортная характеристика объекта.

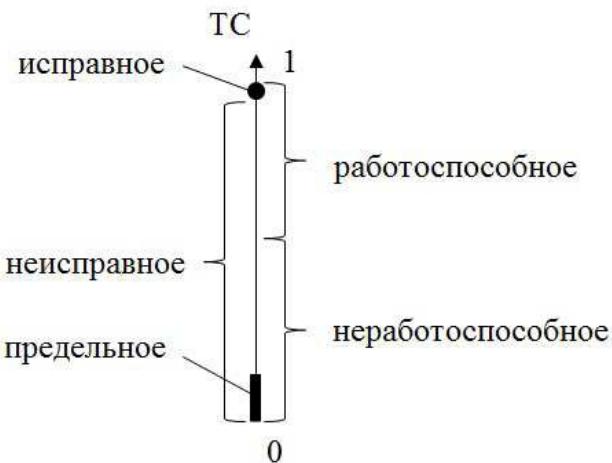


Рис. 1. Графическое изображение ТС

Таким образом, любое ТС объекта может быть выражено с помощью конечного множества значений ИТС:

$$C = \{I_1; I_2; I_3; \dots; I_n\}, \quad (2)$$

где  $C$  – ТС объекта,

$I_n$  – ИТС объекта по параметру  $n$ ,

$n$  – количество параметров.

Тогда ИТС  $I_i$  отражает степень соответствия  $i$ -го параметра требуемому (идеальному, номинальному) значению.

Допустим, что техническое состояние объекта характеризуется одним параметром  $x$ , тогда в ракурсе теории множеств можем записать:

$$x \in E, \quad (3)$$

где  $E$  – множество значений данного параметра.

Если  $E$  – множество всех возможных значений параметра, то оно непременно содержит некоторое подмножество требуемых (допустимых) значений параметра; обозначив это подмножество как  $A$ , получим:

$$A \subset E. \quad (4)$$

Если элемент  $x$  множества  $E$  есть элемент подмножества  $A$  (другими словами, значение параметра  $x$  находится в требуемом (допустимом) диапазоне значений), то:

$$x \in A. \quad (5)$$

Для выражения этой принадлежности в теории множеств используют понятие – характеристическая функция  $\mu_A(x)$ , значение которой указывает, является (да или нет)  $x$  элементом  $A$ :

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & \text{если } x \in A, \\ 0, & \text{если } x \notin A. \end{cases} \quad (6)$$

Особенность этой функции – в бинарном характере её значений (рис. 2).

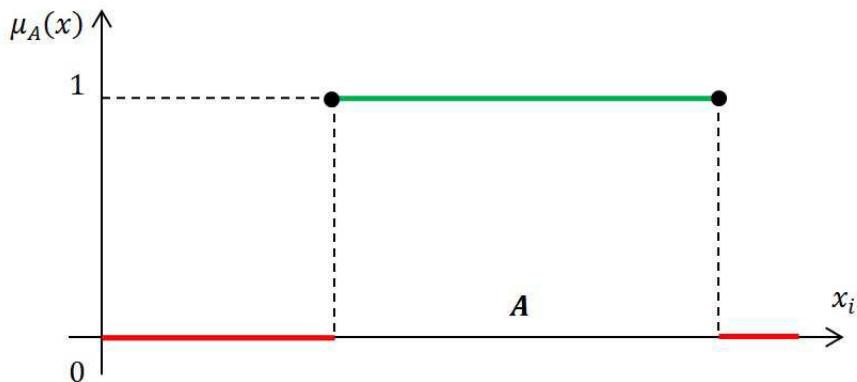


Рис. 2. Характеристическая функция для множества  $A$

В производственном применении характеристическая функция указывает, удовлетворяет ли данный технический параметр элемента требуемым значениям. То есть ИТС – это безразмерная оценка, её зависимость от конкретных значений параметра показывает характеристическая функция. На рисунке 3 представлено графическое пояснение вышесказанному.

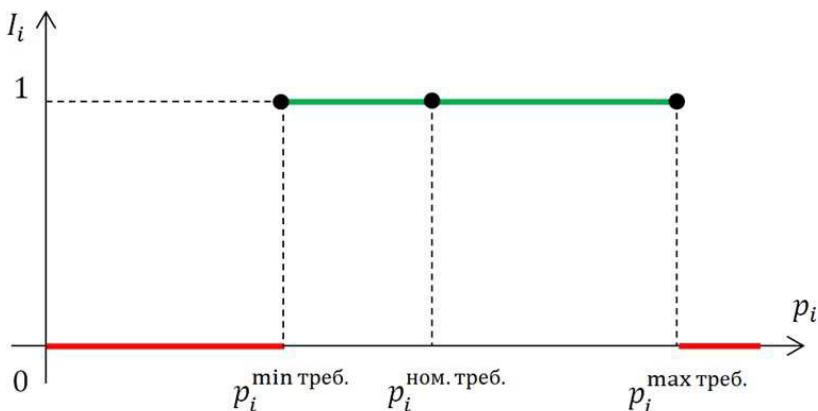


Рис. 3. Графическое пояснение ИТС

На рисунке 3 применены следующие обозначения:  $I_i$  – ИТС  $i$ -го параметра,  $p_i$  – значение  $i$ -го параметра,  $p_i^{\min \text{ треб.}}$ ,  $p_i^{\text{ном. треб.}}$ ,  $p_i^{\max \text{ треб.}}$  – соот-

ветственно минимальное, номинальное и максимальное требуемые (допустимые) значения.

Однако на практике граница между допустимыми и недопустимыми значениями параметра может не иметь чёткого характера, поэтому решение задачи оценки ТС объекта рационально рассмотреть в ракурсе теории нечётких множеств. Тогда характеристическая функция может принимать любое значение в интервале  $[0;1]$ . В соответствии с этим элемент  $x_i$  множества  $E$  может принадлежать  $A$  в определённой степени  $\mu_A$ . Тогда, в соответствии с определением нечёткого множества [6], нечёткое подмножество требуемых (допустимых) значений  $\tilde{A}$  множества всех возможных значений параметра объекта  $E$  определяется как множество упорядоченных пар:

$$\{(x, \mu_{\tilde{A}}(x))\}, \forall x \in E, \quad (7)$$

где  $\mu_{\tilde{A}}(x)$  – характеристическая функция принадлежности, принимающая свои значения во множестве  $M$ , которая указывает степень или уровень принадлежности текущего значения параметра  $x$  (элемента  $x$ ) требуемому (допустимому) значению (подмножеству  $\tilde{A}$ ). Множество  $M$  называется множеством принадлежностей.

Таким образом, согласно [6], с помощью понятия нечёткого подмножества можно изучать нестрого определённые понятия (такое как ТС объекта), используя математические структуры. Тогда оценка ТС объекта будет принимать свои значения во множестве  $M = [0;1]$  посредством определённой характеристической функции принадлежности, а ИТС – это текущее значение характеристической функции принадлежности.

Так как каждый параметр уникален (множество всех возможных значений, подмножество требуемых значений, размерность и пр.), то для каждого параметра строится своя функция принадлежности. Основой для построения функции принадлежности является документация на объект завода-изготовителя. Рассмотрим примеры функций принадлежности физических параметров технического объекта – блока питания (таблица 1, 2).

Таблица 1

Контролируемые параметры блока питания

№	Параметра	Текущее значение	Минимальное допустимое значение	Максимальное допустимое значение
1	Срок эксплуатации, лет	6	0	10
2	Выходное напряжение, В	23,5	23,0	24,0
3	Пульсации выходного напряжения, мВ	400	0	1000
4	Средняя наработка до отказа, тыс. ч.	9,5	10	–

Таблица 2

**Функции принадлежности параметров блока питания и ИТС**

№	Функция принадлежности	ИТС
1	<p>Graph of membership function <math>I_1</math> vs <math>p_1</math>. The function is a trapezoid starting at <math>(0, 1)</math> and ending at <math>(p_1^{\max \text{ доп.}}, 0)</math>. The x-axis is labeled <math>p_1, \text{ лет}</math>.</p>	$I_1 = 0,40$
2	<p>Graph of membership function <math>I_2</math> vs <math>p_2</math>. The function is a triangle peaking at <math>p_2^{\text{ном.}}</math>. The x-axis is labeled <math>p_2, \text{ В}</math>.</p>	$I_2 = 1,00$
3	<p>Graph of membership function <math>I_3</math> vs <math>p_3</math>. The function is a trapezoid starting at <math>(0, 1)</math> and ending at <math>(p_3^{\max \text{ доп.}}, 0)</math>. The x-axis is labeled <math>p_3, \text{ мВ}</math>.</p>	$I_3 = 0,60$
4	<p>Graph of membership function <math>I_4</math> vs <math>p_4</math>. The function is a trapezoid starting at <math>(0, 0)</math> and ending at <math>(p_4^{\min \text{ доп.}}, 1)</math>. The x-axis is labeled <math>p_4, \text{ тыс. ч.}</math></p>	$I_4 \approx 0,46$

$I_1$  – ИТС блока питания по параметру  $p_1$  – «Срок эксплуатации». Минимальное допустимое значение параметра  $p_1^{\min \text{ доп.}} = 0$  лет, максимальное допустимое значение параметра  $p_1^{\max \text{ доп.}} = 10$  лет – это значение является критичным, то есть превышение срока эксплуатации, заявленного производителем в документации на объект повышает риск возникновения отказа.

$I_2$  – ИТС блока питания по параметру  $p_2$  – «Выходное напряжение». Минимальное допустимое значение параметра  $p_2^{\min \text{ доп.}} = 23,0$  В, максималь-

ное допустимое значение параметра  $p_2^{\max \text{don.}} = 24,0$  В. В данном случае как  $p_2^{\min \text{don.}}$ , так и  $p_2^{\max \text{don.}}$  являются критичными. Номинальное (идеальное) значение в данном случае будет равняться  $p_2^{\text{ном.}} = 0,5 \cdot (p_2^{\min \text{don.}} + p_2^{\max \text{don.}})$ .

$I_3$  – ИТС блока питания по параметру  $p_3$  – «Пульсации выходного напряжения». Минимальное допустимое значение параметра  $p_3^{\min \text{don.}} = 0$  мВ, максимальное допустимое значение параметра  $p_3^{\max \text{don.}} = 1000$  мВ.

$I_4$  – ИТС блока питания по параметру  $p_4$  – «Средняя наработка до отказа». Минимальное допустимое значение параметра  $p_4^{\min \text{don.}} = 10$  тыс. ч., максимальное критичное значение параметра  $p_4^{\min \text{крит.}} = 0$  тыс. ч. В качестве зависимости  $I_4(p_4)$  выбрано нормальное распределение Гаусса, где среднеквадратическое отклонение распределения принято  $\sigma = 0,4$ .

На основе вышесказанного ТС объекта А в терминах теории нечётких множеств можно описать (формализовать) следующим образом:

$$\tilde{A} = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline x_1 & x_2 & \dots & x_n \\ \hline \mu_{\tilde{A}_1}(x_1) & \mu_{\tilde{A}_2}(x_2) & \dots & \mu_{\tilde{A}_n}(x_n) \\ \hline \end{array}, \quad (8)$$

где  $x_i$  – параметры оценки ТС объекта А;

$n$  – число параметров;

$\mu_{\tilde{A}_i}(x_i)$  – функции принадлежности (для каждого параметра своё подмножество требуемых значений  $\tilde{A}_i$ , и соответственно, своя функция принадлежности).

Данная структура формирует нечеткую модель надежности технического объекта.

Если в предложенной модели будут поставлены в соответствие все текущие значения параметров, то множество  $\tilde{A}$  будет характеризовать текущее ТС объекта:

$$\tilde{A}^{\text{тек.}} = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline x_1 & x_2 & \dots & x_n \\ \hline \mu_{\tilde{A}_1}(x_{1 \text{ тек.}}) & \mu_{\tilde{A}_2}(x_{2 \text{ тек.}}) & \dots & \mu_{\tilde{A}_n}(x_{n \text{ тек.}}) \\ \hline \end{array}, \quad (9)$$

где  $x_{i \text{ тек.}}$  – текущие значения параметров объекта А.

Если ТС объекта идеально по всем параметрам, то его состояние можно описать следующим образом:

$$\tilde{A} = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline x_1 & x_2 & \dots & x_n \\ \hline 1 & 1 & \dots & 1 \\ \hline \end{array} = \bar{A}^{\text{ном.}}, \quad (10)$$

То есть идеальное состояние объекта можно описать в виде чёткого множества  $\bar{A}^{\text{ном.}}$ , элементами которого являются  $n$  единиц.

Для определения обобщённого ТС объекта используем две оценки – относительное линейное расстояние (расстояние Хемминга) и относительное квадратичное расстояние (Евклидово расстояние) между множеством  $\tilde{A}^{\text{тек.}}$  и множеством  $\bar{A}^{\text{ном.}}$ . Как известно, эти два понятия дают две оценки расстояния между нечёткими множествами.

Относительное линейное расстояние между вышеуказанными множествами определяется по формуле:

$$\delta(\tilde{A}^{\text{тек.}}, \bar{A}^{\text{ном.}}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |\mu_{\bar{A}^{\text{ном.}}}(x_i) - \mu_{\tilde{A}^{\text{тек.}}}(x_i)| = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (1 - \mu_{\tilde{A}^{\text{тек.}}}(x_i)). \quad (11)$$

Формулу (11) можно преобразовать:

$$\delta(\tilde{A}^{\text{тек.}}, \bar{A}^{\text{ном.}}) = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n \mu_{\tilde{A}^{\text{тек.}}}(x_i)}{n} = 1 - \mu_{\tilde{A}^{\text{тек.}}}^{\text{ср.арифм.}}(x_i), \quad (12)$$

где  $\mu_{\tilde{A}^{\text{тек.}}}^{\text{ср.арифм.}}(x_i)$  – среднее арифметическое всех значений  $\mu_{\tilde{A}^{\text{тек.}}}(x_i)$ .

Относительное квадратичное расстояние между вышеуказанными множествами определяется по формуле:

$$\varepsilon(\tilde{A}^{\text{тек.}}, \bar{A}^{\text{ном.}}) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\mu_{\bar{A}^{\text{ном.}}}(x_i) - \mu_{\tilde{A}^{\text{тек.}}}(x_i))^2} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (1 - \mu_{\tilde{A}^{\text{тек.}}}(x_i))^2}. \quad (13)$$

Оба относительных расстояния удовлетворяют условиям:

$$0 \leq \delta(\tilde{A}^{\text{тек.}}, \bar{A}^{\text{ном.}}) \leq 1, \quad (14)$$

$$0 \leq \varepsilon(\tilde{A}^{\text{тек.}}, \bar{A}^{\text{ном.}}) \leq 1. \quad (15)$$

Таким образом, с помощью относительных расстояний  $(\tilde{A}^{\text{тек.}}, \bar{A}^{\text{ном.}})$  и  $\varepsilon(\tilde{A}^{\text{тек.}}, \bar{A}^{\text{ном.}})$  можно не только оценить общее состояние объекта, но и сравнить объекты между собой.

Приведем пример расчета обобщенного (интегрального) ИТС блока питания, рассмотренного выше. Текущее ТС блока питания описано с помощью нечеткой модели надежности:

$$C = \{0,40;1,00;0,60;0,46\}. \quad (16)$$

Модель надежности для данного блока питания с идеальным техническим состоянием:

$$C = \{1,00;1,00;1,00;1,00\}. \quad (17)$$

Тогда интегральный ИТС блока питания  $I = 0,62$ .

Представленная модель описания (оценки) ТС объекта позволяет решить проблему «несравнимости» объектов между собой. Даже при условии различного числа параметров, по которым происходит оценка ТС объектов, с помощью нечеткой модели надежности отрывается возможность сравнения (ранжирования) объектов по объединяющему признаку – ТС.

Для построения модели надежности сложной системы (рис. 4) применен структурно-параметрический метод анализа иерархий (МАИ) – иерархическая декомпозиция.

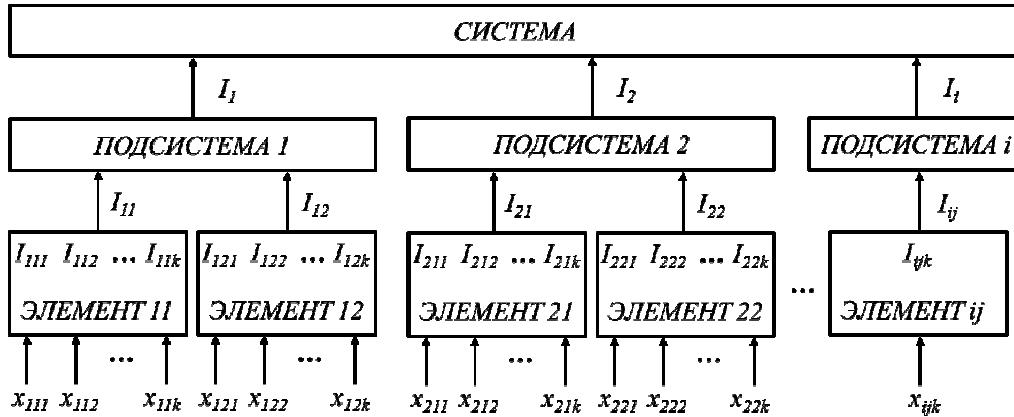


Рис. 4. Нечеткая модель надежности сложной системы

На рисунке 4 применены следующие обозначения:  $I_i$  – ИТС  $i$ -ой подсистемы,  $I_{ij}$  – ИТС  $j$ -го элемента  $i$ -ой подсистемы,  $I_{ilk}$  – ИТС по  $k$ -му параметру  $j$ -го элемента  $i$ -ой подсистемы,  $x_{ijk}$  –  $k$ -ый параметр  $j$ -го элемента  $i$ -ой подсистемы.

Таким образом, чтобы получить оценку технического состояния сложной системы, состоящей из множества элементов, необходимо оценить техническое состояние каждого элемента системы в отдельности по параметрам, установленным для каждого элемента, затем рассчитать интегральные ИТС вышестоящих по иерархии структур системы.

С учетом оценки проявления свойств аддитивности и целостности в предложенной модели выполнена её доработка (рис. 5).

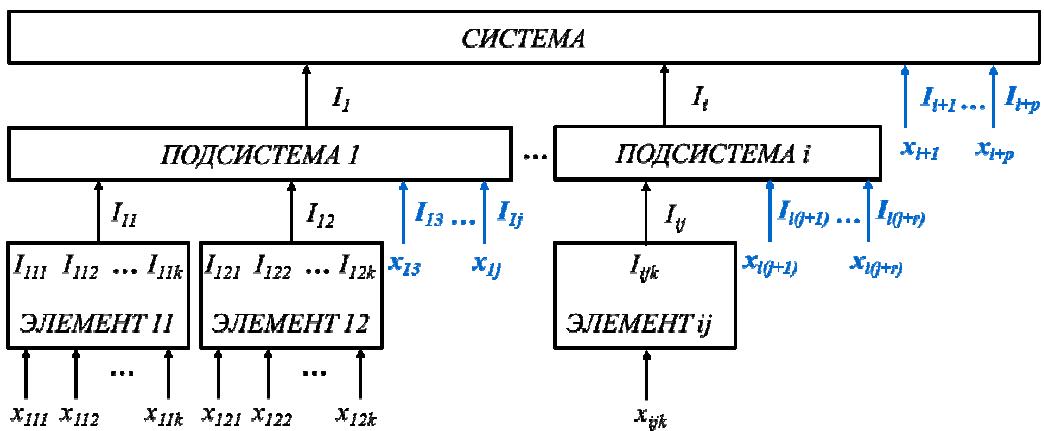


Рис. 5. Нечеткая модель надежности сложной системы

На рис. 5 цветом выделены системные параметры и места, которые они занимают в общей иерархической структуре. Представленная модель

даёт возможность учитывать как параметры элементов, так и системные параметры, позволяя соблюсти баланс между аддитивностью и целостностью при оценке обобщенного ТС системы (в том числе, промышленного оборудования).

Представленная в статье нечеткая модель надежности в полной мере является моделью системного анализа для задач управления техническим состоянием сложных систем. На её основе могут быть созданы различные информационные системы управления (ИСУ) и системы поддержки принятия решений (СППР).

ИСУ и СППР, построенные на основе нечеткой модели надежности способны обеспечить ЛПР систематизированной информацией о состоянии оборудования. Что в итоге позволит проводить согласованную работу, принимать обоснованные управленческие решения и повысить эффективность процесса управления в целом.

На основе представленной нечеткой модели надежности было разработано ПО для ЭВМ на базе Microsoft Visual Studio [7].

### **Список литературы**

1. ГОСТ 27.002-2015. Надежность в технике. Термины и определения. – М. : Стандартинформ, 2016. – 23 с.
2. ГОСТ 18322-2016. Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения. – М. : Стандартинформ, 2017. – 13 с.
3. Гаврилюк Е.А., Манцеров С.А., Синичкин С.Г. Комплексная оценка технического состояния систем автоматического управления газоперекачивающими агрегатами // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11. – С. 2141–2145.
4. Гаврилюк Е.А., Манцеров С.А., Панов А.Ю. Прогнозирование отказов систем автоматического управления газоперекачивающими агрегатами на основе индекса технического состояния и степени риска // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 7 (Ч. 2). – С. 309–313.
5. Гаврилюк, Е.А., Манцеров С.А. Разработка стратегии обслуживания и ремонта оборудования газотранспортного предприятия на основе индекса технического состояния // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2017. – № 3 (118). – С. 121–126.
6. Кофман А. Введение в теорию нечётких множеств : пер. с франц. – М. : Радио и связь, 1982. – 432 с.
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2017662285. iIndex 1.0 / Е.А. Гаврилюк, С.А. Манцеров, К.В. Ильичев, М.И. Тюриков. – М. : Роспатент, 2017.

УДК 681.5: 519.71

**Пономарев Алексей Геннадьевич,**  
доцент, канд. техн.. наук

**МОДЕЛИ СИСТЕМ ЛОКАЛЬНО-ОПТИМАЛЬНОГО  
УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ РЕЖИМАМИ  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕДИНЕНИЙ**

Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский Политехнический университет  
Петра Великого, alexey.g.ponomarev@gmail.com

**Аннотация:** Решается задача управления технологическими режимами электроэнергетических объединений в виде задачи локально-оптимального управления при ограничениях. Для решения предложен нелинейный оператор условной оптимизации. Сформулированы математические модели энергетической системы, технологические требования, цели управления и предложены методы аналитического решения.

**Ключевые слова:** электроэнергетические объединения, частота и активная мощность, локально-оптимальное управление, оператор конечномерной оптимизации.

**Aleksey G. Ponomarev,**  
PhD, Associate Professor

**MODELS OF SYSTEMS FOR LOCAL OPTIMAL CONTROL OF  
TECHNOLOGICAL REGIMES IN ELECTRIC POWER  
ASSOCIATIONS**

Saint-Petersburg, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University,  
alexey.g.ponomarev@gmail.com

**Abstract:** The task of controlling the technological regimes of electric power associations is solved in the form of a problem of locally optimal control under constraints. A nonlinear conditional optimization operator is proposed for the solution. Mathematical models of the energy system, technological requirements, control goals are formulated and analytical methods are proposed.

**Keywords:** electric power associations, frequency and active power, local optimal control, finite-dimensional optimization operator

В данной статье рассмотрена задача регулирования частоты и активной мощности при управлении электроэнергетическими объединениями. Традиционно эта задача решается путем независимого регулирования и ограничения перетоков мощности, что, как правило, негативно отражается на эффективности управления. Для устранения этих недостатков предлагается совместное управление по частоте, активной мощности и ограничению перетоков, для чего ставится задача локально-оптимального управления линейным объектом при наличии ограничений.

Для решения задачи в указанном виде требуется 1) Построить математическую модель объекта управления (ЭЭО), 2) сформулировать требования к технологическим режимам в виде ограничений (неравенств, задающих множество допустимых решений в пространстве состояний), 3) выбрать критерий оптимальности на основе технологических требований, 4) решить аналитически полученную задачу управления и проанализировать качественные свойства замкнутой системы.

Математическая модель объекта управления строится на основе линеаризованных уравнений электромеханических процессов с учетом регуляторов, и может быть представлена следующим образом [1,5]:

$$\begin{aligned}
 \dot{\phi}_i &= \omega_i, \\
 \dot{\omega}_i &= -\frac{1}{T_{\alpha i}^2} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \rho_{ij} (\phi_i - \phi_j) - \frac{T_{yi}}{T_{\alpha i}^2} \omega_i + \frac{1}{T_{\alpha i}^2} p_i - \frac{1}{T_{\alpha i}^2} \mu_i, \\
 \dot{p}_i &= -\frac{1}{T_{\Pi i}} p_i + \frac{1}{T_{\Pi i}} q_i, \\
 \dot{q}_i &= -\frac{k_{\omega i}}{T_{ci}} \omega_i - \frac{1}{T_{ci}} q_i + \frac{1}{T_{ci}} \sigma_i, \\
 \dot{\sigma}_i &= -\frac{1}{T_{Hi}} \sigma_i + \frac{1}{T_{Hi}} u_i.
 \end{aligned} \tag{1}$$

где  $\phi_i$  – отклонение абсолютного угла ротора  $i$ -ого генератора (эквивалентного агрегата);  $T_{\alpha i}^2$ ,  $T_{yi}$  – приведенная постоянная механической инерции и постоянная ускорения ротора эквивалентного агрегата;  $T_{\Pi i}$ ,  $T_{ci}$ ,  $T_{Hi}$  – постоянные времени парового объема турбоагрегата, гидравлического усилителя и вторичного регулятора;  $k_{\omega i}$  – коэффициент усиления первичного регулятора скорости турбины;  $p_i$  – мощность  $i$ -ой станции;  $\mu_i$  – нагрузки  $i$ -ой станции (генерирующего узла электрической сети).  $\rho_{ij}$  – удельный синхронизирующий момент (мощность) между  $i$ -ым и  $j$ -ым эквивалентными генерирующими агрегатами.

Задав вектор состояния, вектор внешних воздействий и вектор передач активной мощности по линиям в виде:

$$\begin{aligned}
X &= [\varphi, \omega, p, q, \sigma]^T, \quad U = [u, \mu]^T, \\
\varphi &= [\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n], \quad \omega = [\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n], \quad p = [p_1, p_2, \dots, p_n], \\
q &= [q_1, q_2, \dots, q_n], \quad \sigma = [\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n], \\
u &= [u_1, u_2, \dots, u_n], \quad \mu = [\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n].
\end{aligned} \tag{2}$$

получим представление объекта управления в матрично-векторном виде в непрерывном или дискретном времени. В общем случае динамика электроэнергетического объединения в дискретном времени описывается следующими уравнениями линейного объекта управления [4]:

$$x_{k+1} = Hx_k + Fu_k, \quad y_k = Cx_k, \quad x_{k=0} = x_0. \tag{3}$$

где вектор  $x_k$ , характеризующий состояние системы, соответствует вектору состояния вида (2), а вектор выходных координат  $y_k$  представляет собой вектор отклонений перетоков активной мощности, который зависит от координат вектора состояния следующим образом:

$$y_k = \Delta S_k = Cx_k. \tag{4}$$

Для моделирования установившегося режима выберем соотношения, связывающие величины управлений  $u_i$  с частотами эквивалентных агрегатов  $\omega_i$ , обменными мощностями  $S_i^{обм}$ , перетоками активной мощности  $S_j$  и мощностями эквивалентных агрегатов  $p_i$  в установившемся режиме:

$$\begin{aligned}
S_i^{обм} &= -\gamma_i \omega + u_i - \mu_i, \\
p_i &= -k_{\omega i} \omega + u_i, \\
S_j &= \sum_{i=1}^n \alpha_{ji} (u_i - \mu_i), \\
\gamma_i &= k_{\omega i} + T_{yi}, \quad S_i^{обм} = S_{внешi}^{обм} + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \rho_{ij} (\varphi_i - \varphi_j), \\
i &= 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, m.
\end{aligned} \tag{5}$$

Величины  $\alpha_{ij}$  называются коэффициентами влияния  $i$ -ой станции (узла) на переток по  $j$ -ой линии, и входят в уравнения связи перетоков

активной мощности с управлениями и внеплановыми возмущениями в установившемся режиме [2,5].

Пусть теперь произошло внеплановое изменение нагрузки со стороны потребителей, и новые значения нагрузок агрегатов будут равны  $\tilde{\mu}_i = \mu_i + \Delta\mu_i$ . Поскольку вектор внеплановых нагрузок  $\Delta\mu_i$  как правило недоступен прямому наблюдению, то управление синтезируется на основе отклонений частоты  $\Delta\omega$  и обменной мощности  $\Delta S_i^{obm} = S_{i\text{ зад}}^{obm} - S_i^{obm}$   $i$ -ой станции, от заданного значения  $S_{i\text{ зад}}^{obm}$ ; В соответствии с (5), суммарная внеплановая нагрузка следующим образом связана с отклонениями частоты и мощности [2,5]

$$\begin{aligned}\Delta\mu &= \sum_i \Delta\mu_i = -\sum_i (\Delta S_i^{obm} + \gamma_i \Delta\omega) = \\ &= -\sum_i \Delta S_i^{obm} - \Delta\omega \sum_i \gamma_i = -(\Delta S^{obm} + \gamma \Delta\omega), \quad \gamma = \sum_i \gamma_i.\end{aligned}\quad (6)$$

В качестве основы для синтезируемого управления примем величину системной ошибки:

$$\lambda = (\Delta S^{obm} + \gamma \Delta\omega). \quad (7)$$

где  $\Delta S^{obm}$  - отклонение суммарной обменной мощности ЭЭО (суммарного перетока по внешним линиям);

Для формулировки задачи квазистатического оптимального управления вводятся следующие ограничения, соответствующие технологическим требованиям к режимам работы ЭЭО [2,5]:

а). Регулирование ЭЭО по частоте и обменной мощности:

$$\sum_{i=1}^n \Delta u_i = -\lambda. \quad (8)$$

б). Ограничение перетоков активной мощности по линиям электропередачи.

$$S_j - \underline{S}_j \leq \Delta S_j = \sum_{i=1}^n \alpha_{ji} (\Delta u_i) \leq \bar{S}_j - S_j, \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (9)$$

в). Ограничения на величину изменения мощности регулирующих станций:

$$p_i - \underline{p}_i \leq \Delta p_i = \Delta u_i - k_{\omega i} \Delta\omega \leq \bar{p}_i - p_i, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (10)$$

Обозначения:  $\Delta u_i$  – внеплановое управление на  $i$ -ую станцию;  $\bar{S}_j$ ,  $\underline{S}_j$ ,  $S_j$  – соответственно верхнее, нижнее и текущее значения перетоков активной мощности по  $j$ -ой линии;  $\Delta S_j$  – изменение перетока по  $j$ -ой линии.

нии под действием управлений;  $n, m$  – число регулирующих станций и контролируемых линий в ЭЭО;  $\bar{p}_i, \underline{p}_i, p_i$  соответственно верхнее, нижнее и текущее значения мощности  $i$ -й станции (узла).

Для дальнейшей формализации задачи управления выбираются различные цели и критерии оптимальности, и ставятся следующие задачи оптимального управления.

1. Минимизация отклонений мощности регулирующих станций от исходных значений. Необходимо найти управлении  $\Delta u_i$ , удовлетворяющие ограничениям (8-10) и минимизирующие функционал качества

$$J = \sum_{i=1}^n c_i (\Delta p_i)^2, \quad (11)$$

где  $c_i$  - весовые коэффициенты.

2. Минимизация отклонений перетоков активной мощности линий от исходных значений. Необходимо найти управляющие воздействия  $\Delta u_i$ , минимизирующие отклонения  $\Delta S_j$  перетоков от исходных значений, при выполнение требований (8) и (10). Функционал качества имеет вид:

$$J = \sum_{j=1}^m c_j (\Delta S_j)^2. \quad (12)$$

3. Минимизация отклонений распределения внеплановых нагрузок узлов от заданных соотношений. Пусть по условиям режима работы ЭЭО желаемое распределение внеплановой нагрузки между регулирующими станциями задано в виде следующих соотношений [2]:

$$\begin{aligned} \Delta \mu_i^* &= \beta_i \Delta \mu_0, \\ \sum_{i=1}^n \beta_i &= 1, \quad \Delta \mu_0^* = \sum_{i=1}^n \Delta \mu_i^* = -\lambda. \end{aligned} \quad (13)$$

При наличии ограничений (8) - (10) данное распределение нагрузки может не достигаться, так, что действительная нагрузка  $i$ -ой станции

$\Delta \mu_i$  отличается от  $\Delta \mu_i^*$  на некоторую величину  $\delta_i$ :

$$\delta_i = \Delta \mu_i - \Delta \mu_i^*. \quad (14)$$

Тогда минимизируемый функционал качества, задается в виде

$$J = \sum_{i=1}^n c_i (\delta_i)^2. \quad (15)$$

Предположим, что управления вычисляются по закону

$$u_k = \Gamma u_k^*(x_k), \quad \Gamma \in R^{n \times n}, \quad (16)$$

где  $u_k$  - вектор результирующих, а  $u_k^*$  - прогнозируемых управлений, получаемый как решение задачи оптимального или субоптимального управления, соответствующей технологическим требованиям к процессу управления по частоте и обменной мощности, сформулированным выше.

Оптимизационная задача может быть сформулирована следующим образом: найти вектор прогнозируемых управлений  $u_k^*$ , минимизирующий квадратичный функционал качества вида

$$J = (y_{k+1})^T Q (y_{k+1}) + (u_k - u_k^0)^T R (u_k - u_k^0), \quad (17)$$

при ограничениях, задаваемых уравнениями и неравенствами:

$$Iu_k^* = -\lambda_k, \quad (18)$$

$$y_k^- \leq y_{k+1} \leq y_k^+,$$

$$u_k^- \leq u_k \leq u_k^+,$$

где величины, характеризующие ограничения в  $k$ -й момент времени, зависят от компонент вектора состояния системы, и равны

$$\begin{aligned} \lambda_k &= (\Delta S_k^{obm} + \gamma \Delta \omega_k), \\ y_k^- &= S_k - \underline{S}, \quad y_k^+ = S_k - \bar{S}, \\ u_k^- &= p_k - \underline{p} + k_\omega \Delta \omega_k, \quad u_k^+ = p_k - \bar{p} + k_\omega \Delta \omega_k. \end{aligned} \quad (19)$$

Матрицы  $Q$  и  $R$  функционала качества (17) – диагональные и положительно определенные матрицы, соответствующие весовым коэффициентам в функционалах (11), (12), (15), а вектор  $u_k^0$  равен  $\lambda_k^* = -\beta \lambda_k + \gamma \Delta \omega_k + S_k^{obm}$  для задачи (12) и  $\lambda_k^* = k_\omega \Delta \omega_k$  для задачи (11).

Для решения поставленной оптимизационной задачи вводится вектор расширенных координат

$$z_k = \begin{pmatrix} y_{k+1} \\ u_k \end{pmatrix}. \quad (20)$$

Тогда ограничение для вектора  $z_k$ :

$$\bar{A} z_k = b_k, \quad \bar{A} = (E_{m \times m}, -CF), \quad b_k = CHx_k. \quad (21)$$

а дополнительные ограничения (18) принимают форму:

$$z_k^- \leq z_k \leq z_k^+, \quad z_k^- = \begin{pmatrix} y_k^- \\ u_k^- \end{pmatrix}, \quad z_k^+ = \begin{pmatrix} y_k^+ \\ u_k^+ \end{pmatrix}. \quad (22)$$

Оптимизационная задача (17) принимает вид: найти  $z_k^*$  такой, что

$$\begin{aligned} z_k^* = \arg \min \{J = (z_k - z_k^0)^T \bar{Q} (z_k - z_k^0) \mid \bar{A} z_k = b_k, z_k^- \leq z_k \leq z_k^+\}, \\ z_k^0 = \begin{pmatrix} 0_{m \times 1} \\ u_k^0 \end{pmatrix}, \quad \bar{Q} = \begin{pmatrix} Q, & 0_{n \times m} \\ 0_{m \times n}, & R \end{pmatrix}. \end{aligned} \quad (23)$$

Преобразованием базиса

$$\tilde{z}_k = \bar{Q}^{\frac{1}{2}} z_k, \quad (\bar{Q}^{\frac{1}{2}})^T \bar{Q}^{\frac{1}{2}} = \bar{Q}, \quad (24)$$

задача приводится к окончательному виду [6]:

$$\tilde{z}_k^* = \arg \min \{J = (\tilde{z}_k - \tilde{z}_k^0)^T (\tilde{z}_k - \tilde{z}_k^0) = \|\tilde{z}_k - \tilde{z}_k^0\|^2 \mid \tilde{z}_k \in D_{\tilde{z}}\}, \quad (25)$$

где множество  $D_{\tilde{z}}$  описывается выражениями:

$$D_{\tilde{z}} = D_{\tilde{z}}^0 \cap D_{\tilde{z}}^1, \quad D_{\tilde{z}}^0 = \{\tilde{z}_k \mid A \tilde{z}_k = b_k\}, \quad D_{\tilde{z}}^1 = \{\tilde{z}_k \mid \tilde{z}_k^- \leq \tilde{z}_k \leq \tilde{z}_k^+\}, \quad (26)$$

а параметры, характеризующие множества ограничений  $D_{\tilde{z}}^0$  и  $D_{\tilde{z}}^1$  в силу выражений (23) и (24) представляются в виде:

$$A = \bar{A} \bar{Q}^{-\frac{1}{2}}, \quad \tilde{z}_k^- = \bar{Q}^{\frac{1}{2}} \tilde{z}_k^-, \quad \tilde{z}_k^+ = \bar{Q}^{\frac{1}{2}} \tilde{z}_k^+. \quad (27)$$

Задача (25) представляет собой задачу вычисления минимума квадратичного функционала на множестве, представляющем собой пересечение многообразия  $D_{\tilde{z}}^0$  и параллелепипеда  $D_{\tilde{z}}^1$ . Решение данной задачи может быть найдено в приближенном виде аналитически с применением оператора конечномерной оптимизации на основе методики, описанной в [1], [3], [5], [6]. Для этого необходима аппроксимация параллелепипеда ограничений  $D_{\tilde{z}}^1$  эллипсоидом  $D_{\tilde{z}}^5 = \{\tilde{z}_k \mid (\tilde{z}_k - d_k)^T P (\tilde{z}_k - d_k) \leq r_k^2, \quad \text{rang } P = n+m\}$ , параметры которого  $r_k$ ,  $P$  и  $d_k$  выбираются таким образом, чтобы  $D_{\tilde{z}}^5 \subset D_{\tilde{z}}^1$  и мера эллипсоида была максимальной, и выражаются через исходные ограничения  $\tilde{z}_k^-$  и  $\tilde{z}_k^+$ .

После линейных преобразований и преобразований сдвига координат вида

$$z_k' = \tilde{z}_k - d_k, \quad \tilde{z}_k = z_k' + d_k, \quad c_k = \tilde{z}_k^0 - d_k, \quad b_k' = b_k - Ad_k, \quad (28)$$

можно получить следующую формулировку аппроксимирующей задачи:

$$\begin{aligned} z_k'^* &= \arg \min \{J = (z_k' - c_k)^T (z_k' - c_k) = \|z_k' - c_k\|^2 \mid z_k' \in D_{z'}\}, \\ D_{z'} &= D_{z'}^0 \cap D_{z'}^5, \quad D_{z'}^0 = \{z_k' \mid Az_k' = b_k'\}, \quad D_{z'}^5 = \{z_k' \mid z_k'^T P z_k' \leq r_k^2\}. \end{aligned} \quad (29)$$

Для аналитического решения оптимизационной задачи типа (29) может быть использован оператор конечномерной оптимизации, представляющий собой оператор проектирования точки линейного пространства на пересечение линейного многообразия и шара.

Рассмотрим решение следующей задачи:

$$\begin{aligned} \text{найти } x^* &= \arg \min \{\varphi(x) = \|x - x_0\|^2 \mid x \in D\}, \\ D &= D^0 \cap D^4, \quad D^0 = \{x : Ax = b\}, \quad D^4 = \{x : \|x - c\|^2 \leq R^2\}. \end{aligned} \quad (30)$$

Из представления (30) квадратичного функционала  $\varphi(x)$  как нормы разности элементов линейного пространства следует, что данная задача может рассматриваться как задача нахождения проекции элемента  $x_0$  на множество, представляющее собой пересечение многообразия и шара. Оператор проекции является нелинейным и имеет вид [5,6]:

$$x^* = \begin{cases} P^A(c) + \sqrt{R^2 - (c^T A^T - b^T)(AA^T)^{-1}(Ac - b)} \cdot \frac{(E - A^T(AB^T)^{-1}A)(x_0 - c)}{\sqrt{(x_0^T - c^T)(E - A^T(AB^T)^{-1}A)(x_0 - c)}}, \\ (x_0^T - c^T)(E - A^T(AB^T)^{-1}A)(x_0 - c) \geq R^2 - (c^T A^T - b^T)(AA^T)^{-1}(Ac - b); \\ (E - A^T(AB^T)^{-1}A)x_0 + A^T(AB^T)^{-1}b, \\ (x_0^T - c^T)(E - A^T(AB^T)^{-1}A)(x_0 - c) < R^2 - (c^T A^T - b^T)(AA^T)^{-1}(Ac - b), \end{cases} \quad (31)$$

где  $P^A(c) = (E - A^T(AB^T)^{-1}A)c + A^T(AB^T)^{-1}b$ .

В соответствии с (31), решение задачи (30) существует при неотрицательности подкоренного выражения. Это условие выполняется, когда параметры  $A$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $R$  удовлетворяют неравенству

$$(c^T A^T - b^T)(AA^T)^{-1}(Ac - b) \leq R^2. \quad (32)$$

Соотношение (32) представляет собой условие совместности ограничений задачи (30), при выполнении которого допустимое множество  $D$  - непустое. Как было показано выше, приближенное решение задачи (24) может быть определено равенством

$$\tilde{z}_k^* = \tilde{\Phi}(b_k, \tilde{z}_k^-, \tilde{z}_k^+), \quad (33)$$

где  $y = \tilde{\Phi}(z)$  - оператор конечномерной оптимизации, определенный равенствами (31). С помощью соотношений (24), (27) может быть получено выражение для оптимального значения исходного вектора расширенных координат:

$$z_k^* = \Phi'(b_k, z_k^-, z_k^+). \quad (34)$$

Параметры ограничения  $b_k, z_k^-, z_k^+$  зависят от компонент вектора состояния  $x_k$ , а вектор управлений может быть выражен как  $u_k = Tz_k$  где  $T = (0_{n \times m}, E_{n \times n})$ , отсюда

$$u_k^* = T\Phi'(x_k) = \Phi(x_k). \quad (35)$$

Уравнения замкнутой системы управления:

$$x_{k+1} = Hx_k + F\Gamma\Phi(x_k), \quad y_k = Cx_k, \quad x_{k=0} = x_0. \quad (36)$$

оказываются нелинейными. В связи с этим анализ качественных свойств замкнутой системы возможен на основе методов функционального анализа, для применения которых необходимо изучить свойства нелинейного оператора проекции. Оператор  $P^D(x)$ , задаваемый выражением (31), удовлетворяет условиям Липшица:

$$\|P^D(x_1) - P^D(x_2)\| \leq L_p \cdot \|x_1 - x_2\|. \quad (37)$$

Так как рассматриваемый оператор  $P^D$  является проектором на выпуклое ограниченное множество, то в выражении (37) константа Липшица  $L_p = 1$ . Кроме того, справедлива следующая оценка [5,6]:

$$\forall x_1, x_2 \quad \|P^D(x_1) - P^D(x_2)\| \leq 2\sqrt{R^2 - (c^T A^T - b^T)(AA^T)^{-1}(Ac - b)}. \quad (38)$$

Данные оценки могут быть использованы при анализе качественных свойств замкнутой САУ на основе принципа сжимающих отображений. Предложенные модели объектов и замкнутых систем позволяют исследовать качественные свойства режимов ЭЭО, включая анализ переходных процессов и достаточных условий устойчивости.

### Список литературы

1. Козлов В.Н. Метод нелинейных операторов в автоматизированном проектировании систем управления. – Л.: ЛГУ им. А.А.Жданова, 1986.
2. Козлов В.Н. Управление энергетическими системами. Электромеханические процессы. СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2006.

3. Козлов В.Н., Бугаева Е.А. Метод внешних и внутренних эллипсоидов для аналитического решения систем алгебраических неравенств // В сб. «Фундаментальные исследования в технических университетах», СПб.: СПбГПУ, 1998, с 51, 52.
4. Козлов В.Н., Куприянов В.Е., Шашихин В.Н. Теория автоматического управления. СПб, изд-во Политехнического университета, 2006.
5. Козлов В.Н., Пономарев А.Г. Управление электроэнергетическими системами. Часть. 6: Обобщенные модели электроэнергетических объединений. СПб, изд-во Политехнического университета, 2008.
6. Пономарев А.Г. Канонические формы операторов конечномерной оптимизации для аналитического описания режимов управления частотой и активной мощностью электроэнергетических объединений // Сб. «Кибернетика и информатика: сборник научных трудов к 50-летию Секции кибернетики Дома ученых им. М. Горького РАН, Санкт-Петербург». СПб.: изд-во Политехнического университета, 2006 г. – с. 391-396.

УДК 658.512.26:: 004.896

**Похилько Александр Федорович,**  
канд. техн. наук, доцент,  
**Цыганков Денис Эдуардович,**  
аспирант

## **ВЫДЕЛЕНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ СТРУКТУРНОМ АНАЛИЗЕ КОНСТРУКТОРСКОГО РЕШЕНИЯ**

г. Ульяновск, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», afp@ulstu.ru

**Аннотация.** Рассматривается структурно-функциональный анализ конструкторского решения, проводимый с целью выделения конструктивно-функциональных элементов – объектов, сочетающих в себе два критерия: функциональную наполненность и конструкторскую завершенность. Такие элементы занимают одно из центральных положений в рамках структурно-семантического подхода к конструкторской деятельности в CAD-системе.

**Ключевые слова:** конструкторское решение, 3D-модель, конструкторская структура изделия, CAD-система, смысловая наполненность, геометрия модели, модульный принцип проектирования.

UDK 658.512.26:: 004.896

**Pokhilko Alexander Fedorovich,**  
Ph.D., Associate Professor,  
**Tsygankov Denis Eduardovich,**  
Postgraduate Student

## **EXTRACTION OF CONSTRUCTIVE & FUNCTIONAL ELEMENTS IN THE STRUCTURAL ANALYSIS OF THE DESIGN SOLUTION**

**Abstract.** This article deals with a structural-functional analysis of the design solution is considered. This analysis carried out with a view to extract the constructive-functional elements. These elements are objects that combine two criteria: functional fullness and design completeness. Such elements occupy one of the central positions within the framework of the structural-semantic approach to the design activity in the CAD system developed by the authors.

**Keywords:** design solution, 3D-model, construct structure, CAD-system, semantic content, model geometry, modular design principle.

Результатом процесса технического проектирования (также называемого конструированием) в жизненном цикле изделия (ЖЦИ) является сформированный комплект конструкторской документации (КД), описывающий конструкцию изделия – экземпляр материализации его конструкторской структуры (КСИ), содержащей в себе информацию о взаимной входимости функциональных и конструкторских элементов [1]. В CAD-системах – основном инструменте инженера, конструкция изделия отображается электронной 3D-моделью и зачастую [2,3] представляет собой полноценную КД, т.е.:

$$CAD : Констр(Изд) \rightarrow Mod^{3D}(Изд), \quad (1)$$

где *Констр(Изд)* и *Mod<sup>3D</sup>(Изд)* – конструкция и электронная 3D-модель проектируемого изделия соответственно.

Главное требование, предъявляемое к конструкции изделия (как проектному решению) – это обеспечение заданной в техническом задании (ТЗ) функциональности:

$$Констр(Изд) \Rightarrow \Phi(Изд) = \{\phi_i(Изд)\}, \quad (2)$$

где  $\Phi(Изд)$  – номинальная функциональность изделия, представленная в виде набора функций  $\phi_i(Изд)$ . Критерием функции является определенность ее *входных и выходных данных*, при этом конструкция определят *механизм* каждой  $i$ -й функции  $\phi_i(Изд)$ .

Формула (2) справедлива для изделий различных уровней, а именно «*Деталь*» и «*Сборочная единица*»: «*Узел*» и «*Подузел*». Помимо обеспечения требуемой функциональности имеются и вторичные требования, предъявляемые к конструкции, связанные с ее технологичностью, эстетичностью, эргономичностью и прочими требованиями.

Конструкция является *системой* из объектов, несущих фиксированный конструкторско-функциональный смысл. Такие объекты в настоящей работе называются термином «*Конструктивно-функциональный элемент (КФЭ)*» [4]. Так, в процессе технического проектирования инженер принимает решения о комбинации типовых КФЭ таким образом, чтобы формируемая конструкция *Констр'(Изд)* обеспечивала номинальную функциональность  $\Phi'(Изд)$ , при этом  $\Phi(Изд) \in \Phi'(Изд)$ .

Обозначенный принцип, согласно которому проектируемое изделие (его конструкция) представляется системой КФЭ, является частным случаем общего подхода, представленного профессором Б.М. Базровым в его работе [5] и называемого «модульный принцип».

Критериями, определяющими и отличающими КФЭ, являются:

- **Семантическая наполненность.** КФЭ выполняет одну строго определенную функцию в изделии (в том числе комплексную).
- **Конструкторская завершенность.** КФЭ имеет строго ограниченный диапазон структурно-геометрических вариаций (конфигураций).

Для повышения наглядности на рисунке 1 представлен пример выделения конструктивно-функциональных элементов на примере изделия уровня «Деталь», а именно фрезерованного корпуса из состава микрополоскового устройства СВЧ, являющегося типовой деталью в конструировании данных изделий [6].

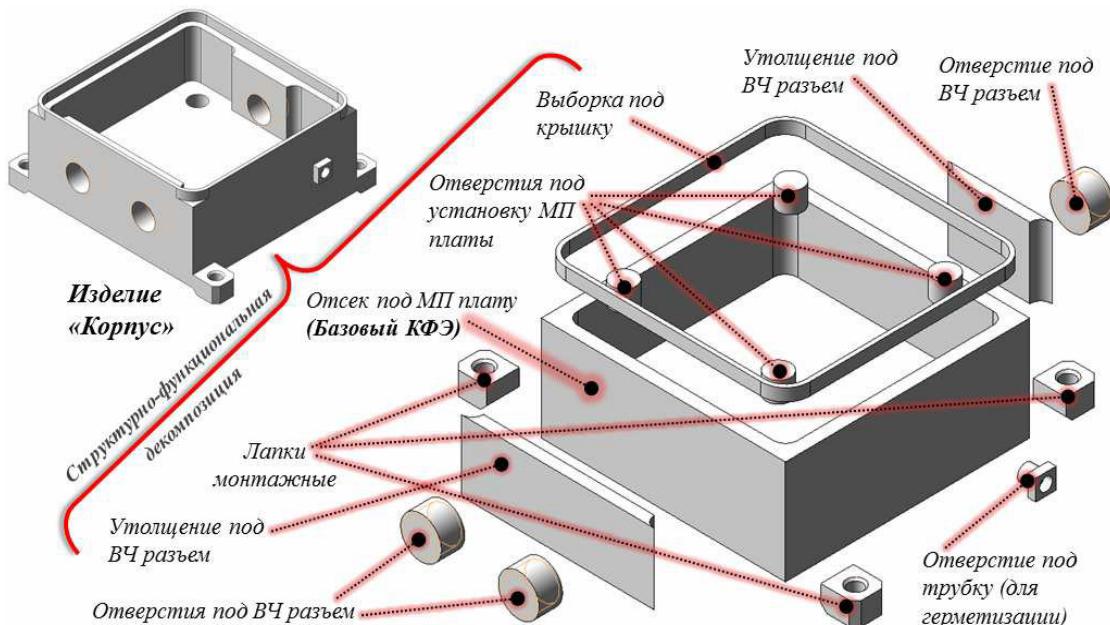


Рис. 1. Выделение КФЭ из конструкции изделия уровня «Деталь»

В рамках структурно-семантического подхода к конструированию в САПР, представленного авторами в серии работ [7,8], структуру проектируемого изделия, отображаемую 3D-моделью (стандартными подходами), предлагается информационно отображать в рамках *дерева построения* (также называемого «история построения»). КФЭ при таком подходе представляют собой нижайший уровень геометрического отображения 3D-модели, и тогда дерево построения становится информативным (семантически наполненным) ввиду отображения структуры (КСИ) конструкторского решения в виде 3D-модели, но не в геометрическом плане (как набора абстрактных геометрических элементов), а обладающих реальным смыслом конструктивно-функциональных элементов.

Представление конструкторского решения в виде системы КФЭ, отображаемых в дереве построения и его непосредственное применение в процессах конструкторской деятельности способствует экономии временных ресурсов, затрачиваемых на формирование и модификацию конструкторского решения, а также снижение общей трудоемкости.

Дальнее исследование ставит своей целью воспроизведение логики построение проектного решения при потере истории построения (например, при конвертации в файл формата ISO 10303 STEP) [9], т.е. заложенный в конструкцию замысел инженера (*design intent*) и его отображение в виде системы КФЭ, отображаемых как целостная макроединица.

Настоящая работа выполняется в рамках гранта № 16-47-732138 «Разработка моделей, методов и средств информационной поддержки технологий Concurrent Engineering на основе интегрированного представления процесса в интеллектуальной базе знаний САПР», поддержанного Российским фондом фундаментальных исследований.

### **Список литературы**

1. ГОСТ Р 53394-2017. Интегрированная логистическая поддержка. Основные термины и определения. – М. : Стандартинформ, 2017. – 28 с.
2. Реализация методики создания 3d параметрических моделей типовых деталей узлов авиационных конструкций в среде Siemens NX / Е.С. Горячkin, А.И. Рязанов, А.В. Урлапкин, Л.А. Чемпинский // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. – 2012. – № 5-2 (36). – С. 187-193.
3. Бабанин, В.С. Методика создания конструкторско-технологической модели детали в среде CAD-системы / В.С. Бабанин // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2014. – Т. 57, № 8. – С. 21-25.
4. Цыганков, Д.Э. Выделение структурно-функциональных элементов электронной цифровой модели изделия / Д.Э. Цыганков, А.Ф. Похилько // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения : материалы Международной научно-технической конференции «INTERMATIC-2016» / под ред. А.С. Сигова. – Москва: Галлея-Принт, 2016. – Ч. 4. – С. 118-120.
5. Базров, Б.М. Модульная технология в машиностроении / Б.М. Базров. – М. : Машиностроение, 2001. – 368 с.
6. Справочник по расчету и конструированию СВЧ полосковых устройств / С.И. Бахарев, В.И. Вольман, Ю.Н. Либ и др. ; под. ред. В.И. Вольмана. – М. : Радио и связь, 1982. – 326 с.
7. Цыганков, Д.Э. Представление процесса проектирования на базе обобщения элементарных операций до уровня семантических единиц / Д.Э. Цыганков, А.Ф. Похилько // Автоматизация процессов управления. – 2015. – № 3 (41). – С. 81-88.
8. Похилько, А.Ф. Отображение функциональной структуры проектируемого изделия в дереве построения его 3D-модели / А.Ф. Похилько, Д.Э. Цыганков // Известия Самарского научного центра РАН. – 2017. – Т. 19, № 1 (2). – С. 424-427.
9. Кокин, И.В. Представление и обработка образов конструктивных элементов / И.В.Кокин // Современные проблемы проектирования, производства и эксплуатации радиотехнических систем : сборник научных трудов X Юбилейной Всероссийской научно-практической конференции (с участием стран СНГ), посвященной 60-летию УлГТУ. – Ульяновск : УлГТУ, 2017. – С. 208-211.

УДК 681.51

*Шагнин Олег Булатович,*  
ассистент каф. “Механика и процессы управления,  
*Бурдаков Сергей Фёдорович,*  
д-р техн. наук, проф. каф. “Механика и процессы управления”

## СТАБИЛИЗАЦИЯ СИЛОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РОБОТА С ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29  
shagniev\_ob@spbstu.ru

**Аннотация.** Приведены варианты коррекции штатной системы управления движением робота с помощью дополнительных контуров адаптации, снижающих вибрационную нагрузку на элементы системы. Исследована возможность вибрационного сглаживания при помощи вибраций на инструменте робота. Рассмотрено автоматическое управление жёсткостью динамического гасителя. Эффективность проверяется методами математического и компьютерного моделирования.

**Ключевые слова:** робот; силовое очувствление; адаптивное управление; позиционно-силовое управление; математическое моделирование.

*Oleg B. Shagniev,*  
assistant professor,  
*Sergey F. Burdakov,*  
doctor of technical science, professor

## STABILIZATION OF THE FORCE INTERACTION BETWEEN ROBOT AND THE MACHINED SURFACE

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University  
Politekhnicheskaya Str. 29, St. Petersburg  
shagniev\_ob@spbstu.ru

**Abstract:** The methods of the standard robot control system correction by means of additional adaptation loops that reduce the vibration load on the elements of the system are considered. The possibility of vibration smoothing by means of vibrations on a robot tool is investigated. Automatic control of the dynamic absorber stiffness is considered. Efficiency is checked by methods of mathematical and computer modeling.

**Keywords:** robot; force sensing; adaptive control; position-force control; math modeling.

Разработка робототехнических систем, осуществляющих контактные операции на базе алгоритмов позиционно-силового управления, является актуальным направлением развития робототехники. Задачи контактного взаимодействия робота, оснащённого средствами силомоментного очувствления, с окружающими объектами возникают на сборочных производствах, в обрабатывающей промышленности, медицине и аэро-

космической отрасли[4]. Подобные задачи относятся к наиболее сложным в робототехнике. Во многих случаях для решения этих задач сило-моментного очувствления оказывается недостаточно. Требуются дополнительные контуры адаптации, обладающие возможностью обучения, как по экспертным данным, так и online в процессе выполнения пробных операций[2].

Робот, имеющий три степени свободы, в соответствии с технологической задачей, движется с некоторой скоростью вдоль поверхности с заданным прижатием к ней. Для обеспечения заданного уровня силы прижатия инструмента к поверхности построен позиционно-силовой алгоритм управления, организованный на базе штатной системы позиционного управления роботом, которая используется в режиме позиционирования робота[1]. В момент возникновения контакта инструмента с поверхностью происходит переключение на режим силового управления, которое производится по обратной связи, получаемой от датчика усилия, установленного на подвесе инструмента.

На основании данных от датчика силы прижатия формируется скорректированное задание для системы управления позиционированием робота. Скорректированное задание позволяет сгладить негативное влияние контакта на динамику робота

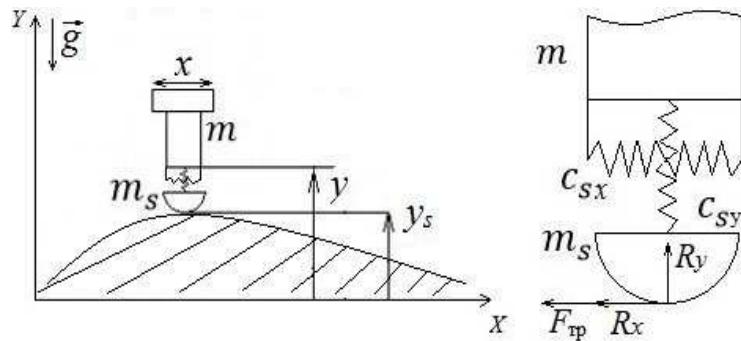


Рис. 1. Расчёчная схема робота

В условиях контакта между инструментом и обрабатываемой поверхностью присутствуют силы взаимодействия, которые могут стать причиной возникновения экстремальных ситуаций. Учёт негативных явлений, которые могут иметь место в процессе работы, обязателен для построения адаптивной системы управления, способной адекватно реагировать на внешние воздействия.

Характерными явлениями, возникающими в условиях контакта инструмента с поверхностью, являются фрикционные автоколебания и резонансные колебания. Резонансные колебания возникают в ситуации, когда колебания инструмента, вызванные неровностью поверхности совершаются с частотой, близкой к собственной частоте робота. В такой ситуации происходит резкое возрастание амплитуды колебаний системы,

что может приводить к поломке робота и нарушением технологических условий. Для борьбы с резонансными колебаниями предлагается использовать активное крепление инструмента.

В результате система уравнений, описывающих движение по вертикали принимает вид:

$$\begin{cases} m\ddot{y} + b\dot{y} + c_s(y - y_a) = F - mg, \quad y_s = y^{sf}(t) \\ m_a\ddot{y}_a + c_s(y_a - y) + k_a(y_a - y_s) + n_a(\dot{y}_a - \dot{y}_s) = -m_s g \\ F = (k_p + k_i \frac{1}{p} + k_d \frac{N}{1 + N \frac{1}{p}})(\bar{y}^d - y) \end{cases}$$

где  $m$  - масса робота,  $b$  - демпфирование в роботе,  $F$  - управляющая сила, действующая на робот по вертикали,  $m_s$  - масса инструмента,  $b_s$  - демпфирование,  $c_{sy}$  - вертикальная жёсткость подвеса инструмента,  $y$  - координата робота,  $y_s$  - координата инструмента,  $k_p$ ,  $k_i$ ,  $k_d$  и  $N$  - параметры настройки PID-регулятора, управляющего вертикальной координатой робота  $y$ ,  $m_a \ll m$  - масса активного подвеса,  $y_a$  - вертикальная координата активного подвеса,  $n_a$  - демпфирование в активном подвесе,  $y^*(x)$  - уравнение поверхности.

$k_a$  - управляемая отдельным ПИ - регулятором жёсткость активного подвеса.  $k_a = (\gamma_p + \gamma_i \frac{1}{p})(F_s^d - F_s)$ , где  $F_s^d$  - необходимая сила прижатия инструмента к поверхности.

В режиме контакта задание  $\bar{y}^d$  формируется также при помощи PID-регулятора

$$\bar{y}^d = W(p)(F_s^d - F_s)$$

$$\text{где } W(p) = \theta_p + \theta_i \frac{1}{p} + \theta_d \frac{N}{1 + N \frac{1}{p}}.$$

$\theta_p$ ,  $\theta_i$ ,  $\theta_d$  и  $N_f$  - параметры настройки PID-регулятора, управляющего контактной силой.

Горизонтальное движение робота в режиме контакта описывается уравнениями:

$$\begin{cases} m\ddot{x} + b\dot{x} + c_{sx}(x - x_s) = F_x \\ m\ddot{x}_s + b\dot{x}_s + c_{sx}(x_s - x) = F_{tp} \\ F_x = (k_{px} + k_{ix} \frac{1}{p} + k_{dx} \frac{N_x}{1 + N \frac{1}{p}})(\bar{v}_x^d - \dot{x}) \end{cases}$$

где  $F_x$  - управляющая сила, действующая на робот по горизонтали,  $c_{sx}$  - горизонтальная жёсткость подвеса инструмента,  $x$  - горизонтальная

координата робота,  $x_s$  – горизонтальная координата инструмента,  $k_{px}$ ,  $k_{ix}$ ,  $k_{dx}$  и  $N_x$  – параметры настройки PID-регулятора, управляющего горизонтальной скоростью робота .

На рисунке представлены графики контактной силы в условиях резонанса, возникшего в связи с шероховатостью поверхности без динамического гашения (а), с неуправляемым динамическим гасителем (б) и с управляемым динамическим гасителем (в). Инструмент робота находится в контакте с поверхностью и выходит на заданный уровень силы прижатия. Шероховатость моделируется гармонической функцией.

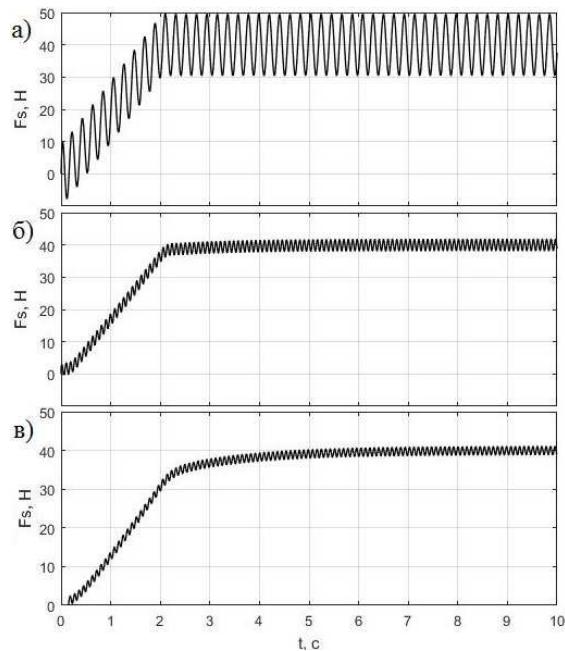


Рис.2. Зависимость силы контакта от времени

По рисунку видно, что использование активного подвеса инструмента в качестве динамического гасителя позволяет в разы уменьшить отклонения силы контакта от заданного уровня.

Фрикционные автоколебания – это явление, связанное с наличием в системе нелинейного трения. Рассмотрена модель трения с учётом Штрибек-эффекта, при которой на малых скоростях сила трения зависит от скорости по экспоненциальному закону. На рисунке представлен график зависимости силы трения от скорости движения.

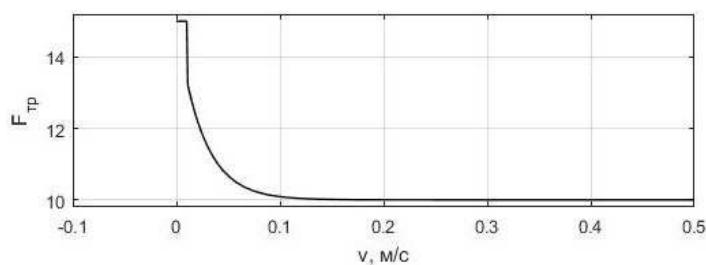


Рис3. Трение в зоне контакта

При такой модели трения сила трения покоя превышает силу трения скольжения, в результате чего при движении инструмента вдоль поверхности с малой скоростью  $v_x^d$  можно наблюдать устойчивые автоколебания. Это приводит к заклиниваниям инструментам и движению с остановами. Для борьбы с данным явлением используется метод вибрационного сглаживания, заключающийся в подаче высокочастотных гармонических колебаний на руку робота вида

$$x_{vs} = A \sin(\omega t),$$

причём  $\omega$  намного больше собственной частоты робота.

На рисунке представлены графики зависимости скорости движения инструмента и горизонтальной координаты инструмента от времени в условиях нелинейного трения с вибрационным сглаживанием (б) и без него (а).

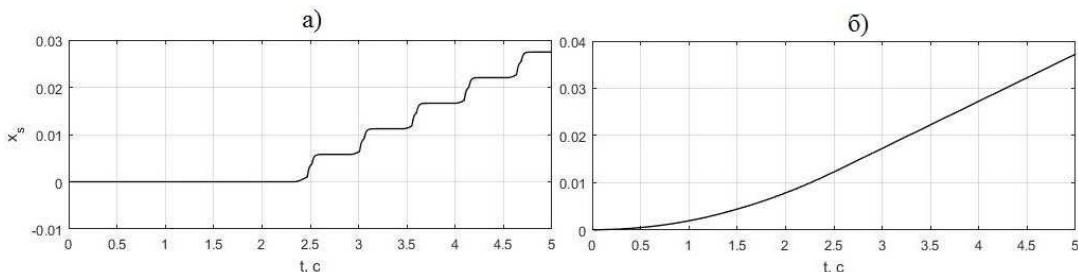


Рис. 4. Зависимость координаты инструмента от времени

Построение дополнительных контуров адаптации позволяет согласовать диапазоны рабочих частот системы “робот-инструмент-поверхность”, скорости движения вдоль обрабатываемой поверхности и силы прижатия инструмента к ней. В условиях применения робототехнических комплексов на массовом производстве актуальной является задача интеллектуализации контуров адаптации с помощью обучаемых нейронных сетей. Внедрение подобных систем позволяет на больших партиях серьёзно снизить процент брака и увеличить производительность.

#### Список литературы

1. Бурдаков С. Ф., Шагниев О. Б. Модели механики в задаче управления силовым взаимодействием робота с поверхностью неопределенного профиля// НТВ СПбПУ. №4. С. 68-79.
2. Егоров И. Н. Позиционно-силовое управление робототехническими и мехатронными устройствами. Владимир: Изд-во Владимир. Гос. Ун-та, 2010. 192с.
3. Первозванский А.А. Трение – сила знакомая, но таинственная // Соросовский образовательный журнал. 1998. №2. С.129 – 134.
4. Попов А.В., Юрьевич Е.И. Позиционно-силовое управление манипуляторами: состояние и перспективы // Мехатроника, автоматизация и управление. 2008. № 5. Приложение. С. 2–6.

УДК 515.1

*Таирова Екатерина Александровна,*  
аспирант,  
*Камалов Леонид Евгеньевич,*  
специалист по комплексным инженерным ИТ-решениям,  
канд. техн. наук

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТОДА  
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО  
ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ  
АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ**

РФ, г. Ульяновск, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», tairovakate@yandex.ru

РФ, г. Ульяновск, ООО «РЦ «АСКОН-Волга», l.kamaloff@gmail.com

**Аннотация.** Статья посвящена проблеме определения метода геометрического преобразования 3D-моделей путем интеллектуального распознавания и классификации деталей при проектировании в САПР. Подход отличается тем, что методика геометрического преобразования распространяется на твердотельные модели деталей сложной формы

**Ключевые слова:** CAD-systems, aircraft construction, technological preparation of production, topology: CAD-systems, aircraft construction, technological preparation of production, topology,

*Ekaterina A. Tairova,*  
Postgraduate student,  
*Leonid E. Kamalov,*  
IT-specialist, PhD

**INTELLECTUAL DEFINITION OF AUTOMATED GEOMETRIC  
TRANSFORMATION METHOD IN AIRCRAFT PARTS  
TECHNOLOGICAL COMPUTER MODELS DESIGN PROCESS**

RF, Ulyanovsk, Ulyanovsk State Technical University,  
tairovakate@yandex.ru

RF, Ulyanovsk, RC ASCON-Volga, l.kamaloff@gmail.com

**Abstract.** This paper considers determination of method of geometrical transformation 3D-models by the means of the intellectual recognition and classifying of details in CAD design process. Geometrical transformation is executed according to pre-defined methodology. The proposed approach affects complex-formed solid 3D-models.

**Keywords:** CAD-systems, aircraft construction, technological preparation of production, topology,

В авиационной отрасли практически повсеместно применяются электронные модели изделия, в которых отсутствует история построения. Такие модели разрабатываются конструкторскими бюро и передаются на завод-изготовитель. На заводе модели необходимо построить заново с учетом особенностей технологии изготовления [1].

Сокращения сроков выпуска готового изделия. возможно добиться путем правильной подготовки производства с первого раза, исключения брака и сокращения времени моделирования ТЭМ путем повторного использования результатов конструкторского моделирования.

В данной работе авторами предлагается подход к геометрическому преобразованию конструкторских электронных моделей (КЭМ) в ТЭМ, который позволяет автоматизировать работу инженера. Подход основывается на интеллектуальном распознавании типа детали. В дальнейшем, в зависимости от типа, геометрическое преобразование осуществляется по заранее заложенной методике.

Классификацию 3D-моделей для целей данного исследования необходимо проводить, отталкиваясь от методики их геометрического преобразования.

Рис. 1 демонстрирует подход к делению деталей по методу гомерического преобразования.

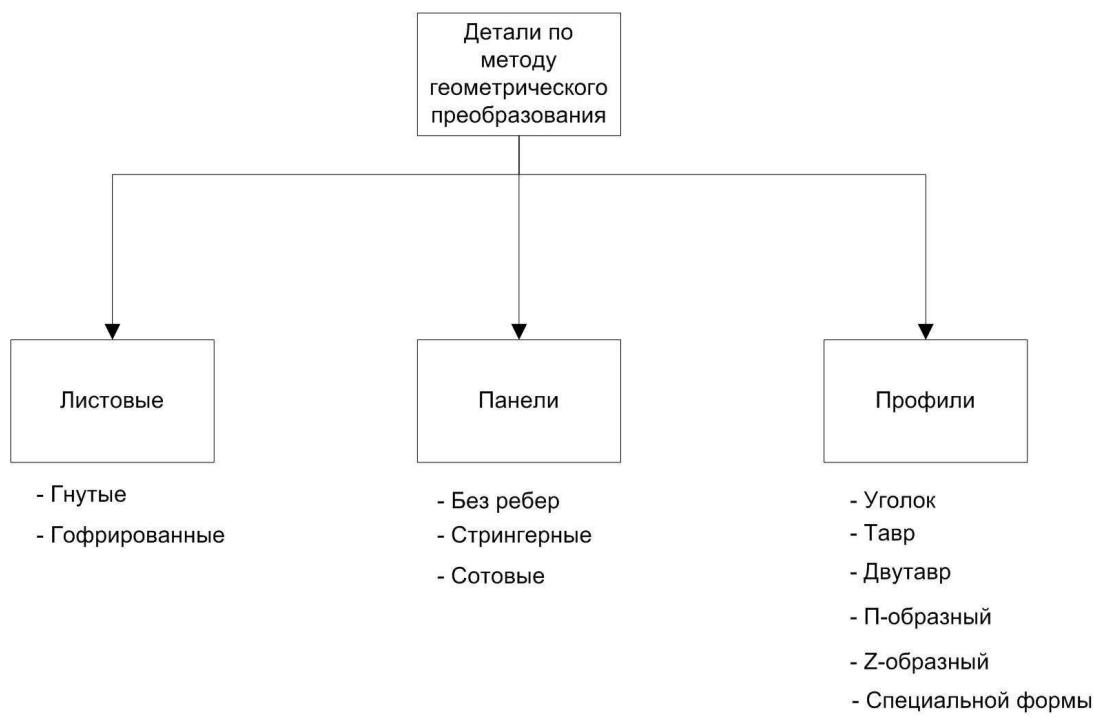


Рис. 1. Схема деления деталей по методу геометрического преобразования

На основании этого можно выделить детали листовые, детали из профиля и панели. Каждый элемент данной классификации можно декомпозировать более подробно, так как пространственная форма детали

может иметь очень сложную структуру. [2] Рис. 2 показывает трехмерные модели заготовок, из которых изготавливают рассматриваемые детали.

1. Для геометрического преобразования деталей из профиля используются операции по сечениям.

2. Для геометрического предобразования панелей используются операции твердотельные, на основе булевых вычитаний из твердого тела.

3. Для геометрического предобразования листовых деталей целесообразно использовать специальные операции, предусмотренные в САПР для работы с листовым телом.

Приведенная классификация позволяет определить в дальнейшем стратегию проведения геометрического преобразования, получить методику и автоматизировать моделирование на ее основе.

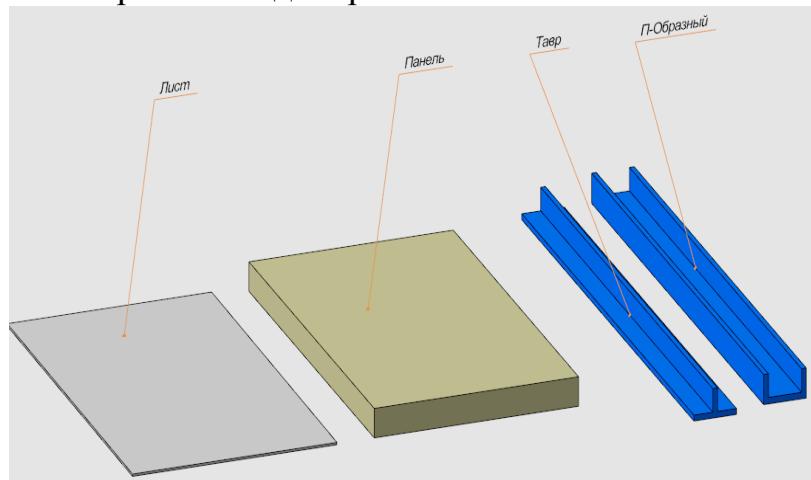


Рис. 2. 3D-модели заготовок

Рис. 3 представляет собой модель, которая получается из профиля типа «Тавр». Криволинейные поверхности не могут быть развернуты автоматически, они не являются цилиндрическими. Более того, деталь представляет собой **твёрдое тело** без истории построения, а не поверхность.

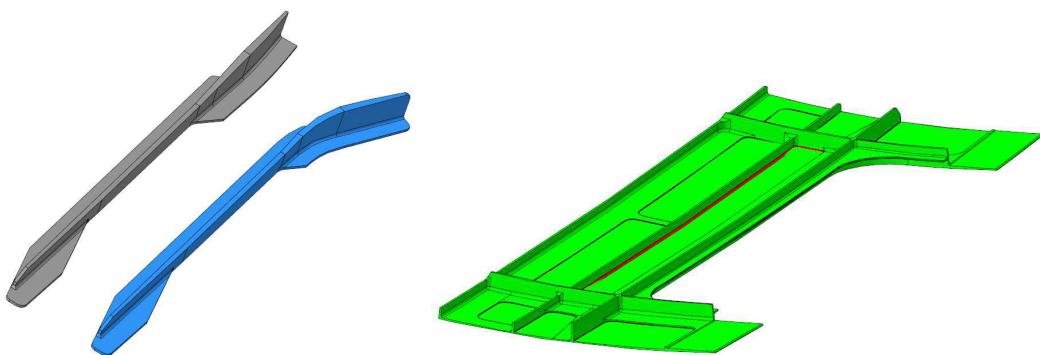


Рис. 3. Модель детали из профиля типа Тавр и панель



Рис. 4. Модель детали из листа

Направление проектирования в таком случае справа налево, тогда как производственный процесс движется в обратную сторону, от заготовки прямой, к детали гнутой.

Рис 3 представляет модель панели, которая получается фрезерованием и гибкой. Для построения

этой модели также необходимо найти положение всех конструктивных элементов с учетом положения нейтрального слоя.[3]

Модели таких деталей строятся с помощью поверхностей второго, третьего и более высоких порядков. Сечения таких моделей соответственно представляются кривыми второго и более высоких порядков. В САПР для моделирования таких объектов применяются NURBS (Non-unified rational b-spline) в общем случае. Задача геометрического преобразования таких моделей формально ставится как приведение такой модели к модели, построенной с помощью поверхностей первого и второго порядка. Ограничениями в этой задаче служат обычно некоторые параметры модели, такие как длина некоторой кривой. При этом для определения формы детали должны быть использованы поверхности первого порядка, то есть грани этих объектов должны совпадать с некоторыми

плоскостями. Поверхности второго порядка могут быть использованы для определения конструктивных элементов детали, таких как вырезы, отверстия, фрезеровки, карманы и т.д демонстрирует пример детали из листового материала. Деталь аналогична тем, что ис-

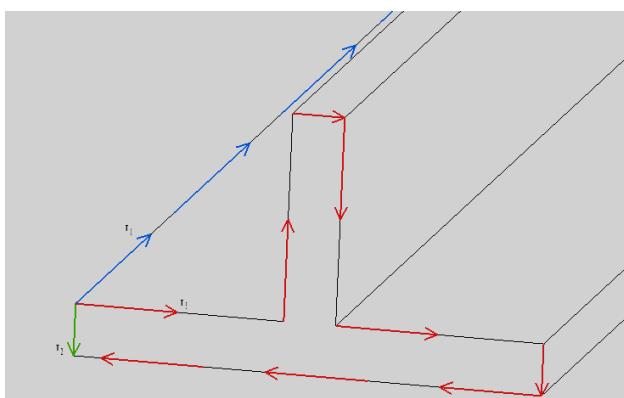


Рис. 5. . Обход детали типа профиль

используются в авиации и выполнена методом прессования и

проката листа через роликовый стан. Значительной проблемой является построение любых конструктивных элементов на такой детали, поскольку их отображение на развертке не является очевидным.

Рассмотрим подход к решению задачи выбора методики преобразования модели. Для начала необходимо определить тип модели, то есть является ли она профилем, панелью или листом. Возможны также и другие типы моделей, но данные модели являются основными и на их при-

мере будем исследовать интеллектуальное распознавание характерных черт моделей. Обозначим модель профиля символом  $\tau$ , модель панели символом  $\lambda$ , модель листа символом  $\omega$ .

Примем за базовые векторы обхода топологии модели [4]:

Профиль –  $(\tau_1, \tau_2, \tau_3,)$ ;

Панель –  $(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$ ;

Лист –  $(\omega_1, \omega_2, \omega_3)$ ;

Обход модели профиля показан на рис. 5. При движении по выбранному направлению из произвольной вершины модели вектор будет представлять собой некоторую параметрическую линию  $\tau_1(t)$ .

Если эта линия является прямой, то ребро также является прямой. Если данную линию дифференцировать, это будет означать вычисление выражения:

$$\tau_1(t) = (\tau_2 - \tau_1)/(t_2 - t_1) \quad (1)$$

Если производная равна 0, линия прямая. Если производная равна некоторому числу  $d$ , можно говорить о том, что линия является NURBS-кривой. В точках, где производная обращается в бесконечность, линия совершают поворот на 90 градусов.

Если все три вектора являются прямыми линиями, тогда после завершения обхода контура можно считать, что деталь является призмой. Однако на пути обхода вектор будет совершать поворот на 90 градусов. В точке поворота производная  $\tau_3'(t) = \infty$  или  $-\infty$  в зависимости от направления. Для профиля типа тавр такие бесконечности появятся только один раз. Другие линии  $\tau_1(t)$  и  $\tau_2(t)$  будут прямыми, а их производные равны нулю.

У панели  $\lambda_3(t)$  будет менять свое направление несколько раз. Обход детали типа панель представлена на Рис. 6.

Сама же панель прямых линий иметь не будет. При начале движения производная линии  $\lambda_3'(t)$  равна некоторому числу  $d$ , так как линия  $\lambda_3'(t)$  представляет собой некоторую NURBS-кривую. В точках, где появляются ребра, перпендикулярные этой NURBS-кривой,  $\lambda_3'(t) = \infty$ , далее  $\lambda_3'(t) = -\infty$  и снова  $\lambda_3'(t) = d$ . Так повторяется некоторое количество раз, пока не будет совершен обход.

Другие линии  $\lambda_1(t)$  и  $\lambda_2(t)$  будут также NURBS-кривыми, их производные равны некоторому числу.

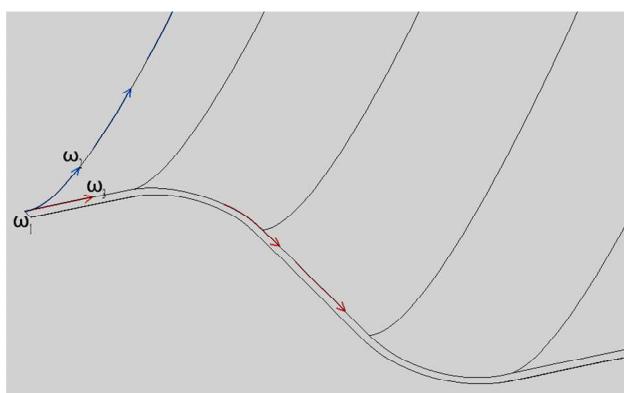


Рис. 6. Обход детали типа панель

Если деталь листовая, то линия  $\omega_3(t)$  является NURBS-кривой, а производная  $\omega_3'(t)$  будет менять свой знак плавно, без бесконечностей. Рис 7 демонстрирует обход такой детали.

Производные других линий могут быть постоянным числом  $d$  или нулем. Таким образом формальные признаки можно записать так:

- $(0, \infty, 0, -\infty)$  — профиль;
- $(d, \infty, d, -\infty, \dots)$  — панель;
- $(d, -d, d, -d, \dots)$  — лист;

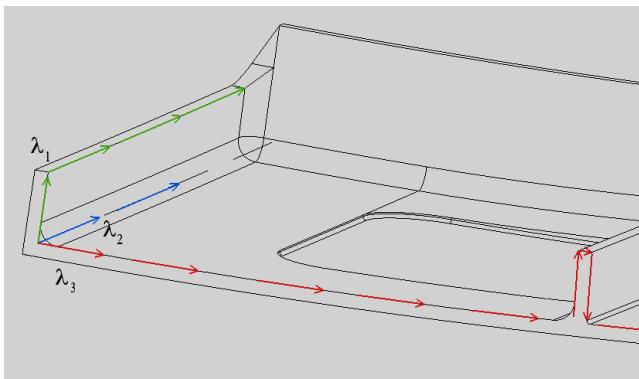


Рис. 7. Обход листовой детали

На основании данных формальных признаков возможно судить о форме геометрии детали, даже если модель не имеет истории построения.

Предложенный в работе подход позволяет повторно использовать уже созданную 3D-геометрию в ходе работы над КЭМ, значительно снизить трудовые затраты во время работы над ТЭМ, обозначить более мягкие требования к квалификации персонала, осуществляющего технологическую подготовку производства.

### Список литературы

1. Таирова Е. А. Шишкин В. В., Постнов В. И. Анализ проблем повторного использования геометрических моделей прессованных профилей в автоматизированном проектировании авиационной техники // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2017 – т. 19, №4(2) – Издательство Самарского научного центра РАН, с 253 –256.
2. Технология изготовления монолитных панелей для конструкций летательных аппаратов и методика выбора схем деформаций и расчёта параметров напряженно – деформированного состояния процессов. – Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / С.Ф. Тлустенко. – Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С.П. Королева (нац. исслед. ун-т). – Электрон. Текстовые и граф. дан. (1,8 Кбайт). – Самара, 2014. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM).
3. Современные технологии агрегатно-сборочного производства самолетов А.И. Пекарш, Ю.М. Тарасов, Г.А. Кривов и др. М.: Аграф-пресс, 2006. 304 с.
4. Голованов Н. Н. Геометрическое моделирование. – М.: Издательство Физико-математической литературы, 2002. – 472 с.

УДК 621.431.75

**Нагорный Владимир Степанович<sup>1</sup>,**  
доктор технических наук,  
заслуженный деятель науки РФ, профессор,  
**Колодяжный Дмитрий Юрьевич<sup>2</sup>,**  
кандидат технических наук, доцент,  
**Сипатов Алексей Матвеевич<sup>3</sup>,**  
доктор технических наук, профессор

**СРЕДНЕЗАУТЕРОВСКИЙ ДИАМЕТР КАПЕЛЬ КЕРОСИНА  
ПРИ РАБОТЕ ФОРСУНОЧНЫХ МОДУЛЕЙ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ  
ПОЛЕМ В УЗЛАХ РАСПЫЛА ТОПЛИВА ГАЗОТУРБИННЫХ  
АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ИХ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого,  
<sup>1</sup>nagorny.vladim@yandex.ru, <sup>22</sup>kolod@mail.ru  
Пермь, Пермский политехнический университет  
<sup>3</sup> sipam11@ yandex.ru

**Аннотация.** Показано, что при воздействии электрических полей на керосин  
обеспечивается в реальных условиях работы газотурбинных авиационных двигателей  
среднезаутеровский диаметр капель керосина меньше 35 мкм.

**Ключевые слова:** авиационный двигатель, керосин, распыл.

**Vladimir S.Nagorniy<sup>1</sup>,**  
The Honored worker of a science of the Russian Federation, Doctor of  
Technical Science, Professor,  
**Dmitry J.Kolodjazhnyj<sup>2</sup>**  
PhD in Technical Science, The senior lecturer  
**Aleksey M . Sipatov<sup>3</sup>,**  
Doctor of Technical Science, Professor

**AVERAGE ZAUTERS DIAMETER OF DROPS OF KEROSENE  
AT WORK AN ATOMIZERS MODULES WITH AN ELECTRIC  
FIELD IN UNITS DISINTEGRATION FUEL AVIATION ENGINES IN  
REAL CONDITIONS OF THEIR OPERATION**

Russia, St. Petersburg, Peter the Great St. Petersburg  
Polytechnic University,  
<sup>1</sup>nagorny.vladim@yandex.ru,  
<sup>2</sup>kolod@mail.ru

Russia, Perm, The Perm polytechnical university

**Abstract.** It is shown, that at influence of electric fields on kerosene it is provided in real operating conditions aviation engines среднезаутеровский diameter of drops of kerosene of less than 35 microns.

**Key words:** the aviation engine, kerosene, disintegration.

Правильное распыление и смешивание топлива и воздуха является критичным требованием для стабильности и эффективности процесса сгорания в камере сгорания авиационных двигателей [1-14].

Среди основных параметров, которые оказывают влияние на среднезаутеровский диаметр капель  $D_{32}$ , являются поверхностное натяжение рабочей жидкости, скорость и плотность воздуха, обдувающего топливную пелену [15]. Размер капель можно вычислить по формуле (1), которая была получена в ходе экспериментальных исследований характеристик распыливания пневматических форсунок в широком диапазоне свойств воздуха (давление, скорость) и рабочих жидкостей (плотность, коэффициент вязкости, коэффициент поверхностного натяжения):

$$D_{32} = 3,33 * 10^{-3} \left( \frac{\sigma \rho_{ж} D_{φ}}{\rho_{возд} U_{возд}^2} \right)^{0,5} \left( 1 + \frac{m_{ж}}{m_{возд}} \right) + 13,0 * 10^{-3} \left( \frac{\mu_{ж}}{\rho_{ж} \sigma} \right)^{0,425} D_{φ}^{0,575} \left( 1 + \frac{m_{ж}}{m_{возд}} \right)^2 \quad (1)$$

где  $\sigma$  – коэффициент поверхностного натяжения рабочей жидкости,  $\text{кг}/\text{с}^2$ ;  $\mu_{ж}$  – динамический коэффициент вязкости рабочей жидкости;  $\rho_{ж}$  – плотность рабочей жидкости,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $D_{φ}$  – характерный размер топливной форсунки, м;  $\dot{m}_{ж}$  – массовый расход рабочей жидкости,  $\text{кг}/\text{с}$ ;  $\dot{m}_{возд}$  – массовый расход воздуха,  $\text{кг}/\text{с}$ ;  $U_{возд}$  – скорость воздуха,  $\text{м}/\text{с}$ .

Были выполнены измерения характеристик распыла для экспериментального образца форсунки. Испытания выполнялись в составе продувочного устройства (рисунок 1).

Измерения полей скорости проводились при помощи системы PIV (Particle Image Velocimetry).

В качестве рабочей жидкости использовалась вода, которая подавалась в форсунку под давлением 10 атм. Атмосферный воздух нагнетался в продувочное устройство с избыточным давлением 3000 Па для обеспечения скоростей потока, соответствующих скоростям в камере сгорания на режиме работы двигателя. Максимальный среднезаутеровский диаметр капель воды, зарегистрированный в результате испытаний при обдуве топливной пелены атмосферным воздухом  $D_{32} = 50$  мкм.

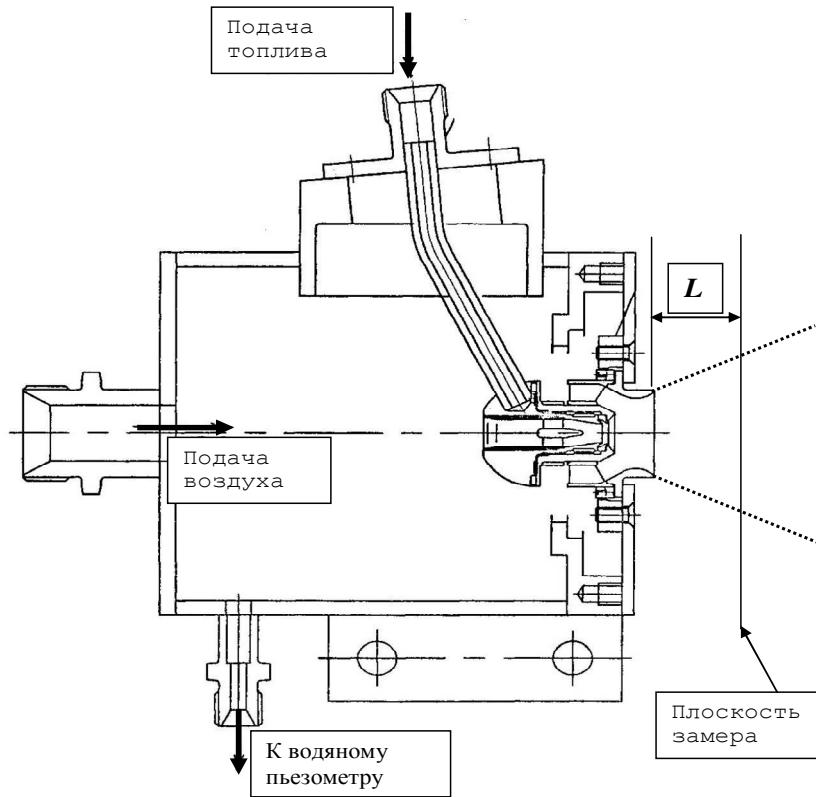


Рис. 1. - Устройство для продувки экспериментальных образцов форсунок

Для улучшения работы газотурбинного авиадвигателя по сравнению с уже существующими авиационными двигателями необходимо обеспечить в разрабатываемых форсуночных модулях среднезаутеровский диаметр капель  $D_{32}$  не более 35 мкм.

Необходимо отметить, что целевое значение среднезаутеровского диаметра капель 35 мкм указано для керосино-воздушного аэрозоля, полученного в реальных условиях работы камеры сгорания в составе газотурбинного авиационного двигателя, то есть при давлении воздуха 34 атм.

Для оценки влияния параметров авиационного газотурбинного двигателя на величину среднезаутеровского диаметра капель топливного аэрозоля в условиях реальной работы двигателя воспользуемся формулой (1). Отношение среднезаутеровского диаметра, полученного согласно данной формуле в случае использования в качестве рабочей жидкости воды при атмосферном давлении воздуха к диаметру, полученному при использовании в качестве рабочей жидкости керосина при давлении воздуха в реальном двигателе обозначим как

$$K = \frac{(D_{32})_{вода,атм}}{(D_{32})_{керосин,двиг}} \quad (2)$$

Параметры воздуха и рабочих жидкостей приведены в таблице 1. Параметры воздуха (скорость, массовый расход, плотность) получены из трехмерного CFD расчета в условиях продувочного отсека и двигателя. В качестве характерного размера форсунки взят диаметр сопла наружного воздушного завихрителя.

Таблица 1-  
Параметры воздуха и рабочих жидкостей

	$\dot{m}_{\text{возд}}$ , кг/с	$\dot{m}_{\text{ж}}$ , кг/с	$\rho_{\text{возд}}$ , кг/м <sup>3</sup>	$\rho_{\text{ж}}$ , кг/м <sup>3</sup>	$U_{\text{возд}}$ , м/с	$\mu$ , кг/м·с	$\sigma$ , кг/с <sup>2</sup>	$D_{\phi}$ , м
Отсек, вода	0,01398	0,020065	1,2	1000	100	1,01	0,0727	0,016
Двигатель, керосин	0,1266416	0,0222726	13,8	788	120	1,5	0,0289	0,016

Таким образом, коэффициент  $K$ , посчитанный согласно формулам (1) и (2) будет равен 1,970475.

Это означает, что если при испытаниях ЭОФ при атмосферных условиях по давлению воздуха в составе продувочного устройства, где в качестве рабочей жидкости используется вода, получен среднезаутеровский диаметр  $(D_{32})_{\text{отсек, вода}} = 50$  мкм, то в условиях работы реального авиационного газотурбинного двигателя среднезаутеровский диаметр капли керосино-воздушного аэрозоля будет в 1,970475 раз меньше, т.е.  $(D_{32})_{\text{керосин, двиг}} = 25,37$  мкм, что позволяет с запасом обеспечить сформулированные выше требования к среднезаутеровскому диаметру капель керосина в ЭОФ.

В свою очередь, эксперименты показали [4,6], что при подаче электрического напряжения на электроды электрического устройства воздействия на топливо (ЭУВТ) в составе форсуночного модуля ЭУВТ + ЭОФ диаметр капель керосина уменьшается по сравнению с ЭОФ. Кроме того. При сообщении электрического заряда каплям углеводородного топлива уменьшается поверхностное натяжение капель по сравнению с незаряженными каплями топлива [9], как это имеет место в ЭОФ.

Поэтому гарантированно получаем в форсуночных модулях с созданием в них электрического поля среднезаутеровский диаметр капли керосино-воздушного аэрозоля меньше 35 микрон при работе авиационного газотурбинного двигателя в реальных условиях.

*Данные прикладные научные исследования (ПНИ) проведены при финансовой поддержке Минобрнауки России. Уникальный идентификатор ПНИREMEFI57714X0087.*

### Список литературы

1. Nagorniy V. S., Smirnovsky A. A., Tchernysheff A. S. , Kolodyazhny D. Yu. Numerical simulation of the flow in the fuel injector in the sharply inhomogeneous electric field // Procedia Computer Science, volume 51, 2015. P. 1219-1228.

2. Nagorniy V.S., Smirnovsky A.A., Kolodyazhny D.Yu., Chemyshev A.S. Charge transfer in a sharply nonuniform electric field mediated by swirling liquid flow with minimal hydraulic resistance // Technical Physics Letters. 2015. Т. 41. № 4. С. 859-862.
3. Kolodyazhny D.Yu., Nagorniy V.S. Experimental study of the influence of electric field on parameters of kerosene-air mixture combustion // Russian Aeronautics. 2015. Т 58. № 4. С. 438-442.
4. Kolodyazhny D.Yu., Nagorniy V.S. Electric Charge Imposition on Hydrocarbon Fuel Drops in Sharply Inhomogeneous Electric Field of Injector Modules // Russian Aeronautics. ,2016. Vol. 59. № 3, P. 402 – 407.
5. Modorskii V.Ya., Sipatov A.M., Babushkina A.V., Kolodyazhny D.Yu and Nagorniy V.S. Modeling Technique for the Process of liquid film disintegration // International Conference on the Methods of Aerophysical Research (ICMAR 2016). AIP Conference Proceedings, 2016. P. 030109-1 – 030109-7.
6. Kolodjachny D.Ju., Nagorniy V.S. Influence of an electric field on dispersion of fuel by an atomizer of an aircraft engine // Nonequilibrium processes in physics and chemistry. Vol. 1. Plasma, clusters, and atmosphere /. – Moscow: TORUS PRESS, 2016. – P. 223 – 231.
7. Vojnov I.B., Kolodjachnyj D.J., Nagorniy V.S. Computational modelling of conjugate heat transfer in the fuel atomizer withtwo-phase flow of fuel - air mixture // Nonequilibrium processes in physics and chemistry. Vol. 2. Combustion and Detonation/. – Moscow: TORUS PRESS, 2016. – P. 181–185
8. Колодяжный Д.Ю., Нагорный В.С. Экспериментальные исследования влияния электрического поля на скорость продуктов горения керосино-воздушной смеси // Вестник Московского авиационного института, 2016, Т. 23, № 1. С. 56 – 66.
9. Колодяжный Д.Ю., Нагорный В.С., Смирновский А.А. К вопросу о влиянии электрического заряда на поверхностное натяжение капель топлива на выходе форсунки // Вестник Московского авиационного института, 2016, Т. 23, № 4. С. 59 – 68.
10. Колодяжный Д.Ю., Нагорный В.С. Влияние электрического поля на распределение температуры продуктов горения керосино-воздушной смеси// Вестник Московского авиационного института, 2017, Т. 24, № 1. С. 57 – 62.
11. Нагорный В.С., Войнов И.Б., Колодяжный Д.Ю. Численное моделирование электрогидродинамических процессов воздействия резко неоднородных электрических полей на топливо // Современное машиностроение: наука и образование (ММЕСЕ-2016). Материалы 5-й Международной научно-практической конференции. 30.05. – 01.07.2016 г. СПб.: Изд-во Политехнического университета. С. 1357 – 1366.
12. Нагорный В.С. Электрогазо- и электрогидродинамическое управление струями и потоками газа и жидкости. 1. Физико-математические основы // ПМТФ. 2000. т. 41. № 2. С. 25-31.
13. Нагорный В.С. Начальная напряженность электрического поля коронного разряда при малых межэлектродных промежутках // Электричество, 2004, № 12. С. 8-11.
14. Нагорный В.С., Левченко Ю.А. Электрокаплеструйная автоматика в производстве химических нитей. Политехника, СПб.: 2001. – 231 с.
15. Лефевр А. Процессы в камерах горения ГТД // Москва, Мир, 1986. – 566 с.

## Секция 8

# СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ

УДК 658.512

*Царегородцева Ольга Владимировна,*  
аспирант,  
*Толкачева Олеся Сергеевна,*  
*Попова Дарья Сергеевна,*  
студенты

## СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ПРОЕКТАМИ

г. Воронеж, Воронежский государственный технический университет  
ol\_car1976@rambler.ru

**Аннотация.** Целью статьи считается выявление архитектоники системного подхода как основы внедрения проектного менеджмента. Уточнено понятие системы. Исследованы особенности структурного подхода к управлению проектами. Проведен сравнительный анализ влияния функциональной, матричной и проектной организационных структур на реализацию проекта. Выявлены преимущества проектной организационной структуры для реализации проекта по сравнению с функциональной и матричной. Доказано значение системного подхода для внедрения проектного менеджмента в российскую практику управления.

**Ключевые слова:** управление проектами, системный подход, архитектоника, целеполагание, координация, ограничения, уникальность, мониторинг проекта.

*Olga V. Tsaregorodtseva,*  
Postgraduate student.  
*Olesya S. Tolkacheva,*  
*Daria S. Popova,*  
Students

## SYSTEM APPROACH TO PROJECT MANAGEMENT

Voronezh, Voronezh State Technical University  
ol\_car1976@rambler.ru

**Abstract.** The purpose of the article is to reveal the architectonic system approach as the basis for the implementation of project management. The notion of the system. A three-

stage classification of factors of the environment of the organization. The features of a structured approach to project management. A comparative analysis of the impact of functional, matrix and project organizational structures for the implementation of the project. The advantages of the design of the organizational structure for the implementation of the project as compared to the functional and matrix. It proved the value of a systematic approach to the implementation of project management in the Russian practice of management.

**Keywords:** project management, system approach, a structured approach to project management, the project constraints.

В сферу изучения социально-экономических явлений и процессов совсем недавно в российскую науку попало управление проектами. Достаточно новой данная область исследований является и за рубежом. В США методология проектного менеджмента была разработана в конце пятидесятых годов XX века, где с успехом применяется на практике [5]. В нашей стране она делает только первые шаги [6]. В связи с эти разработка теоретических аспектов проектного управления является важной.

В статье рассмотрена сущность системного подхода применительно к анализу и управлению проектами.

С целью ее достижения установлены задачи:

- более точно определить сущность понятия системы и ее основных принципов;
- выявить основы системного подхода в управлении проектами;
- продемонстрировать вероятность использования предназначенного менеджмента в российской практике управления.

**Под проектом понимается** временное предприятие, цель которого – создание продукта, услуги, результата, отличительной особенностью которых является уникальность.

Процесс управления любым объектом, предметной областью, проектом должен осуществляться на основе системного подхода [2].

В настоящее время не существует единственного общепринятого определения системы. И.Н. Дрогобыцкий, справедливо отмечает, что это объясняется невозможностью точно формулировать общее понятие [3].

**Система представляет собой** совокупность подсистем или элементов, единство и целостность которых и связи между которыми обусловлены определенными причинно-следственными отношениями, вытекающими из целевого назначения системы. Иначе говоря, система это – упорядоченное множество взаимосвязанных, образующих единое целое элементов, структур и процессов, обуславливающих функционирование внутренней среды объекта управления, взаимодействие которых подчинено определенной цели.

Из определения системы вытекает ряд основных положений, на которых оно основывается в сфере проектного менеджмента:

- 1) Целеполагание.
- 2) Архитектоника процесса управления.
- 3) Координация выполнения взаимосвязанных действий.
- 4) Ограниченнная протяженность во времени.
- 5) Уникальность каждого проекта.

Рассмотрим их подробнее.

1. Целеполагание является отличительной особенностью проектов, то есть выбор цели и определение параметров и границ допустимых отклонений для контроля над процессом получения целевого результата. Откуда следует, что для его достижения важнейшее значение имеет точное формулирование целей, их структурирование и детализации до подцелей и задач, выполняемых участниками проекта.

2. Каждая концепция имеет характерную только ей архитектонику, что подтверждается и структурной внешней среды предмета управления. В случае если в качестве предмета управления изобразить проект, то необходимо его структурировать:

- необходимые ресурсы: ресурсы времени, финансовые, трудовые и материальные;
- в группы участников проекта выделяют: спонсоров, руководителя, команду управления проектов, команду проекта и заинтересованные в его выполнении стороны;
- фазы проекта, отражающие его жизненный цикл;
- бюджет времени и расписание проекта;
- группы процессов управления: процессы инициации проекта, планирования, исполнения, мониторинга и контроля и завершения;
- организационное окружение проекта, может быть сформировано по различным принципам в зависимости от типа управления организацией, в которой реализуют проект;
- риски проекта разделяют: по этапам жизненного цикла проекта, по причинам возникновения, по виновникам возникновения, по уровню возможных потерь.

3. Структурная многогранность проектов просит неотъемлемой координации человеческих и материальных ресурсов на протяжении всего жизненного цикла проекта, базой которого считаются международные эталоны управления программами. Координация может осуществляться, например, по группам процесса управления, по технологической цепочке, в разрезе организационных структур

управления. Последние могут, как облегчать, так и усложнять процесс управления проектом. В таблице 1 приведены сравнительные характеристики влияния организационных структур на реализацию проекта.

Таблица 1  
Влияния организационных структур на реализацию проекта

Показатель	Организационные структуры управления		
	Функциональная	Матричная	Проектная
Полномочия руководителя	Небольшие или отсутствуют	От слабых до умеренных	Практически полный контроль
Занятость руководителя	Частичная	Полная	Полная
Контроль бюджета	Функциональный руководитель	Смешанный контроль	Руководитель проекта
Доля персонала, участвующего в проекте	Практически отсутствует	15 – 60%	85 – 100%
Возможность получения ресурсов	Небольшая	От низкой до средней	Высокая

4. Характерной чертой проектов считается их ограниченная длительность в течение времени в отличие от операционной работы, что исполняется как циклический во времени процесс с целью предоставления нормального процесса воспроизводства. Помимо этого, проекты постоянно имеют изначальную и окончательную точку. Более уязвимым звеном в осуществлении проектов является оперативность их выполнения, что зависит от большинства условий. По этой причине с целью ликвидации «ограниченных» мест создают графики исполнения работ. Сроком завершения проекта считается период достижения его основной миссии.

5. Неповторимость проектов определена, в первую очередь, их неповторимостью и однократностью. Факторами ее также считаются окончательные цели, требование достижения цели, отличительная черта продукта (обслуживания), присутствие либо отсутствие подобного навыка, степень неопределенности и риска. В силу данных факторов отличается и степень уникальности проектов. Чем она выше, тем выше и степень неопределенности и риска осуществлении плана с позиции получения целевого результата.

РМВОК[5] выделяет 9 областей знаний по управлению проектами:

- 1) управление интеграцией проекта;
- 2) управление содержанием проекта;
- 3) управление сроками проекта;

- 4) управление стоимостью проекта;
- 5) управление качеством проекта;
- 6) управление человеческими ресурсами проекта;
- 7) управление коммуникациями в проекте;
- 8) управление рисками в проекте;
- 9) управление контрактами проекта.

Очевидно, что только системный подход к управлению программами включает полный диапазон знаний и дает возможность осуществлять их в соответствии с установленными целями и вопросами. минимизировать риски и в срок с требуемым уровнем качества сдать проект заказчику. Это подчеркивает итеративность процессов управления проектами.

В управлении проектами особое значение для своевременного получения целевого результата имеет мониторинг, который также должен осуществляться на основе системного подхода. Быстрое обнаружение проблем позволяет скорректировать политику и тактику их решения, минимизировать риски и получить результат максимально приближенный к запланированному, что отражает принцип динамического планирования и подтверждает тот факт, что PMBOK не является догмой в управлении проектами. А учет рассмотренных и раскрытых в статье принципов системного управления проектами значительно облегчает его внедрение в российскую практику управления.

### **Список литературы:**

1. Агапова Т.Н., Ильинкова Н.Д., Медведева Н.А. Риски предприятия: теория и управление: монография. – Вологда – Молочное: – ВГМХ. – 2013. – 105 с.
2. Ворожейкина Т. Процессовый подход развития инфраструктуры продовольственного рынка // АПК: Экономика, управление. – 2008. – № 8. – С. 53-55.
3. Драгобыцкий И.Н. Системный анализ в экономике: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям «Математические методы в экономике», «Прикладная информатика». 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА. – 2012. – 423 с.
4. Ильинкова Н.Д. Системный анализ конкуренции как условие экономической безопасности // Экономика. Предпринимательство. Окружающая среда. – 2012. – Т.1. – № 49. – С.35-39
5. Project Management Institute. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK®) — Пятое издание. 2013 – 586 с. [/http://www.studfiles.ru](http://www.studfiles.ru) [Электронный ресурс]
6. Романова М.В. Управление проектами: учеб. пособие. – М.: И.Д. «Форум»: ИНФРА – 2014. – 256 с.

УДК 65.011

**Баринов Андрей Игоревич,**  
магистрант, кафедра «Экономика транспорта», гр. ЭУП-601-3  
ФГБОУ ВО ПГУПС Императора Александра I

## **ВНЕДРЕНИЕ ОФИСА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КОМПАНИИ**

Россия, г. Санкт-Петербург, Федеральное государственное  
бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I», e-mail: andrey.barinoff@yandex.ru

**Аннотация:** В статье рассматривается понятие офиса управления проектами, его основные функции. Рассматриваются факторы, влияющие на выбор типа проектного офиса, а также проблемы, связанные с его внедрением в деятельность организации.

**Ключевые слова:** проект, управление проектами, проектный офис, офис управления проектами, классификация, стратегическое управление, управление программами, управление портфелями.

**Andrew I. Barinov,**  
Master student, andrey.barinoff@yandex.ru, Introduction of portfolio  
management office in organization's activities

## **INTRODUCTION OF THE PROJECT MANAGEMENT OFFICE IN THE COMPANY'S ACTIVITY**

Russia, St. Petersburg, the Federal State Budget Educational Institution  
of Higher Education "St. Petersburg State University of Communications of  
the Emperor Alexander I"  
e-mail: andrey.barinoff@yandex.ru

**Abstract.** This article describes Project Portfolio Management Offices and their main functions. It considers the factors influencing the choice of Portfolio Management Offices as well as the constraints for their delivery in an organization.

**Keywords:** project, project management, project office, project management office, classification, strategic management, programme management, portfolio management.

### **Введение**

Понятие «офиса управления проектами» пришло к нам из международных стандартов и практической деятельности. В практике и в литературе рассматриваемое понятие имеет различное наименование [1]:

- служба управления проектами;
- офис управления проектами;
- офис проекта;

- проектный офис;

Руководство к своду знаний по управлению проектами (PMBOK) определяет офис управления проектами как «подразделение или организация, осуществляющее различные функции, относящиеся к централизации и координации управления проектами, входящими в его сферу ответственности». [5]

Консалтинговая компания eQuest по результатам обследования «Топ-100» компаний сформулировала встречающиеся в мировой практике разновидности проектных офисов в зависимости от их функций и организационной позиции [2]:

- проектный офис (PO) – управление одним большим проектом и его подпроектами;
- программный офис (PO) – управление программой, объединяющей группу проектов;
- офис проектного управления (PMO) – подразделение компании, отвечающее за методологию управления проектами и управляющее группой проектов;
- корпоративный офис проектного управления (ЕPMO) - управление проектами и их методологией во всей компании в соответствии ведения проектов в зависимости от стратегии компании.

Проектный офис, как структурное подразделение, может выполнять разнообразные функции (рис.1). Данное подразделение формирует наиболее оптимальные портфели, состоящие из проектов, программ, операционной деятельности и следит за эффективностью портфеля, а показатели портфеля напрямую связаны с положением компании на рынке, с ключевыми стратегическими показателями деятельности компании.



Рис.1. Функции проектного офиса в организации

## Классификация типов проектных офисов

Организация проектного офиса неразрывно связана с организационной зрелостью управления проектами компании, т.е. степенью, в которой организация применяет проектное управление.

Применение моделей организационной зрелости управления проектами позволяют компаниям:

- проводить оценку способности реализовывать проекты;
- анализировать способности проводить улучшения;
- обеспечивать практическое руководство по планированию организационного или процессного дизайна для повышения собственного потенциала.

В зависимости от уровня зрелости проектного менеджмента можно выделить несколько типов проектных офисов. Так, Кендалл И. и Роллинз К. выделяют следующие типы [4]:

- «хранилище информации» - накапливает опыт и формирует базу знаний по проектам;
- «скорая помощь» служит сервисным центром ответов на вопросы, возникающие у менеджеров проектов и других участников проектной деятельности организации;
- «наставник» - осуществляет распространения предыдущего опыта реализации проектов организации на другие проекты;
- «управляющий проектами» - обладает большим по сравнению с «наставником» проектным опытом и осуществляет все базовые функции управления;
- «интегрированный» - обеспечивает применение единой методологии, координацию управления на уровне программ проектов, а также осуществляет обучение и повышение квалификации персонала.

В соответствии с моделью зрелости, разработанной Гарольдом Керцнером – профессором колледжа Baldwin-Wallace и исполнительным директором института International Institute for Learning, офисы управления проектами принято разделять на:

- репозиторий, основной функцией которого является сбор информации о проектах, которые были выполнены или находятся в процессе выполнения, а также создание архива;
- наставник, ключевой функцией которого является разработка, внедрение, поддержка и развитие единой методологии управления проектами в рамках всей компании;
- стратегический офис, выполняющий функции по управлению портфелем проектов организации.[3]

Так же можно встретить и иную классификацию офисов управления проектами, построенную по функциональному признаку:

- проектный офис «метеостанция» - его основная задача состоит в сборе информации для высшего руководства о ходе реализации нескольких проектах одновременно;
- проектный офис «управляющая башня» - в задачу которого входит повышение эффективности выполнения проектов путем внедрения стандартов;
- проектный офис «ресурсный пул» - создается в интересах повышения эффективности использования ресурсов квалифицированных менеджеров в проектно-ориентированной организации;
- проектный офис «стратегический программный» - обеспечивает взаимосвязь между проектами организации и ее стратегическими планами.

### **Проблемы внедрения проектного офиса**

Проанализировав современные подходы к созданию проектных офисов, можно предложить следующую последовательность по их внедрению в практику деятельности организации:

- разработка концепции – определение потребности в создании офиса и его взаимосвязи с процессом стратегического планирования организации;
- определение модели офиса управления проектами – разработка критериев выбора оптимальной модели офиса и отбор критериев эффективности его деятельности;
- проектирование - разработка целей, задач и функций офиса управления проектами, определение состава сотрудников их ролей и функциональных обязанностей;
- обоснование необходимости проекта по созданию офиса - презентация проекта по созданию офиса высшему руководству и принятие решения о его создании;
- осуществление запуска офиса – набор сотрудников, материально-техническое обеспечение работы офиса и выбор информационной системы управления проектами.

Внедрение в систему управления проектных офисов представляет собой сложный проект. Основные сложности, встающие на пути реализации такого проекта связаны с ключевыми интересами различных групп стейкхолдеров - высшего руководства, менеджеров проектов и членов проектных команд, функциональных менеджеров, клиентов и партнеров.

К ключевым факторам, тормозящим процесс создания и внедрения офиса управления проектами, могут быть отнесены:

- полное отсутствие либо слабая поддержка высшего менеджмента;
- недооценка сложности проекта по внедрению изменений;
- отсутствие работающей методологии управления проектами;

- низкая квалификация менеджеров по управлению проектами;
- переоценка возможностей одной из моделей проектного офиса в условиях конкретной организации;
- слабая корпоративная культура организации.

В противовес указанным факторам можно выделить некоторые критерии, от которых зависит успех внедрения офиса управления проектами:

- наличие высших квалификационных стандартов по управлению проектами;
- обеспечение полной поддержки проектного подхода со стороны высшего руководства компании;
- высокий уровень полномочий менеджеров при реализации проектов внедрения и соответствующую степень влияния проектной группы;
- подтверждение высокой престижности производимых работ.

### **Заключение**

Несмотря на всю сложность практической реализации проектного управления, внедрение офиса управления проектами позволяет организации приобрести ряд выгод:

- принятие методологии управления проектами на всех уровнях управления;
- формирование проектной культуры компании;
- повышение рентабельности;
- увеличение производительности проектных команд;
- повышение профессионализма персона работников в области управления проектами
- обеспечение предсказуемости в достижении результатов за счет многократного использования методик и инструментов управления проектами

Таким образом, решение задачи по внедрению офиса управления проектами в практическую деятельность является необходимым условием обеспечения конкурентного преимущества для современных организаций.

### **Список литературы**

1. Алексей Полковников, Артем Терпугов, Андрей Белозеров Что такое модели зрелости управления проектами? Электронный ресурс. Режим доступа: [<http://www.cfin.ru/itm/project/opmmm.shtml>]. Дата обращения: 02.09.2017.
2. Джураев, Э. Ш. Механика проектного управления [Текст]: / Э. Ш. Джураев, Н. Л. Персод, Д. А. Дьяченко. --: Издательские решения, 2016. – 279 с.
3. Керцнер, Г. Стратегическое управление в компании. Модель зрелого управления проектами. / Г. Керцнер. - М.: ДМК, 2014. - 320 с.

4. Кендалл И., Роллинз К. Современные методы Управления портфелями проектов и Офис управления проектами Электронный ресурс. Режим доступа: [<http://www.kpma.kz/index.php/ru/publications>]. Дата обращения: 02.09.2017.
5. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK®). -- Пятое издание. Электронный ресурс. Режим доступа: [[http://pmfiles.com/sites/default/files/file/C/C-1/C-1\\_1/pmbok\\_5th\\_2013\\_rus.pdf](http://pmfiles.com/sites/default/files/file/C/C-1/C-1_1/pmbok_5th_2013_rus.pdf)]. Дата обращения: 02.09.2017.

УДК 303.7.032.4

*Болсуновская Марина Владимировна,  
канд. техн. наук, доцент кафедры  
Компьютерных систем и программных технологий,  
Лексашов Александр Викторович,  
старший преподаватель кафедры  
Компьютерных систем и программных технологий  
Приданова Екатерина Вадимовна,  
студент*

**ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМНО-ДИНАМИЧЕСКОГО  
МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ  
СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ**

г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет Петра Великого  
[marina.bolsunovskaia@spbpu.com](mailto:marina.bolsunovskaia@spbpu.com)

**Аннотация.** Проблемам совершенствования информационных технологий и технологий надежного функционирования информационных систем, соответствующих мировым технологическим тенденциям, – посвящен ряд многочисленных исследований и разработок. Системно-динамические модели составляют особую группу, описывая ситуации, требующие учета большого количества внешних факторов и их влияния на компоненты сложной технической системы и систему в целом. В статье рассматривается применение методов системной динамики для формирования модели функционирования систем хранения данных.

**Ключевые слова:** информационная системы, метод системной динамики, системы хранения данных, сложная техническая система.

*Marina V. Bolsunovskaya,  
Candidate of Technical Sciences, Associate professor,  
Alexander V. Leksashov,  
Senior Lecturer,  
Ekaterina V. Pridanova,  
Undergraduate student*

# APPLICATION OF SYSTEM-DYNAMIC MODELING FOR ESTIMATION OF THE FUNCTIONING OF DATA STORAGE SYSTEMS

Saint-Petersburg, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University  
marina.bolsunovskaia@spbpu.com

**Abstract:** The problems of improving information technologies and technologies of reliable functioning of information systems, corresponding to world technological tendencies, are devoted to a number of numerous researches and developments. System-dynamic models constitute a special group, describing situations that require the inclusion of a large number of external factors and their influence on the components of a complex technical system and the system as a whole. The article considers the application of methods of system dynamics for the formation of the model of the operation of data storage systems.

**Keywords:** information system, method of system dynamics, data storage systems, complex technical system.

Совершенствование информационных технологий и расширение круга их применения в различных областях экономики является в настоящее время приоритетным направлением научно-технического прогресса.

Современная технология надежного функционирования информационных систем, соответствующая мировым технологическим тенденциям, – это применение систем хранения данных (далее – СХД).

Современные СХД – это сложные аппаратно-программные комплексы, каждый из которых специально разрабатывается под нужды конкретного заказчика, так как корпоративные данные обычно очень разнородны, слабо структурированы, требуют различных методов обработки, условий хранения, защиты, скорости доступа и т.д.

Для решения задачи мониторинга и диагностики неисправностей в СХД с целью обеспечения своевременного оповещения, предсказания и визуализации потенциальных проблем функционирования всей инфраструктуры предложено использовать метод системной динамики.

Системная динамика как метод имитационного моделирования является эффективным инструментом прогнозирования и анализа возможных вариантов развития сложных процессов и систем, характеризующихся наличием большого числа обратных связей и их существенной нелинейностью [1,2].

Системная динамика ориентирована на проведение компьютерного эксперимента. В работах О.Г. Кантора [3], В.А. Кодема [4], А.Ф. Резчикова [1], А.В. Кушникова [6] приводятся описания метода построения моделей системной динамики, представляющего собой комплекс математических моделей, в основу которых положены идеи подхода Л.В.Канторовича к математической обработке экспериментальных дан-

ных, и вычислительных процедур применительно к экономическим процессам управления [5].

Цель данного исследования - определить возможные подходы для формирования представления укрупненной стратегической модели СХД, разработанной с использованием методов системной динамики.

В ходе исследования было установлено, что применительно к СХД метод системной динамики позволит с помощью компьютерного моделирования учитывать большое количество внешних факторов и их влияние на компоненты СХД и систему в целом.

Благодаря системно-динамическому моделированию исследования СХД, характеризующиеся динамическим поведением, неопределенностью, наличием обратных связей и временных задержек в реакции системы на воздействия окружающей среды и управляющие воздействия могут быть проведены с высокой детализацией.

Однако для разработки компьютерных моделей, на которых, как на тренажере, имитируются возможные последствия предпринимаемых действий и способы повышения их эффективности необходимо специализированное программное обеспечение, которое обеспечит не только возможность спрогнозировать результат, а точно знать, какие именно будут последствия, результаты и влиять на них.

Системно-динамическое моделирование является частью модельно-ориентированного проектирования, которое может быть выполнено с использованием инструментов компаний MathWorks и Mentor Graphics.

Использование описанных инструментальных средств в составе стендов по испытаниям экспериментальных образцов СХД обеспечит возможность использования системы аппаратной эмуляции, которая поддержана обширной библиотекой моделей стандартных протоколов, моделей памяти и др. По мере реализации проекта это позволит решить задачу так называемого регрессионного тестирования, т.е. последовательного прогона большого объема повторяющихся тестов.

Важность проведенных исследований существующих подходов для системно-динамического моделирования подтверждается необходимостью реализации для СХД имитационных моделей большой размерности (т.е. моделей, содержащих множество переменных с многомерными характеристиками) и их интеграции с базами данных и информационными хранилищами данных мониторинга функционирования СХД. В ходе выполнения проекта было предложено разработать высоко детализированную модель функционирования СХД, описывающую динамику ключевых показателей функционирования СХД с учетом влияния сценарных условий, ограничений и различных управляющих параметров.

Отличительной особенностью предложенной модели является:

а) учет влияния внутренних (в том числе обратных) связей

между характеристиками отдельных компонентов СХД;

б) возможность оценки значений ключевых показателей производительности и надежности функционирования при различных сценарных условиях (анализ «что, если?»);

в) возможность сбалансированного управления характеристиками СХД за счет выделения и оптимизации значений ключевых управляющих параметров;

г) обеспечение возможности проведения стресс-тестирования.

Целью стресс-тестирования СХД является оценка масштабов потенциальных потерь при вероятностном воздействии стресс-факторов. При этом в рамках стресс-теста не определяется вероятность «стрессовых» событий, а лишь оцениваются потенциальное воздействие на функционирование СХД и ее надежность и производительность ряда заданных факторов риска, которые соответствуют исключительным, но гипотетически возможным событиям.

Реализация гибридного подхода, учитывающего стресс-тестирование, для анализа СХД позволяет обеспечить:

а) сочетание параметрических и непараметрических методов для определения статистических характеристик факторов риска;

б) возможность динамического моделирования и динамической оценки влияния факторов риска;

в) формирование однофакторных и многофакторных тестов и оптимизационных моделей с возможностью поиска экстремумов.

Важной особенностью разработанной модели может стать возможность реализации условной балансирующей обратной связи (В2), обеспечивающей устранение модельного дисбаланса с использованием двух подходов:

а) «вручную», т.е. пользователь системы сам выбирает и задает значения управляющих параметров);

б) автоматически, с использованием встроенного оптимизационного модуля, основанного на генетических алгоритмах.

Практическое использование такой модели позволяет принципиально повысить качество принимаемых решений, снизить временные затраты на формирование и анализ различных сценариев функционирования СХД, существенно расширить диапазон исследуемых сценариев и определить рациональные значения ключевых управляющих параметров.

Описанные результаты исследования применения системно-динамического моделирования для оценки функционирования СХД позволяют при выполнении ПНИЭР по соглашению о предоставлении субсидии между ФГАОУ ВО «СПбПУ» и Министерством образования и науки Российской Федерации № 14.581.21.0023 от 03 октября 2017 г., уникальный идентификатор – RFMEFI58117X0023, учесть возможности

реконфигурации структуры СХД, статистические данные работоспособности СХД с учетом изменения во времени режимов функционирования, состояния компонентов, параметров диагностики аппаратных компонентов СХД, в частности накопителей информации в соответствии с технологией S.M.A.R.T.

### **Список литературы**

1. Бороненко, С.Д. Инструментальные средства поддержки принятия решений для предприятий малого бизнеса / С.Д. Бороненко, О.Ю. Ильяшенко, С.В. Широкова. //Актуальные проблемы экономики и управления. — 2015. — № 1 (5). — С. 87-92.
1. Резчиков А. Ф. Анализ и прогнозирование характеристик безопасности авиационных транспортных систем на основе уравнений системной динамики/ А. Ф. Резчиков, В. А. Кушников, В. А. Иващенко, Л. Г. Цесарский, А. С. Богомолов, Л. Ю. Филимонюк, К. Ю. Адамович // УБС. – 2016. - Выпуск 64. - С. 27–48.
2. Волкова, В.Н. Теория систем и системный анализ: Учебник / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. — М.: Юрайт, 2016. — 462 с.
3. Кантор О. Г. Построение моделей системной динамики в условиях ограниченной экспертной информации/ О. Г. Кантор, С. И. Спивак //Информатика и ее применение. – 2014. - том 8.- Выпуск 2. - С.111–121.
4. Кодема В.А. Синтез имитационных моделей сложных систем на основе технологии концептуальных шаблонов//Институт информатики и математического моделирования технологических процессов КНЦ РАН, Мурманская обл., г. Апатиты. Территория науки. – 2007. - № 1(2). С. 72-80.
5. Маслобоев А.В. Информационная технология дистанционного формирования и управления моделями системной динамики/ А.В. Маслобоев, А.Г. Олейник, М.Г. Шишаев // НТВ ИТМО. - Т.15. - №4. - С. 748-754.
6. Хамутова М. В., Кушников В. А., Математическая модель прогнозирования последствий наводнений// Вестн. Астрахан. Гос. Техн. Ун-та. Сер. Управление, Вычисл. Техн. Информ.. – 2016. - № 3. - С. 109–114.

УДК 007.2

*Кокорева Ксения Александровна,*  
аспирант,

*Черненская Людмила Васильевна,*  
д-р техн. наук, профессор

### **ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ КОНФИГУРАЦИИ НА ПРОЕКТЕ АЭС «ХАНХИКИВИ-1»**

Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого  
Высшая школа киберфизических систем и управления Института  
компьютерных наук и технологий,  
kseniiakokoreva@gmail.com

**Аннотация.** В данной статье рассматривается процесс управления конфигурацией на различных этапах проекта АЭС Ханхикиви-1 (проектирования,

строительства, изготовления, ввода в эксплуатацию), связанных документов и взаимоотношений между объектами конфигурации. Предложен алгоритм технологического процесса идентификации объектов конфигурации.

**Ключевые слова:** объект конфигурации, системы, конструкции и компоненты, система управления конфигурацией, АЭС, идентификация.

*Kseniia A. Kokoreva,*

Postgraduate student,

*Liudmila V. Chernenkaya,*

Doctor of Technical Science, Professor

## **IDENTIFICATION OF CONFIGURATION OBJECTS ON THE PROJECT OF THE HANKHIKIVI-1 NPP**

Russia, St.Petersburg, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University  
High School on Cyber physic Systems and Control of the Institute for Computer Sciences and Technologies, [kseniia.kokoreva@gmail.com](mailto:kseniia.kokoreva@gmail.com)

**Abstract.** This article describes the configuration management process at various stages of the Hanhikivi-1 NPP project (design, construction, fabrication, commissioning), related documents and relationships between configuration objects. The algorithm for the process of identifying configuration objects was developed.

**Keywords:** configuration object, systems, structures and components, configuration management system, nuclear power plant, identification.

На атомных электростанциях должна быть предусмотрена система управления конфигурацией с целью обеспечения соответствия между проектными требованиями, документацией по конфигурации объекта и физической станцией [1-4].

Управление конфигурацией атомной электростанции – это процесс определения и документирования характеристик конструкций, систем и элементов установки (в том числе компьютерных систем и программного обеспечения), а также обеспечения того, чтобы изменения этих характеристик должным образом прорабатывались, оценивались, утверждались, распространялись, вводились, проверялись, регистрировались и включались в документацию ядерной установки [1].

Управление конфигурацией начинается с процесса идентификации конфигурации. Идентификация конфигурации – это повторяющийся процесс, который должен проводиться с целью идентификации объектов конфигурации, которыми следует управлять, установления структуры и иерархии объектов конфигурации и связанных элементов, установления атрибутов и идентификаторов для этих объектов и определения документов и идентификаторов документов, определяющих объекты [1, 2].

Идентификация объектов конфигурации должна начинаться на этапе определения требований (первоначальный проект), чтобы определить существенные части системы, в соответствии с которыми должны быть определены требования, и которые подлежат документированию, управлению и контролю. Во время этого процесса уделяется внимание выбору физических объектов конфигурации. Баланс управления конфигурации представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Баланс управления конфигурации

Для выбора физических объектов конфигурации необходимо выполнить следующие шаги:

- установить структуру и иерархию подсистем и компонентов;
- выбрать физические объекты конфигурации среди систем, конструкций и компонентов станции;
- определить объект конфигурации программного обеспечения;
- присвоить объектам конфигурации идентификаторы и определить атрибуты каждого объекта конфигурации;
- выбрать объекты конфигурации программного обеспечения и определить документацию конфигурации для элементов и объектов конфигурации программного обеспечения;
- присвоить идентификаторы и определить атрибуты для объектов конфигурации.

Потоки данных будут поступать от Владельца (требования и исходные данные), Поставщика и Субпоставщиков.

Далее необходимо выполнить следующее:

- определить основные критерии для идентификации объектов конфигурации;

- составить перечень Систем, конструкций и компонентов;
- определить правила наименования и нумерации Систем, конструкций и компонентов;
- выявить источник информации.

Требования систем и компонентов в качестве объектов конфигурации - это технические требования, вытекающие из ЕРС Контракта и руководств YVL и требования, разработанные на их основании. Другие требования процесса проектирования систем отражены в проектной информации (документах и/или данных), определяющей форму, соответствие и функцию, в том числе способности, мощности, физические размеры и габариты конкретно для систем конструкций и компонентов. Требования систем могут быть созданы владельцем / оператором/ архитектором, производителем оборудования или другими подрядчиками, выполняющими проектные работы [2, 3].

Объектами конфигурации являются инициирующие сигналы и функции безопасности.

Конфигурация ADLAS (в соответствии с Инженерным планом по безопасности АЭС Ханхикиви-1) обеспечивает:

- категории задач;
- функции безопасности;
- требования, разработанные ADLAS;
- категории событий;
- группы исходных событий;
- категории подзадач;
- исходные события;
- исходные критерии;
- критерии приемлемости;
- эргономику щита управления;
- процедуры (связанные с аварией);
- интерфейс между технологическими /электрическими системами;
- интерфейсы между системами контроля и управления;
- интерфейсы между зданиями.

Системы, конструкции и компоненты, включаемые в систему управления конфигурацией АЭС, должны быть обусловлены своей важностью для эксплуатации станции. Как минимум, они необходимы для безопасной, надежной, экологически приемлемой и эффективной эксплуатации такой сложной технической системы, как АЭС [5,6]. Они должны иметь код KKS и соответствующие требования из ЕРС Контракта или Руководств YVL.

Физические объекты конфигурации обеспечивают следующее:

- поддерживают функции безопасности;
- контролируют радиоактивный материал;
- наблюдают или контролируют экологическое воздействие;
- обеспечивают эффективное и надежное производство электроэнергии АЭС.

Детальная идентификация конфигурации должна выполняться на этапах базового и рабочего проектирования с целью определения элементов продукта от конечного объекта, через сборки и подсборки, вплоть до каждой конкретной части, по мере необходимости.

Система управления конфигурацией должна быть глубоко интегрирована с такими системами проекта как: системами документооборота, графиком проекта, системой управления инженерными данными [7]. Такая интеграция является основой обеспечения качества проекта.

В заключение следует отметить, что общая эффективность до и после интеграции системы управления конфигурации измеряется способностью учитывать изменения и сохранять информацию по проекту ясной и достоверной [8]. Опыт разработки и дальнейшей эксплуатации системы управления конфигурации для проекта АЭС «Ханхакиви-1» может быть использован для других зарубежных АЭС, таких как: АЭС «Пакш-2», АЭС «Эль-Дабаа», АЭС «Аккую».

#### **Список литературы**

1. ISO 10007-QMS-Руководящие указания по управлению конфигурацией.
2. Руководство YVL B.1 / 02.06.2014 «Проект безопасности атомной электростанции».
3. Руководство YVL B.2 / 02.06.2014 «Классификация систем, конструкций и компонентов ядерного объекта».
4. Эффективность эксплуатации атомных станций / В. И. Перегуда, В. А. Шапошников, В. В. Кононов, В. Л. Тихоновский // Энергетическая стратегия. – 2011. – № 5. – С. 58–60.
5. Classification of methods and models in system analysis /V.N. Volkova, V.N. Kozlov, V.E. Mager, L.V. Chernenkaya // Proceedings of 2017 XX IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM), p. 183-186.
6. Optimal planning of distributed control systems with active elements / E. N. Desyatirikova, V. E. Belousov, S. A. Chepelev, S. I. Sergeeva, N. V. Slinkova, L. V. Chernenkaya // Proceedings of 2017 IEEE II International Conference on Control in Technical Systems (CTS), p. 37-40.
7. Волкова В.Н., Козлов В.Н., Горелова Г.В., Лыпарь Ю.И., Паклин Н.Б., Фирсов А.Н., Черненькая Л.В. Моделирование систем и процессов: учебник. Серия 58. Бакалавр. Академический курс (1-е изд.). -М.: Изд-во Юрайт, 2016. -450 с.
8. Кокорева К.А., Черненькая Л.В. Обоснование необходимости создания комплексной системы качества для строительства АЭС. Сборник Научных трудов по материалам XXI Международной научно-практической конференции «Научные исследования: ключевые проблемы III тысячелетия». Москва. Изд. «Проблемы науки», 2018, с.14-15.

УДК: 339.9

*Мошкова Татьяна Александровна,*  
кандидат экономических наук, доцент

**ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ  
СТРАТЕГИЧЕСКИМ ПОРТФЕЛЕМ ИНВЕСТИЦИОННОГО  
РАЗВИТИЯ**

Самарский национальный исследовательский университет имени  
С.П. Королева Россия, Самара, E-mail:  
moshkova.tatyana@gmail.com

**Аннотация.** Рассматривается теория формирования портфеля стратегического инвестиционного развития сложных экономических систем, который включает в себя совокупность стратегических альтернатив инвестиционного роста, ориентированных на различные факторы внешней среды. Рассмотрены подходы формирования портфеля инвестиционных проектов развития, выделены параметры портфеля и сформулированы задачи и этапы разработки такого портфеля. Рассматривая портфель с независимыми проектами, приведена модель портфеля и структура стратегических альтернатив инвестиционного развития сложноорганизованных экономических систем.

**Ключевые слова:** стратегия инвестиционного развития, стратегический портфель инвестиционного развития, разработка портфеля, модель портфеля

*Tatyana A. Moshkova,*  
Candidate of Economic Sciences,  
Associate professor of Finance and credit Department

**PROBLEMS OF FORMATION AND MANAGEMENT OF THE  
STRATEGIC PORTFOLIO OF INVESTMENT DEVELOPMENT**

Department of Financial Management, Samara National Research University,  
34, Moskovskoe shosse, Samara, 443086, Russia.  
E-mail: moshkova.tatyana@gmail.com

**Abstract.** The theory of formation of a portfolio of strategic investment development of difficult economic systems which includes set of the strategic alternatives of investment growth focused on various factors of environment is considered. Approaches of formation of a portfolio of investment projects of development are considered, parameters of a portfolio are allocated and tasks and development stages of such portfolio are formulated. Considering a briefcase with independent projects, the model of a portfolio and structure of strategic alternatives of investment development of elaborate economic systems is given.

**Keywords:** strategy of investment development, strategic portfolio of investment development, development of a portfolio, portfolio model.

В процессе управления развитием экономических систем, одним из эффективных подходов является концепция портфельного управления [4,6,7], где портфель развития представляет собой комплекс взаимосвязанных проектов развития отдельных приоритетных направлений деятельности ЭС. Для целей инвестиционного роста экономической системы, условием эффективности проектов инвестиционного развития является их согласование по характеру внешней среды, интересам участников системы, формам и темпам функционального роста, уровню экономического потенциала развития и портфельной синергии. Такой подход позволяет объединить задачи развития ЭС в корпоративные проекты (портфели проектов), которые минимизируют риски системного развития и максимизируют показатели результативности.

При планировании стратегического развития, в портфель проектов инвестиционного развития включаются проекты и программы, которые направлены на инвестиционное развитие ЭС и позволяют разрабатывать стратегические альтернативы развития с учетом предполагаемых изменений во внешней и внутренней среде.

Для этого необходимо задать и обосновать параметры (финансовые, ресурсные, временные и пр.) и структуру стратегии инвестиционного развития.

Методология портфельного управления как инструмента достижения стратегических целей ЭС рассматривается в работах [6,7,14,15].

Достоинством портфельного управления является использование методологии «портфельного планирования», когда в цепочке или сети проектов формируется несколько альтернативных проектов, каждый из которых настроен на определенный тип внешней среды, которая может проявиться к моменту реализации данной стратегической альтернативы.

Такая методология дает возможность выявить оптимальные способы распределения и использования инвестиционных ресурсов в тех проектах развития инвестиционной деятельности, которые соответствуют стратегическим целям развития ЭС.

Стратегический портфель инвестиционного развития – представляет собой инструментарий инвестиционной стратегии развития предприятия, целью которой является рост инвестиционного направления деятельности. В этой связи в структуре инвестиционного портфеля будем выделять виды деятельности стандартные для инвестиционного портфеля и портфель реальных проектов, совокупность которых отражает траекторию инвестиционного роста предприятия [5]. Формирование инвестиционного портфеля предприятия имеет достаточно четкую теорию и методологию, а портфель инвестиционных проектов, реализующих вектор инвестиционных стратегий развития сложноорганизованной эконо-

мической системы – проработан недостаточно.

Формирование портфеля проектов, в том числе и инвестиционного типа, включает в себя комплекс взаимосвязанных задач [6,8,9,10], решаемых в рамках этапов портфельного управления, среди которых выделяют следующие:

**1. Определение предварительной эффективности проектов для целей стратегического развития** (при различных вариантах среды, целях общего и функционального развития). Здесь формируется система критериев оценки проектов, оценивающих полезность для отдельных стратегических альтернатив (альтернативных цепочек проектов для отдельных направлений инвестиционного развития), из которых формируется спектр возможных стратегий развития.

**2. Формирование портфеля стратегических инвестиционных проектов** (формирование проектных стратегических цепочек для инвестиционных стратегий). В цепочку проектов включаются те из них, которые максимизируют эффективность всего портфеля и удовлетворяют ресурсным ограничениям (на основе многокритериального выбора).

**3. Разработка стратегического плана-бюджета реализации стратегического портфеля.** Формируется инвестиционный, организационный и финансовый план-бюджет как по каждому проекту, так и по альтернативным проектным цепочкам и всему портфелю. Рассчитываются параметры: - операционный и финансовый цикл проекта и проектной цепочки, - моменты начала и конца финансирования проекта, - размер инвестиций, - рентабельность, - влияние на связанные проекты, оптимальные временные и финансовые характеристики всего портфеля, - инвестиционные показатели результативности каждого проекта и портфеля в целом.

**4. Выработка методологии согласования портфеля.** Проводится оценка ресурсов по участникам, видам проекта, объемам. Формируется механизм согласования целей и интересов владельцев ресурсов с целями общего инвестиционного развития и сбалансированного распределения ресурсов.

**5. Оперативное управление портфелем проектов инвестиционного развития.** Строятся прогнозы развития по каждой альтернативной цепочке инвестиционных проектов, осуществляется мониторинг плановых и прогнозных показателей портфеля. Оценивается траектория инвестиционного развития ЭС и её адекватность альтернативным цепочкам проектов (альтернативным стратегиям)

В работе [12] приводится структуризация видов портфеля инвестиционного развития, одним из наиболее простых видов которого является стратегический портфель с независимыми проектами с ресурсными ограничениями как по проектам, так и по портфелю в целом.

Рассмотрим задачу распределения инвестиций по проектам портфеля данного типа.

Модель такого стратегического портфеля имеет вид

$$P = (p_1, p_2, \dots, p_i, \dots, p_n), i = 1 \dots n.,$$

Портфель позволяют выстраивать альтернативные цепочки проектов в виде стратегических альтернатив  $S_j$ ,  $S(P) \sqsubseteq S_j$ ,

$$S(P) \sqsubseteq = \{(S_1, S_2, \dots, S_n), S_1 \in (p_{11}, p_{12}, \dots, p_{1k}), \dots, S_n \in (p_{n1}, p_{n2}, \dots, p_{nz})\}.$$

В структуре портфеля (в пространстве проектов развития)  $(p_1, p_2, \dots, p_n)$  необходимо определить переменные  $B = (b_1, b_2, \dots, b_n)$ , где  $b_i$  – доля бюджета портфеля, вкладываемая в  $i$ -ый проект.

Пусть множество  $\Xi_j (j = 1 \dots m)$  – есть множество удовлетворительных вариантов распределения инвестиций размером  $F$  по  $n$  проектам.

Если обозначить  $\alpha_i$  – эффект от реализации  $i$ -го проекта  $i = 1 \dots m$ , а  $\alpha_{ij}$  – дополнительный эффект от реализации  $j$ -го сопутствующего проекта в стратегической альтернативной цепочке,  $j = 1 \dots n_i$ , если  $i$ -ый проект реализован, т.е.  $e_{ij} = \alpha_i + \alpha_{ij}$ , где  $e_{ij}$  – эффект стратегической альтернативы  $(S_k)$  (альтернативной стратегии), где начальным проектом является  $i$ -ый проект, в общее развитие ЭС. А общий эффект стратегии  $(S_k)$  составит  $E(S_k) = \sum e_{ij}$ .

Определим, что  $c_i$  – затраты на реализацию  $i$ -го проекта, а  $c_{ij}$  – затраты на реализацию  $j$ -го проекта, сопутствующего  $i$ -му проекту,  $j = 1 \dots n_i$ , то общие затраты  $k$ -ой стратегической альтернативы  $(S_k)$  (т.е. затраты на формирование стратегии  $S_k$ ) составляют  $C(S_k) = \sum c_{ij}$ .

Условием положительного бюджета стратегии  $S_k$  является

$$E(S_k) - C(S_k) \geq 0,$$

а по портфелю в целом (баланс портфеля  $\Phi$ ) на период развития  $t$

$$\Phi(t) = \sum_j E(S_j) - \sum_j C(S_j) \geq 0, j = 1 \dots n.$$

Наиболее простым случаем распределения инвестиций по проектам, является задание множества векторов распределения по стратегическим альтернативам  $S(P)$  с помощью некоторой системы ограничений по портфельному уровню инвестиций и их распределение по проектам [4,8,9,13].

Ограничения могут быть следующими:

- по параметру  $b_i$  – размеру бюджета  $i$ -ого проекта для  $j$ -ой стратегии  $(S_j)$ ;

- по бюджету портфеля,  $\Phi(t)$  (сумма инвестиций по портфелю, не должна быть меньше чем сумма затрат на развитие на каждый период времени);

- по расходу ресурса  $i$ -го вида на реализацию  $j$ -го проекта,  $\sum b_{ji} \leq R_j$ , где  $b_{ji}$  – расход  $i$ -го ресурса на реализацию  $j$ -го проекта.

Рассмотрим постановку задач, которые необходимо решать при

формировании стратегического портфеля.

Задача 1. При известных стратегических цепочках проектов в альтернативных стратегиях функционального развития и заданных параметрах временных и финансовых ресурсов по проектам,

$$S(P) = (S_1, S_2, \dots, S_n), S_i = (p_i^1, p_i^2, \dots, p_i^k), P_{ID} = \{p^1, p^2, \dots, p^m\}$$

$S(P)$  – обобщенная стратегия инвестиционного развития ЭС,

$S_i$  –  $i$ -ая альтернативная стратегия инвестиционного развития,

$p_{ij}$  –  $i$ -ый проект, входящий в  $j$ -ую стратегическую цепочку (стратегию),

$P_{ID}$  – портфель стратегического инвестиционного развития ЭС,

найти оптимальный размер инвестиций  $R_0$ , необходимый для реализации проектов портфеля.

В данной задаче длительность проектов  $t_i$  – соответствует минимальному размеру затрат  $c_i(t_i)$  на их реализацию. Считаем, что проекты достигают точки безубыточности и выручка от реализации проекта не меньше затрат.

Тогда

$$\begin{cases} R_o \rightarrow \min, \\ t_i \geq t_j + \Delta_{ij}, i, j = 1 \dots n. \\ \Phi(t) \geq 0 \end{cases}$$

где  $t_i$  – время начала  $i$ -го проекта,  $i \in (1 \dots n)$ ;

$t_j$  – время начала  $j$ -го проекта,  $i \in (1 \dots n)$ .

$\Delta_{ij}$  – задержка по времени между началами  $i$ -го и  $j$ -го проекта,

$c_i(t_i)$  – затраты на реализацию  $i$ -го проекта,

$d_i(t_i)$  – выручка от реализации  $i$ -го проекта,

$\Phi(t)$  – финансовый баланс портфеля.

Если ввести фиктивную переменную  $x_{ij}=1$ , если  $j$ -ый проект, сопутствующий  $i$ -му проекту включен в состав цепочки стратегического портфеля, а  $x_{ij}=0$  в противном случае, то задача формирования портфеля проектов развития задается так.

Определить параметры

$x_i, i = 1 \dots m$  и  $x_{ij}, i = 1 \dots m, j = 1 \dots n_i$ , максимизирующие функцию

$$A(x) = \sum_{i=1}^n x_i \left( \alpha_i + \sum_{j=1}^{n_i} \alpha_{ij} x_{ij} \right) + \sum_{i,j} \delta_{ij} x_{ij}$$

при ограничении

$$\sum_{i=1}^n c_i x_i + \sum_{i,j} c_{ij} x_{ij} \leq R,$$

где  $A(x)$  – функция эффективности портфеля,

$R$  – величина инвестиционного фонда для формирования и реализа-

ции портфеля.

Задача 2. При известных стратегических цепочках проектов в альтернативных стратегиях функционального развития и оптимальной величине инвестиций  $R_o$ , найденной в предыдущей задаче, найти временные параметры портфеля: - минимальную длительность портфеля, при вариации затрат на проекты портфеля. При этом считаем, что время на проект зависит от уровня затрат на реализацию. При положительных финансовых потоках ( $\Phi$ ) по проекту, получим:

$$\begin{cases} T \rightarrow \min, \\ t_i \geq t_j + \Delta_{ij}, i, j = 1 \dots n. \\ \Phi(t) \geq 0 \\ t_i = \varphi(c_i) \end{cases}$$

Представленные задачи являются задачами дискретной оптимизации, для решения которых существуют различные методы [3,6,8,11,12.15].

Задача 3. При известных стратегических цепочках проектов в альтернативных стратегиях функционального развития и оптимальной величине инвестиций  $R_o$ , найденной в предыдущей задаче и существующих ограничениях на минимальный уровень инвестиционной поддержки  $R_i$  по каждому проекту ( $h_{ij}$ ), найти временные параметры портфеля:

$$\begin{cases} T \rightarrow \min, \\ t_i \geq t_j + \Delta_{ij}, i, j = 1 \dots n. \\ \Phi(t) \geq 0 \\ t_i = \varphi(c_i) \\ \sum_{j=1}^n b_{ij} \geq R_i \end{cases}$$

В этой задаче считаем, что инвестиционные ресурсы распределяются между конечным числом проектов, причем в каждый из них инвестируется сумма средств,  $b_{ji} > 0$ .

Ранжируя проекты по предпочтениям стратегий инвестиционного развития ЭС, получим вектор предпочтений проектов в стратегических альтернативах, в соответствии с которым определяются объемы пропорционального инвестирования по каждому  $i$ -му проекту,  $(b_1 > b_2 > b_i > \dots > b_n)^j$  в разрезе каждого  $j$ -ого вида ресурса.

### Список литературы

1. Афоничкин А.И., Афоничкина Е.А. Управление портфелем стратегического развития экономических систем / Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. Серия «Экономика». Выпуск 3 (37). Тольятти: ВУиТ, 2016.- С.13-20.

2. Афоничкин А.И., Пустынникова Е.В. Управление корпоративными структурами в экономических кластерах / Материалы V11 Международной научно-практической конференции «Финансовые инструменты кластерной политики» // под общ.ред. Д.А.Яковенко – Самара:Нац. инс-т проф.бухгалтеров, фин.мен. и экон. 2013. – С.100-111.
3. Бурков В.Н., Буркова И.В. Теория сетевого программирования и ее применение для формирования портфеля проектов /ХIІВсероссийское совещание по проблемам управления. – ВСПУ. 2014., Москва 16-19 июня 2014 г.с.5265-5275.
4. Васильев П.В., Афоничкина Е.А., Управление портфелем развития интегрированных экономических систем. / Монография. Изд-во ВУиТ, Тольятти, 2009. с.408.
5. Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем и системный анализ. – М.: Юрайт. – 2014. – 618 с.
6. Козлов А.С. Методология управления портфелем, программами проектов. Монография. – М.: ЗАО «Проектная ПРАКТИКА», 2009. – 194с.
7. Колосова Е. Система управления портфелем проектов – стратегическое преимущество компаний. - ПМСОФТ, Московское отделение PMI./ <http://www.docme.ru/doc/477668/sistema-upravleniya-portfelem-proektov-%E2%80%93-strategicheskoe>
8. Матвеев А.А. Модели и методы управления портфелями проектов [Текст]/ А.А. Матвеев, Д.А. Новиков, А.В. Цветков. – М.: ПМСОФТ, 2005. – 2006 с.
9. Математические основы управления проектами [Текст]: учебное пособие / В.Н. Бурков [и др].-М.: Высш. шк., 2005. - 423 с.
10. Модели управления портфелем проектов в условиях неопределенности / В.М. Аньшин, И.В. Демкин, И.М. Никонов, И.Н. Царьков // Издательский центр МАТИ. Москва., 2007. с.-116.
11. Мошкова Т.А. Дискретная задача управления финансированием инвестиционного проекта. [Текст]/Т.А. Мошкова, О.В. Павлов // Теория активных систем: сб. трудов международной научно-практической конференции - ИПУ РАН. - Москва.- 2007. - Том 1. - С. 75-77.
12. Мошкова Т.А. Управление портфелем инвестиционного развития экономических систем. Монография./Под науч.ред. д.э.н., проф. А.И.Афоничкина // Самара: АНО «Издательство СНЦ», 2017. – 234 с.
13. Новиков Д.А. Управление проектами: организационные механизмы [Текст] / Д.А. Новиков. - М.: ПМСОФТ, 2007. – 140 с.
14. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 54869–2011 «Проектный менеджмент. Требования к управлению проектом». Москва. Стандартинформ. 2011. С.9.
15. Волкова В.Н., Козлов В.Н., Горелова Г.В., Лыпарь Ю.И., Паклин Н.Б., Фирсов А.Н., Черненькая Л.В. Моделирование систем и процессов: учебник. Серия 58. Бакалавр. Академический курс (1-е изд.). -М.: Изд-во Юрайт, 2016. -450 с
16. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® guide) / Third Edition. The American National Standard. ANSI / PMI 99-001-2004.

УДК 004.9

*Широкова Светлана Владимировна,  
канд. техн. наук, доцент высшей школы  
управления и бизнеса*

## **УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТОМ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет Петра Великого  
swchirokov@mail.ru

**Аннотация.** В работе рассматривается стратегия развития цифрового предприятия. Проект включает как автоматизацию процессов внутри компании, так и продвижение компании на рынке. Исследуются современные стратегии цифрового маркетинга, анализируется возможность их применения в компании. Реализуется стратегия развития с использованием набора маркетинговых инструментов. Реализуется управление проектом развития цифрового предприятия. Анализируется эффект от внедрения конкретных мероприятий.

**Ключевые слова:** управление проектами, стратегии развития, цифровой маркетинг, цифровое предприятие.

*Svetlana V. Shirokova,  
Associate professor*

## **PROJECT MANAGEMENT DEVELOPMENT THE DIGITAL ENTERPRISE**

Saint-Petersburg, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University  
swchirokov@mail.ru

**Abstract.** In the work the development strategy of a digital enterprise is considered. The project includes both automation of processes within the company and promotion of the company in the market. The modern strategies of digital marketing are investigated, the possibility of their application in the company is analyzed. A development strategy is implemented using a set of marketing tools. The management of the digital enterprise development project is being implemented. The effect of implementing specific measures is analyzed.

**Keywords:** project management, development strategy, digital marketing, digital enterprise.

Одним из наиболее важных аспектов в процессе ведения электронного бизнеса является позиционирование своей фирмы на рынке и маркетинговые мероприятия для продвижения бизнеса, а также выбор экономической модели и стратегии развития. Чаще всего компании, функ-

ционирующие в сфере e-commerce, склоняются к онлайн методам продвижения. Это объясняется тем, что их целевая аудитория находится в Интернете, следовательно, и каналы её привлечения должны быть соответствующими. Проект включает как автоматизацию процессов внутри компании, так и продвижение компании на рынке. Вообще, в современных условиях функционирования и развития компаний с каждым годом возрастает необходимость качественной и своевременной поддержки бизнес процессов со стороны ИТ-функции. ИТ-решения помогают в поддержании и повышении конкурентоспособности компании, повышении уровня планирования и прогнозирования производственных показателей деятельности компании, контроле возникновения рисков и управлении.

При формировании стратегии развития компании необходимо опираться не только на стандартные (классические) подходы к управлению проектами, но и разрабатывать и применять гибкие методологии управления проектом.

Зачастую нет необходимости разрабатывать методологию «с нуля», необходима лишь адаптация (в большей или меньшей степени) существующей к внешним и/или внутренним изменениям.

В целом, целесообразно использовать гибкие подходы в разработке, когда:

- высока степень неопределенности при сборе требований и разработке системы, частое изменение потребностей Заказчика;
- границы работ не поддаются четкому определению;
- возможна высокая степень вовлеченности заказчика в проект (тесное сотрудничество и обратная связь);
- имеется квалифицированная команда разработки.

Системный подход имеет [3] в своем арсенале специальные методы организации сложных экспертиз, позволяющие реализовать многоуровневые модели, отражающие взаимосвязи в системе управления проектом.

Можно выделить несколько страт в системе:

1. Обобщенный перечень задач Заказчика
2. Детализированный перечень задач заказчика
3. Обобщенный перечень возможностей разработчика
4. Структурная схема взаимосвязи имеющихся наработок
5. И т.д.

Таким образом, проект будет итеративно корректироваться, согласовываться требования заказчика и возможности разработчика. Вообще, в процессе работы происходит постоянное взаимодействие с представителем Заказчика для уточнения требований, демонстрации текущего состояния продукта, внесения корректировок в требования в случае изме-

нения методологии. После завершения каждой итерации помимо внесения новых требований, происходит формирование базы знаний по проекту и извлечение уроков на основе предыдущих шагов. При этом, список задач и дальнейших действий может быть значительно обновлен. Это ещё раз показывает, что проект характеризуется большой неопределенностью и рисками (как возможностями, так и угрозами). Возможно адаптация ведения ИТ-проектов к гибким условиям разработки на основании agile-подходов [4,5].

Кроме того, в современных условиях постоянно растущей конкуренции в онлайн-пространстве необходимо задумываться не только об автоматизации бизнес процессов, но и о методах продвижения компании, К таким мероприятиям относятся: выбор правильной стратегии цифрового маркетинга, ценообразования и его автоматизация при большом объеме товаров; выбор правильной бизнес-модели; выбор правильного метода оценки маркетинговых затрат и автоматизация этого процесса при больших объемах данных. Осуществление таких глобальных маркетинговых мероприятий, поможет компании подготовит её для успешного продвижения на рынке.

Таким образом, проект развития цифрового предприятия включает две составляющие:

1. Автоматизацию бизнес процессов, которая позволяет существенно снизить издержки, оптимизировать процессы, ускорить доведение продукта до заказчика (где рекомендуется использовать гибкие методологии управления проектом наряду с классическими подходами);
2. Продвижение компании на рынке с использованием стратегий цифрового маркетинга для повышения конкурентоспособности и привлечения потенциальных клиентов.

Если рассматривать основные каналы привлечения клиентов, то можно назвать:

- SEO-продвижение;
- контекстная реклама;
- медийная реклама;
- таргетированная реклама;
- размещение товаров на сайтах прайс-агрегаторах;
- использование сайтов, направленных на С2С рынок;
- Email-рассылки;
- SMM-продвижение;
- сотрудничество с сайтами купонных распродаж;
- оффлайн реклама на мероприятиях;
- и другие.

Для каждой конкретной компании этот набор может варьироваться в зависимости от направления деятельности, целевой аудитории, сегмента рынка. Но данные каналы в современных реалиях способствуют эффективному продвижению продукции компаний.

В целом, необходимо отметить следующие преимущества применения гибкого подхода при реализации ИТ-проектов:

- повышение удовлетворенности ИТ-продуктом за счет постоянного взаимодействия с Заказчиком и конечными пользователями;
- предоставление возможности работы с продуктом конечным пользователям в процессе разработки за счет правильной приоритизации задач;
- обеспечение быстрого старта проекта за счет сокращения предпроектных работ;
- полная прозрачность процесса ведения работы.

Но для повышения эффективности проектного управления необходимо регулярное взаимодействие Заказчика и его представителей с командой разработки, что позволит скорректировать путь достижения цели с учетом изменения внешних и внутренних условий реализации проекта. Целевая конфигурация ведения проектов в условиях высокой неопределенности начинается с инициации старта проекта и формирования общей концепции внедрения ИТ-решения [6]. На основании концепции формулируется потенциальный бизнес-эффект. Но в современных условиях постоянно растущей конкуренции в онлайн-пространстве необходимо задумываться не только о стандартных методах продвижения компании, но и прибегать к аналитике финансовых потоков. Глобальные мероприятия, определяющие финансовую стратегию компании, так же можно отнести к маркетинговым действиям, так как они являются ключевыми в продвижении и позиционировании компании на рынке. К таким мероприятиям относятся: выбор правильной стратегии ценообразования и его автоматизация при большом объеме товаров; выбор правильной бизнес-модели; выбор правильного метода оценки маркетинговых затрат и автоматизация этого процесса при больших объемах данных. Осуществление таких глобальных маркетинговых мероприятий, поможет компании подготовить её для успешного масштабирования на рынке.

## **Список литературы**

1. Никитина, И.В. Особенности ценообразования в условиях электронной коммерции / И.В. Никитина. М.: Вестник московского университета. Серия 6: Экономика, no.5, 2006. 32-41 с.
2. Бороненко, С.Д. Инструментальные средства поддержки принятия решений для предприятий малого бизнеса / С.Д. Бороненко, О.Ю. Ильяшенко, С.В. Широкова. //Актуальные проблемы экономики и управления. — 2015. — № 1 (5). — С. 87-92.
3. Волкова, В.Н. Теория систем и системный анализ: Учебник / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. — М.: Юрайт, 2016. — 462 с.

4. Ильин И.В., Широкова С.В., Эссер М. Управление проектами основы теории, методы, управление проектами в области информационных технологий, учебное пособие, Санкт-Петербург, СПбПУ, 2015, с. 311
5. Широкова С.В. Управление проектами. Управление проектами внедрения информационных систем для предприятия: Учеб. пособие / С.В. Широкова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 56 с.
6. Моделирование систем и процессов: учебник /. Волкова В.Н., Козлов В.Н., Горелова Г.В., Лыпарь Ю.И., Паклин Н.Б., Фирсов А.Н., Черненькая Л.В.; под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. Серия 58. Бакалавр. Академический курс (1-е изд.). -М.: Изд-во Юрайт, 2016. -450 с.

УДК 303.7032.4

*Афанасьева Ольга Владимировна<sup>1</sup>,*  
 канд. техн. наук, доц. кафедры системного анализа и управления,  
*Бандурова Анна Владимировна<sup>2</sup>,*  
 магистрант 1 курса экономического факультета

**ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПО ВНЕДРЕНИЮ НОВОГО  
 ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ  
 ООО «ВЫСОТА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ  
 СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА**

г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский горный университет,  
<sup>1</sup>OVAf@rambler.ru; <sup>2</sup>b.anna95@mail.ru

**Аннотация.** В работе представлен анализ комплекса работ по созданию и внедрению нового программного обеспечения на ремонтно-строительном предприятии ООО «Высота» с целью повышения его эффективности. Выдвинуты стратегии принятия решений в условиях неопределенности и выбрана оптимальная стратегия.

**Ключевые слова:** сетевой граф, критический путь, матрица эффективности, стратегия, критерий.

*Olga V. Afanas'eva<sup>1</sup>,*  
*Candidate of Technical Sciences, Associate professor,*  
*Anna V. Bandurova<sup>2</sup>,*  
*Graduate student*

**ADOPTION OF DECISIONS ON IMPLEMENTATION OF  
 NEW SOFTWARE AT THE LTD "VYSOTA" WITH THE USE  
 OF METHODS OF SYSTEM ANALYSIS**

Saint Petersburg, Saint Petersburg mining university  
<sup>1</sup>OVAf@rambler.ru; <sup>2</sup>b.anna95@mail.ru

**Abstract.** The article presents an analysis of the complex of works on the creation and implementation of new software for the repair and construction company "Visota" to

increase its efficiency. In conditions of uncertainty decision-making strategies is proposed and the optimal strategy is chosen.

**Keywords:** network graph, critical path, efficiency matrix, strategy, criterion.

ООО «Высота» – крупная ремонтно-строительная компания, которая занимается предоставлением различных видов услуг в Санкт-Петербурге и Ленинградской области. Предприятие работает с 2006 года и предоставляет широкий спектр услуг от косметического ремонта до разработки дизайна проекта и выполнения элитного ремонта. Компания тщательно следит за качеством оказываемых услуг и выполнением работ в установленный срок. С течением времени ООО «Высота» активно развивалась и сегодня она уверенно укрепляет свои позиции на профильном рынке Санкт-Петербурга и Ленобласти.

В данной работе в первую очередь проводился анализ деятельности и основных направлений работы компании ООО «Высота». По данным о количестве изменений заказов на услуги, оказываемые компанией, за три года была дана прогнозная оценка изменения количества заказов. Было установлено, что спрос на услуги компании будет увеличиваться. Затем отдел менеджеров, который занимается приемом заказов, рассматривался как система массового обслуживания, были рассчитаны показатели эффективности данной системы и установлено, что отдел не справляется с поступающей нагрузкой на должном уровне (обслуживают меньше клиентов, чем нужно и возможно для успешного развития). Затем было установлено, что основными причинами отказов в обслуживании являются устаревшее программное обеспечение и недостаток человеческих ресурсов. При помощи многомерного корреляционно-регрессионного анализа было установлено, что устаревшее программное обеспечение оказывает большее влияние на отказы в обслуживании.

Отделом информатизации был предоставлен сетевой график комплекса работ по созданию и внедрению нового программного обеспечения на предприятии, который представлен на рисунке 1. Также были даны минимальные и максимальные сроки выполнения работ, которые представлены в таблице 1.

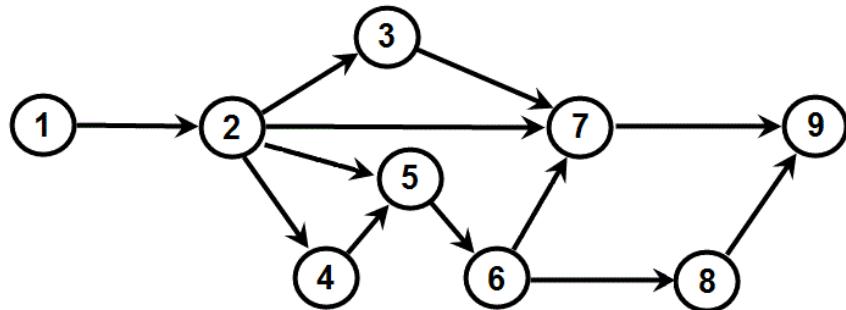


Рис. 1. Сетевой график по разработке и внедрению нового программного обеспечения

Таблица 1

Минимальные и максимальные сроки выполнения работ

Работы	$t_{\min ij}, \text{дн}$	$t_{\max ij}, \text{дн}$
1-2	7	9
2-3	10	11
2-4	6	10
2-5	10	10
2-7	20	26
3-7	12	14
4-5	3	5
5-6	5	6
6-7	9	11
6-8	7	12
7-9	15	19
8-9	8	9

Необходимо было провести исследование всего комплекса работ и определить, с какой вероятностью ожидаемое время завершения процесса не превысит заданное. Директивное время завершения работ составляет  $T_g = 50 \text{ дн}$ .

Средние значения времени выполнения работ были рассчитаны для по следующей формуле:

$$t_{\text{сред}} = \frac{3t_{\min ij} + 2t_{\max ij}}{5};$$

где  $t_{\min ij}$  - минимальное время выполнения работ;

$t_{\max ij}$  - максимальное время выполнения работ.

Расчеты производились при помощи программы Excel и результаты расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Средние значения выполнения работ

Работы	$t_{\min ij}, \text{ч}$	$t_{\max ij}, \text{ч}$	$t_{\text{сред}} \text{ч}$
1-2	7	9	7,8
2-3	10	11	10,4
2-4	6	10	7,6
2-5	10	10	10
2-7	20	26	22,4
3-7	12	14	12,8
4-5	3	5	3,8
5-6	5	6	5,4
6-7	9	11	9,8
6-8	7	12	9
7-9	15	19	16,6
8-9	8	9	8,4

Теперь имеющийся сетевой график можно преобразовать в график, представленный на рисунке 2.

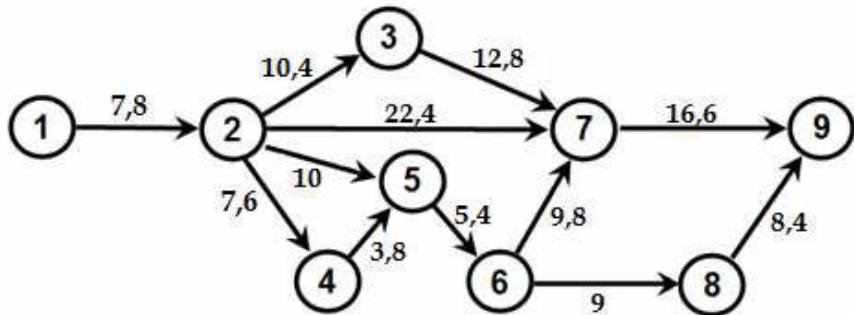


Рис. 2. Сетевой график со временем выполнения работ

Расчет продолжительности путей:

1-й путь: 1-2, 2-3, 3-7, 7-9.

$$T = \sum t_{ij} = 7,8 + 10,4 + 12,8 + 16,6 = 47,6.$$

2-й путь: 1-2, 2-7, 7-9.

$$T = \sum t_{ij} = 7,8 + 22,4 + 16,6 = 46,8.$$

3-й путь: 1-2, 2-5, 5-6, 6-7, 7-9.

$$T = \sum t_{ij} = 7,8 + 10 + 5,4 + 9,8 + 16,6 = 49,6.$$

4-й путь: 1-2, 2-5, 5-6, 6-8, 8-9.

$$T = \sum t_{ij} = 7,8 + 10 + 5,4 + 9 + 8,4 = 40,6.$$

5-й путь: 1-2, 2-4, 4-5, 5-6, 6-7, 7-9.

$$T = \sum t_{ij} = 7,8 + 7,6 + 3,8 + 5,4 + 9,8 + 16,6 = 51.$$

6-й путь: 1-2, 2-4, 4-5, 5-6, 6-8, 8-9.

$$T = \sum t_{ij} = 7,8 + 7,6 + 3,8 + 5,4 + 9 + 8,4 = 42.$$

На основе расчетов можно сделать вывод, что 5-й путь является критическим, на рисунке 3 он выделен красным.

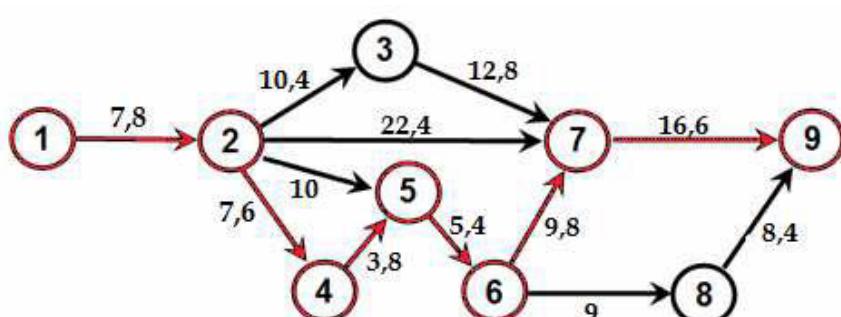


Рис. 3. Критический путь

Затем рассчитывались значения отклонения времени выполнения работ, находящихся на критическом пути по следующей формуле:

$$\sigma_{ij}^2 = \left( \frac{t_{\max ij} - t_{\min ij}}{5} \right)^2.$$

Расчеты производились при помощи программы Excel и представлены в таблице 3.

Таблица 3  
Отклонение времени выполнения работ

Работы	$t_{\min ij}$ , ч	$t_{\max ij}$ , ч	$t_{\text{крит}}$ , ч	$\sigma_{ij}^2$
1-2	7	9	7,8	0,16
2-4	6	10	7,6	0,64
4-5	3	5	3,8	0,16
5-6	5	6	5,4	0,04
6-7	9	11	9,8	0,16
7-9	15	19	16,6	0,64

Кроме того, необходимо рассчитать сумму отклонений времени выполнения работ на критическом пути:

$$\sum_{i=1}^n \sigma_{ij}^2 = 0,16 + 0,64 + 0,16 + 0,04 + 0,16 + 0,64 = 1,8.$$

А затем значение аргумента функции вероятности времени завершения всего комплекса работ за директивное время:

$$x = \frac{T_g - T_{\text{кр}}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \sigma_{ij}^2}} = \frac{50 - 51}{\sqrt{1,8}} = \frac{-1}{1,34} = -0,75.$$

Таким образом, значение нормальной функции распределения при  $x = -0,75$  составляет  $\Phi(x) = 23\%$ . Следовательно, выполнение проекта по разработке и внедрению нового программного обеспечения за 50 дней почти невозможно. Было принято решение выработать несколько стратегий принятия решения по сокращению времени выполнения проекта и выбрать оптимальную.

Для повышения вероятности выполнения проекта в установленный срок предложены следующие стратегии:

1. увеличить заданное время выполнения работ;
2. упростить внедряемое программное обеспечение;
3. нанять дополнительного сотрудника для выполнения проекта.

При оценке предложенных вариантов в условиях неопределенности были применены классические и производные критерии, а также критерий «среднего выигрыша», критерий Вальда и «max-max» критерий.

рий. Для применения перечисленных критериев была составлена матрица эффективности, представленная в таблице 4.

Таблица 4

Матрица эффективности

Стратегия	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$
$a_1$	15	1	20	5
$a_2$	30	20	3	15
$a_3$	20	15	40	10

В качестве экспертов были привлечены:  $K_1$  – внешний эксперт;  $K_2$  – генеральный менеджер;  $K_3$  – главный программист отдела информатизации;  $K_4$  – директор отдела сервиса.

### Сравнение стратегий по минимаксному критерию

Правило выбора решения в соответствии с ММ-критерием можно интерпретировать следующим образом:

Матрица решений  $\|e_{ij}\|$  дополняется еще одним столбцом из наименьших результатов  $e_{ir}$  каждой строки. Выбрать надлежит те варианты  $E_{i0}$ , в строках которых стоят наибольшие значения  $e_{ir}$  этого столбца.

Таким образом, матрица эффективности будет иметь следующий вид, представленный в таблице 5.

Таблица 5

Преобразованная по минимаксному критерию матрица эффективности

Стратегия	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$e_{ir}$
$a_1$	15	1	20	5	1
$a_2$	30	20	3	15	3
$a_3$	20	15	40	10	<b>10</b>

Согласно минимаксному критерию надлежит выбрать стратегию номер три, т.е. нанять дополнительного сотрудника для выполнения проекта. Выбранная таким образом стратегия полностью исключает риск.

### Сравнение стратегий по критерию Байеса-Лапласа

Соответствующее правило выбора можно интерпретировать следующим образом:

Матрица решений  $\|e_{ij}\|$  дополняется еще одним столбцом, содержащим математическое ожидание значений каждой из строк. Выбираются те варианты  $E_{i0}$ , в строках которых стоит наибольшее значение  $e_{ir}$  этого столбца.

Таким образом, матрица эффективности будет иметь следующий вид, представленный в таблице 6.

Таблица 6

Преобразованная по критерию Байеса-Лапласа матрица эффективности

Стратегия	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$e_{ir}$
$a_1$	15	1	20	5	10,25
$a_2$	30	20	3	15	17
$a_3$	20	15	40	10	<b>21,25</b>

Согласно критерию Байеса-Лапласа также надлежит выбрать третью стратегию.

### Сравнение стратегий по критерию Сэвиджа

Соответствующее  $S$ -критерию правило выбора интерпретируется следующим образом:

Каждый элемент матрицы решений  $\|e_{ij}\|$  вычитается из наибольшего результата  $\max_i e_{ij}$  соответствующего столбца.

Разности  $a_{ij}$  образуют матрицу остатков  $\|a_{ij}\|$ . Эта матрица пополняется столбцом наибольших разностей  $e_{ir}$ . Выбираются те варианты  $E_{i0}$ , в строках которых стоит наименьшее для этого столбца значение.

Матрица остатков представлена в таблице 7.

Таблица 7

Матрица остатков

Стратегия	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$e_{ir}$
$a_1$	15	19	20	10	20
$a_2$	0	0	37	0	37
$a_3$	10	5	0	5	<b>10</b>

Согласно критерию Сэвиджа оптимальной является третья стратегия. С позиций матрицы остатков  $\|a_{ij}\|$ , критерий Сэвиджа свободен от риска.

### Сравнение стратегий по критерию Гурвица

Правило выбора согласно HW-критерию формулируется следующим образом:

Матрица решений  $\|e_{ij}\|$  дополняется столбцом, содержащим средние взвешенные наименьшего и наибольшего результатов для каждой строки по следующей формуле:

$$e_{ir} = c \min_j e_{ij} + (1 - c) \max_j e_{ij},$$

где  $c$  – весовой множитель.

Выбираются те варианты  $E_{ij}$ , в строках которых стоят наибольшие элементы  $e_{ir}$  этого столбца.

Весовой множитель принимается равным 0,8.

Таким образом, матрица эффективности будет иметь следующий вид, представленный в таблице 8.

Таблица 8

Преобразованная по критерию Гурвица матрица эффективности

Стратегия	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$e_{ir}$
$a_1$	15	1	20	5	4,8
$a_2$	30	20	3	15	8,4
$a_3$	20	15	40	10	<b>16</b>

Согласно критерию Гурвица также надлежит выбрать третью стратегию.

### Сравнение стратегий по критерию Ходжа-Лемана

Правило выбора, соответствующее HL-критерию, формулируется следующим образом: Матрица решений  $\|e_{ij}\|$  дополняется столбцом, составленным из средних взвешенных (с постоянными весами) математического ожидания и наименьшего результата каждой строк по следующей формуле:

$$e_{ir} = v \sum_{j=1}^n e_{ij} + (1-v) \min_j e_{ij}, \quad 0 \leq v \leq 1.$$

Отбираются те варианты решений  $E_{i0}$ , в строках которых стоит наибольшее значение этого столбца.

Параметр  $v$  принимается равным 0,4.

Таким образом, матрица эффективности будет иметь следующий вид, представленный в таблице 9.

Таблица 9.

Преобразованная по критерию Ходжа-Лемана матрица эффективности

Стратегия	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$e_{ir}$
$a_1$	15	1	20	5	4,7
$a_2$	30	20	3	15	8,6
$a_3$	20	15	40	10	<b>14,5</b>

Согласно критерию Ходжа-Лемана также надлежит выбрать третью стратегию.

### Сравнение стратегий по критерию Гермейера

Правило выбора согласно критерию Гермейера (G) формулируется следующим образом:

Матрица решений  $\|e_{ij}\|$  дополняется еще одним столбцом, содержащим в каждой строке наименьшее произведение имеющегося в ней результата на вероятность соответствующего состояния  $F_j$ . Выбираются те варианты  $E_{i0}$ , в строках которых находится наибольшее значение  $e_{ir}$  этого столбца.

Вероятности осуществления стратегий составляют: для  $a_1 - 0,2$ ; для  $a_2 - 0,6$ ; для  $a_3 - 0,2$ .

Таким образом, матрица эффективности будет иметь следующий вид, представленный в таблице 10.

Таблица 10  
Преобразованная по критерию Гермейера матрица эффективности

Стратегия	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$e_{ir}$
$a_1$	15	1	20	5	0,2
$a_2$	30	20	3	15	1,8
$a_3$	20	15	40	10	2

Согласно критерию Гермейера также надлежит выбрать третью стратегию.

### Сравнение стратегий принятия решений по критерию «среднего выигрыша»

Критерий «среднего выигрыша» предполагает задание вероятностей состояний обстановки  $p_j$ , то есть компетентности экспертов, полученные экспертным (например, мнение генерального директора) или другим путём, пусть  $p_1 = 0,2; p_2 = 0,4; p_3 = 0,5; p_4 = 0,3$ .

Эффективность вариантов оценивается с помощью формулы

$$K(a_i) = \sum_{j=1}^m p_j k_{ij}, \quad i = \overrightarrow{1, n}, \quad j = \overrightarrow{1, m}.$$

Оптимальному варианту будет соответствовать эффективность

$$K_{onm} = \max_i \sum_{j=1}^m p_j k_{ij}, \quad i = \overrightarrow{1, m}.$$

Тогда

$$K(a_1) = 0,2 \cdot 15 + 0,4 \cdot 1 + 0,5 \cdot 20 + 0,3 \cdot 5 = 3 + 0,4 + 10 + 1,5 = 14,9;$$

$$K(a_2) = 0,2 \cdot 30 + 0,4 \cdot 20 + 0,5 \cdot 3 + 0,3 \cdot 15 = 6 + 8 + 1,5 + 4,5 = 20;$$

$$K(a_3) = 0,2 \cdot 20 + 0,4 \cdot 15 + 0,5 \cdot 40 + 0,3 \cdot 10 = 4 + 6 + 20 + 3 = 33.$$

Как видно, оптимальной является третья стратегия.

### Сравнение стратегий принятия решений по критерию «max-max»

Критерием «max-max» предписывается оценивать варианты по максимальному значению эффективности и выбирать в качестве оптимального решения вариант, обладающий эффективностью с наибольшим из максимумов, то есть

$$K(a_i) = \max_j k_{ij}, \quad K_{onm} = \max_i (\max_j k_{ij}).$$

В соответствии с исходными данными таблицы 4:

$$K(a_1) = \max(15; 1; 20; 5) = 20;$$

$$K(a_2) = \max(30; 20; 3; 15) = 30;$$

$$K(a_3) = \max(20; 15; 40; 10) = 40.$$

Оптимальная стратегия номер три.

В таблице 11 представлены результаты сравнения стратегий принятия решений при помощи различных критериев.

Таблица 11

Результаты сравнения стратегий принятия решений  
при помощи различных критериев

Критерий	Оптимальная стратегия
Минимаксный критерий	$a_3$ – нанять дополнительного сотрудника для выполнения проекта
Критерий Байеса-Лапласа	$a_3$ – нанять дополнительного сотрудника для выполнения проекта
Критерий Сэвиджа	$a_1$ – увеличить время выполнения работы
Критерий Гурвица	$a_3$ – нанять дополнительного сотрудника для выполнения проекта
Критерий Ходжа-Лемана	$a_3$ – нанять дополнительного сотрудника для выполнения проекта
Критерий Гермейера	$a_3$ – нанять дополнительного сотрудника для выполнения проекта
Критерий «среднего выигрыша»	$a_3$ – нанять дополнительного сотрудника для выполнения проекта
Критерий Вальда	$a_3$ – нанять дополнительного сотрудника для выполнения проекта
Критерий «max-max»	$a_3$ – нанять дополнительного сотрудника для выполнения проекта

Таким образом, по всем критериям наиболее предпочтительной является третья стратегия, т.е. для выполнения проекта по созданию и внедрению нового программного обеспечения на предприятии ООО «Высота» в установленный срок необходимо нанять еще одного сотрудника.

### Список литературы

1. Бандурова А.В. Анализ деятельности предприятия ООО «Высота» методами системного анализа / Анализ и прогнозирование систем управления в промышленности и на транспорте: тезисы докладов XVII Международной научно-практической конференции молодых ученых, студентов и аспирантов, Санкт-Петербург, 18-20 апреля 2017 г. – СПб.: Издательство «ЮПИ», 2017. – С. 24-25.
2. Бандурова А.В. Анализ деятельности компании ООО «Высота» с использованием информационно-статистических методов // Системный анализ в проектировании и управлении: сборник научных трудов XXI Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 29-30 июня 2017 г. СПб.: Издательство Политехнического университета, 2017. – С. 392-403.

3. Макаров И.М. Теория выбора и принятия решений: учебное пособие для вузов / И.М. Макаров [и др.]. – М.: Наука, 1982. – 327 с.
4. Первухин Д.А. Теория принятия решений (дополнительные главы): учебное пособие. СПб.: Издательство СЗТУ, 2009. – 209 с.
5. Растигин Л.А. Современные принципы управления сложными объектами. - М.: Радио и связь, 1980. – 228 с.

УДК 658.512

*Царегородцева Ольга Владимировна*  
аспирант

*Козыakov Владислав Борисович*

*Кузнецов Евгений Иванович*

*Чеботарев Александр Михайлович*

студенты

## **ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ**

Россия, Воронеж, Воронежский государственный технический  
университет, ol\_car1976@rambler.ru

**Аннотация:** В статье рассмотрены вопросы, связанные с процессом создания АТК. Представленная последовательность процесса разработки с разбивкой на этапы и шаги будет полезна для специалистов и четкого структурирования работы.

**Ключевые слова:** автоматизированный технологический комплекс, техническое задание, техническое приложение, эскизный проект, технический проект.

*Olga V. Tsaregorodtseva,*  
Postgraduate student.

*Vladislav B. Kozyakov,*

*Evgeny I. Kuznetsov,*

*Alexander M. Chebotarev*

Students

## **PRINCIPLES OF DESIGN OF AUTOMATED SYSTEMS**

Russia, Voronezh, Voronezh State Technical University  
ol\_car1976@rambler.ru

**Abstract:** The article deals with the issues related to the process of creation of ATC. The presented sequence of the development process by stages and steps will be useful for professionals and clear structuring of the work.

**Keywords:** Automated technological complex, terms of reference, technical proposal, preliminary design, technical design.

Процесс создания АТК, представляет собой совокупность упорядоченных во времени, взаимосвязанных, объединенных в стадии и этапы работ, включая разработку конструкторской и технологической, а также, при необходимости, программной документации. Стадии разработки АТК при традиционном проектировании содержат:

1. Формирование требований к АТК;
2. Разработку концепции АТК;
3. Техническое задание;
4. Эскизный проект;
5. Технический проект;
6. Рабочую документацию.

Первые три стадии относятся к предпроектным, а остальные три - это непосредственное проектирование. В процессе разработки документации выбор и проверка новых технических решений сопровождается лабораторными, стендовыми и другими исследовательскими испытаниями моделей, макетов, натурных составных частей изделий в условиях, имитирующих реальные условия эксплуатации.

Процесс проектирования — это процесс обработки информации, в ходе которого на основе исходных данных и других сведений, необходимых для решения поставленных задач с помощью определенной методики, соответствующего математического аппарата, программных средств, методов имитационного и физического моделирования, макетирования последовательно разрабатывается техническая документация.

В процессе проектирования осуществляется:

- Декомпозиция системы на подсистемы;
- Последовательно разрабатывается техническая документация, на каждую подсистему входящую в состав АТК.

Процесс проектирования распараллеливается на последовательность под процессами проектирования подсистем.

При параллельном проектировании могут быть такие стадии как:

1. Техническое задание;
2. Техническое предложение;
3. Эскизный проект;
4. Технический проект.

На стадии разработки технического задания (ТЗ) при необходимости проводят предпроектные исследования. Техническое предложение и эскизный проект могут быть объединены в одну стадию. Можно также в стадию “Технический проект” включать рабочую документацию. В дальнейшем в рамках этого модуля будет изучаться основы проектирования автоматизированных технологических комплексов (АТК), позво-

ляющие изучить последовательно все этапы проектирования и выполнять законченные проекты.

### **Разработка технического задания**

Т3 на АТК является основным документом, определяющим требования и порядок создания системы, в соответствии с которым проводится разработка АТК и ее приемка при вводе в действие.

Т3 требует тщательного подхода к его разработке. На этом этапе определяется весь объём технических и эксплуатационных требований к проектируемой АТК, а также возможности их технической реализации.

На основании действующих нормативных документов и имеющегося опыта проектирования могут быть рекомендованы следующие разделы Т3:

- общие сведения;
- назначение и цепи создания системы;
- характеристика объектов автоматизации;
- требования к системе;
- состав и содержание работ по созданию системы;
- порядок контроля и приемки системы;
- требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие;
- требования к документированию;
- источники разработки.

В Т3 на АТК могут включаться приложения. Конкретное содержание технического задания определяют заказчик и разработчик, а при инициативной разработке - разработчик.

### **Техническое предложение**

Проектирование АТК начинается с разработки технического предложения на основе требований, сформулированных в Т3. В техническом предложении определяются:

- Функции систем, входящих в состав АТК;
- Функции подсистем, их цепи и эффекты;
- Состав комплексов задач и отдельных задач, решаемых подсистемами.

В общем случае при разработке технического предложения проводят следующие работы:

- Выявление вариантов возможных решений, установление особенностей вариантов (принципов действия, размещения функциональных составных частей и т.п. ), их конструкторскую проработку. Глубина такой проработки должна быть достаточной для сравнительной оценки рассматриваемых вариантов на последующих стадиях проектирования;

- Проверку вариантов на патентную чистоту и конкурентоспособность;
- Проверку соответствия вариантов требованиям техники безопасности и производственной санитарии;
- Сравнительную оценку рассматриваемых вариантов.
- Сравнение проводится по показателям качества и технологичности изделия, стандартизации и унификации. Если для сравнительной оценки необходимо проверить принцип работы различных вариантов изделия, то могут быть разработаны математические и имитационные модели, а также изготовлены макеты.

На этой стадии проектирования, как и на всех последующих стадиях, могут применяться методы автоматизированного проектирования, математические, имитационные и физические модели.

### **Эскизный проект**

Эскизный проект разрабатывают с целью установления принципиальных решений изделия, дающих общее представление о принципе работы и устройстве изделия.

Эскизный проект содержит предварительные проектные решения по АТК и ее частям, а также документацию на АТК и ее части. На стадии разработки эскизного проекта осуществляют конструкторскую проработку вариантов изделия, выбирают оптимальные варианты изделия и его составных частей. Разрабатывают принципиальные решения, дающие общее представление о работе и устройстве системы. При этом выполняют работы, необходимые для обеспечения предъявляемых к изделию требований, установленных техническим заданием и техническим предложением. Производят оценку изделия на технологичность. Осуществляют оценку по показателям стандартизации и унификации. Выявляют на основе принятых принципиальных решений новые изделия и материалы, которые должны быть разработаны другими предприятиями и составляют технические требования к этим изделиям и материалам. Составляют перечень работ, которые следует провести на последующей стадии разработки, в дополнение или уточнение работ, предусмотренных техническим заданием и техническим предложением.

Если это необходимо, то прорабатывают основные вопросы технологии изготовления. Производят ориентировочные расчеты, подтверждающие работоспособность изделия (кинематические, электрические, тепловые, расчеты гидравлических систем и др.) и надежность изделия. Рассчитывают экономические показатели. Приводят предварительные сведения по использованию в разрабатываемом изделии стандартных, унифицированных и заимствованных сборочных единиц и деталей. При проектировании программного обеспечения системы эскизный проект должен содержать полную спецификацию разрабатываемых программ.

При необходимости, с целью проверки принципов работы изделия и его составных частей, изготавливают и испытывают макеты, осуществляют имитационное и другие виды моделирования. Конкретный перечень необходимых работ определяется разработчиком в зависимости от характера и назначения изделия и согласовывается с заказчиком. На этой же стадии проводят разработку, оформление, согласование и утверждение документации в объеме, необходимом для описания полной совокупности принятых проектных решений и достаточном для дальнейшего выполнения работ по созданию АТК. При эскизном проектировании не повторяют работы, проведенные на стадии технического предложения, если они не могут дать дополнительных данных. В этом случае результаты ранее проведенных работ отражают в пояснительной записке.

### **Технический проект**

Как указано выше, в стадии “Технический проект” можно объединить этапы технического и рабочего проектирования. Технический проект предназначен для принятия окончательных технических решений и содержит их подробную разработку. На этой стадии оценивается соответствие требованиям технического задания, технологичность, эксплуатационные свойства и т.д., определяются технико-экономические показатели, получаемые в результате внедрения этих решений, и стоимость оборудования и монтажа. Проектирование начинают с изучения и анализа технического задания, технического предложения и эскизного проекта. По технологическим чертежам и пояснениям к ним составляют четкое представление о технологическом процессе. Уточняют объем параметров, подлежащих контролю и автоматическому регулированию, перечень дистанционно-управляемых приводов исполнительных механизмов, объем блокировок и перечень сигналов, включаемых в схему автоматики безопасности работы установки. Разрабатывают необходимое программное обеспечение. Составляют структурные и функциональные схемы автоматизации технологических процессов. Выбирают аппаратуру автоматики. Разрабатывают принципиальные схемы автоматического регулирования, управления, сигнализации и автоматики безопасности. Расчитывают и моделируют системы регулирования в установившемся и переходном режимах.

Составляют схемы питания. Проектируют общие виды щитов и пультов и уточняют место их размещения. Намечают месторасположения датчиков и вспомогательных устройств. Выполняют монтажные схемы щитов и пультов и схемы внешних соединений. Составляют кабельный и трубный журналы. Выполняют чертежи трасс электрических и трубных проводов. Составляют спецификацию, пояснительную записку и смету. В состав документации по техническому проекту включают структурные и функциональные схемы, чертежи механических узлов,

чертежи размещения щитов и пультов на плане объекта; ведомости приборов, регуляторов, вспомогательного оборудования, электроаппаратуры, щитов, пультов, кабелей, проводов и труб; перечень новых, не изготавляемых промышленностью серийно приборов и средств автоматизации с техническими заданиями на их изготовление; пояснительную записку и сметные расчеты.

Технический проект служит основанием для выполнения рабочей документации. Необходимо учитывать, что проектирование - это итерационный процесс. Если при техническом проектировании на этапе анализа характеристик манипулятора, выявляются несоответствия отдельных конструктивных и технических решений требованиям ТЗ или технического предложения, то в принятые ранее решения вносятся корректизы и после утверждения технического проекта переходят к разработке рабочей документации.

**Рабочее проектирование** - заключительный этап проектирования, в рамках которого осуществляют разработку рабочей документации, содержащей все необходимые и достаточные сведения для обеспечения выполнения работ по вводу АТК в действие и для её эксплуатации, а также для поддержания уровня эксплуатационных характеристик системы в соответствии с принятыми проектными решениями, ее оформление, согласование и утверждение. В процессе проектирования проводят разработку программ и программных средств системы, выбор, адаптацию и привязку приобретаемых программных средств, разработку программной документации.

Кроме того, на этом этапе предусмотрено уточнение результатов предыдущих этапов, создание и испытания опытного и/или опытно-промышленного образца объекта автоматизации, разработку и отработку программных продуктов, технологической и эксплуатационной документации.

На всех этапах технического проектирования для проверки принятых конструктивно-технических решений используются макеты, виртуальные и физические модели. В состав документации включают полный комплект чертежей, схем, заказных спецификаций, перечней, смет, заданий, позволяющий изготовить и эксплуатировать информационно-управляющую и механическую системы и все подсистемы.

## **Список литературы**

1. ГОСТ 34.601-90 Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания.
2. ГОСТ 34.602-89 Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы.

УДК 004.9

**Шполянская Ирина Юрьевна,**  
зав. кафедрой, д-р экон. наук, доцент,  
**Фрид Любовь Михайловна,**  
доцент

## **ОНТОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННОЙ АРХИТЕКТУРЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ**

Россия, Ростов-на-Дону, Ростовский государственный экономический университет (РИНХ), [irinaspol@yandex.ru](mailto:irinaspol@yandex.ru)

**Аннотация.** При проектировании сервис-ориентированных информационных систем возникают проблемы рационального выбора веб-сервисов и их интеграции, которые обусловлены неоднозначностью описания и семантической неоднородностью различных программных компонентов. Для решения этих проблем в работе рассматривается возможность использования онтологических моделей и технологий Semantic Web, с помощью которых обеспечивается контекстно-зависимая поддержка веб-сервисов для их описания, оценки, поиска и композиции.

**Ключевые слова:** информационная система, сервис-ориентированная архитектура, SOA, веб-сервисы, интеграция, онтология

UDC 004.9

*Irina Yu. Shpolyanskaya,*  
Head of the Department, Dr. of Economics, Associate Professor,  
*Lyubov' M. Frid,*  
Associate Professor

## **ONTOLOGY MODELS IN SERVICE-ORIENTED ARCHITECTURE OF INFORMATION SYSTEM**

Rostov-on-don, Rostov State Economic University (RINH), [irinaspol@yandex.ru](mailto:irinaspol@yandex.ru)

**Abstract.** When designing service-oriented information systems, problems of rational choice and integration of web services arise, which are caused by the ambiguity of description and semantic heterogeneity of various software components. To solve these problems, the paper considers the possibility of using ontology models and Semantic Web technologies, which provide context-sensitive support for web services for their description, evaluation, search and composition.

**Keywords:** information system, service oriented architecture, SOA, web services, quality assessment, integration

В последние годы в области использования информационных технологий для автоматизации управления предприятием отмечается переход к созданию распределенных систем, использующих внешние ресурсы и сервисы. В основе создаваемой сервис-ориентированной архитектуры информационных систем (SOA) лежит возможность использования и интеграции нескольких собственных или внешних автономных веб-сервисов для решения отдельной прикладной задачи предприятия или системы в целом [1].

Одной из наиболее важных особенностей SOA является то, что существующие в сети сервисы могут быть быстро интегрированы для создания новых приложений. SOA организует взаимодействие программных модулей в виде сервисов, реализующих прикладную бизнес-логику информационной системы. От пользователя, интегрирующего сервис в структуру системы, требуется только информация о входных и выходных параметрах сервисов. С другой стороны, для обеспечения эффективной работы системы пользователю необходима также информация о характеристиках качества сервисов, стоимости и условиях вызова этих сервисов на исполнение [2].

Сервис-ориентированная архитектура позволяет существенно сократить время и стоимость реализации проектов информационных систем. Вместе с тем, при проектировании сервис-ориентированных систем возникают проблемы рационального выбора совокупности веб-сервисов, соответствующих потребностям предприятия, и разработка методов их интеграции для автоматизации конкретного бизнес-процесса или системы в целом [3]. Перспективным направлением для решения этих проблем является возможность использования технологий Semantic Web, с помощью которых обеспечивается контекстно-зависимая поддержка веб-сервисов для их описания, оценки, поиска и композиции.

Создание web-ориентированной информационной системы с открытой архитектурой на базе сервис-ориентированной технологии в наибольшей степени соответствует динамично изменяющимся условиям бизнеса. Наличие множества готовых программных решений, доступных в виде web-сервисов, позволяет сократить затраты на разработку новых программных компонентов, а также быстро и с минимальными затратами изменять структуру информационной системы в соответствии с изменяющимися условиями бизнеса. Сервис-ориентированная архитектура, построенная из набора независимых, слабо связанных web-сервисов, позволяет при необходимости легко расширять функциональность информационной системы, или модернизировать компоненты системы, не затрагивая ее базовой структуры. Для конечного пользователя появляется возможность самостоятельно создавать модель информационной систе-

мы и выбирать для нее компоненты, в наибольшей степени отвечающие его требованиям.

Процесс проектирования SOA имеет своей целью выявления сервисов-кандидатов для их последующей композиции в рабочем процессе. Исходя из сформированной модели бизнес-процессов определяются бизнес-требования, на основе которых моделируется поведение сервисов-кандидатов. Выполняется анализ применимости различных сервисов и возможных изменений в существующих приложениях для выявление наиболее оптимального соотношения между бизнес-требованиями и возможностями использования конкретных сервисов.

Несмотря на очевидные преимущества сервис-ориентированного подхода к реализации информационных систем, на практике предприятия сталкиваются со множеством проблем при использовании этих технологий, основной причиной которых является семантическая неоднородность различных программных компонентов. В гибкой сервис-ориентированной среде, для реализации всех бизнес-процессов, в том числе новых, должны выполняться в автоматическом режиме процедуры обнаружения, поиска, выбора из множества доступных и композиции сервисов в соответствии с текущими потребностями пользователей. Эти задачи не могут быть реализованы в полной мере с помощью принятых в настоящее время технологических решений, которые фокусируются главным образом на технических и синтаксических моментах процессов интеграции. Использование семантических технологий позволит преодолеть ограничения и трудности, которые сопровождают процессы выбора и композиции релевантных веб-сервисов, основанные на принятых в SOA стандартах SOAP и WSDL.

Новый подход для решения этой сложной проблемы интеграции основан на гибкой комбинации двух концепций – веб-сервисов и онтологий. Использование онтологического подхода может обеспечить основу для создания интеллектуальной среды разработки программного обеспечения, когда разработчики информационных систем представляют свои бизнес-требования, а программный инструментарий автоматически генерирует структуру сервис-ориентированной системы [4].

Использование новых технологий Semantic Web дают эффективные инструменты для решения проблем создания сервис-ориентированной архитектуры для предприятий. Этот подход позволяет обеспечить более гибкую интеграцию, большую адаптивность ко всем изменениям, которые могут происходить в течение всего жизненного цикла информационной системы. Семантическая сервис-ориентированная архитектура ИС, таким образом, определяется как расширение веб-ориентированной сервисной архитектуры за счет добавления семантического слоя.

С помощью онтологий и семантики сервисы могут быть однозначно описаны, включая их функциональность, поведение и используемые данные. Эти семантические описания используются при формировании SOA в таких операциях, как обнаружение, выбор, агрегация и интеграция сервисов для обеспечения нужной функциональности при выполнении заданных сценариев бизнес-процессов предприятия. Выполнение этих операций в таком случае будет сильно зависеть от семантики, формальных спецификаций и логических выводов. Соответственно, в дополнение к описаниям условий реализации и технических интерфейсов поставщиками должен быть предусмотрен дополнительный семантический слой для каждого представляемого веб-сервиса. Такое семантическое описание позволяет привязать элементы WSDL-описания сервиса к онтологии предметной области. В соответствии с концепцией Semantic Web каждому существующему веб-сервису необходимо добавить семантическую аннотацию и интеллектуального агента. Такой агент должен содержать «машиночитаемое» описание, семантическую аннотацию обслуживаемого веб-сервиса. Для семантического описания веб-сервисов создаются семантические онтологии, которые служат в качестве репозиториев структур данных и базы знаний с описаниями базовых концептов сервиса. Бизнес-события хранятся в онтологии ключевых событий, характеристики веб-сервисов описаны в онтологии профилей веб-сервисов.

Концептуально веб-сервисы описываются функциональными и нефункциональными требованиями. Функциональные требования на уровне семантики определяют входные параметры, выходные параметры, предварительные условия и эффекты выполнения (IOPE) сервиса. Эти свойства формально описываются как логические выражения, включающие ограничения на типы и значения параметров информационных ресурсов, используемых или предоставляемых сервисом. Нефункциональные характеристики сервисов необходимы пользователям при выполнении процедур обнаружения сервисов.

В настоящий момент существует три основных подхода в использовании технологий Semantic Web применительно к веб-сервисам: IRS-III, OWL-S и WSMF. IRS-III (Internet Reasoning Service) – это среда моделирования семантических веб-сервисов, основанная на концептуальной модели описания сервисов WSMO (Web Service Modeling Ontology), и принципах повторного использования компонентов знаний. OWL-S является агентно-ориентированным подходом, использующим онтологии для описания возможностей веб-сервиса. WSMF (Web Service modeling framework) – это бизнес-ориентированный подход, который ориентируется на набор требований электронного бизнеса для веб-сервисов, в том числе таких, как доверие и безопасность. Последние два подхода получили наибольшее распространение в бизнесе-среде.

Вместе с тем, предоставление семантических описаний для веб-сервисов и их обработка при формировании SOA является достаточно непростой задачей. При выполнении композиции сервисов, управляемой семантикой, сервисы могут быть распределены между различными разработчиками и организациями, связанными через Интернет. Онтологическая поддержка при описании, представлении и использовании веб-сервисов должна быть обеспечена еще на ранних этапах анализа требований, чтобы гарантировать, что любой вновь созданный сервис мог быть проиндексирован семантическими средствами онтологий. Жизненный цикл разработки сервис-ориентированного программного обеспечения требует трех взаимосвязанных онтологий.

1. Онтологии предметной области описывают знания об автоматизируемых сервисом процессах, которые необходимы для разработки требований к создаваемой системе. Онтология предметной области дает формальное представление всей информации, связанной с деятельностью предприятия, включая цели, функции и ключевые концепты. Здесь также могут быть представлены данные, описывающие требования к качеству сервисов: время исполнения, требования безопасности, доверия, характеристики управления сервисами.

2. Онтологии приложения описывают тип и характер конкретной проблемы, для решения которой используется сервис. Эта онтология определяет возможности и условия выполнения сервиса, а также URL-адрес сервиса в хранилище сервисов.

Использование онтологий предметных областей и приложений может облегчить повторное использование сервисов в различных областях. Так, в отдельных приложениях бизнес-процессы могут быть реализованы с помощью комбинации других сервисов. То есть система может быть реализована путем включения ранее представленных в онтологиях фрагментов знаний, описывающих аналогичные ранее реализованные задачи. Эта композиция может быть осуществлена при соблюдении требований к интерфейсам сервисов в соответствие со структурой приложения.

3. Онтология сервисов описывает интерфейсы сервисов и схемы их соединений. Одним из важных механизмов определения подходящего сервиса является качество обслуживания сервиса (QoS), а также соблюдение требований к обеспечению качества сервиса поставщиком. Поэтому, в онтологии даются оценки качества сервисов.

Кроме того, часто при проектировании онтологий SOA используются онтологии верхнего уровня, фиксирующие знания, общие для различных предметных областей и которые могут использоваться многократно. Существует несколько общедоступных онтологий верхнего уровня: Cys, DOLCE, SUMO, BFO, UFO, WordNet и др.

При разработке онтологических моделей и их использовании возникает проблема, когда запросы пользователей и представленные в реестре Web-сервисы ссылаются на различные онтологии. В этом случае необходимо установить, соответствуют эти онтологии одной или же различным предметным областям, а в том случае, если они отражают один домен – то какие отношения существуют между понятиями в онтологии. Одним из приемов, который для этого используется, является интеграция онтологий, которая определяется как новая онтология, формально специфицирующая объединение словарей разных онтологий.

Таким образом, в процессе сопоставления запроса с описаниями веб-сервисов необходимо отслеживать иерархию онтологий, на которые ссылаются их параметры (от онтологий приложений через онтологии предметной области до онтологии верхнего уровня). Чем ниже уровень, на котором установлено соответствие между онтологиями, тем выше вероятность того, что выбранный Web-сервис соответствует потребностям пользователя, а его вызов приведет к ожидаемым результатам.

Помимо проблемы поиска программных компонентов в сети, существует риск выбора веб-сервиса, не в полной мере соответствующего требованиям реального бизнеса (например, из-за установленных ограничений на требуемые ресурсы или с неадекватным описанием функционала). Кроме того, если отдельные онтологии распределены по разным ресурсам в сети, возможны такие ситуации:

- формальное описание онтологий сервисов с одинаковой функциональностью отличаются на разных сетевых ресурсах;
- описание онтологий на одном и том же ресурсе может быть представлено с разной степенью детализации;
- не существует общего формата для представления релевантной информации в онтологиях, чтобы пользователи могли сделать однозначный выбор в пользу того или иного компонента.

Возникает задача: связать все существующие и возможные онтологии описания бизнес-процессов и сервисов в Semantic Web. Для преодоления недостатков отдельных онтологий предлагается создание и использование единой референтной модели, объединяющей онтологии различных сервисов. Ее цель состоит в том, чтобы собрать в одной онтологии, описать и дать ссылки на существующие онтологии и сервисы в целях их дальнейшей интеграции.

Благодаря референтной онтологии, онтологии отдельных приложений могут быть относительно легко связаны друг с другом в Semantic Web. Для поиска онтологии или их фрагментов по отдельным бизнес-процессам в референтной онтологии предлагается создание web-сервиса, реализующего запросы пользователей сервис-ориентированных приложений. Онтология приложения в таком случае выступает как подмноже-

ство референтной модели, полученное по результатам обработки SQL-подобного запроса (SPARQL-запроса). На рис.1 представлен фрагмент разработанной референтной онтологии малого бизнеса, которая может включать или ссылаться на конкретные онтологии, представляющие тот или иной бизнес-процесс и веб-сервис.

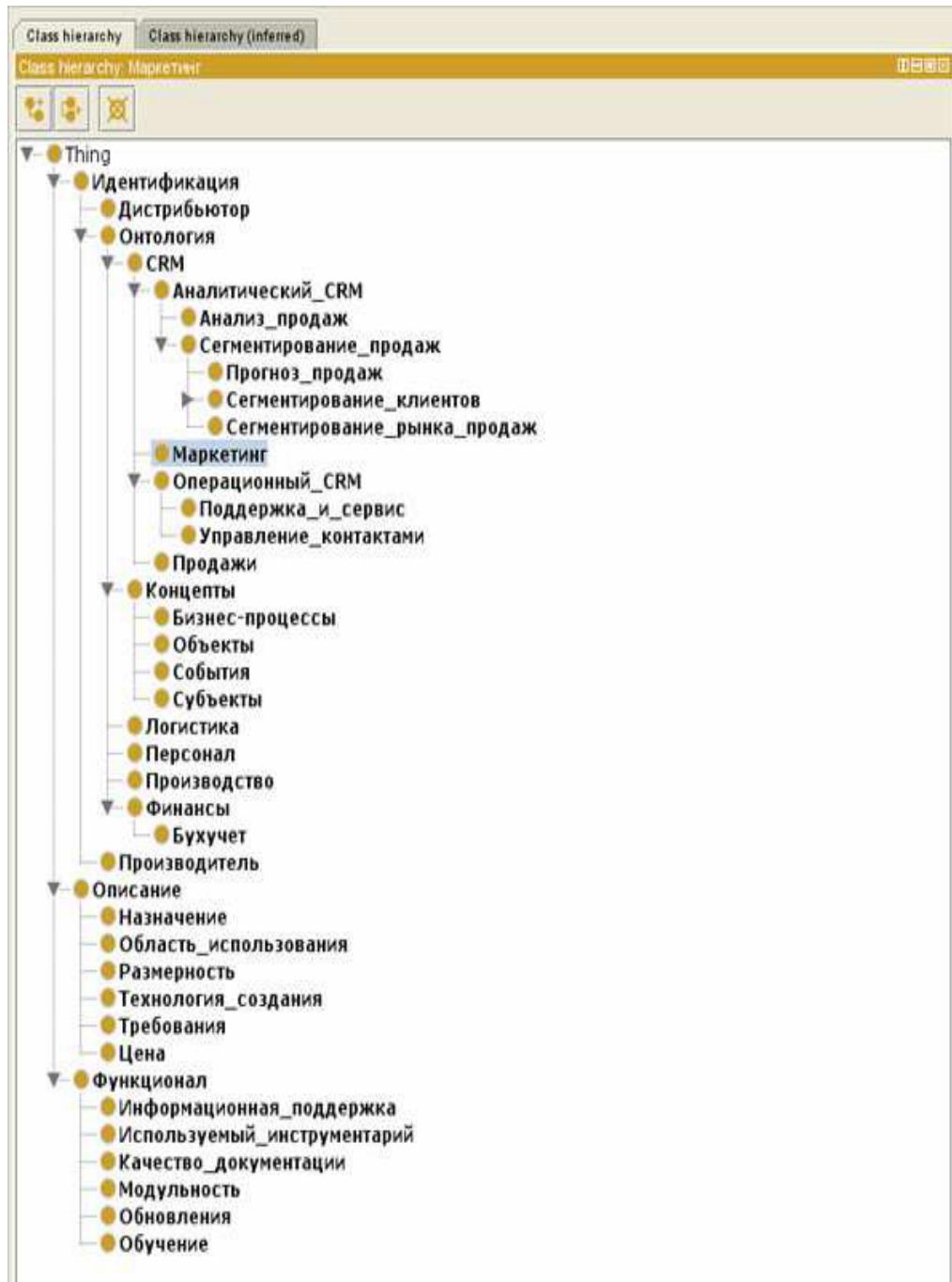


Рис.1 Референтная онтология малого бизнеса (фрагмент)

Основными классами референтной онтологии являются классы: Идентификация сервиса, Функционал сервиса, Производительность сер-

виса (нефункциональные показатели качества QoS), Онтология бизнес-процессов, Концепты (включая Операцию, Объекты, События, Субъекты). Класс Идентификация предоставляет информацию о веб-сервисе, его разработчике и провайдере. Подкласс Онтология содержит данные об онтологии, реализующей конкретный бизнес-процесс, URI и др. Подкласс Описание содержит информацию о содержании и форме представлении онтологии бизнес-процесса. В подклассе Назначение представляются описание реализуемых онтологией бизнес-процессов, ссылки на on-line документацию, список основных концептов, связей и реализуемых операций.

В классе Технология создания описывается метод создания онтологии, принципы представления и разделения знаний в онтологии. В случае, если сама онтология представляется как интеграция других онтологий, указывается перечень этих базовых онтологий. Класс Требования представляет описание требований к программному и техническому обеспечению. Эти требования во многом определяют совокупную стоимость владения сервиса. В разделе Область использования могут быть описаны ссылки на готовые приложения и сервисы, использующие данную онтологию. В разделе Функциональность приводится информация, необходимая пользователю в проектах создания информационной системы [5].

Таким образом, созданная референтная онтологическая модель становится основой процесса создания сервис-ориентированной архитектуры. Структурированное описание информации, предоставляемой различными сервисами, обеспечивает поддержку автоматической интеграции разнородных приложений, из которых формируется распределенная информационная система.

### **Список литературы**

1. Menasc e D., Casalicchio E., Dubey V. On optimal service selection in Service Oriented Architectures // Performance Evaluation. 2010, Vol. 67, no. 8, P. 659–675.
2. Zimmermann, Al., Schmidt, R., Sandkuhl, K., Wiбotzki, M., Jugel, D. & M hring, M. (2015). Digital Enterprise Architecture - Transformation for the Internet of Things / IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC 2015), SoEA4EE Workshop, Adelaide, Australia, Vol.19.
3. Душкин Д.Н. Анализ чувствительности веб-сервисов в задаче выбора оптимальной конфигурации систем с сервисно-ориентированной архитектурой // Управление большими системами. 2012. Вып. 40. С. 164–182
4. Terlouw L., Albani A. An Enterprise Ontology-Based Approach to Service Specification // IEEE Transactions on Services Computing, 2013. vol. 6, no. 1, pp. 89-101
5. Шполянская И.Ю. Референтная онтологическая модель бизнеса как основа создания web-ориентированных систем и сервисов // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). 2015. № 2 (50). С. 220-226

УДК 303.732.4

**Угрюмова Анастасия Ивановна,**  
магистрант

## **РОЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА В УПРАВЛЕНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ**

Россия, г. Санкт-Петербург, Университет ИТМО,  
asana.morose@yandex.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается вариант распределения функций между системой и оператором системы, вводится понятие интеллектуального элемента, взамен имеющего негативную коннотацию понятия «человеческого фактора», подвергается разбору сценарий усложнения системы в процессе достижения системы барьера сложности.

**Ключевые слова:** системный анализ, информационная безопасность, интеллектуальный элемент, автоматизация, производительность.

*Anastasia I. Ugrumova,*  
Graduate student

## **THE ROLE OF INTELLECTUAL ELEMENT IN INFORMATION SYSTEM MANAGEMENT**

Russia, Saint Petersburg, ITMO University, asana.morose@yandex.ru

**Abstract.** The article deals with the distribution of functions between the system and the operator of the system, introduces the concept of the intellectual element, instead of having a negative connotation of the concept of the "human factor", the scenario of complicating the system in the process of reaching the barrier system is subjected to analysis.

**Keywords:** system analysis, information security, intellectual element, automation, performance.

Внедрение информационных технологий не всегда ведет к росту производительности, зачастую даже увеличивая степень дисфункции. В результате, затраты на технологию часто конкурируют с ее преимуществами. Представляется, что при внедрении информационных технологий обратного пути уже нет, и что остается положиться на грамотное управление сложными системами.

В основах системного анализа выделяются два понятия: управление в системе и управление системой. Первое понятие является независимой от метода и средств исполнения внутренней функцией системы, в

то время как второе – внешняя функция, которая обеспечивает необходимые условия работоспособности рабочего окружения. Разделение этих понятий позволяет при проектировании и дальнейшем изменении системы повысить производительность и при этом соблюсти правила информационной безопасности, что особенно актуально в свете развития данной области [1].

Именно здесь раскрывается вопрос какие функции можно доверить на управление системе, а какие оставить на контроль человека. Однозначный ответ, не зная возможностей и назначения системы, дать сложно, однако базовые функции, присущие большинству систем и учтываемые эргономикой [3], определены (Таблица 1).

*Таблица 1*  
**Распределение функций между системой и оператором**

<b>Оператор системы</b>	<b>Система</b>
распознавание ситуации в целом по ее многим сложно связанным характеристикам, а также при неполной информации о ней	выполнение всех видов математических расчетов
осуществление функций индуктивного ввода, т.е. обобщению отдельных фактов в единую систему	решение задач, требующих дедуктивного вывода, т.е. получения на основе общих правил решений для частных случаев
решение задач, в которых отсутствует единый алгоритм или нет четко определенных правил обработки информации	выполнение однообразных, постоянно повторяющихся операций, реализуемых по заданному алгоритму
решение задач, в которых требуется гибкость и приспособляемость к изменяющимся условиям, особенно задач, появление которых заранее трудно предвидеть	хранение и динамическое представление больших объемов однородных данных
решение задач с высокой ответственностью в случае возникновения ошибки	выполнение действий, требующих высокой скорости и реакций на команду.

Именно оператор системы является носителем интеллектуального элемента.

Интеллектуальный элемент – понятие, позаимствованное из юриспруденции [5], под которым понимается сознание действия и предвидение, как правило, неизбежности, а в отдельных случаях – реальной возможности наступления последствий. Вводится взамен имеющего негативную коннотацию понятия «человеческого фактора».

В данный момент развития информационных технологий, интеллектуальный элемент свойственен естественному интеллекту, хотя многие энтузиасты рассчитывают передать бразды правления в данной об-

ласти в руки искусственного интеллекта, однако пока еще не могут справится с ошибками машинного обучения [2].

Роль интеллектуально элемента можно продемонстрировать на рис. 1.

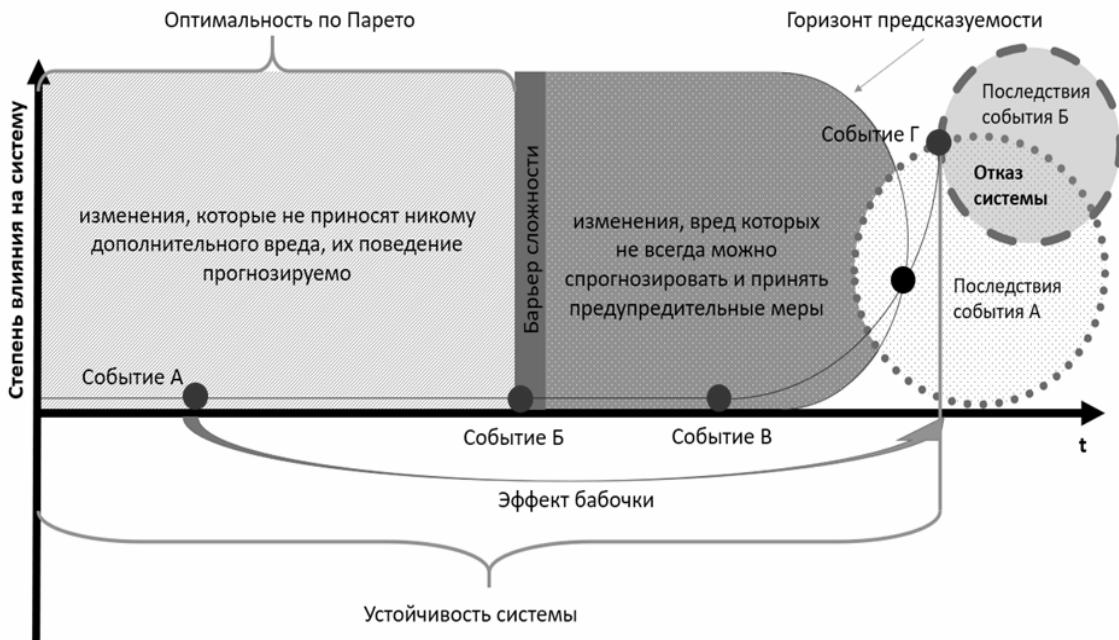


Рис.1. Сценарий усложнения системы

В качестве исходных данных имеем простую информационную систему, изменения в которой на первом этапе, согласно оптимальности Парето, не приносят никому вреда, т.е. являются улучшениями. Поэтому последствия события «А», которые наступят в будущем, представляются выгодными при сохранении уровня сложности. Событие «Б», является причиной появления «барьера сложности», являющимся воображаемым барьером, который отделяет простые системы от сложных систем.

Сложной является система, компоненты которой взаимодействуют с достаточной сложностью, которую они не могут предсказать стандартными линейными уравнениями; так много переменных работают в системе, что ее общее поведение может быть понято только как неотъемлемое следствие целостной суммы всех введений, встроенных внутри.

Простая система может порождать только системы меньшей сложности. Напротив, достаточно сложная система может создавать более сложные системы, чем сама [2]. Редукционизм не работает со сложными системами, а целое больше, чем сумма частей. Т.е. существует возможность лишь предсказать (а не утверждать с уверенностью) наиболее вероятное поведение сложной системы только для определенного участка ее развития, имея исходные данные (чаще всего полученные в результате исторического анализа) и представления о динамике ее развития. Так,

например, можно проследить «эффект бабочки» (когда незначительное событие в прошлом ведет к большим последствиям в будущем) для события «А», случившегося в исторической ретроспективе, на этапе функционирования простой информационной системы, до перехода барьера сложности. Событие «А» изначально прогнозировалось для расширения функционала, но не был предусмотрен вариант взаимодействия с более сложными связями.

Горизонт предсказуемости – граница действия интеллектуального элемента. Событие «В» (событие, когда оператор принимает на себя осознанный риск [4], т.к. барьер сложности пройден, и вред от изменений системы на данном этапе сложно, иногда даже объективно невозможнно, спрогнозировать, чтобы успеть принять предупредительные меры) порождает настолько сложные связи, что его последствия пересекают горизонт предсказуемости, но еще остаются в рамках устойчивости системы, несмотря на возможные ошибки исполнения. Однако следующее за ним событие «Г», разворачивающееся в поле последствий событий «А» и «Б», приводит к отказу системы, которую так же можно идентифицировать, как ошибку управления в системе.

Таким образом, мы можем исключить оператора из управления в системе, но не можем исключить его из управления системой, т.к. за ним закрепляется ответственность корректного выполнения функций системы управления, а при возникновении отказов именно оператор должен перевести объект управления в так называемое безопасное состояние. Именно интеллектуальный элемент поддерживает устойчивость развивающейся системы.

### **Список литературы**

1. F. De Felice, A. Petrillo. Human Factors and Reliability Engineering for Safety and Security in Critical Infrastructures – Springer, 2018. – 258 p.
2. J. Brockman. What to Think About Machines That Think: Today's Leading Thinkers on the Age of Machine Intelligence – Harper Perennial, 2015. – 576 p.
3. Сергеев С.Ф. Инженерная психология и эргономика: Учебное пособие – М.: НИИ школьных технологий, 2008. – 176 с.
4. B. Schneier. Beyond Fear: Thinking Sensibility about Security in an Uncertain World. USA: Copernicus Books, 2003, 295 p.
5. Уголовное право России. Общая часть: Учебник / Под ред. В.П. Ревина. – М.: Юстицинформ. 2016. – 580 с.
6. Devaney Robert L. Introduction to Chaotic Dynamical Systems , 2nd ed. – Westview Press, 2003. – 360 p.

*Степашкина Елена Валерьевна<sup>1</sup>,*  
*руководитель группы,*  
*Горбачев Иван Владимирович<sup>2</sup>,*  
*канд. техн. наук, доцент,*  
*начальник учебного управления,*  
*Бужерак Юлия Эдуардовна<sup>2</sup>,*  
*студент*

**РЕИНЖИНИРИНГ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ  
АВИАПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ  
ПРИ ВНЕДРЕНИИ PDM-СИСТЕМЫ**

<sup>1</sup>Акционерное общество «Ульяновское конструкторское бюро  
приборостроения»  
432071, г. Ульяновск, ул. Крымова, 10а  
E-mail: e.stepashkina85@mail.ru

<sup>2</sup>Ульяновский государственный технический университет  
432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32  
E-mail: giv.uln@gmail.com

**Аннотация.** В данной статье приведен анализ бизнес-процессов авиаприборостроительного предприятия после внедрения PDM-системы. Выделены основные преимущества автоматизации предприятия и внедрения PDM-системы. Приведен обзор результатов работы PDM-системы на предприятии.

**Ключевые слова:** Рейнжиниринг, оптимизация, бизнес-процесс, анализ, PDM-система, электронный документооборот.

*Elena V. Stepashkina<sup>1</sup>,*  
*Group Leader,*  
*Ivan V. Gorbachev<sup>2</sup>,*  
*PhD, Associate Professor,*  
*Head of the Education Department,*  
*Juliya E. Buzherak<sup>2</sup>,*  
*Student*

**REENGINEERING OF BUSINESS PROCESSES OF AN AIRCRAFT  
INSTRUMENT MAKING ENTERPRISE WHEN IMPLEMENTING  
THE PDM-SYSTEM**

<sup>1</sup>JSC Ulyanovsk instrument manufacturing design bureau  
432071, Ulyanovsk, Krymova st., 10a  
E-mail: e.stepashkina85@mail.ru

<sup>2</sup> Ulyanovsk state technical university  
432027, Ulyanovsk, Severnii Venetz st., 32  
E-mail: giv.uln@gmail.com

**Abstract.** This article provides an analysis of the business processes of the aircraft instrument-making enterprise after the implantation of the PDM-system. The main advantages of automation of the enterprise and introduction of the PDM-system are singled out. The review of the PDM-system work results at the enterprise is given.

**Keywords:** Reengineering, optimization, business process, analysis, PDM-system, electronic document management.

Общей проблемой для отечественных предприятий авиастроительной отрасли является отставание от западных конкурентов в автоматизации различных аспектов своей деятельности, вследствие обмена информацией как с другими предприятиями, так и внутри организации посредством «бумажного» документооборота. Применение «бумажного» документооборота приводит к значительным финансовым затратам на канцелярию, временными издержками, увеличению штата и т.п. Применение CAD-систем при разработке конструкторской документации приводит к повышению эффективности работы разработчиков, но никак не влияет на согласование и последующее использование разработанных документов.

Оптимизация обмена и доступа к данным и переход к электронному документообороту приведет к сокращению затрат на обмен информацией и, как следствие, повышение эффективности проектирования и производства изделий в целом. Создаст фундамент для внедрения новых подходов для извлечения, сохранения и повторного использования проектных знаний [4]. Решение перечисленных задач требует стратегического подхода к автоматизации и обмена данными, который осуществляется внедрением технологий CALS.

Для представления данных на изделие в электронном виде необходимо комбинированное хранилище данных и документов об изделии. Вопросами управления формализованными и неформализованными данными возлагается на PDM системы.

Работа любого предприятия – это целый ряд процессов и задач, для решения которых задействованы люди, техника, технологии и материалы. Разграничение обязанностей и полномочий предполагает, что на различных этапах решением этих задач занимаются разные отделы и подразделения. И результат зависит не только от того, насколько профессионально каждое звено этой цепи справляется со своим участком работы, но и того, насколько слаженно все они взаимодействуют.

Роль связующего звена между различными отделами и подразделениями предприятия выполняет отдел технической документации (ОТД) (рис. 1).

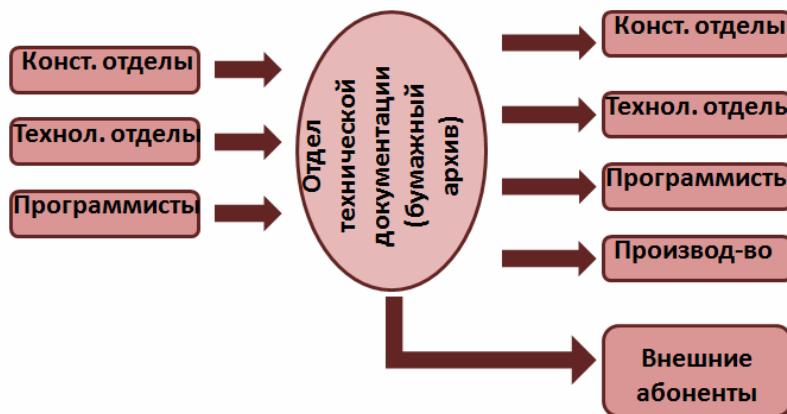


Рис. 1. Работа отдела технической документации.

При наличии на предприятии только бумажного документооборота, в частности подлинники на бумажных носителях, возникает проблема, связанная с разработкой конструкции и технологии изделия. Для каждого разрабатываемого изделия в целом и для составляющих его узлов и деталей выпускается огромное количество различных документов, кроме собственно чертежей – спецификации, ведомости материалов и комплектующих, специфицированные нормы расхода материалов и т.д. Еще большее количество документов связано с технологической подготовкой – эскизы и чертежи оснастки, маршрутные и операционные карты, расчеты режимов резания, управляющие программы для станков с ЧПУ и т.д. По статистике на один конструкторский документ, например, лист чертежа формата А4 может приходиться до 15 листов технологической документации. В случае изменения конструкции или технологии изготовления выпускаются извещения об изменении, разрешения на замену материалов или на временное отступление от нормативной документации [3].

В современной высоко конкурентной среде скорость разработки и вывода на рынок новых продуктов является одним из ключевых факторов успеха для предприятия. С целью повышения конкурентоспособности предприятия на рынке потребовалось произвести автоматизацию всей деятельности, следовательно, внедрение новых информационных технологий.

Применение новых информационных технологий может привести не только к принципиальным изменениям в деятельности сотрудников, но и к полной замене существующих бизнес-процессов [1].

Автоматизация предприятия — перспективное направление, позволяющее:

- заменить ручной труд;
- снизить расходы предприятия;
- повысить эффективность деятельности;
- упростить многие процессы.

Для организации работы конструкторов, технологов и других специалистов в едином информационном пространстве было произведено внедрение PDM-системы, что позволило (рис. 2):

- принимать и хранить проект изделия в электронном виде;
- эффективно отслеживать текущее состояние проектируемого изделия;
- организовывать быстрый авторизованный просмотр всех моделей и документов;
- обеспечивать оперативный обмен информацией между разработчиками разных подразделений.

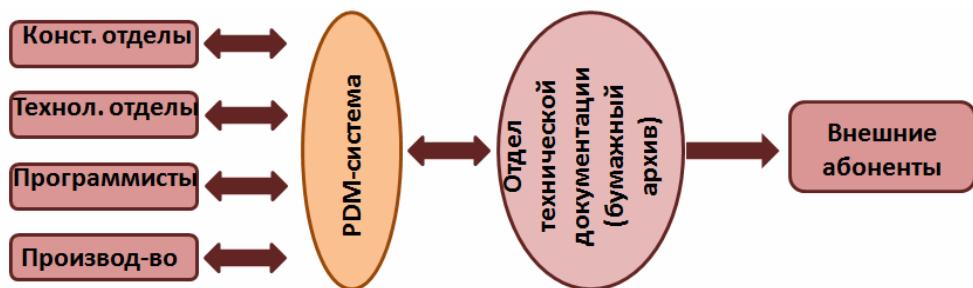


Рис. 2. Работа PDM-системы и подразделений предприятия.

Основные задачи PDM-систем это структурирование всей информации об изделии, управление конструкторским документооборотом, ведение архива конструкторской и технологической документации и, конечно, интеграция с CAD-системами и системами технологического проектирования. PDM-система на предприятии является, по сути, центром интегрированной системы управления, связующим звеном между всеми системами в корпоративной среде предприятия. Использование PDM-систем позволяет решить не только проблемы, связанные с документооборотом предприятия. Одним из важнейших преимуществ использования PDM-системы является возможность формирования на предприятии непротиворечивой базы нормативно-справочной информации и поддержки ее в актуальном состоянии [3].

PDM-система решает задачи структурирования всей информации об изделии, управления конструкторским документооборотом, ведения архива конструкторской и технологической документации и, конечно, интеграции с CAD-системами для конструирования и системами технологического проектирования. PDM-система на предприятии является, по

суги, центром интегрированной системы управления, связующим звеном между всеми системами в корпоративной среде предприятия.

Реинжиниринг предприятия позволяет фундаментально переосмыслить и радикально перестроить процессы для того, чтобы добиться одновременного и значительного улучшения главных показателей работы, таких как стоимость, качество и скорость исполнения.

В результате внедрения PDM-системы по средствам реинжиниринга снизились временные затраты разных подразделений на поиск в архивах необходимой документации и ее обработку, также на ожидание запрошенной документации, ее копирование, доставку и т.д. Следовательно, электронный документооборот между разными отделами и подразделениями предприятия привел к:

- значительному сокращению времени обмена документами – электронный документ передается почти мгновенно;
- сокращению времени на ввод входящих документов в информационную систему;
- снижению количества ошибок при вводе;
- экономии на расходные материалы, почтовые и курьерские расходы;
- удобному и быстрому поиску документов;
- мгновенной выборке документов по заданным параметрам;
- высвобождению офисных площадей от накопившихся документов;
- защите документов от безвозвратной утраты или повреждения;
- четкому разграничению доступа к документам;
- возможности одновременного обращения к документу любого количества уполномоченных пользователей.

Внедрение PDM-систем представляет собой трудоемкий и сложный процесс, требующий значительных затрат не только финансовых ресурсов, но и личного времени как внедренцев, так и персонала предприятия. Внедрение PDM-систем (как и любого другого корпоративного ПО) обычно идет тяжело не из-за каких-либо технологических проблем, а из-за инерции персонала предприятия (конкретных людей), не желающего работать по-новому. В сознании большинства людей всегда существуют определенные психологические барьеры, которые заставляют их сопротивляться любым изменениям. Поэтому необходимо любым способом (моральным или материальным) заинтересовать (или заставить) персонал предприятия, участвующий в процессе внедрения (и последующей эксплуатации) PDM-системы, эффективно работать [2].

### **Список литературы**

1. Зильбербург Л.И., Молочник В.И., Яблочников Е.И. Реинжиниринг и автоматизация технологической подготовки производства в машиностроении. – СПб: Изд. Компьютербург, 2003. – 149 с. / [Электронный ресурс] // Режим доступа:

- <https://bookini.ru/reinzhiniring-i-avtomatizatsiya-tehnologicheskoy-podgotovki-proizvodstva-v-mashinostroenii/107>
2. Липунцов Ю.П. Управление процессами. Методы управления предприятием с использованием информационных технологий / Ю.П. Липунцов - М.: ДМК Пресс, М.: Компания АйТи. 2003.- 224 с.
  3. Черняков А.Г. Опыт внедрения интегрированных систем управления на промышленных предприятиях: построение ERP-системы на базе Microsoft Axapta, интеграция с системами CAD/CAM и PDM / Черняков А.Г. / [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://masters.donntu.org/2009/fvti/fedorenko/library/art5.htm>
  4. Kozintsev O. A model for storing and presenting design procedures in a distributed service-oriented environment/O. Kozintsev, A. Pokhilko, L. Kamalov, I. Gorbachev, D. Tsygankov//Moving Integrated Product Development to Service Clouds in the Global Economy: Proceedings of the 21st ISPE Inc. International Conference on Concurrent Engineering, 2014, P. 84-91

УДК 004.7

*Кучерова Кристина Николаевна*  
аспирант

## **АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ МИГРАЦИИ БАЗ ДАННЫХ БЕЗ ОСТАНОВКИ СЕРВИСОВ ВЫСОКОНАГРУЖЕННОЙ СИСТЕМЫ**

Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический университет,  
[kristina.mylife@gmail.com](mailto:kristina.mylife@gmail.com)

**Аннотация.** В статье анализируются новые алгоритмы изменения структуры базы данных высоконагруженной системы при сохранении доступности ее сервисов в режиме 24/7. В основе сравниваемых алгоритмов реализована идея репликации и миграции баз данных в новую структуру. Предложенные алгоритмы сравниваются по критериям трудоемкости и области применения в Интернет приложениях.

**Ключевые слова:** база данных, высоконагруженная система, большие данные, миграция данных, изменение структуры данных, Интернет приложения, доступность сервисов.

*Kristina N. Kucherova*  
PhD Student

## **ANALYSIS OF THE DATABASE MIGRATION ALGORITHMS WITHOUT SERVICE OUTAGE OF THE HIGH LOADED SYSTEM**

St. Petersburg, St. Petersburg Polytechnic University, kris-tina.mylife@gmail.com

**Abstract.** New algorithms for altering the database structure on a high loaded system with 24/7 service availability are presented. New idea of data replication and migration to new data structure is realized based on compared algorithms. The proposed algorithms are compared using criteria of the efforts and implementation in the area of the Internet applications.

**Keywords:** database, high loaded system, big data, data migration, data structure altering, Internet applications, service availability.

Современные требования к высоконагруженным информационным системам меняются стремительно, и сами они тоже должны реагировать на новые реалии. При высоких нагрузках в режиме 24/7 Интернет системы чувствительны даже к небольшим изменениям, и при больших объемах баз данных (БД) действовать нужно осторожно, чтобы при внесении изменений не повлиять на текущую функциональность системы. Одним из таких решений является репликация и миграция данных в новую структуру параллельно с работой системы.

Применительно к MS SQL Server, существуют следующие встроенные механизмы:

- репликация данных;
- SQL Server Integration Services (SSIS) пакеты;
- шаблоны экспорта/импорта данных.

Однако при высокой нагрузке не получается использовать стандартные механизмы. Нельзя внести изменения в большой таблице (более 500 млн. записей), которая активно используется в системе, не останавливая нагрузку и сохранив доступность системы в целом. В MS SQL Server добавление индекса с опцией ONLINE не работает по причине возникновения эффекта снежного кома при внесении изменений в рабочей системе. Новые запросы накапливаются, Интернет серверы испытывают повышенную нагрузку, порождая все больше запросов к БД, и время отклика увеличивается не только на изменение объектов, но и на другие запросы. Поэтому важно вносить изменения в систему, не влияя на ее общую работоспособность.

Эффекта снежного кома при изменении больших данных можно избежать, используя технологию создания новой БД и миграции данных в новую структуру. Для этого изучены различные источники [1-6], предлагающие варианты модификации структуры большой таблицы, переноса таблиц данных в другие БД, копирования всей БД на другой сервер. В данном анализе предлагаются три алгоритма миграции, позволяющие перенести данные в новую структуру без остановки Интернет сервисов. Для удобства сравнения приведена их оценка по трудоемкости (от 1 до 3), количеству входящих данных и итоговой фрагментации БД.

Объектом исследования являются высоконагруженные системы доступности 24/7 с таблицами БД более 1 млрд. записей, которые нужно изменять в реальном режиме времени одним из следующих способов:

- добавить или модифицировать индекс таблицы;
- изменить тип или размерность поля в таблице данных;
- изменить статус поля таблицы данных (например, not null).

Далее описаны алгоритмы модификации больших данных БД, позволяющие минимизировать время простоя высоконагруженной системы до миллисекунд. Для примера используется таблица Client.

### **Алгоритм 1. Использование представления с триггером**

1. Создать таблицу ClientNew со всеми индексами.
2. Создать представление ClientView, объединяющее новую и старую таблицы.
3. На представление ClientView создать триггер на операцию INSERT, который вставляет данные только в новую таблицу ClientNew.
4. Создать триггер на операции UPDATE и DELETE, который выполняет эти операции на обеих таблицах.
5. Старую таблицу Client переименовать в ClientOld, а в представлении ClientView внести изменения, чтобы выборка шла из ClientOld и ClientNew.
6. Запустить код, который переносит данные из старой таблицы ClientOld в новую таблицу ClientNew блоками.
7. После завершения переноса данных переименовать представление Client в ClientView, а таблицу ClientNew в Client.
8. Удалить таблицу ClientOld и представление ClientView.

Этот алгоритм простой в реализации и подходит для систем и таблиц с количеством изменяемых записей менее 5000 в минуту. После миграции степень фрагментации новой таблицы будет высокой, и нужно запланировать регламентные работы по устранению фрагментации. Данный алгоритм подходит при сравнительно небольшой нагрузке системы или при большом объеме кода, в котором используется таблица.

Однако при интенсивной записи/изменении/удалении данных подход может привести к замедлению работы системы. Если алгоритм используется в высоконагруженной системе с большим потоком данных, то необходимо снизить нагрузку следующим образом. В системе определить 2-3 популярных места в коде с записью/изменением таблицы БД и изменить их таким образом, чтобы внесенные изменения работали напрямую с таблицей, а не с представлением. Важно вернуть предыдущую версию кода, работающую с таблицей Client, на шаге 7.

## **Алгоритм 2. Большое изменение кода**

1. Создать новую таблицу ClientNew со всеми индексами.
2. Создать представление ClientView, объединяющее новую и старую таблицы.
3. Сохранить текущую версию процедур и запросов, т. к. она будет использована для отката после завершения миграции.
4. Во всех случаях, где есть работа с таблицей Client, необходимо выполнить следующие изменения:
  - SELECT выборка данных из таблицы Client меняется на выборку из представления ClientView;
  - INSERT заменяется на вставку в таблицу ClientNew;
  - UPDATE и DELETE должны быть выполнены на обеих таблицах.
5. Запустить код переноса блоками из старой таблицы Client в новую таблицу ClientNew.
6. Раз в полчаса и по окончании миграции нужно запускать операцию UPDATE STATS по обеим таблицам в ходе миграции.
7. Удалить старую таблицу Client из представления ClientView.
8. Запустить перестроение индексов старой таблицы Client, чтобы освободить место, или сразу сделать удаление таблицы.
9. Переименовать старую таблицу Client в ClientOld.
10. Переименовать новую таблицу ClientNew в исходную Client.
11. Создать таблицу ClientNew.
12. Откатить все изменения в процедурах на исходную версию с одной таблицей Client.

Этот алгоритм самый трудоемкий, но его достоинство в том, что влияние на систему минимально. Он подходит для высоконагруженных систем в случае чувствительности к времени отклика системы и доступности сервисов. Фрагментация в новой таблице также будет высокая, и необходимо устраниć ее в плановом режиме. В случае большой популярности таблицы, на шаге 10 и 11 можно использовать прием – убрать разрешения на таблицы, выполнить переименование и вернуть разрешения в одной транзакции. Это позволит серверу БД получить доступ к измененной схеме быстро и безболезненно.

## **Алгоритм 3. Репликация таблиц БД**

Выше представленные алгоритмы протестированы автором на промышленных системах. Следующий алгоритм использовался в тестовой среде, но не был применен в промышленной эксплуатации.

1. Создать таблицу ClientNew без индексов.
2. Добавить историю изменений, т. е. таблицу ClientLog для основной таблицы путем создания триггера (см. алгоритм 1 шаги 3 и 4) или

модификации процедур (см. алгоритм 2 шаг 4). В журнал изменений будут записаны только операции на таблице по следующей схеме:

- LogID, LogData, все поля таблицы;
- тип операции: INSERT, UPDATE, DELETE;
- в таблице с журналом изменений должен быть последовательный идентификатор записей для упорядочивания последовательности применения изменений.

3. Вместо таблицы с журналом изменений можно использовать очередь с последовательной обработкой сообщений для ведения журнала.

4. Активировать протоколирование таблицы в журнал изменений.

5. После того как началось ведение журнала, нужно подготовить свежую резервную копию БД с таблицей Client и ClientLog, восстановить ее на другом сервере. Если такой возможности нет, можно использовать исходную таблицу.

6. Далее необходимо запустить процедуру BCP OUT из основной таблицы Client (или из резервной копии). Необходимо обратить внимание на разделитель записей, если в таблице присутствуют текстовые данные. Рекомендуется сделать разделитель нестандартным и обязательно проверить, что он не встречается по вхождению в текстовых полях таблицы БД.

7. Загрузить данные через BCP IN или BULK INSERT в новую таблицу ClientNew.

8. Создать кластерный индекс для таблицы ClientNew.

9. Сохранить текущий последний ID в таблице ClientLog. Применить изменения из журнала ClientLog в той же последовательности, в которой они находятся в таблице.

10. Создать остальные индексы для таблицы ClientNew, которые нужны для работы.

11. Переименовать старую таблицу Client в ClientOld.

12. Применить оставшиеся операции из таблицы ClientLog с момента сохраненного ID на этапе 8.

13. Переименовать новую таблицу ClientNew в таблицу Client.

14. Сравнить данные старой и новой таблиц. Если невозможно сделать это полностью, то сравнить количество записей до даты миграции или данные по имеющемуся последовательному идентификатору. Если таблица хаотична и не имеет никакого поля определения последовательности, то использование данного алгоритма является рискованным, т. к. могут возникнуть ошибки на этапе применения изменения из таблицы журнала, что может привести к некорректности данных. Однако если все этапы алгоритма выполнены верно, то данные будут перенесены без ошибок.

## 15. Удалить старую таблицу ClientOld.

Данный алгоритм требует внимательности при проверке данных и применении изменений из журналов изменений. Он обладает средней трудоемкостью и в то же время подходит для высоконагруженных систем. Алгоритм обладает некоторым временем простоя на шаге 10. Если перед переименованием старой таблицы сделать применение изменений из журнала изменений в новую таблицу, то время простоя будет равно переносу накопившихся изменений. Алгоритм применим при наличии свободного места на сервере для репликации второй такой же большой таблицы БД. Достоинство описанного подхода состоит в том, что фрагментация полученной таблицы БД будет низкая.

В таблице 1 приведены сравнительные характеристики описанных трех алгоритмов. Наиболее трудоемким является алгоритм 2, он эффективен для таблиц БД с большим количеством изменений, но и его влияние на систему минимально. Алгоритм 3 эффективен для систем, где большое значение имеет фрагментация данных.

*Таблица 1*

**Сравнительная таблица алгоритмов модификации больших данных БД высоконагруженных систем**

Алгоритм миграции данных	Трудоемкость	Транзакций в минуту	Фрагментация данных
1	1	< 5000	Высокая
2	3	> 5000	Высокая
3	2	> 5000	Низкая

## Заключение

Представленные алгоритмы модификации больших данных БД эффективны в тех случаях, когда необходимо изменить работающую таблицу БД при сохранении доступности высоконагруженных систем в режиме реального времени 24/7 без остановки сервисов. При выборе алгоритма рекомендуется учитывать факторы сложности и трудоемкости преобразований, объема данных БД и их фрагментации, наличие свободного места на сервере БД для репликации, а также требования к доступности информационной системы. Миграция данных под нагрузкой на активно используемой системе невозможна полностью без простоев, но их можно минимизировать до незначительно малых интервалов времени (миллисекунд) при соблюдении описанных требований и алгоритмов миграции данных.

## Список литературы

1. Мещеряков С. В., Иванов В. М. Построение объектно-реляционных моделей баз данных с произвольным набором атрибутов // Системы управления и информационные технологии. – 2005. – Т. 21. – № 4. – С. 82-86.
2. Мещеряков С. В. Сравнительный анализ вариантов организации иерархии в базах данных // Системы управления и информационные технологии. – 2009. – Т. 35. – № 1. – С. 34-37.
3. Мещеряков С. В., Иванов В. М. Методы оптимального проектирования баз данных производственного оборудования. – СПб: СПбГПУ, 2012. <http://gpupress.ru/>
4. Fisher K. Altering Column in a Large Table: A Case Study. – SQL Studies, 2016. <https://sqlstudies.com/2016/07/14/altering-a-column-in-a-large-table-a-case-study/>
5. Shah J. SQL Server Database Migration Checklist. – MS SQL Tips, 2010. <https://www.mssqltips.com/sqlservertip/1936/sql-server-database-migration-checklist/>
6. Yaseen A. How to Copy Tables from One Database to Another in SQL Server. – SQL Shack, 2016. <https://www.sqlshack.com/how-to-copy-tables-from-one-database-to-another-in-sql-server/>

УДК 004.925.5

*Боревич Екатерина Владиславовна,*  
Аспирант,  
*Янчус Виктор Эдмундасович,*  
старший преподаватель

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЦВЕТОВОГО ВОСПРИЯТИЯ КИНОКАДРОВ ЗРИТЕЛЕМ

Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
plasma5210@mail.ru,  
victorimop@mail.ru

**Аннотация.** В статье описаны методы подготовки и проведения вычислительных экспериментов по исследованию цветового восприятия кинокадра зрителем. Проанализированы разносторонние подходы. Подробно описаны процессы подготовки стимульного материала и обработки и анализа статистических данных.

**Ключевые слова:** цветовое решение, цветовое зрение, кинокадр, визуальная привлекательность, статистический анализ, ай-трекер, вычислительный эксперимент, гармонизация кадра.

**Borevich Ekaterina V.**  
PhD Student  
**Yanchus Victor E.**  
Senior Lecturer

## **ANALYSIS OF EXPERIMENTAL RESEARCH METHODS FOR HUMAN COLOR PERCEPTION OF FILM FRAMES**

Russia, St. Petersburg, Peter the Great St. Petersburg  
Polytechnic University  
plasma5210@mail.ru,  
victorimop@mail.ru

**Abstract.** The article describes the methods for preparing and carrying out the computing experiments to study the human color perception of the film frames. Various approaches are analyzed. The processes of stimulus preparation and statistical data computation and analysis are described in details.

**Keywords:** Color Scheme, Color Vision, Film Frame, Visual Attractiveness, Statistical Analysis, Eye-tracker, Computing Experiment, Film Frame Harmonization.

### **Введение**

«Сам феномен цвета непрост: в нем содержится и объективное начало (свет), и субъективное (зрение). В природе цвета не существует, он возникает только в момент нашего восприятия как наше ощущение» [1]. Вопрос гармонизации кинокадра актуален и в наше время [6, 9]. Актуально и исследование роли цветового решения в процессе гармонизации. Проведен ряд экспериментов, направленных на выявление влияния цветовой схемы на восприятие кинокадра зрителем [11, 12].

Необходим комплексный подход и разносторонние методы для полноты охвата исследования влияния цветовых решений на восприятие кадра. За основу теоретической модели была взята схема цветового восприятия человека [10]. Одной из задач является оценить влияние цветовых схем на визуальную привлекательность кадров. Подход нашего исследования начался с поиска объективных параметров для оценки влияния цветового решения кадра. Попытка оценить визуальную привлекательность кадров количественным параметром является научной новизной в исследовании цветового восприятия.

Продолжением изучения вопроса гармонизации стал эксперимент, нацеленный на получение субъективной оценки привлекательности кадров испытуемыми.

## **Методы исследования**

Для проведения качественного эксперимента следует поставить перед испытуемым корректную задачу. В проведенных экспериментах испытуемые решали следующие задачи:

1. Узнавание стимула в затрудненных условиях и сопоставление с ранее увиденным.
2. Узнавание стимула, сопоставление с ранее увиденным и распознавание стимулов.
3. Оценка стимулов по привлекательности, некоторой субъективной сравнительной оценки (отношения) испытуемым одного кадра в разных цветовых решениях.

В результате проведения двух экспериментов выявлена зависимость параметров глазодвигательной активности от цветового решения кадров [11, 12], после чего проведен эксперимент для субъективной оценки стимулов испытуемыми, чтобы сравнить результаты.

## **Стимульный материал**

На подготовительном этапе была создана база из 120 стимулов. В качестве основы для стимульного материала решено было использовать кадры из фильмов и мультфильмов. Кинокадры имеют длительность, однако на данном этапе исследования используются статичные кадры. Все кадры обладали двумя центрами интереса и минимальной смысловой нагрузкой.

Использование и фотореалистичных кадров (из фильмов), и анимационных (из мультфильмов) обосновано несколькими факторами. Во-первых, в анимации часто для упрощения работы аниматоров отсутствуют теневые полутона, что может влиять на восприятие зрителя и отразиться на результатах эксперимента. Во-вторых, в случае с анимационной графикой исключается возможность влияния эффекта неправдоподобности изображения на шаблон рассматривания зрителем стимулов.

Для чистоты эксперимента кадры необходимо было преобразовать в соответствии с выбранными цветовыми схемами (рис. 1). Выбор цветовых решений основывался на трудах исследователей, занимавшихся вопросами воздействия цвета и вопросами цветовых гармоний [2, 5]. Конtrast цветов в процессе перекрашивания был умышленно гипертрофирован для более наглядных результатов.



Рис. 1. Цветовые схемы, используемые в экспериментах

Преобразование цвета в кадрах производилось вручную с помощью инструментария Adobe Photoshop CS6. Процесс подготовки стимульного материала на основе фотореалистичных кадров выполнялся аналогично описанному в статье [11].

Процесс подготовки анимационных стимулов несколько отличается. Первым этапом было незначительное обесцвечивание кадра. Понижалось значение параметра *Saturation* (насыщение), для того чтобы избежать смешивания цветов на дальнейших этапах обработки. После этого выбирались области выделения, соответствующие двум центрам интереса и всему оставшемуся пространству кадра, то есть фону.

В выделенных областях с помощью изменения параметра *Hue* (оттенок) изменялась общая цветность области, но сохранялись взаимные отношения цветовых оттенков в каждой области. При необходимости после преобразования цветности добавлялся фото фильтр для сохранения общей цветовой целостности кадра. В результате в качестве стимульного материала были получены изображения, соответствующие выбранным цветовым схемам (рис. 2).



Рис. 2. Стимульные кадры, полученные преобразованием в соответствии с выбранными цветовыми решениями из оригинального кадра мультфильма «Regular show» (Джеймс Куинтэл, 2010–2017)

Подготовка стимулов связана с задачей, которую должен решать испытуемый во время эксперимента. Например, при постановке задачи узнавания стимула в затрудненных условиях, стимульный материал проходил дополнительный этап обработки, на котором создавалось десять вариантов каждого стимула с разной степенью шума, наложенного на него [11].

### **Экспериментальная установка**

Методы проведения эксперимента зависят от поставленной задачи:

1. Объективная оценка параметров рассматривания стимулов испытуемым.
2. Субъективная оценка испытуемого, выражение своего отношения к увиденному.

Объективно оценить влияние цветового решения на восприятие кадра зрителем позволило использование ай-трекингового оборудования. В проведенных экспериментах использовалась стационарная установка (SMI RED250) совместно с сопровождающим программным обеспечением (Experimental Centre и Be Gaze) [7]. Деятельность глазодвигательной системы человека определяется поставленной задачей [11, 12].

Для сбора данных о субъективной оценке визуальной привлекательности стимулов зрителями создана онлайн форма, позволяющая охватить наибольшее количество испытуемых. Перед испытуемыми стояла задача – выразить свое отношение к демонстрируемым изображениям [8].

### **Результаты анализа статистических данных**

Использование методов статистического анализа возможно при обработке определенного объема данных [4]. Для того чтобы собрать необходимый массив данных, к участию в эксперименте привлекалось более 30 испытуемых и использовалась база из более 30 стимулов.

После сбора данных отбрасываются некорректные данные (данные испытуемых, которые бракованы). К таким относятся данные испытуемых, которым демонстрировалось ограниченное количество стимулов, и данные испытуемых, которые неправильно поняли поставленную задачу. Получаемые данные зависят от поставленной задачи. Более наглядные данные получились, когда испытуемый самостоятельно задавал время демонстрации стимула.

Полученные выборки данных протестированы на нормальность. Для нормально и ненормально распределенных данных использованы разные методы математической статистики [3]. Нормально распределен-

ные выборки имеют более точные методы сравнения. Вычисляются средние значения параметров по разным выборкам. Делается сравнение значений для разных цветовых решений. Для наглядности полученные зависимости оформляются в графическом виде (Бокс-плоты).

## **Выводы**

Технологии экспериментальных исследований с применением приборов фиксации глазодвигательной активности позволяют выявлять объективные закономерности. Результаты экспериментальных исследований показывают актуальность вопросов влияния цветового решения кинокадра на восприятие его зрителем. Полученные объективные закономерности могут быть применены в творческой деятельности человека, связанной с визуальными образами, в различных жанрах кино и областях применения.

## **Список литературы**

1. Железняков В. Н. Цвет и контраст. Технология и творческий выбор: Учебное пособие. — М.: ВГИК, 2001. — 286 с.
2. Иттен И. Искусство цвета. — М.: Изд-во Аронов, 2007. — 96 с.
3. Кабаков Р. И. R в действии. Анализ и визуализация данных в программе R / пер. с англ. П. А. Волковой. — М.: ДМК Пресс, 2014. — 588 с.
4. Куликов Е. И. Прикладной статистический анализ. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: ГЛТ, 2008. — 464 с.
5. Лаптев В. В. Колористические схемы инфографики // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 2: Искусствоведение. Филологические науки. — 2013. — № 4. — С. 32–39.
6. Лотман Ю. М. Семиотика кино и проблемы киноэстетики // Лотман Ю. М. Об искусстве. — СПб, 1998. — 752 с.
7. Орлов П. А., Лаптев В. В., Иванов В. М. К вопросу о применении систем айтрекинга // Научно-технические ведомости СПбГПУ. — 2014. — №5 (205). — С. 84 – 94.
8. Савченко В. А., Боревич Е. В., Янчус В. Э. Исследование влияния цветового решения на визуальное восприятие кинокадра / Неделя науки СПбПУ: материалы научной конференции с международным участием. Институт металлургии, машиностроения и транспорта. Ч. 2 — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017.
9. Тарковский А. А. Беседа о цвете // Киноведческие записки. — 1998. — №1. — С. 5.
10. Юрьев Ф. И. Цветовая образность информации. Том второй. Гармония сфер. — Киев, 2007. — С. 15.
11. Янчус В. Э., Боревич Е. В. Исследование значения цветового решения в процессе гармонизации кинокадра // Научно-технические ведомости СПбГПУ. — 2016. — № 4. — С. 14 – 17.
12. Mescheryakov S. V., Yanchus V. E., Borevich E. V. Experimental Research of Digital Color Correction Models and Their Impact on Visual Fixation of Video Frames // Humanities and Science University Journal. — 2017. — P. 20 – 29.

УДК 65.011.56

*Лебедева Анастасия Владимировна*  
студентка РЭУ им. Г.В. Плеханова (ВФ)  
*Решетникова Анастасия Михайловна*  
студентка РЭУ им. Г.В. Плеханова (ВФ)

*Чурсин Михаил Александрович*  
канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры

## РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

г. Воронеж, РЭУ им. Г.В. Плеханова (ВФ), chur1951@yandex.ru

**Аннотация.** Рассматривается подход к разработке аналитической системы отчетности. Определены основные этапы разработки аналитической системы отчетности, задачи, решаемые на этих этапах. Предложены инструментальные средства разработки аналитической системы отчетности.

**Ключевые слова:** информация, аналитическая система отчетности, компания SAP.

*Lebedeva Anastasia Vladimirovna*  
student REU them. G. V. Plekhanova (VF)

*Anastasia Mikhailovna Reshetnikova*  
student REU them. G. V. Plekhanova (VF)

*Chursin Michael A.*  
candidate of technical Sciences, associate Professor

## DEVELOPMENT OF INFORMATION SYSTEM ANALYTICAL REPORTING AT AN INDUSTRIAL ENTERPRISE

G. Voronezh, REU im. G. V. Plekhanova (VF), chur1951@yandex.ru

**Annotation.** The approach to the development of analytical reporting system is considered. The main stages of the analytical reporting system development and the tasks to be solved at these stages are defined. Instrumental means of analytical reporting system development are offered.

**Keywords:** information, analytical reporting system, SAP company.

Информатизация общества оказывает огромное влияние и на современный бизнес. В условиях жесточайшей конкуренции для стабиль-

ного функционирования и повышения эффективности управления промышленного предприятия важное значение имеет использование современных информационных технологий, которые охватывают все сферы деятельности и подразделения предприятия [2].

В условиях современной рыночной экономики, когда промышленным предприятиям предоставлена полная экономическая, финансовая и юридическая самостоятельность, необходимо усиление функций организации, регулирования и управления на уровне предприятия.

В последние годы стремительно растут потребности руководства промышленных предприятий в анализе разнородной информации, объемы которой с каждым годом увеличиваются. Эта информация хранится в многочисленных информационных учетных системах в различных форматах и, в целом, не подготовлена для анализа. Становится понятным, что ни одна учетная система в отдельности не может обеспечивать менеджеров всей необходимой отчетной информацией для принятия обоснованных управленческих решений и требуются иные подходы к автоматизации задач анализа данных.

Проблемы регулирования и координации деятельности предприятия усугубляются внутренними факторами неопределенности, в том числе представлением неадекватной информации о текущем состоянии, о перспективах развития производства. В связи с этим одну из главных ролей в повышении эффективности управления предприятием играет аналитическая система отчетности. Указанные проблемы возможно решить в рамках отдельного направления в области программного обеспечения системы анализа данных (Business Intelligence) [3]. Подобные системы позволяют консолидировать в едином хранилище большие объемы сведений из различных учетных систем, существующих на предприятии, а также проводить всесторонний анализ собранной информации.

Данные, формируемые в рамках системы аналитической отчетности, позволяют оценивать эффективность работы организации и ее подразделений. Поэтому использование информационной системы аналитической отчетности имеет важное значение для совершенствования и развития системы управления предприятием.

Аналитическая система отчетности не только осуществляет сбор и хранение данных о различных аспектах деятельности предприятия, но и их обработку, анализ результатов которой используется для принятия обоснованных управленческих решений.

Использование аналитических систем ускоряет процесс принятия решений, повышает их оперативность и качество, позволяет более точно оценить результаты деятельности предприятия, спрогнозировать результаты на обозримую перспективу.

Процесс разработки и построения аналитических систем отчетности происходит в несколько этапов (рис.1):

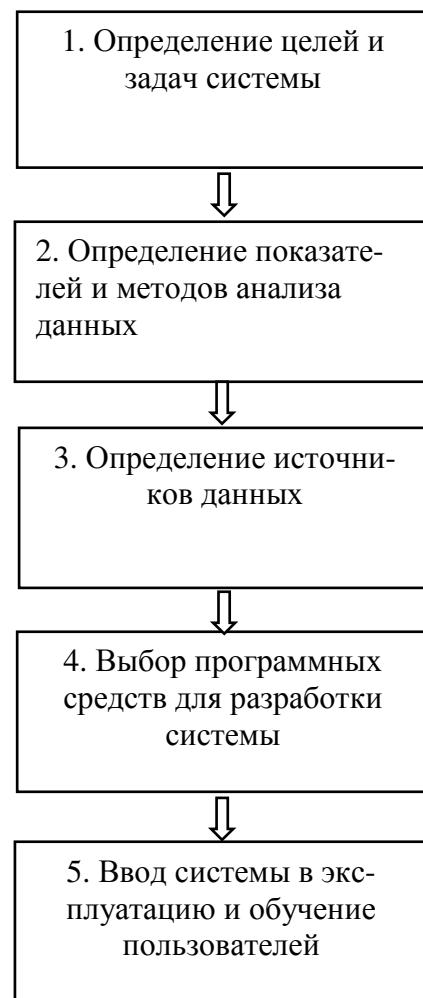


Рис.1. Этапы разработки аналитических систем отчетности

На первом этапе необходимо четко сформулировать цели проектируемой системы, определить круг решаемых задач и пользователей системы аналитической отчетности.

На втором этапе осуществляется детализация задач, определение методов решения этих задач.

На третьем этапе проводится анализ существования необходимой информации для решения задач и возможности ее получения.

На четвертом этапе с учетом результатов решения задач предыдущих этапов происходит выбор инструментальных средств для разработки системы информационно - аналитической отчетности.

Процесс разработки данной системы достаточно трудоемкий и сложный, даже при наличии крупных ИТ-отделов на предприятии, поэтому, как правило, используются тиражируемые модели таких систем, раз-

разрабатываемые крупными компаниями, наиболее известными из которых являются продукты компании SAP. К ним относятся: SAP Bex (Analyzer, Report Designer, Web Application Designer), SAP BusinessObjects WebIntelligence, SAP BusinessObjects Rich Client, SAP BusinessObjects Crystal Reports [1,4].

На заключительном пятом этапе осуществляется ввод системы в эксплуатацию, обучение лиц, принимающих решения, работе с системой аналитической отчетности.

Для получения набора необходимых аналитических отчетов по самым различным направлениям деятельности нужно привлечь большой объем исходных данных, рассредоточенных по различным элементам корпоративной сети. Чтобы объединить и структурировать всю информацию этих разнородных источников, необходимо создать хранилище данных и систему многомерных кубов, включающих в себя как детализированные, так и агрегированные данные. Эти кубы реализуются по мере необходимости. Каждый такой куб охватывает определенную группу похожих отчетов. При возникновении потребности в том или ином отчете сначала определяется группа похожих отчетов, затем куб проектируется с максимальным охватом бизнес-логики так, чтобы с его помощью в дальнейшем при необходимости можно было реализовать и другие отчеты этой группы.

Организация структуры второго слоя корпоративной информации в виде многомерных кубов позволяет:

- строить многомерные аналитические отчеты;
- проводить анализ данных и поиск закономерностей в данных;
- избежать значительного видоизменения структуры при добавлении новых отчетов;
- за счет хранения как детализированных, так и агрегированных данных повысить производительность формирования отчетов, содержащих суммарные значения некоторых показателей.

В качестве основного недостатка аналитической системы отчетности можно выделить следующее: при получении некоторых специализированных отчетов, содержащих данные с большой степенью детализации, может наблюдаться падение производительности, что связано с большим объемом содержащейся в хранилище информации.

Само по себе хранилище, содержащее качественные данные, не является законченной системой анализа данных без развитых средств подготовки и формирования аналитической отчетности (подсистема управления аналитической отчетностью). Подобные средства должны содержать все необходимые инструменты и службы для обеспечения работы

специализированных приложений для конечных пользователей в области подготовки отчетности, создания запросов к данным и анализа, управления эффективностью деятельности компании.

В основе платформ для управления аналитической отчетностью должна лежать надежная и высокопроизводительная архитектура, обеспечивающая эффективную обработку, управление и доставку критически важной информации, а также возможности ее анализа различными категориями пользователей в организации. Созданная аналитическая система позволит значительно быстрее и проще анализировать большие массивы информации и даст реальный шанс повысить эффективность бизнеса, обеспечить лучшее взаимодействие подразделений и пользователей, оптимизировать бизнес - процессы. Тем самым повысит рентабельность и конкурентоспособность самого предприятия.

### **Список литературы**

1. Интернет проект SAP Professional Journal Россия – URL: <https://sapland.ru>. (дата обращения 28.03.2018)
2. Хотинская Г.И. Информационные технологии управления. – М.: Дело и Сервис (ДИС), 2013. – 325 с.
3. Тылибцев Д.С., Кулеш М.А. Методика построения корпоративного хранилища данных и технологии подготовки аналитических отчетов. – Сб. науч. тр. ПГТУ. Информационные управляющие системы. – Пермь: ПГТУ, 2012. – с. 90-93.
4. SAP BI – URL: <https://korusconsulting.ru>. (дата обращения 28.03.2018)

УДК 004.056.53

**Пасынков Борис Васильевич**  
студент-магистр

## **УЯЗВИМОСТЬ ERP-СИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ SAP**

Российская Федерация, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО), [bpasynkov@hotmail.com](mailto:bpasynkov@hotmail.com)

**Аннотация.** В связи с повсеместным ростом интеграции ИТ-средств как в производственные, так и в бизнес-процессы крупных критически важных предприятий обеспечение состояния их защищенности начинает играть ведущую роль в безопасности страны. В статье поднимается вопрос надежности такого типа систем, как ERP (Enterprise Resource Planning), и обозначается необходимость обеспечения их защиты на примере наиболее распространенного на отечественном рынке программного продукта компании SAP.

**Ключевые слова:** информационная безопасность, критическая информационная инфраструктура, ERP, SAP, безопасность предприятий, уязвимости, несанкционированный доступ, менеджмент обновлений.

**Boris V. Pasynkov**  
graduate student

## **ERP-SYSTEMS' VULNERABILITIES ON AN EXAMPLE OF SOFTWARE OF SAP COMPANY**

Russian Federation, Saint Petersburg, Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (ITMO University),  
bpasynkov@hotmail.com

**Abstract.** Because of the worldwide growth of IT integration in production and business processes, the large critical enterprises have to ensure in their state of security, and this aspect begins to play a major role in the security of the country. The article discusses the reliability of this type of system, such as ERP (Enterprise Resource Planning), and notes the need to ensure their protection level on an example of the most widespread software of SAP company.

**Keywords:** information security, critical information infrastructure, ERP, SAP, enterprise security, vulnerabilities, unauthorized access, patch management.

Ежегодно атаки хакеров несут многомиллионные финансовые потери. Отмечается, что, вопреки распространенному мнению, в последнее время целями атак все чаще становятся не финансовые организации, а *информационные системы крупных предприятий* и промышленных объектов, где простой производства несет не только экономические риски, но и потенциально опасные для жизни и здоровья людей и защиты окружающей среды последствия. Так, согласно годовому отчету IBM, количество атак на промышленные объекты возросло за 2016 год на 110%.

Подобная тенденция требовала незамедлительного ответа со стороны государства, и в июле 2017 г. был принят Федеральный закон от 26.07.2017 N 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» [1].

В первую очередь данный закон направлен на ужесточение контроля над выполнением требований безопасности объектов критической информационной структуры (КИИ). Проведя анализ данного федерального закона, можно выделить несколько типов объектов, подпадающих под его действие: государственные органы, оборонная промышленность, объекты сферы здравоохранения, транспорт, отрасль связи, кредитно-финансовые учреждения, объекты энергетики, топливная промышленность, атомная промышленность, ракетостроение, горнодобывающая промышленность, металлургическая промышленность, химическая промышленность.

Во всех вышеперечисленные отраслях ведущее место занимают информационные технологии, интегрированные во все бизнес-процессы. Рост интеграции, глобализация, необходимость контроля и управления информационными системами предприятия и обеспечения требуемого уровня защищенности привело к распространению систем управления ресурсами предприятия – ERP-систем [2].

Так, согласно ежегодному отчету портала TAdviser [3] на 2017 год общее количество внедрений ERP-систем в ведущих отраслях в Российской Федерации достигло отметки более чем в 8770 проектов. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1  
Отраслевое разделение ERP-проектов

Отрасль	Количество проектов	% от общего числа
Торговля	1410	15,90%
Отрасль	Количество проектов	% от общего числа
Машиностроение	881	10%
Строительство	699	7,90%
Пищевая промышленность	562	6,40%
Химическая промышленность *	322	3,60%
Здравоохранение *	318	3,60%
Финансовые услуги *	315	3,60%
Энергетика *	290	3,30%
Транспорт *	272	3,10%
ЖКХ	260	2,90%
Другие	3517	39,80%

Здесь звездочкой (\*) отмечены отрасли, непосредственно относящиеся к КИИ. Далее на рисунке 1 приводятся данные по объему продаж производителей ERP-систем на российском рынке [3]:

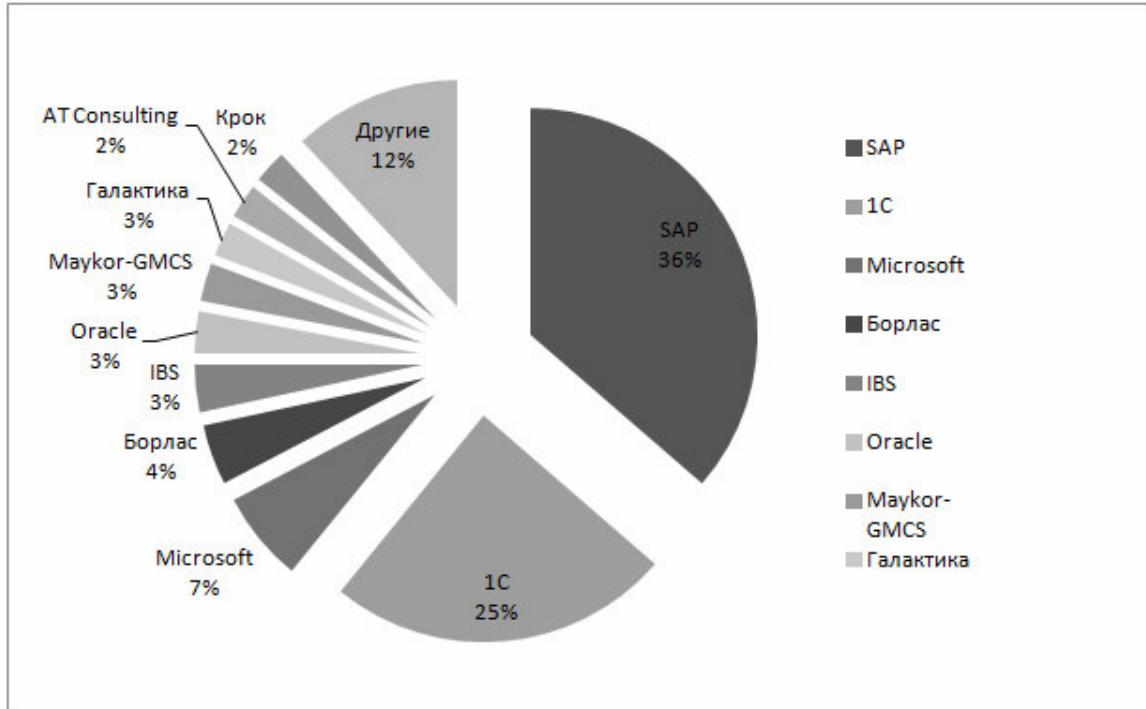


Рис.1. Доли участников российского рынка ERP

Из приведенных данных можно сделать вывод о том, что компания SAP, основные программные продукты которой это ERP-системы, решения GRC, CRM, платформа HANA и пр., является лидером российского рынка систем управления ре-

сурсами предприятия, и поэтому обеспечения безопасности ее решений требуется уделять особое внимание.

Как и любое программное обеспечение, продукты SAP не застрахованы от уязвимостей, связанных с программной реализацией компонентов системы. Здесь обновления безопасности представляют собой определенную инструкцию, указание, набор обновлений, ноту (note) безопасности – SAP Security Notes – указания безопасности SAP. Такие обновления могут содержать в себе корректировки кода, исправления уязвимостей, инструкции по улучшению производительности и пр. Все ноты (или указания) безопасности производитель регулярно публикует на специальной странице «Указания безопасности» [4]. Далее в таблице 2 приводится статистическая сводка на 31.12.2017 по выпущенным обновлениям с ранжированием по степени их критичности (критичность определяется методом проведения оценки CVSS – открытый стандарт Common Vulnerability Scoring System, позволяющий определить критичность того или иного недостатка программного обеспечения).

Таблица 2

Статистика указаний безопасности SAP

Год	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Сумма
Низкая критичность	55	16	4	5	10	10	17	21	138
Средняя критичность	142	122	82	120	182	132	199	207	1186
Высокая критичность	534	613	478	230	198	158	74	38	2323
Особые	47	44	26	6	18	13	7	7	168
Количество	778	795	590	361	408	313	297	273	3815

Большое число уязвимостей и сложность крупных ландшафтов систем SAP ERP, управляющие сервера которых могут физически находиться на достаточном удалении друг от друга, управление предприятиями, насчитывающими десятки тысяч сотрудников – все это усложняет процесс мониторинга и анализа защищенности SAP-системы. На данный момент существует не более десяти решений (*в мире*), позволяющих выполнять анализ системы на необходимость установки обновлений безопасности.

Внутренние механизмы не позволяют выполнить *полное* сканирование систем на наличие обновлений из-за большого числа функциональных модулей ERP (финансы, бухгалтерия, управление поставками, поставка, управление материалами и многое другое) – такая задача становится сложной с точки зрения оптимизации процессов управления обновлениями и контроля над их корректным выполнением. Ситуацию усложняет здесь и то, что многие объекты КИИ обладают закрытой, изолированной сетью, что только усложняет процесс анализа, поскольку в таком случае система не имеет прямого доступа к сети Интернет.

Необходимость проектирования, реализации, внедрения и развития именно *отечественных* средств безопасности SAP в таком контексте встает особенно остро, поскольку закон «О безопасности критической информационной инфраструктуры» вступил в силу с 01.01.2018 и данная проблема требует дальнейшего развития отечественной индустрии информационной безопасности.

### **Список литературы**

1. Федеральный закон «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» от 26.07.2017 N 187-ФЗ.
2. Mario Linkies, Horst Karin, «SAP® Security and Risk Management», Galileo Press Inc., Boston (MA), 2011 – p. 747.
3. Портал «TAdviser. ERP Системы управления ресурсами предприятия» / <http://www.tadviser.ru/index.php/ERP>, дата обращения 25.12.2017 г.
4. Портал «SAP Security Notes» / <https://launchpad.support.sap.com/#/securitynotes>, дата обращения 15.01.2018 г.

УДК 004.047

*Преображенская Тамара Викторовна,  
ст. преподаватель,  
Преображенский Максим Денисович,  
Студент*

## **О МИНИМИЗАЦИИ ВВОДИМЫХ ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННУЮ СИСТЕМУ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

Новосибирск, Россия, Новосибирский государственный технический  
университет (НГТУ), [preobr@fb.nstu.ru](mailto:preobr@fb.nstu.ru)  
Новосибирск, Россия, НГТУ, [pmd98@mail.ru](mailto:pmd98@mail.ru)

**Аннотация.** Сформулирована проблема загрязнения данных в информационных системах организации. Рассмотрены вопросы понятийного анализа данных при аудите информационной системы. Предложен алгоритм минимизации вводимых данных в строковой форме на основе графа системы показателей организации.

**Ключевые слова:** аудит информационной системы, система ключевых показателей, граф показателей, алгоритм минимизации графа связанных данных

*T.V. Preobrazhenskaya,  
Senior Teacher,  
M. Preobrazhenskiy,  
Student*

## **ON THE MINIMIZATION OF INPUT DATA IN THE INFORMATION SYSTEM BASED ON THE SYSTEM OF INDICATORS OF THE ORGANIZATION**

Novosibirsk, Russia, NSTU, [preobr@fb.nstu.ru](mailto:preobr@fb.nstu.ru)  
Novosibirsk, Russia, NSTU, [pmd98@mail.ru](mailto:pmd98@mail.ru)

**Abstract.** The problem of data contamination in information systems of the organization is formulated. The questions of the conceptual analysis of data during the audit of the information system are considered. An algorithm for minimizing input data in a string form is proposed based on the graph of a system of organization indicators.

**Keyword:** information system audit, Key Performance Indicators, graph of indicators, the algorithm for minimizing the graph of related data

При разработке информационных систем (ИС) и хранилищ проектировщики опираются на известные принципы [1]. Следование им позволяет создавать качественные базы данных (БД). Во вновь созданных БД невозможно дублирование данных, появление ошибок при обновлении, удаление связанных данных из разных таблиц из-за ограничений целостности. При передаче в эксплуатацию ИС сопровождается строгими инструкциями и регламентами на потоки данных (например, графические схемы в нотациях DFD и IDEF3 TO BE, инструкции по вводу данных и др.), персонал обязательно обучается работе с ИС. Этапы разработки БД для ИС (с точки зрения формализации деятельности аналитиков) показаны на схеме (рис.1).

Но, в процессе эксплуатации ИС и БД претерпевают ряд изменений. Расширяется или сворачивается бизнес, вслед за ним растет или уменьшается количество пользователей ИС и рабочих мест по вводу и выводу данных, появляются новые запросы или исчезают те, что были

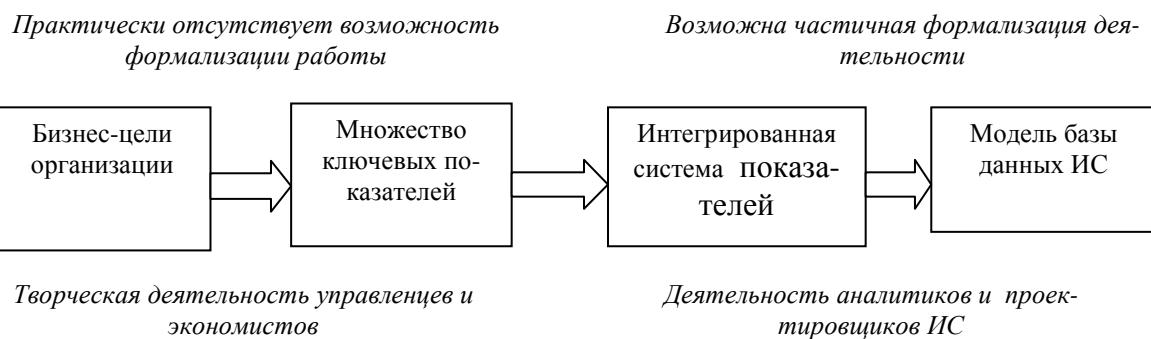


Рис.1. Цепочка отображений при разработке или реинжиниринге баз данных ИС

раньше, появляется необученный персонал. Могут измениться интерфейсы (формы экранов и сценарии общения с пользователем) и программное обеспечение (ПО) системы. При использовании современных подходов к разработке ПО - Scrum и Agile, нацеленных на быстрое получение результата (работающего программного продукта), разработчики практически не оставляют документации и строгих инструкций по вводу данных. Современные интерфейсы имеют тенденцию к интеллектуализации - общению с пользователем на практически естественном языке.

Все это приводит к тому, что утрачивается строгость контроля ввода данных (одни и те же по семантике данные могут быть введены в таблицы БД по другим синтаксическим правилам). Утрата строгого контроля за документальными потоками и вводом данных порождает их многократное дублирование - одну из самых главных проблем современных сложных ИС. Избыточные информационные потоки значительно увеличивают непроизводительные затраты в жизненном цикле данных (ввод, хранение, извлечение, обработка, отображение), порождают неопределенность, хаос, недоверие к отчетам, трудности интерпретации неоднозначных данных и другие проблемы. В результате засоряется и БД - накапливаются дублируемые хранимые данные. Снижение качества данных в конечном итоге влияет на качество отчетов для менеджмента и принимаемых решений. Названные проблемы породили подходы их решения, например, современные средства очистки данных в технологиях добычи данных (Data mining) [2]. Возникает вопрос – зачем создавать неопределенность в *структурированных* данных, чтобы потом ее снижать с помощью интеллектуальных систем? Не проще ли иногда наводить порядок в самих данных и в процедурах их жизненного цикла.

Один из современных приемов – системы управления взаимоотношениями с клиентами (CRM), когда в единой точке собираются корректные данные о потребителях, вводятся в БД и становятся централизованно доступными всем пользователям системы.

Предлагается еще один прием – семантический анализ данных на основе системы показателей (СП) при информационном аудите системы. СП может быть частью или основой системы сбалансированных показателей организации [4]. ИС должна периодически подвергаться аудиту – необходимой процедуре для выявления ее соответствия текущим информационным потребностям бизнеса [3]. И далее, возможно реинжинирингу (перестройке процессов сбора и алгоритмов обработки данных, уточнению отчетов и форм ввода данных, изменениям концептуальной схемы БД и др.). Аудит ИС жизненно необходим при новых стратегиях бизнеса, а СП оценки достижения стратегий может послужить как основой для аудита данных в ИС организации, так и для разработки онтологий и когнитивных моделей [5,6]. СП могут быть использованы для создания «онтологического каркаса» (по выражению Кузнецова О.П.) - модели знаний организации, а когнитивные модели на основе СП помогут осуществить экономическое исследование поведения организации.

В реальных организациях множество показателей состоит из десятков отдельных показателей, записанных в разных обозначениях (примеры их записи даны в 4-м столбце таблицы 1). Огромная и ответственная работа по анализу семантики показателей и их операндов, приведению их к единым обозначениям (примеры в столбце 5 таблицы 1) требует методического и алгоритмического сопровождения. Тем более, что появле-

ние всякого *нового* показателя вновь требует экспертизы семантической новизны самого показателя, атрибутов, операций и др. Семантическая обработка данных при информационном аудите позволит выявить минимально необходимое количество хранимых данных и точек их ввода в ИС, что приведет, в конечном счете, к значительному снижению непропизводительных затрат и информационной неопределенности. Под семантической обработкой здесь понимается неформализованная деятельность аналитиков по интеграции показателей, operandов и атрибутов, присвоению им новых обозначений, записи формул в единых обозначениях по единым правилам и др. Аналитическая работа с данными - залог успеха проекта в целом. Свести показатели в единую интегрированную *систему*, готовую к алгоритмизации и хранению в базе данных – задача проектировщиков ИС и аналитиков. Их работу по выявлению точек ввода в ИС можно частично автоматизировать на основе предлагаемых алгоритмов. Один из подходов формализации анализа СП в матричной форме приведен в работе [7], где каждый отдельный вычисляемый показатель в СП представлен элементарным иерархическим графом, главная вершина – конечный результат вычислений, а другие вершины – operandы формулы. На основе объединения (склеивания) элементарных (частных) графов получается неизбыточная сеть вычисления показателей (рис. 2).

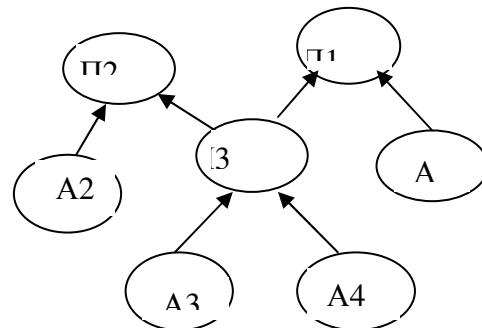


Рис.2. Объединенный граф первых трех частных показателей из таблицы 1

Например, для совокупности показателей П1, П2 и П3 из графы 5 таблицы 1 формулы вычисления:  $\Pi_1 = \Pi_3 / A_1 * 100$ ,  $\Pi_2 = \Pi_3 / A_2 * 100$ ,  $\Pi_3 = A_3 * A_4$ . В графовой форме их вид:  $\Pi_1(A_1, \Pi_3)$ ,  $\Pi_2(A_2, \Pi_3)$ ,  $\Pi_3(A_3, A_4)$ , а граф обобщенного показателя записан как  $\Pi_2(A_2, \Pi_3(A_3, A_4))$ ,  $\Pi_1(\Pi_3, A_1)$  [1,7,8]. Правило чтения записи орграфа: строго сверху вниз и слева направо на каждом уровне иерархии; скобка – начало нового уровня, запятая – разделитель при перечислении вершин на одном уровне, число пар скобок равно уменьшенному на единицу числу уровней иерархии. Правило формирования обобщенного графа дано на рис. 3.

Таблица 1

## Фрагмент системы показателей организации и новые обозначения для формирования единой системы показателей

Группа показателей	Показатель	Единица измерения	Расчетные формулы в исходных обозначениях (на языке специалистов)	Соответствие новых обозначений операндам из гр.4. Запись формулы (гр.4) в новых обозначениях
1	2	3	4	5
Финансы	Капиталоотдача	%	$KO = \frac{B\Pi}{K} * 100\%$	КО - П1; К - А1 П1 = П3 / А1 * 100
	Оборачиваемость текущих активов	%	$OTA = \frac{B\Pi}{TA} * 100\%$	ОТА - П2; ТА - А2 П2 = П3 / А2 * 100
	Выручка от продаж	тыс. руб.	$B\Pi = Vc * P$	ВП - П3; Vc - А3; P - А4 П3 = А3 * А4
Клиенты	Количество постоянных потребителей	тыс. чел.	$Q$	Q - П5
Внутренние бизнес-процессы	Длительность производственного цикла	день	$T_{ц} = T_{оц} + T_{мо}$	$T_{ц} - П8; T_{оц} - А9; T_{мо} - 10$ $П8 = А9 + А10$
	Производительность труда	шт./мес.	$Pa = \frac{V}{N_a}$	Ра - П9; V - А11; $N_a$ - А12 $П9 = А11 / А12$
	Рост производительности труда	%	$\Delta Pa = \frac{Pa - Pa_p}{Pa_p} * 100\%$	$\Delta Pa - П10; Pa_p - А13$ $П10 = (П9 - А13) / А13 * 100$
Обучение и развитие	Коэффициент оборота по приему	-	$K_{пр} = \frac{N_h}{N_a}$	Кпр - П11; $N_h$ - А14 $П11 = А14 / А12$
	Расходы на обучение	тыс. руб.	$C_{tr}$	$C_{tr} - П12$

Обозначения в графике 4: ВП - выручка от продаж, К - вложенный капитал, ТА- текущие активы, Vc- объем продаж в текущем периоде, Р - цена единицы продукции,  $T_{оц}$  - длительность операционного цикла,  $T_{мо}$  - длительность межоперационных перерывов, V - выпуск продукции,  $N_a$  - среднесписочная численность работников,  $N_h$  - количество принятого персонала.

Выявление минимального набора хранимых данных (МНХД) позволяет значительно сократить объем вводимых в БД данных, необходимых для расчета показателей. Например, в исходном варианте СП в работе [7] количество всех операндов, участвующих в расчетах было 35, а в МНХД их уже 17. Алгоритм обеспечивает согласованность данных в едином информационном пространстве вычисления показателей, дает основу для аудита схемы и таблиц БД.

Шаг 1. Для каждого отдельного показателя строится частный орграф, все вершины графа получают обозначение в соответствии с принятой единой системой обозначений (последний столбец таблицы 1).

Шаг 2. Каждый полученный иерархический граф записывается аналитически в виде матрицы  $A = \|a_{ij}\|$ , где  $a_{ij} = 1$ , если при вычислении вершины  $i$  используется вершина  $j$  и  $a_{ij} = 0$ , если при вычислении вершины  $i$  не используется вершина  $j$ . Матрица квадратная.

Шаг 3. Строится обобщенная матрица на основе включения всех строк и столбцов частных матриц без повторения (путем наложения частных графов).

Рис.3. Алгоритм формирования обобщенного графа

Еще один алгоритм минимизации конечных вершин обобщенного графа СП предложен в строковой форме. Он более лаконичен и требует минимальной предварительной подготовки строк формул для обработки. Содержание алгоритма приведено на рис.4. Программа написана на языке Си, результат выполнения тестового примера (обработки строк формул для объединенного графа на рис.2) дан на рис. 5. Формально представленные списки формул послужат для автоматического построения формул на основе онтологического каркаса (автоматического построения вычислительных процедур для расчета значений показателей).

Пусть на вход алгоритма подается  $N$  строк вида  $P1 = P3 / A1 * 100$ ,  $P2 = P3 / A2 * 100$ ,  $P3 = A3 * A4$  (одна формула – строка, в тестовом примере  $N=3$ ).

Синтаксис записи строки: пробел – разделитель, перед знаком «=» (равно) – одна зависимая переменная, после «=» – перечень независимых переменных.

Имя переменной может состоять из нескольких символов, поэтому оно требует распознавания (по введенным правилам).

Все переменные, стоящие после «=» (для одной строки), являются необходимым минимумом для нахождения значения переменной, стоящей перед «=».

Для сохранения результата задается два списка. В первый будут добавляться имена зависимых переменных (тех, что находятся перед знаком «=»), во второй – все имена переменных, находящихся после знака «=».

После обработки всех поданных на вход строк необходимо из перечня независимых переменных исключить те, что повторяются в списке зависимых.

Тогда в списке независимых переменных остается необходимый минимум переменных, который определяет значения всех зависимых переменных.

Рис.4. Алгоритм минимизации оконечных вершин графа в строковой форме

Сохраненные списки формул являются частью системы знаний организации и могут быть использованы как входные данные для следующего информационного аудита ИС организации.

Предложенные алгоритмы позволяют автоматизировать процедуры аудита и значительно сократить затраты времени на смысловой анализ

данных при аудите ИС, уменьшить количество ошибок на этапе анализа, выявить МНХД для хранения и реализации всех расчетов. Кроме того, приведенные алгоритмы очень полезны при обучении студентов основам проектирования баз данных для иллюстрации идеи интегрирования данных

```
Ведите количество строк: 3
Ведите 3 выражения:
P1 = P3 / A1 * 100
P2 = P3 / A2 * 100
P3 = A3 * A4
P1 P2 P3
A1 A2 A3 A4
```

Рис.5. Результат тестового примера

в единую систему.

#### Список литературы

1. Бойко В.В., Савинков В.М. Проектирование баз данных информационных систем. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Финансы и статистика, 1989.-351с.
2. Паклин Н. Б., Орешков В. И. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям (+ CD). — СПб.: Изд. Питер, 2009. — 624 с.
3. COBIT 5: Бизнес-модель по руководству и управлению ИТ на предприятии. – США, ISACA.- 2012.
4. Каплан Р. С., Нортон Д. П. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. / Изд. 2-е, испр. и доп.: Пер. с англ. - М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2003.- 320 с.
5. Кузнецов О.П., Суховеров В.С., Шипилина Л.Б. Онтология как систематизация научных знаний: структура, семантика, задачи. В сборнике: Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения. Материалы конференции с международным участием. Институт проблем управления им. Трапезникова РАН. 2010. С. 762-773. [http://www.interface.ru/iarticle/files/33247\\_76217705.pdf](http://www.interface.ru/iarticle/files/33247_76217705.pdf)
6. Горелова Г.В., Панкратова Н.Д. О развитии технологий научного предвидения поведения сложных систем и когнитивное моделирование. - В сборнике: Системный анализ в проектировании и управлении Сборник научных трудов XIX Международной научно-практической конференции. 2015. С. 45-55.
7. Преображенская Т.В. Формализация деятельности аналитиков, работающих в сфере бизнеса //Автомобильная промышленность, 2010, № 7, с.5-8
8. Денисов А. А. Теория больших систем управления : учебное пособие для вузов по специальности "Автоматика и телемеханика"/ А.А. Денисов, Д.Н. Колесников. Л.: Энергоиздат , 1982.- 287 с.

## Секция 9

# СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ ПОДГОТОВКОЙ КАДРОВ И ОБРАЗОВАНИЕМ

УДК 378

*Халин Владимир Георгиевич,*

д-р экон. наук, профессор, профессор  
кафедры информационных систем в экономике СПбГУ,

*Чернова Галина Васильевна,*

д-р экон.наук, профессор, профессор  
кафедры управления рисками и страхования СПбГУ

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СБАЛАНСИРОВАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА УПРАВЛЕНИЯ В ВЕДУЩИХ РОССИЙСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ

Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный  
университет, v.halin@spbu.ru

**Аннотация.** В статье обоснована актуальность оценки качества систем управления в ведущих университетах России; раскрыта степень разработанности проблемы – описываются вербальные модели и методы оценки качества системы управления в ведущих университетах; показана необходимость перехода от вербальных к количественным моделям и методам оценки качества систем управления в ведущих университетах. Рассмотрены дополнительные возможности оценки качества управления университетом на основе использования современных цифровых технологий, позволяющих оперативно, своевременно и точно получать и анализировать состояние системы управления в ведущих университетах для принятия обоснованных управленческих решений как на федеральном, так и на уровне отдельного университета. Обоснованы критерии и количественные показатели оценки качества систем управления в ведущих российских университетах для формирования предложенной сбалансированной системы показателей. По значениям этих показателей проведено многоокритериальное ранжирование ведущих российских университетов.

**Ключевые слова:** управление российской высшей школой, конкурентоспособность университетов, модели университетов-мировых лидеров, благоприятная система управления университетом, модернизация российской высшей школы, управление университетом, система сбалансированных показателей.

*Vladimir G. Khalin,*

Doctor of Economics, professor,

professor of the sub-department of Information Systems in Economics,

*Galina V. Chernova,*

Doctor of Economics, professor,

professor of the sub-department Risk management and Insurance

# DEVELOPMENT OF THE BALANCED INDICATORS SYSTEM OF QUANTITATIVE EVALUATION OF THE MANAGEMENT QUALITY IN THE LEADING RUSSIAN UNIVERSITY

Russia, Saint-Petersburg, Saint-Petersburg State University,  
v.halin@spbu.ru

**Abstract.** The article proves the relevance of the assessment of the management systems quality in leading universities in Russia. The degree of the problem's development is revealed - verbal models and methods for assessing the quality of the management system in leading universities are described. The need to move from verbal to quantitative models and methods for assessing the quality of management systems in leading universities is shown. Additional opportunities for assessing the quality of university management based on the use of modern digital technologies are considered. This enables to quickly, timely and accurately receive and analyze the state of the management system in leading universities for making informed management decisions at both the federal and the individual university levels. The criteria and quantitative indicators of the quality assessment of management systems in leading Russian universities are substantiated for the formation of the proposed balanced system of indicators. According to the values of these indicators, multicriteria ranking of leading Russian universities was conducted.

**Keywords:** management of the Russian higher schools, competitiveness of the university, models of universities-world leaders, favorable university management system, modernization of higher education in Russia, university management, Balanced Scorecard.

**Введение.** В период доминирования экономики знаний в странах мира возрастает значимость развития высшего образования, повышения конкурентоспособности университетов на национальном и мировом уровне, происходит переоценка роли университетов в экономической, научной и общественной жизни. В России вопросы развития университетов находятся в центре внимания стратегии национальной безопасности, стратегии научно-технологического развития, стратегии экономической безопасности, государственных программ и проектов, в том числе касающихся перехода России к цифровой экономике [1, 2, 3]. В отечественных университетах в последние годы совершенствуются организационные структуры управления, разрабатываются стратегии развития, формируются новые формы взаимодействия с научными организациями, бизнесом, растёт воздействие университетов на социально-экономическое развитие территорий. Активными темпами формируется динамическое образовательное пространство, чему способствует реализация цифровых инициатив на национальном и международном уровне.

В многочисленных работах по развитию высшего образования [3, 4, 5, 9, 11] отмечается ключевая роль системы управления в повышении эффективности и конкурентоспособности университетов, что предопределяет актуальность решения серьезной научной проблемы оценки эф-

фективности и качества систем управления университетами. Решение этой проблемы осложняется рядом существенных проблем, среди которых отсутствие общепризнанных количественных критериев и показателей оценки качества систем управления вузом, соответствующих научно-методических баз данных, а также самих количественных методов оценки качества систем управления. Научная значимость решения указанной проблемы заключается в том, что формализация понятия качества системы управления университетами и разработка методов количественной оценки качества этой системы обеспечит научную основу формирования механизмов трансформации деятельности университетов России в рамках цифровых программ и инициатив для повышения их конкурентоспособности и роста возможностей по решению объявленных задач цифровой экономики[8].

В статье рассмотрены методологические основы формирования системы сбалансированных показателей оценки качества управления в российских вузах, а также представлен авторский подход к отбору количественных критериев и показателей, которые могут быть использованы для формирования системы сбалансированных показателей и соответствующих им научно-методических баз данных.

***Методологические основы отбора критериев и показателей для оценки качества системы управления вуза.*** Оценка качества управления университетом предполагает отбор критериев качества, которые могут быть представлены как вербальными, так и количественными параметрами. Такими могут быть, например, вербальные параметры условий обучения, обеспечивающих привлечение и удержание в университете талантливой молодежи и профессорско-преподавательского состава. Количественными параметрами, описывающими качество управления университетом, могут быть, например, показатели обеспеченности обучающихся рабочими местами, снаженными компьютерной техникой и программным обеспечением, и т.д.

Проблема одновременного использования вербальных и количественных критериев качества управления может быть решена с помощью представления вербальных критериев теми или иными количественными показателями. При этом необходимо понимать, что выбор конкретных показателей качества управления университетом обязательно должен отвечать требованиям, вытекающим из критериев качества управления университетом.

Итоговая оценка качества управления университетом может строиться на основе некоторого интегрального показателя, учитывающего реальные значения всех используемых показателей. Тем не менее, построение такой интегральной оценки, основанной на учете значений всей совокупности отобранных количественных показателей, должно учиты-

вать также и следующие проблемы, требующие решения. Разные показатели могут находиться между собой в различных соотношениях: они могут быть независимы друг от друга; могут иметь корреляцию – изменение одних будет коррелировать с изменением других; могут быть взаимосвязаны между собой либо непосредственно, либо опосредованно – через другие показатели. И если в первом случае можно точно указать направление изменения значений этих показателей, отвечающее повышению качества управления университетом, то во втором и третьем случаях возникают более сложные задачи. Так, во втором случае разумным кажется выбор среди коррелирующих показателей «главного представителя группы показателей», который дальше может использоваться для построения итоговой оценки качества управления университетом. В третьем случае, когда показатели связаны между собой непосредственно или опосредованно, возможен следующий подход. Во-первых, необходимо установить, какие показатели и как взаимосвязаны между собой. Итогом этого анализа должны стать формулы, отражающие эти взаимосвязи. Во-вторых, анализ полученных взаимосвязей (непосредственных и опосредованных) и соответствующих им формул может стать основой для определения границ изменения взаимосвязанных показателей – тех, в рамках которых изменение этих показателей будет отвечать задаче обеспечения сбалансированного состояния качества управления университетом.

Качество управления университетом может быть описано на любой момент времени – в этом случае речь идет об уровне качества управления на определенный момент времени, и может быть описано в динамике – когда речь идет об оценке изменения уровня качества управления во времени. Под сбалансированным состоянием качества управления университетом будем понимать такой уровень управления университетом, при котором все показатели качества отвечают требованиям критериев качества управления университетом.

Под сбалансированным изменением качества управления университетом будем понимать такое изменение во времени уровня качества, при котором требования критериев качества управления все равно выполняются. Сбалансированность независимых и коррелирующих между собой показателей, т.е. выполнение требований критериев качества управления университетом для них, может быть обеспечена заданием области их значений, вытекающих из самих критериев качества управления университетом. Тогда сбалансированное состояние качества управления университетом и сбалансированное его изменение во времени также означают выполнение требований, вытекающих из критериев качества управления университетом.

Относительно сбалансированности взаимосвязанных показателей можно отметить следующее. Под сбалансированным состоянием взаимосвязанных показателей можно понимать совокупность их значений, отвечающих определенному уровню качества управления университетом. А под сбалансированным изменением взаимосвязанных показателей качества управления университетом в этом случае можно понимать такое их изменение, при котором улучшение значений одних из них не приводит к ухудшению значений других. Именно пренебрежение фактом взаимосвязи показателей может привести к несбалансированности управления качеством университета, когда улучшение значений одних показателей будет приводить к ухудшению других, связанных с ними показателей качества управления университетом. Изменение же этих показателей с учетом найденных границ изменения их значений, учитывающих взаимосвязь показателей и поэтому отвечающих сбалансированному управлению качеством, позволит выбирать самые разные траектории управления университетом, обеспечивающие высокий уровень качества управления университетом.

В общем случае качество управления университетом описывается набором трех групп показателей - независимых, коррелирующих и взаимосвязанных между собой, значения которых для всех из них определяются требованиями критериев качества управления университетом, а для группы взаимосвязанных показателей - дополнительным требованием о их сбалансированности – о том, что все значения взаимосвязанных показателей отвечают определенному уровню качества управления

Траектории управления качеством университетом описываются динамикой изменения этих наборов групп показателей - независимых, коррелирующих и взаимосвязанных между собой, предполагающей, что изменение значений для всех показателей также определяются требованиями критериев качества управления университетом, а изменение взаимосвязанных показателей должно отвечать условию о их сбалансированности, когда улучшение значений одних из них, отвечающее повышению качества управления, не ведет к ухудшению других.

Хотя сами траектории управления качеством университета (совокупность конкретных значений показателей качества) в общем случае будут разными, так как они будут определяться разными значениями и динамикой изменения значений одного и того же набора показателей качества управления университетом, общим для всех них является следующее. Все показатели качества управления университетом - независимые, коррелирующие и взаимосвязанные между собой, должны отвечать требованиям критериев качества управления университетом, а совокупность значений взаимосвязанных показателей качества должна быть сбалансированной.

Соответствующие разным траекториям управления качеством университета итоговые интегральные оценки, построенные с учетом значений независимых, коррелирующих и взаимосвязанных между собой показателей, также будут отличаться между собой. Однако все они будут построены на основе тех значений формирующих их показателей качества управления университетом, которые отвечают требованиям критериев качества управления университетом, а для взаимосвязанных показателей они дополнительно должны отвечать требованию о их сбалансированности, когда улучшение значений одних из взаимосвязанных показателей не приводит к ухудшению значений других связанных с ними показателей качества управления университетом.

В общем случае под системой сбалансированных показателей качества управления университетом будем понимать систему показателей его деятельности, часть из которых может быть связана между собой функционально, а значения всех показателей – независимых, коррелирующих и взаимосвязанных между собой, и их изменение значений отвечает требованиям, вытекающим из критериев качества управления университетом.

***Количественные и качественные показатели оценки качества системы управления в ведущих университетах.*** Существенной проблемой формирования исходной системы показателей качества управления университетами является отбор самой системы качественных и количественных показателей, отражающих критерии качества управления университетами. Анализ ключевых характеристик благоприятной системы управления университетов мирового класса в модели Д.Салми [11] и показателей деятельности университетов, существенно влияющих на их глобальную конкурентоспособность [2], позволил выявить следующие количественные критерии оценки качества их систем управления: соотношение средней заработной платы академического штата вуза к начисленной средней заработной плате в соответствующем регионе; соотношение доходов ректора и штатного профессора; доля доходов вуза от научных исследований и разработок в общих доходах вуза; соотношение заработной платы академического штата университета к заработной плате специалистов, имеющих аналогичный квалификационный уровень и работающих в бизнесе; доля фонда оплаты труда высшего менеджмента университета в общей смете расходов университета по основной деятельности; соотношение между фондами оплаты труда академического штата, учебно-вспомогательного (УВП) и административно-управленческого персонала (АУП); соотношение между гарантированным и средним размером денежного вознаграждения профессора за год; соотношение между числом профессоров и числом УВП и АУП; численность студентов, приходящихся на одного преподавателя; гарантирован-

ный срок действия академического контракта профессора; гарантированный размер денежного вознаграждения профессора; аудиторная нагрузка профессора за учебный год; полнота и прозрачность информации при проведении конкурсного отбора академического штата; степень участия академического персонала в процедурах конкурсного отбора профессоров.

Информационная база авторского исследования представлена известными международными базами данных, такими как InCites, Web of Science, Scopus, а также российской базой данных мониторинга Минобрнауки России эффективности деятельности российских вузов в соответствии в постановлением Правительства РФ от 5 августа 2013 года № 662.

Анализ материалов мониторинга Минобрнауки России [7] эффективности деятельности российских вузов, показывает, например, что в 2016 году соотношение средней заработной платы ППС в ведущих российских университетах (21 вуз проекта «5 в 100», МГУ им. М.В.Ломоносова и СПбГУ) к начисленной средней заработной плате в соответствующем регионе составило в порядке убывания: Томский политехнический университет – 240%; Самарский университет им. акад. С.П. Королёва – 238,3%; Университет ИТМО – 235,7%; Томский государственный университет – 227,6%; Новосибирский государственный университет – 218,1%; Казанский (Приволжский) федеральный университет – 216,8%; НИУ ВШЭ – 210,7%; Дальневосточный федеральный университет – 206,3%; УФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина – 204,1%; Российский университет дружбы народов – 188,6%; Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского – 184,3%; Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта – 182,9%; МФТИ – 177,1%; Южно-Уральский государственный университет – 173,5%; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого – 167,2%; МИФИ - 166,2%; НИУ МИСиС - 163,1%; Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова – 161,9%; Тюменский государственный университет – 161,6%; Санкт-Петербургский государственный университет – 160,4%; Сибирский федеральный университет – 155,8%; Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина) – 152,5%; МГУ им. М.В.Ломоносова – 150,9%.

Из этих данных, в частности, следует, что в 2016 году только 9 из этих 23 ведущих вузов, получивших значительную финансовую поддержку от государства, справились с задачей об уровне средней зарплаты ППС, предусмотренном в указе Президента России от 7 мая 2012 года № 597, что ставит под сомнение реалистичность выполнения этого показателя к 2018 году по всем российским вузам.

Эффективность системы управления вуза может быть дополнительно оценена показателем «Доля доходов вуза от НИОКР в общих доходах вуза», значение которого для этих университетов соответственно равны: Университет ИТМО – 41,54%; НИУ Томский политехнический университет – 37,5%; НИУ Томский государственный университет – 35%; Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина) – 32,78%; МГУ им. М.В.Ломоносова – 28,45%, Санкт-Петербургский госуниверситет – 15,13%.

Полнота и прозрачность информации также является важным показателем качества системы управления вузом. Так, например, в Калифорнийском университете Лос-Анджелеса (UCLA) сведения о реальной заработной плате и доходах всех профессоров, исследователей, администраторов, менеджеров и других работников размещены в Интернете. Например, доходы за 2015 г. ректора UCLA Gene Block составили 442 тыс. долл., ректора университета в Беркли (UC Berkeley) Nicholas B. Dirks – 546 тыс. долл., профессора физики (UC Berkeley) Robert Birgeneau – 452 тыс. долл., профессора математики в UCLA Tao Terence – 511 тыс. долл., а профессора экономики и финансов в UCLA Atkeson Andrew – 463 тыс. долл. [12]. В российской высшей школе отсутствует подобная система прозрачности доходов. Лишь с 2014 года сведения о доходах ректоров и проректоров российских вузов стали размещаться в Интернете. Так, за 2016 год доходы ректора НИУ ВШЭ Я. И. Кузьминова составили 29,7 млн руб., а ректора СПбГУ Н. М. Кропачева – 19,7 млн руб. [10], при этом среднемесячная заработная плата профессора экономического факультета СПбГУ, работающего на полной ставке за 2016 год составила 68313,80 рублей [6]. Эти данные показывают, что в UCLA и UC Berkeley доходы ректоров и штатных профессоров приблизительно равны, а в СПбГУ и НИУ ВШЭ доходы ректоров в 15–20 раз превосходят доходы обычных штатных профессоров.

Важным показателем качества системы управления вузом является степень участия академического штата в процедурах конкурсного отбора профессоров, а также в решении важных для развития университета вопросов. Как было показано выше, в Калифорнийском университете Лос-Анджелеса (UCLA), в Калифорнийском университете Беркли (UC Berkeley) и во всех других его кампусах профессора имеют решающий голос в процедурах конкурсного отбора академического штата, а также при рассмотрении и принятии важных для университета управленческих решений.

За время реформ в российской высшей школе степень участия профессоров в процедурах конкурсного отбора академического штата, а также в решении важных для развития вуза вопросов постепенно снижа-

лась и в настоящее время стала малозначимой. Сегодня обычные профессора в ведущих российских вузах, как правило, не имеют возможности влиять на принятие важных для университета управленческих решений. В качестве примеров в этом контексте достаточно рассмотреть новое Положение о порядке замещения должностей научно-педагогических работников, утвержденное приказом Минобрнауки России от 04.12.2014 г. № 1536 (Зарегистрировано в Минюсте России 16 января 2015г. № 35559), а также описание ключевых характеристик систем управления вузов в Федеральном законе от 10 ноября 2009 года № 259-ФЗ "О Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова и Санкт-Петербургском государственном университете» и действующих Уставах МГУ им. М.В.Ломоносова и СПбГУ [13].

Из анализа количественных показателей качества систем управления следует, что действующие системы управления в большинстве ведущих российских вузах лишь частично отвечают ключевым характеристикам университета мирового класса. Так, например, некоторые ведущие российские университеты сравнимы или даже превосходят университеты - мировые лидеры по таким показателям, как «Численность студентов, приходящихся на одного преподавателя» и «Доля доходов вуза от НИОКР в общих доходах вуза». Вместе с тем, к сожалению, следует констатировать, что по большей части ключевых показателей качества систем управления, ведущие российские университеты значительно уступают университетам - мировым лидерам. Среди таких показателей можно назвать: «Соотношение средней заработной платы академического штата вуза к начисленной средней заработной плате в соответствующем регионе»; «Соотношение доходов ректора и штатного профессора»; «Объем доходов вуза от НИОКР»; «Соотношение заработной платы академического штата университета к заработной плате специалистов, имеющих аналогичный квалификационный уровень и работающих в бизнесе»; «Доля фонда оплаты труда высшего менеджмента университета в общей смете расходов университета по основной деятельности»; «Наличие эффективной и благоприятной системы академических контрактов и найма на работу штатных профессоров и исследователей»; «Полнота и прозрачность информации при проведении конкурсного отбора академического штата»; «Степень участия академического персонала в процедурах конкурсного отбора профессоров и участие в решении важных для развития вуза вопросов».

В целом проведенный анализ развития и реформирования российской высшей школы позволил выявить следующие негативные тенденции - уход государства из образовательной сферы, сокращение госбюджетной поддержки функционирования российской высшей школы, а также усиление в управлении российскими вузами административной

вертикали. Все вышесказанное подтверждает актуальность и важность своевременного создания системы сбалансированных показателей для количественной оценки качества управления в ведущих российских вузах в контексте реализации стратегических целей развития высшей школы России в условиях перехода к цифровой экономике.

**Заключение.** Как показывает мировой опыт, управление университетом является важнейшим фактором повышения эффективности его деятельности и конкурентоспособности. Поэтому проблема описания качества управления университетом и оценки его является актуальной. В работе предложена модель построения системы сбалансированных показателей качества управления университетом – описывающих состояние управления университетом как на определенный момент времени, так и в динамике. В системе выделено три группы показателей – независимых, коррелирующих и взаимосвязанных между собой, выделены и сформулированы требования как к их значениям, так и к изменению этих значений, вытекающие из критериев качества управления университетами. Введены понятия сбалансированности системы показателей качества управления университетами на определенный момент времени и в динамике. Особо рассматривается проблема сбалансированного изменения взаимосвязанных показателей, под которым понимается такое их изменение, при котором улучшение значений одних показателей, не ведет к ухудшению значений других показателей. Использование результатов по представленной системе сбалансированных показателей позволит не только оценивать уровень качества управления университетом в любой момент времени, но и строить разные траектории качественного управления университетом. Проведенное исследование доказывает возможность развития подходов по использованию системы сбалансированных показателей (BSC) применительно к оценке качества систем управления в ведущих университетах России на основе использования современных цифровых технологий, оперативно и точно получать и анализировать состояние системы управления в российских вузах для принятия обоснованных управленческих решений как на федеральном, так и на уровне отдельного университета.

Важнейшей проблемой формирования системы сбалансированных показателей качества управления университетами является отбор самой системы качественных и количественных показателей, отражающих критерии качества управления университетами. В статье проведен детальный анализ мирового опыта применения различных показателей, используемых для оценки качества управления университетами, а также дан анализ применения зарубежного опыта в российской высшей школе. В частности, показано, что действующие в российской высшей школе системы управления в ведущих университетах являются основным препят-

ствием для повышения их глобальной конкурентоспособности, что представляет собой серьезную, как теоретическую, так и практическую проблему, без решения которой невозможно выполнение задач, сформулированных в Указах Президента России от 07.05.2012 г. № 597 и № 599.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 16-06-00221 «Математические методы исследования конкурентоспособности российских вузов на основе интеллектуального анализа данных».

#### **Список литературы**

1. Анохина Е.М., Косов Ю.В., Халин В.Г., Чернова Г.В. Системные риски управления при реализации государственной политики в области образования и науки: анализ проблемной ситуации, риски и их идентификация // Управленческое консультирование. 2016. № 10(94). С. 8-26.
2. Глобальная конкурентоспособность ведущих университетов: модели и методы ее оценки и прогнозирования : монография / Е. М. Анохина, И. П. Бойко, Н. Б. Болдырева [и др.]; под общ. ред. В. Г. Халина. – Москва : Проспект, 2018. – 544 с.
3. Дорога к академическому совершенству: Становление исследовательских университетов / под. Ред. Дж. Альтбаха, Д. Салми; пер. с англ. – М.: Издательство «Весь Мир», 2012 – 381.
4. Исследовательские университеты США: механизм интеграции науки и образования / под ред. проф. В.Б. Супяна. — М. : Магистр, 2012. – 399 с.
5. Как платят профессорам? Глобальные сравнения систем вознаграждения и контрактов / под ред. Ф. Альтбаха, Л. Райсберг, М. Юдкевич, Г. Андрущака, И. Пачеко. М. : НИУ ВШЭ, 2012.
6. Конкурсы на замещение должностей профессорско-преподавательского состава СПбГУ: <http://spbu.ru/about-us/vacancies/9-vacancies/28542-ekonomika-24-03-2017.html> , (дата обращения 21 октября 2017 г.)
7. Мониторинг Минобрнауки России эффективности деятельности российских вузов в соответствии в постановлением Правительства РФ от 5 августа 2013 года № 662 <http://indicators.miccedu.ru/monitoring/?m=vpro> (дата обращения 29.12.2017 г.)
8. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р. <http://pravo.gov.ru/laws/acts/19/524851451088.html> , свободный. Дата обращения 12.03.2018.
9. Розовски Г. Исследовательские университеты: американская исключительность? //Вопросы образования. 2014. № 2, С. 8 – 19.
10. Сведения о доходах, об имуществе и обязательствах имущественного характера ректора и проректоров СПбГУ : <http://spbu.ru/science.html?catid=0&id=20847> , (дата обращения 15 ноября 2017.
11. Создание университетов мирового класса./Джамил Салми; пер. с англ. – М.: Издательство «Весь Мир», 2009 – 132 с.
12. Халин В.Г. Системы вознаграждения и академических контрактов профессоров Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе и Санкт-Петербургского государственного университета // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 5: Экономика. 2013. Вып. 3. С. 95 - 109.
13. <http://www.msu.ru/> , <http://spbu.ru/> (дата обращения 21.12.2017).

**Ребус Наталья Анатольевна<sup>1</sup>,**  
ст.преподаватель кафедры ИМиИКТ им. проф.В.В. Дика.  
**Романова Елена Владимировна<sup>2</sup>,**  
ст.преподаватель кафедры ИМиИКТ им. проф.В.В. Дика,  
ст. преподаватель кафедры ПИиИБ

## **ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННО- ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ**

Россия, Москва,

<sup>1</sup>Университет «Синергия», natrebus@yandex.ru

<sup>2</sup>Университет «Синергия», РЭУ им. Г.В. Плеханова, romanova.ev@rea.ru

**Аннотация.** Последние годы усилились дискуссии о целесообразности использования в процессах обучения, особенно высшего образования, электронных форм обучения, что позволяет говорить о постоянной необходимости обучения. Тренд «Обучение через всю жизнь» при цифровой трансформации сильно изменяется в сторону информационных технологий, что на взгляд авторов снижает ценность преподавателя, создает предпосылки к созданию полностью управляемой личности.

В статье дана характеристика используемых электронных методов обучения. Современное состояние экономики таково, что требует особых усилий по поддержанию должного уровня знаний и умений у всех категорий сотрудников организации и предприятий как в целом, чему должно способствовать так применение частных аспектов. В статье писаны сильные и слабые стороны электронных образовательных ресурсов. В выводах указаны основные опасности, стоящие перед организаторами процессов обучения.

**Ключевые слова:** образовательная среда, методы обучения, информационные технологии, электронно-образовательные ресурсы, компетентностный подход, обучение.

**Natalya A. Rebus<sup>1</sup>,**  
senior lecturer of department ИМиИКТ of the prof. V.V. Dick,  
**Elena Vl. Romanova,**  
senior lecturer of department ИМиИКТ of the prof. V.V. Dick,  
Senior lecturer of depRebus artment ПИиИБ

## **MAIN TENDENCIES OF DEVELOPMENT OF THE INFORMATION AND EDUCATION ENVIRONMENT**

Russia, Moscow, <sup>1</sup>Sinergiya University, natrebus@yandex.ru

<sup>2</sup>Sinergiya university, REU of G.V. Plekhanov, romanova.ev@rea.ru

**Abstract.** The last years amplified discussions about feasibility of use in training activities, especially the higher education, electronic forms of education that allows to speak

about constant need of training. The trend "Training through all life" in case of digital transformation strongly changes towards information technologies that according to authors reduces the teacher's value, creates premises to creation of completely controlled personality.

In article the characteristic of the used electronic methods of training is this, are revealed the Current state of economy such is that requires special efforts on maintenance of due level of knowledge and abilities from all categories of staff of the organization and the enterprises as in general that shall be promoted so by application private aspects. In article the strong and weaknesses of electronic educational resources. In outputs the main dangers facing organizers of training activities are specified.

**Keywords:** educational environment, training methods, information technologies, electronic and educational resources, competence-based approach, study

**Введение.** В настоящее время реформирование системы образования происходит постоянно и находится в активной стадии. По традиционной парадигме выпускники учебных заведений – будущие специалисты, должны за время обучения приобрести не только знания, умения и навыки, но и разбудить в себе стремление к постоянному совершенствованию, должны осознать необходимость и целесообразность постоянного саморазвития и обучения. Качество и доступность высшего образования имеют первостепенное значение для студентов, вузов и общества в целом. Здесь возникает несколько понятий, которые мы будем использовать в дальнейшем, сами образовательные технологии, компетенции, смешенное.[3]

Внедрение новых образовательных технологий способно положительно влиять на восприятие информации обучающимися, помочь в накоплении первых практических навыков и опыта. Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций, психологических и иных тренингов) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Обучение с помощью электронных обучающих программ, в том числе дистанционное обучение, не способно заменить полноценное личностное общение преподавателя с обучающимся, который может получить конкретные знания, и даже уложить их в некоторую систему, но при этом обучающийся не установит неформальные ассоциативные связи, (которые, собственно, и дают владение предметом) именно потому, что это требует от технического посредника умения мыслить неформально.

В электронном обучении, существующем сегодня, контроль знаний зачастую сводится к анализу результатов выполнения тех или иных тестов, поскольку это поддается алгоритмизации. Стиль мышления,

свойственный электронной обучающей программе или дистанционному процессу - механистический, схематичный, прагматический, то есть электронное обучение формулирует прагматизм мышления.

Компьютерные технологии неудобны для учета индивидуальных особенностей интеллекта и темперамента ученика. При использовании электронного образовательного ресурса исчезает тот воспитательный эффект от общения с преподавателем, который позволил бы в конечном счете говорить не просто об обучении, а об образовании.

Прагматизм мышления эффективен при решении «коротких» задач, он не дает субъекту умения мыслить системно, мыслить на несколько шагов вперед (стратегически), видеть не только диаметрально противоположные варианты типа «да» и «нет», но и промежуточные варианты, взятые во взаимосвязи с различными дополнительными факторами. Ведь на анализ событий человеком и принятие им решения влияют эмоциональные факторы и этические соображения, которые нельзя запрограммировать, нельзя запрограммировать и «взрывные озарения интеллекта».

Таким образом, формируется предсказуемая, управляемая личность, возможно, гораздо более законопослушная, но вместе с тем более жесткая и гораздо более манипулируемая. Возникает угроза формирования поколения с жестким прагматическим мышлением, не позволяющим понять и учесть интересы другого человека. Эти люди могут оказаться успешными в своей профессиональной деятельности, причем именно в силу особенностей сформированного «машинного» мышления. В условиях отлаженной системы эти профессионалы-прагматики будут действовать эффективно. Но любой внезапный поворот ситуации, требующий гибкости мышления, учета множества факторов приведет к трудностям системы, построенной на таких профессионалах. К тому же межличностные взаимоотношения будут строиться не на системе взаимных компромиссов, как сегодня, а по принципам булевой алгебры [1].

**Анализ ситуации.** Развивающаяся формализация обучения может низвести роль преподавателя к положению посредника между информационно-коммуникационными технологиями (ИКТ) и обучающимися. Такая формализация приведет к появлению значительной прослойки людей со своеобразным консервативным мышлением, которые будут не просто легко управляемыми, но и, возможно, стремящимися к тому, чтобы ими управляли [2].

Чтобы нивелировать негативные последствия, необходимо начать разрабатывать сценарии «интеграции», включающие методы и приемы, которые развивают творческие подходы и стимулируют формирование личностные качества нужного уровня.

Абсолютный отказ от традиционных методов обучения трансформирует образовательный процесс в заочную форму и снизит его эффективность, поэтому наиболее оптимально применять смешанный подход к обучению, который в различных источниках называют «blended learning», «гибридный», «интегрированный», или «комбинированный». Суть его заключается в оптимальном сочетании традиционной и электронной форм обучения, и позволяет использовать наиболее сильные стороны каждого из методов, минимизировать слабые. [3]

Рассмотрим более детально внешние и внутренние факторы влияющие на использования электронных форм обучения (таблица 1). Обратимся к сильным сторонам использования электронных образовательных ресурсов (ЭОР) и выделим слабые стороны современных способов образования, которые относятся к внутреннему кругу вопросов. Затем перейдем к внешнему влиянию. Продолжая анализировать современные методы образования, отметим их возможности: и существующие некоторые угрозы.

Таблица 1

**SWOT – анализ использования методов электронного обучения**

Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> <li>– развитие дополнительных мультимедийных каналов связи обучающегося с педагогом;</li> <li>– строгая индивидуализацию контроля личной учебной деятельности студента (персонализированное обучение);</li> <li>– простота сочетания с традиционной формой обучения;</li> <li>– объективность тестового контроля, исключающая субъективные личностные суждения об уровне компетенций;</li> <li>– единство требований, предъявляемых ко всем испытуемым;</li> <li>– программные преимущества, обусловленные вариативностью системы и возможностью включения в информационную оболочку дополнительных модулей;</li> <li>– сравнительно небольшие финансовые вложения, снижение общих издержек образовательного процесса;</li> <li>– использование разнообразных увлекательных методов донесения учебной информации (видео-, аудиотрансляции и пр.);</li> <li>– возможность дистанционного контакта с преподавателем и администрацией;</li> <li>– вариативность соотношения традиционных и электронных методов обучения.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– сокращение времени личного общения педагога с обучающимся;</li> <li>– оценка знаний и недостаточная оценка умений;</li> <li>– невозможность оценить логику испытуемого и ход его рассуждений;</li> <li>– несопоставимость весового коэффициента задания с его реальной сложностью;</li> <li>– проблематичность развития навыков устной и письменной речи;</li> <li>– слабо развитая инфраструктура региональных вузов и кадровые проблемы, связанные с недостаточными ИКТ-компетенциями преподавателей;</li> <li>– инвестиционно-экономические проблемы, связанные с кадровым обеспечением административного функционирования ИКТ-системы;</li> <li>– отсутствие четкой позиции со стороны законодательства по внедрению электронных курсов;</li> <li>– отсутствие системы общественных организаций, контролирующих электронные системы обучения в вузах;</li> <li>– проблема оптимальности соотношения традиционных и электронных методов обучения.</li> </ul>

Возможности	Угрозы
<ul style="list-style-type: none"> <li>– возможность использования практически безграничного репозитория образовательных ресурсов;</li> <li>– дополнительное стимулирование развития навыков компьютерной грамотности как у студентов, так и у преподавателей, расширение возможностей повышения профессиональной квалификации ППС;</li> <li>– возможность получения полноценной аналитики обучения студентов;</li> <li>– возможность систематического контроля со стороны преподавателей и администрации на всех этапах обучения;</li> <li>– возможность установление двусторонней видеосвязи, фактически заменяющей личный контакт преподавателя со студентом;</li> <li>– обеспечение эффективной проверки интеллектуальных и практических умений студента;</li> <li>– стимулирование непрерывной самостоятельной работы студента;</li> <li>– возможность улучшения сформированности знаний, умений, навыков и компетенций у выпускников вуза;</li> <li>– привлечение дополнительных высокопрофессиональных кадров в состав административного персонала вуза;</li> <li>– дополнительное программно-технологическое оснащение материального комплекса вуза;</li> <li>– финансово-экономическое удешевление процесса обучения;</li> <li>– трансформация образовательного процесса в общее инновационное развитие страны.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– недостаток уровня компьютерной грамотности, необходимой для успешного обучения с применением ИКТ-технологий;</li> <li>– наличие в учебных планов сложно трансформируемых в электронную оболочку дисциплин;</li> <li>– перенасыщение образовательного процесса информационными технологиями, а следовательно снижение восприятия;</li> <li>– вероятность «угадывания» верного ответа из множества предложенных вариантов;</li> <li>– повтор вопросов при многократном прохождении одного и того же задания;</li> <li>– отсутствие контроля самостоятельности выполнения заданий и проблема аутентификации пользователя;</li> <li>– непроработанность нормативно-методической базы;</li> <li>– необходимость постоянного доступа в сеть Интернет;</li> <li>– обязательная процедура лицензирования и сертификации собственного программного обеспечения;</li> <li>– появление ИКТ-технологий низкого качества и непредсказуемость возможных путей его развития;</li> <li>– угроза полного перехода на дистанционное обучение и абсолютный отказ от традиционных способов донесения знаний.</li> </ul>

Мировые исследования, проводимые Европейской университетской ассоциацией, показывают картину стратегической важности применения электронных форм обучения в крупнейших вузах Европы. Треть общего европейского вузовского сообщества приняли участие в исследовании, и в большинстве своем, заявили, что активно пользуются технологиями ЭОР в процессе обучения студентов очных отделений. При этом 91% вузов, принявших участие в исследовании - используют модель смешанного обучения; 82% предлагают к реализации слушателям дополнительные программы массовых открытых on-line курсов. Практически половина вузов, которые, на настоящее время, еще не

запустили электронное обучение – объясняют подобное поведение финансовыми трудностями и экономическими соображениями (3% опрошенных).

Таким образом, можно говорить о том, что подавляющее большинство европейских вузов имеет приблизительно одинаковые мотивы для внедрения электронного обучения: эффективное использование аудиторного времени и гибкость учебного процесса. Несмотря на имеющиеся сложности, подавляющее большинство отечественных вузов тоже активно используют их в учебном процессе. Согласно данным социологического исследования, проведенного Институтом электронного обучения Национального исследовательского Томского политехнического университета, более 76% преподавателей считают необходимым использование электронных образовательных ресурсов в учебном процессе, 40% профессорско-преподавательского состава рассматривают данные технологии в качестве фактора, положительно влияющего на мотивацию самостоятельной работы студентов, а 65% респондентов разделяют мнение о том, что внедрение ЭОР значительно повышает эффективность учебного процесса.

Рассматривая результаты некоторых исследований о достижении наиболее высоких показателей результативности обучения, следует отметить, что наилучшие показатели обучения можно получить при уровне вовлеченности студентов в работу с информационно-коммуникационными технологиями от 60 до 80%, а именно при так называемом смешанном обучении. Опираясь на эти результаты, можно сделать выводы о психологических предпочтениях обобщенной совокупности студентов и профессорско-преподавательского состава в пользу смешанного обучения. Таким образом, по определенному кругу дисциплин наиболее успешного усвоения студентами материала изучаемой дисциплины можно добиться при соотношении использования 30-40% традиционных способов обучения и 60-70% информационно-коммуникационных технологий, но к сожалению это не показывает личностного развития студента.

**Выводы.** Современные электронные средства обучения выполняют всего лишь ту часть этих функций, которая поддается простому алгоритмизированию. Интерактивное общение с преподавателем присутствует лишь в той степени, в какой его смогли предусмотреть разработчики программы. При такой форме обучения отсутствует вербальное (в том числе эмоциональное) общение, групповое общение, состязательность процесса обучения и овладения компетенциями. Подобная форма обучения сводится всего лишь к процессу передачи знаний. Закрепление умений и навыков – под вопросом. Системность мышления фактически не формируется. Развитие

критического (неговоря уже о креативном) мышления обучающегося при использовании ЭОР требует реализации столь сложных алгоритмов искусственного интеллекта их развития, которые пока не созданы. При таком подходе формируется очень узкий кругозор, очень конкретное мышление с обучающимся. Происходит уменьшение очных часов с преподавателем и увеличение самостоятельной подготовки.

Широкое распространение обучающих программ современного образца, подмена ими преподавателя, способно привести к утрате активного, живого мышления уже у нынешнего поколения нашей страны.

Однако больший процент существующих образовательных приложений пригодно только для дополнительного образования.

### **Список литературы:**

1. Моделирование систем и процессов: учебник для академического бакалавриата / В. Н .Волкова, Г. В. Горелова, В. Н. Козлов и др. Под ред. В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. – М.: Изд-во Юрайт, 2014. – 592 с. – Серия: Бакалавр. Академический курс.
2. Ребус Н.А., Романова Е.В. Реализация компетентностного подхода для профессиональной ориентации и тенденции его развития в образовании. Сборник научных трудов XXI Международной научно-практической конференции: «Системный анализ в проектировании и управлении» в 2-х томах. 2017г. - Издательство: ФГАНО ВО "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого" (Санкт-Петербург).
3. Ребус Н.А. Современные методы повышения мотивации в образовательной практике.//Материалы Международной научно-практической конференции «Современное образование: Векторы развития», Москва, МГПУ, 2016 г.
4. Степаненко Н.В. Козлова Н.А. Развитие образования на основе создания системы социального партнерства / Печатная Славянский форум. // Институт за хуманитарни науки, икономика и информационни технологии – Бургас (Болгария) 2016. № 2 (12). С. 240-24

УДК 65.012

*Брусакова Ирина Александровна,*  
д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой

## **ПОДГОТОВКА ИННОВАЦИОННОГО ИНЖЕНЕРА ДЛЯ РАБОТЫ В КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Санкт-Петербург, СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,  
[brusakovai@mail.ru](mailto:brusakovai@mail.ru)

**Аннотация.** В статье представлены особенности подготовки инновационных инженеров для работы в киберфизических системах. Внедрение инновационных технологий, инноваций в управление ресурсами предприятия, архитектура которого рассматривается как многомерная процессная модель, требует использования профессиональных компетенций инженера, одинаково владеющего управлениями процес-

сами вычислительной, программно-аппаратной, социально-экономической, технической, технологической и т.д. составляющими инновационной инфраструктуры. В статье цифровое предприятие рассматривается как киберфизическая система, управление процессами в котором занимается инновационный инженер. Описаны необходимые профессиональные компетенции инновационного инженера в условиях стандартов CDIO.

**Ключевые слова:** киберфизическая система, инновационный инженер, цифровое предприятие, инновационная инфраструктура.

*Irina A. Brusakova,*  
Doctor of technical Sciences, Professor,  
Head of Department

## TRAINING OF THE INNOVATIVE ENGINEER FOR OPERATION IN CYBERPHYSICAL SYSTEMS

Saint Petersburg. Saint Petersburg State Electro-Technical University "LETI  
brusakovai@mail.ru

**Abstract:** in article features of training of innovative engineers for operation in cyberphysical systems are provided. Implementation of innovative technologies, innovations in resource management of the enterprise which architecture is considered as multivariate process model requires use of professional competences of the engineer who is equally owning controls of processes of components of innovative infrastructure computing, hardware-software, social and economic, technical, technological, etc. In article the digital enterprise is considered as cyberphysical system, control of processes in which is engaged the innovative engineer. Necessary professional competences of the innovative engineer in the conditions of the CDIO standards are described.

**Keywords:** cyberphysical system, innovative engineer, digital enterprise, innovative infrastructure.

Современные тренды цифровой экономики связаны с реализацией стратегии Индустрия 4.0, внедрения технологий SMART-GRID, «Умное бережливое производство», «Умный дом», «Умный город». Реализация стратегий и внедрение технологий связаны с решением междисциплинарных задач, умением и навыками выстраивания цепочек «приращения ценности», поэтапной оценки экономической эффективности инновационных решений, владением практическими навыками работы в современных инфокоммуникационных инфраструктурах. Цикл Бойда OODA (Observe, Orient, Decide, Act), направленный на управление изменениями процессов и когнитивность управленческого решения, и стандарт подготовки инженера CDIO (Conceive — Design — Implement — Operate), нацеленный на инновационность решений по управлению изменениями, связаны друг с другом и с процессами управления жизненным циклом инноваций. Инженер, обученный по стандартам CDIO, должен уметь управлять изменениями процессов и обеспечивать когнитивность принимаемых решений при внедрении инновационных технологий, разра-

ботке технологий изготовления нового продукта, подготовке новой технической идеи, оценке результатов, например, по ключевым показателям эффективности и т.п.

Киберфизическая система, определенная в [1] как «информационно-технологическая концепция, подразумевающая интеграцию вычислительных ресурсов и физических процессов».

Цифровое предприятие в [2,3] определяется как «предприятие, использующее для повышения эффективности свое деятельности новые цифровые инфокоммуникационные технологии на всех уровнях управления – операционном, стратегическом, тактическом».

Стандарты CDIO прежде всего направлены на формировании целостной картины восприятия предметной области исследований инженера, создание адекватных моделей составляющих предметных областей исследования: моделей условий, моделей объектов измерений, моделей измерительных цепей, моделей факторов влияния, моделей корректирующих воздействий, моделей бизнес-процессов, моделей управленческих решений и т.п.

Ресурсное обеспечение цифрового предприятия, управление которым осуществляется по принципу параллельного инжиниринга ресурсов и процессного управления, может быть представлено как набор экономико-математических и имитационных моделей. Программное обеспечение такого управления реализуется набором ИТ-сервисов, интегрированных в киберфизическую систему. Таким образом, ресурсное обеспечение реализуется технологиями Интернета-сервисов, поддерживается коммуникациями Интернета-людей и имеет цели производства инновационной продукции в концепции Интернета-вещей. Инновационный инженер должен обладать профессиональными компетенциями по управлению жизненным циклом инновационного проекта, оценкой его экономической эффективности, применению необходимых инструментальных средств сопровождения.

Особые профессиональные компетенции связаны со знаниями, умениями, навыками выбирать элементы инфокоммуникационной инфраструктуры CPS, необходимой для внедрения инноваций. Зачастую целями формирования таких компетенций связывают с необходимостью работ в инфокоммуникационных инфраструктурах «переходного периода», связанных с так называемой цифровой трансформацией промышленного производства. Ядром таких инфраструктур является платформа CPS. Триединство позиций CPS – умение работать с Интернетом людей, Интернетом вещей, Интернетом сервисов – формирует компетентностные вызовы инновационным инженерам. Они должны овладеть навыками управления инновационных проектов в условиях конкретных платформ киберфизических систем.

Из известных современных платформ киберфизических систем выделим следующие платформы: IoT/ПoT ThingWorx, платформы базе продуктов компаний National Instrument (NI) и Parametric Technology Corporation, платформы INTO-CPS.

Для виртуализации измерительных цепей и разработки виртуальных измерительных приборов используются платформы на базе продуктов компании National Instrument, которая представлена средой графического инженерного программирования LabVIEW и аппаратными платформами - магистрально-модульной платформой для систем измерения, управления и автоматизации PXI-шасси, контроллеры, модульные измерительные приборы, и платформой реального времени Compact FieldPoint и CompactRIO. В такой графической среде возможно произвести как проектирование, так и метрологический анализ и синтез измерительных цепей, их тестирование (продукт Measurement Studio). Продукт Multisim позволяет моделировать и анализировать электрические и электронные схемы. Профессиональные компетенции инновационного инженера должны охватывать области метрологического анализа и синтеза измерительных цепей.

Платформа IoT/ПoT ThingWorx используется для разработки ИТ-сервисов «промышленного интернета вещей и сред дополненной реальности». Платформа IoT/ПoT ThingWorx с дополненной реальностью позволяет создавать среды с имитацией физического мира цифровыми данными в режиме реального времени, организуя цепочки передачи информации с помощью планшетов, смартфонов, гаджетов Google Glass, Microsoft HoloLens, например.

Платформы INTO-CPS используются как интеграторы «цепочек инструментов» для модельного проектирования киберфизических систем вплоть до программного и аппаратного уровней.

Помимо владения навыками работы в формировании платформенного синтеза киберфизических систем, инновационные инженеры должны учитывать новые вызовы так называемой «цифровой культуры», которая подключает к процессам в киберфизических системах процессы управления информацией и знаниями социальных сетей (Интернет вещей). В цепочку приращения ценности бизнес-процессов киберфизической системы входят события инфокоммуникаций «социум-система» [4].

Таким образом, такие технологии управления «цифровой культурой» – качественного изменения деловой среды – как брендинг, геймификация, технологии продвижения цифрового контента и т.д. также должны учитываться при формировании профессиональных компетенций, связанных с управлением человеческим капиталом, социальным ресурсом цифрового общества.

## **Список литературы**

1. Васильев Ю.С., Козлов В.Н., Волкова В.Н. Кибернетика – теория систем – киберфизика // Системный анализ в проектировании и управлении: сб. науч. Тр. XXI Межд. Научно-практ. конф. 29-30 июня 2017 года. Ч.1. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2017. – С.5-14.
2. Irina A.Brusakova, Roman E. Shepelev Innovations in the technique and economy for the digital enterprise /Proceedings of : Strategic Partnership of Universities and Enterprises of Hi-Tech Branches (Science. Education. Innovations), 2016 IEEE V Forum 16-18 Nov. 2016, **INSPEC Accession Number:** 16622886, **DOI:** 10.1109/IVForum.2016.7835844, **Publisher:** IEEE, <http://ieeexplore.ieee.org/document/7835844/>
3. Теоретическая инноватика: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры/под ред. И.А. Брусаковой. – М.: Изд-во Юрайт, 2017. – 333 с.
4. Морозова Н.С. Особенности управления персоналом в условиях цифровой экономики /Человеческий капитал в формате цифровой экономики. Межд. науч. конф., посвященная 90-летию С.П. Капицы. Москва, 16 февраля 2018 г.: сб. докладов. – М.: Редакционно- издат. дом РосНОУ. – 2018. С. 324-331.

УДК: 004.82; 378.4; 37.012.3

*Гавrilova Татьяна Альбертовна,*  
д-р техн. наук, заведующий кафедрой информационных  
технологий в менеджменте, профессор,  
*Лещёва Ирина Анатольевна,*  
старший преподаватель кафедры информационных  
технологий в менеджменте,  
*Плешкова Анастасия Юрьевна,*  
аспирант,  
*Гринберг Эльвира Яковлевна,*  
аспирант

## **К ВОПРОСУ О ТРЕНИНГЕ АНАЛИТИКОВ В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ БИЗНЕСА<sup>4</sup>**

Россия, Санкт-Петербург, Высшая Школа Менеджмента, Санкт-Петербургский Государственный Университет  
gavrilova@gsom.spbu.ru, leshcheva@gsom.spbu.ru, pleshkova@gsom.pu.ru, elviramitim@gmail.com

**Аннотация:** Статья посвящена выявлению ключевых особенностей обучения инженеров по знаниям и систематизации доступных им источников информации. Актуальность тематики связана с растущей потребностью в управленческих кадрах, способных организовать работу со знаниями на предприятии с целью достижения конкурентных преимуществ. Инженер по знаниям (или аналитик) – ключевая фигура

<sup>4</sup> Исследование выполнено за счет гранта Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 17-07-00228).

в процессе разработки интеллектуальных систем. В статье представлено обобщение опыта авторов по подготовке аналитиков в рамках корпоративных тренингов.

**Ключевые слова:** управление знаниями, менеджмент знаний, инженерия знаний, аналитик, самообучение

*Tatiana A. Gavrilova,*

Doctor of technical science, Head of Department,  
Information Technologies in Management Department, Professor,

*Irina A. Leshcheva,*

Senior Lecturer, Information Technologies  
in Management Department,

*Anastasiia Yu. Pleshkova,*

PhD student

*Elvira Ya. Grinberg,*

PhD student

## **TO THE QUESTION ABOUT ANALYST TRAINING IN THE ERA OF DIGITAL TRANSFORMATION OF BUSINESS<sup>5</sup>**

Russia, Saint Petersburg, Graduate School of Management, Saint Petersburg  
State University

gavrilova@gsom.spbu.ru, leshcheva@gsom.spbu.ru, pleshkova@gsom.spbu.ru,  
elviramitim@gmail.com

**Abstract/** The article is devoted to the key features identification in regards of knowledge engineers' training and the systematization of information resources available to them. The relevance of the topic is related to the growing need for managerial personnel capable of organizing work with organizational knowledge in order to achieve competitive advantages. A knowledge engineer (or analyst) is a key figure in the development of intelligent systems. The article presents a generalization of the authors' experience in the training of analysts in the framework of corporate trainings.

**Keywords:** knowledge management, knowledge management, knowledge engineering, analyst, self-learning

Тематика управления знаниями (УЗ) становится все более актуальной с каждым десятилетием. В теории фирмы, основанной на знаниях (knowledge-based view of the firm), знания являются самым ценным ресурсом для создания устойчивого конкурентного преимущества [9]. Современные экономические тенденции (цифровизация бизнеса, глобализация и технологическая эволюция, рост высоко-диверсифицированных продуктов) меняют структуру рынка таким образом, что фирма не может оставаться конкурентоспособной, базируя свою стратегию на традиционных источниках преимуществ компаний таких как база лояльных потребителей или надежные поставщики. Эти тенденции повышают значи-

---

<sup>5</sup> Research has been conducted with financial support from Russian Foundation for Basic Research grant (project No. 17-07-00228).

мость УЗ, т.к. только обладание стратегически-важным знанием позволяет получить преимущество не только в качестве, но и во времени [11].

Различия в производительности компаний можно объяснить, в том числе и тем, как они управляют своими знаниевыми ресурсами. Именно по этой причине в последнее десятилетие в области УЗ неуклонно растет количество публикаций в международных академических журналах [12]. Основные результаты исследований указывают на влияние УЗ на результаты деятельности компаний, инновационную активность, удержание ценных кадров внутри компании.



Рис. 1. Разделение образования в сфере УЗ в России

Одной из ключевых задач современного этапа развития системы образования в России является задача повышения практической направ-

лennости подготовки специалистов для современного рынка труда [7]. Растущий спрос организаций на наличие новых навыков у современных специалистов по управлению знаниями требует соответствующего предложения от сектора образования. В целом, этот спрос не является удовлетворённым должным образом. Основные критические замечания в зарубежной литературе и практике направлены на содержание преподаваемого контента, который не отражает связи управления знаниями с перекрестными дисциплинами, например, управлением персоналом, не имеет никакой базы в реальности и не культивирует у будущих сотрудников необходимые способности к созданию и распространению знаний, навыки решения проблем [10].

Управление знаниями сформировалось как самостоятельная дисциплина в начале 1990-х годов. Основными драйверами этого процесса выступили три «Си»: вычисления, консультанты и конференции (на англ.: computing, consultants and conferences). Помимо роста доступности вычислительной техники, распространения лучших практик через консалтинговые фирмы и продвижения на конференциях была также и четвертая «Си» – торговля (commerce). Первые три движущие силы обеспечили сильный коммерческий толчок к позиционированию управления знаниями в качестве нового организационного инструмента.

Необходимо систематизировать существующие определения сотрудников, которые занимаются вопросами УЗ в компании. В зарубежной литературе этот тип сотрудников (knowledge managers) называется «менеджер знаний», а в российской практике существует множество возможных определений для работников, в зоне ответственности которых находится сфера УЗ: «координатор знаний», «аналитик», «менеджер знаний», «специалист по управлению знаниями», «специалист по управлению интеллектуальными активами» и др. (см. табл.1).

При определении профессиональных требований к аналитику, следует учитывать, что ему необходимы различные навыки и умения для грамотного и эффективного проведения процессов извлечения, концептуализации и формализации знаний рис. 2).

Таблица 1

Роли сотрудников, связанных с управлением знаниями (составлено авторами)

Название должности	Роль в системе управления знаниями	Функции
<b>Знаниевый работник</b>	Объект управления	Применение имеющихся и создание новых знаний
<b>Координатор знаний</b>	Управление контентом	Управление интранетом, веб-сайтами, базами данных и другими системами хранения информации

Окончание таблицы 1

Название должности	Роль в системе управления знаниями	Функции
<b>Менеджер знаний/ Специалист по управлению знаниями</b>	Управление людьми (знаниями со-трудниками) и про-цессами	Организация процессов управления знаниями; в том числе: освоением новыми сотрудниками ключевых знаний компании, приобретение ими компетенций и квалификаций не-обходимых для работы со знаниями, развитие знаниевых бизнес-процессов компании за счет разработки и включения в деятельность стандартов предприятия, сбор и анализ извлеченных уроков и лучших практик, построенных на основе
<b>Специалист по управле-нию интел-лектуальны-ми активами</b>	Управление резуль-татами интеллектуаль-ной деятельно-сти	Доведение результатов интеллектуальной деятельности до стадии коммерциализации. Сокращение потерь компании от несоблюде-ния правил безопасности в отношении управ-ления интеллектуальными активами компа-нии, соблюдение режима коммерческой тай-ны, разъяснение и контроль применения па-тентного законодательства.
<b>Системный аналитик/ инженер зна-ний</b>	Извлечение, струк-турирование и ко-дификация знаний	Разработка единого тезауруса для обес-печения эффективной коммуникации между заин-тересованными лицами. Сбор, анализ и про-верка требований по изменению знаниевых биз-нес-процессов, регламентов и информаци-онных систем. Использование аналитических ме-тодов в работе с разнородными заниями с це-лью определения проблем и потенциалов роста бизнеса
<b>Директор по управлению знаниями</b>	Разработка и вне-дрение знаниевой стратегии	Организационная часть управления знаниями, раз-вление основных идей среди работников, прове-дение обучения персонала в едином се-тевом информационном пространстве компа-нии, а также разработка инновационных ме-тодов использования корпоративного знания, за-щита знаний компании, увеличение полез-ности их использования, создание и совер-шенствование организационных знаний

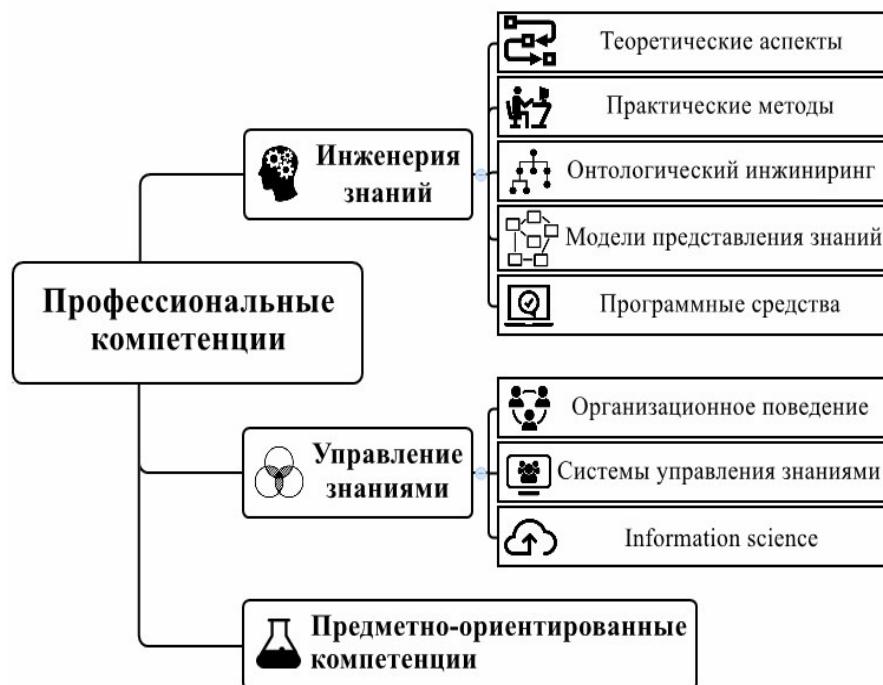


Рис. 2. Интеллект-карта профессиональных компетенций аналитика

**Таблица 2**

Специфика управления знаниями в эпоху цифровой трансформации бизнеса

	Ключевые задачи управления знаниями (УЗ)	Ключевой сотрудник в УЗ	Навыки ключевого сотрудника
<b>Традиционный подход к ведению бизнеса</b>	Управление процессами, технологиями и людьми	Менеджер знаний	коммуникационные
<b>Цифровая трансформация бизнеса</b>	Кодификация и структурирование знаний	Аналитик, инженер по знаниям	технические аналитические

Эти компетенции [4], как следует из рис. 2, в основном связаны со знанием и опытом разработки интеллектуальных систем — от теории и онтологического инжиниринга до программной реализации. Несмотря на то, что и менеджеру по знаниям, и аналитику требуются развитые ком-

муникативные навыки, компетенции последнего имеет ряд специфических характеристик (см. Таблицу 2).

Новичку, который стремится освоить специальность менеджера знаний, можно предложить следующий алгоритм действий:

1) Вступить в одну из групп в социальных сетях, посвященных обмену опытом в сфере УЗ. На данный момент есть активная группа в фейсбуке, набирают популярность дискуссии в мессенджере Telegram;

2) Прослушать несколько специализированных дистанционных курсов;

3) Определить свой первоначальный фокус в сфере управления знаниями, который базируется на уже полученном базовом образовании и опыте. Так, психологу будет проще начать с таких трендов как построение сообщества практики, а программисту - с вопросов построения базы знаний;

4) Посетить профильную конференцию, форум, бизнес-завтрак или другое тематическое мероприятие. Рекомендацию о том, какое мероприятие посетить, можно получить в Интернет-сообществе, выбранном на первом шаге. На данном этапе важно установить личный контакт с заочно знакомыми специалистами и создать новые связи;

5) После того как новичок становится членом сравнительно небольшого круга тех, кто интересуется вопросами управления знаниями, он ищет возможность включиться в практическую деятельность, применить полученные теоретические знания на практике.

На сегодняшний день пятый этап зачастую предшествует первому – сначала сотрудник начинает реализовывать ту или иную функцию, связанную с УЗ, а затем, почувствовав нехватку знаний, начинает читать различные форумы и сайты. Такой путь может принести положительный результат, если цели обучения будут сформулированы достаточно грамотно. Навигатором в море противоречивой и не всегда качественной информации могут стать так называемые “сообщества практиков”.

Формальное образование, предлагаемое в России на данный момент, предполагает базовую подготовку для будущих специалистов по управлению знаниями. Междисциплинарные предметы (например, связь управления знаниями с управлением персоналом и т.п.) представлены в единичных курсах по основным образовательным программам. На данный момент лидерами мнений (opinion leaders) в сфере УЗ в России являются люди, которые по объективным причинам не могли получить профильное образование в данной области. Более того, сейчас согласно «Перечню специальностей и направлений подготовки высшего образования» такого направления подготовки как «управление знаниями» не существует.

При этом, на текущий момент неформальное обучение играет ведущую роль в формировании навыков специалиста по управлению знаниями. Среди возможностей неформального обучения наиболее эффективными, по мнению авторов, являются возможности получения дополнительного образования в тесной связи с сообществом экспертов. Таковыми являются: очные курсы по управлению знаниями, в том числе на программах МВА. Курсы МВА носят ярко выраженный прикладной характер и сфокусированы на возможностях применения тех или иных инструментов УЗ. Тренинги по подготовке инженеров по знаниям и бизнес-аналитиков ведутся одним из авторов уже на протяжении двух десятилетий [2, 3, 5, 6].

В целом, образование в сфере УЗ носит фрагментарный характер, и ориентировано на решение узкоспециализированных прикладных задач как то: формирование сообщества практики, построение базы знаний предприятия, разработка системы мотивации для знаниевых сотрудников. Высокая ориентированность на практику УЗ в ущерб теории сказывается на характере научных работ в этой области. Небольшое количество российских исследователей занимается теоретической работой и вопросами возможности адаптации западного опыта к отечественным реалиям. Вклад российской науки в развитие управления знаниями как дисциплины наиболее ярко проявляется в сфере интеллектуального капитала и информационных технологий. В области стратегического управления знаниями исследования носят характер обзоров и обобщений западной литературы.

Основным драйвером развития неформального образования в сфере управления знаний является предпринимательская инициатива экспертов по управлению знаниями. Будучи заинтересованными в продаже своих знаний и навыков, они проводят просветительскую работу и выступают инициаторами проведения профильных мероприятий. На данный момент управление знаниями не признается ни как отдельная дисциплина на уровне системы образования, ни как отдельная функция в большинстве компаний. Однако, инициативные специалисты, заинтересованные в предмете, могут найти множество возможностей для саморазвития в этой области. Высшее образование в данном случае является обязательным условием, которое формирует определенную специализацию менеджера знаний. Значительным преимуществом при этом является ученая степень. Практически обязательным условием успешного овладения профессией на данный момент является знание английского языка на высоком уровне (advanced level), которое позволяет получить доступ к накопленному обширной теоретической базе и международному опыту по управления знаниями.

Одним из предложенных улучшений системы образования именно для специалистов управления знаниями может быть введение специальных обязательных курсов или организация кафедр по профилю. Таким образом, работодатели смогут нанимать готовых специалистов с системными знаниями сразу после их выпуска. Другим решением могли бы стать интеллектуальные системы электронного обучения (intelligent e-learning systems) управлению знаниями. Эти системы предлагают материалы, пригодные для ученика с учетом его стиля обучения, уровня знаний, интересов и способностей, они способны адаптировать среду обучения к предпочтениям учащегося и предлагать тесты, соответствующие текущему уровню знаний учащегося. Они гибкие во времени и не привязаны к определенному месту, что актуально ввиду географических особенностей России.

Ввиду разрозненности и фрагментарности существующих источников информации по управлению знаниями, можно предположить, что для большой компании наиболее эффективным решением будет создание команды специалистов, которая будет содержать экспертов как в сфере ИТ и управления персоналом, так и в области управления процессами и проектами, маркетологов или специалистов по внутренним коммуникациям. Средний и малый бизнес может привлекать одного-двух менеджеров, специализирующихся на тех аспектах УЗ, которые наиболее актуальны на текущий момент.

В настоящее время активно развиваются несколько проектов по формированию профессиональных стандартов для массовых и востребованных специализаций в области ИТ, описывающих должности, профессиональные компетенции, требования к уровням образования, стажу работы и сертификации в соответствии с квалификационными уровнями [1]. Стандарты применяются в качестве нормативного документа для подбора и расстановки кадров; планирования и нормирования труда; развития систем управления персоналом; для решения задач по профессиональной ориентации; для проведения профессиональной подготовки, переподготовки и повышения квалификации персонала.

Не смотря на наличие множества стандартов в области информационных технологий, инженер по знаниям пока не «стандартизирован». Ближе всего к нему приближается стандарт позиции «системный аналитик». В нем выделено 5 уровней и он жестко формализован, но большинство из компетенций и характеристик, обсуждаемых в данном докладе в него не вошли.

### **Список литературы**

1. Волков А.И., Рейнгольд Л.А., Рейнгольд Е.А. Профессиональные стандарты в области ИТ как фактор технологического и социального развития // Прикладная информатика, 2015, т. 10, № 2.

2. Гаврилова Т.А., Долныкова А.А. Профессиональный подбор и подготовка специалистов в области инженерии знаний // Новости искусственного интеллекта, 1992, № 1.
3. Гаврилова Т.А., Лещева И.А. Когнитивный стиль и формирование понятийных структур знаний // Психология. Журнал Высшей школы экономики, 2016, т. 13, № 1.
4. Гаврилова Т.А., Лещёва И.А. Системный взгляд на аналитика. 2016 Труды 14-ой национальной конференции по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2016. С. 16-23.
5. Гаврилова Т.А., Лещева И.А., Лещев Д.В. Использование онтологий в качестве дидактического средства // Искусственный интеллект, 2000, № 3.
6. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. Учебник. – СПб.: Питер, 2000.
7. Гаспариан М.С., Лебедев С.А., Тельнов Ю.Ф. Инжиниринг образовательных программ на основе применения интеллектуальных технологий. Открытое образование. 2017. (1):14-19. DOI:10.21686/1818-4243-2017-1-14-19
8. Gavrilova T., Puuronen S. Cognitive Bias in Knowledge Engineering course // Int. Journal "Information Technologies and Knowledge", 2007, vol. 1, N 3.
9. Grant, R. Toward a knowledge-based view of the firm. Strategic Management Journal. 1996b. Vol. 17 No. 4. P. 109-122.
10. Handzic, M., Edwards, J., Moffett, S., Garcia-Perez, A., Kianto, A. and Bolisani, E. Knowledge Management Education: Five Ws and One H. 2016. Procedia Computer Science. Special issue № 99. P. 213-214.
11. Ragab, M. and Arisha, A. Knowledge management and measurement: a critical review. Journal of Knowledge Management. 2013. Vol. 17 Issue 6. P. 873-901.
12. Serenko, A. and Bontis, N. Global ranking of knowledge management and intellectual capital academic journals: 2013 update. Journal of Knowledge Management. 2013. Vol. 17 Issue 2. P. 307-326.

УДК: 37.01

*Красильникова Елена Владиславовна,*  
заведующий кафедрой гуманитарных наук,  
канд. филол. наук, доцент

## **СИСТЕМООБРАЗУЮЩАЯ РОЛЬ КОМПЕТЕНЦИИ В УЧЕБНО-ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВУЗА**

Россия, Тверь, ФГБОУ ВО Тверская государственная сельскохозяйственная академия, gum512@mail.ru

**Аннотация:** Исследуется системообразующая роль компетенции в учебно-воспитательной деятельности вуза в условиях становления новой личностно-ориентированной модели образования. Используется трактовка содержания компетенции как готовности обучающихся использовать усвоенные знания, учебные умения и навыки, а также способы деятельности в жизни для решения практических задач. Представлено значение универсальных компетенций, отвечающих за личностное развитие учащихся, как надпредметных, выполняющих роль приоритетного системообразующего фактора учебно-воспитательной деятельности вуза. Представлен опыт формирования универсальных компетенций через проектную деятельность студентов.

тов, реализуемую в рамках культурно-просветительского центра Тверской государственной сельскохозяйственной академии.

**Ключевые слова:** компетенция, компетентностная модель образования, универсальная компетенция, проектная деятельность

*Elena V. Krasilnikova,*  
Head of a humanities department,  
Candidate of Philological Sciences., docent

## **BACKBONE IMPORTANCE OF COMPETENCE IN EDUCATIONAL ACTIVITY OF THE UNIVERSITY**

Russia, Tver, FSBEI HPO Tver State Agricultural Academy,  
gum512@mail.ru

**Abstract.** In the article we are investigating backbone importance of competence in scientific-educational activity of university in condition of creating new personal-oriented model of education. Interpretation of competence content is using as readiness of students to utilize acquire knowledge, educational skills, and ways of activities in everyday life for practical tasks solving. It is considered meaning of general competences that are in charge of personal development of students, as over-subject, taking on the role of top-priority backbone factor of scientific-educational activity of university. It is provided with experience of general competences generation through project activity of students, implemented as part of education and cultural center of Tver State Agricultural Academy.

**Keywords:** competence, competence model of education, general competence, project activity

Современная система отечественного образования продолжает пребывать на стадии активного реформирования. Складывается впечатление, что пространство современного вуза сегодня больше напоминает экспериментальную площадку, на которой испытываются очередные федеральные государственные образовательные стандарты, апробируются различные инновационные технологии, чем отлаженную, четко функционирующую образовательную систему, выполняющую важный социальный заказ – формирование личности и подготовку высокопрофессионального специалиста.

Не секрет, что подобное положение дел в системе образования есть прямое отражение кризисных процессов, происходящих в культуре в целом, в частности, кризиса ценностно-смыслового пространства современной техногенной культуры с ее потребительскими установками, двойными стандартами, дегуманизацией человека. Вместе с тем, глобальный кризис, сопровождающий наше постиндустриальное общество, не снимает ответственности с самой системы образования. Напротив, опыт предыдущих цивилизаций подтверждает усиление роли образовательных институтов в сложные периоды кризиса того или иного государства, угрозы потери им своей социокультурной идентичности. Остается

только согласиться с мнением ученых, утверждающих, что «в мире нет силы, способной менять человека и тем самым влиять на процессы в обществе и государстве, кроме образования» [4, с.21]. Являясь важной составляющей национальной культуры, образование в состоянии откорректировать и даже кардинально изменить функционирование социокультурной системы в целом.

В этой связи еще более актуальным становится исследование функционирования самой образовательной системы. Что выступает в ней в роли приоритетного системообразующего фактора? Насколько этот фактор органичен для учебно-воспитательной деятельности и способен повлиять на достижение главной образовательной цели?

Представляется, что одним из таких системообразующих факторов в современном образовательном процессе способна выступать компетенция. Сегодня многие ученые-педагоги стратегической целью образования называют «становление реальной компетентности (социальной, интеллектуальной, профессиональной, этнокультурной, нравственной и др.) обучающегося как личности, способной к самоопределению, самообразованию, саморегуляции, самоактуализации, конкурентоспособности» [1, с.49]. При этом само понятие компетенции трактуется ими как «готовность обучающихся использовать усвоенные знания, учебные умения и навыки, а также способы деятельности в жизни для решения практических задач» [6, с.9].

Надо признать, что отношение к самому термину «компетенция» в научно-педагогической среде сложилось далеко неоднозначное. Среди педагогов есть те, кто не принял данную категорию и счел рассмотрение компетентностного подхода как образовательной парадигмы не совсем корректным [2, с.28]. Не смотря на это, понятие компетенции все же вошло в научно-педагогический оборот и в учебно-образовательную практику. Сегодня все более популярным становится определение современной модели образования именно как компетентностной. Смысл, который вкладывают разработчики данной модели образования, с одной стороны, достаточно прагматичный. По их мнению, «введение понятия «компетенция» в нормативную и практическую составляющую образования позволяет решать типичную для российской школы проблему, когда учащиеся могут хорошо овладеть набором теоретических знаний, но испытывают значительные трудности, требующие использования этих знаний для решения конкретных жизненных задач или проблемных ситуаций» [6, с.9]. С другой стороны, модель компетентностного образования, по мысли тех же разработчиков, нацелена не только на соединение теоретического обучения с практикой, но и на объединение учебного процесса с воспитательным, отвечающим за личностные качества будущих специалистов.

Свидетельством утверждения компетентностной модели образования в системе вуза выступает постепенная замена предметной формы организации учебного процесса компетентностной. Не предметы, а компетенции начинают устанавливать набор системных характеристик для проектирования образовательных стандартов, учебной и методической литературы, измерителей общей и профессиональной подготовки [6, с.9]. Современная практика реорганизации учебного процесса ведет к тому, что основным показателем качества выпускника вуза будет выступать прежде всего качество усвоенных им компетенций.

Для подтверждения профессиональных компетенций будущему специалисту необходимо продемонстрировать соответствующие его будущей профессии знания, умения и навыки. Сложнее с демонстрацией универсальных компетенций (УК), включающих личностные и социально значимые качества учащихся. Согласно последним ФГОС ВО (для студентов сельскохозяйственных вузов), в числе универсальных компетенций заявлены: способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1); способность осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде (УК-3); способность воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах (УК-5); способность управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни (УК-6). К сожалению, в новых стандартах поколения 3++ количество универсальных компетенций значительно уменьшилось. Вместе с тем, именно эти универсальные компетенции, стоящие над общепрофессиональными и профессиональными, выполняющие интеграционную, над-предметную функцию, на наш взгляд, должны выступать в роли приоритетного системообразующего фактора образовательного процесса. Понятно, что реальная проверка степени усвоения универсальных компетенций будет проходить за пределами вуза. Задача педагога, в рамках учебно-воспитательной деятельности вуза найти способы наиболее успешного формирования универсальных компетенций, гарантирующие их устойчивость и необратимость у молодых людей, покинувших стены вуза.

Представляется, что одной из продуктивных технологий освоения универсальных компетенций является их формирование через организацию проектной деятельности студентов. Метод проекта оценивается сегодня как перспективный, обладающий значительным научно-образовательным потенциалом [5, с.22]. Безусловным его достоинством является формирование системного и критического мышления (УК-1), способствующего как самостоятельному овладению уже существующими знаниями, так и порождению новых, развитию творческих способностей учащихся. Вместе с тем проектный метод обладает и существенным воспитательным потенциалом. Преимуществом метода проектной дея-

тельности является ее совместный характер (УК-3): в процессе работы над проектом студенты осваивают технологии командной работы, развивают умение сотрудничать в ходе группового решения проблем, принимать собственные решения и нести за них ответственность.

Опыт учебно-воспитательной работы преподавателей кафедры гуманитарных наук Тверской государственной сельскохозяйственной академии показал, что наиболее эффективным процесс формирования универсальных компетенций через проектную деятельность становится тогда, когда он выходит за рамки аудиторных занятий [3]. Внеаудиторная работа с учащимися академии была организована ими в рамках созданного на базе кафедры КПЦ – культурно-просветительского центра. Основными задачами культурно-просветительского центра стали: гражданско-патриотическое воспитание студенческой молодежи, ориентация в проблемах современной социокультурной действительности; формирование национальной идентичности, знакомство с другими национальными культурами, воспитание толерантности; духовно-эстетическое и этическое образование, развитие креативности, расширение кругозора. Заявленные задачи соответствуют не только содержанию отдельных универсальных компетенций (УК-5, УК-6), но и совпадают со стратегическим смыслом личностно-ориентированной модели образования, нацеленной на подготовку личности, адаптированной к современной культуре, способной самореализоваться в сложной социокультурной действительности.

В первые годы (КПЦ существует с 2010 года) деятельность центра заключалась в проведении отдельных мероприятий, которые позднее оформились в проекты: «Мир русской усадьбы», «Святые места России», «Культурное пространство малых городов России», «Семья-династия в историческом и современном пространстве российской культуры», «Знаковые имена и памятники Тверского края», «Экология исторической памяти и культуры». Порядок организации проектной деятельности по различным темам сложился достаточно универсальный. Основными этапами проектов стали:

- 1) разработка проектного задания, направленного на исследование проблемы;
- 2) составление плана работы, включающего определение средств и методов выполнения проекта (выездные экскурсии, сравнительно-исторический анализ научного объекта);
- 3) реализация проекта по организации и проведению комплексного исследования проблемы – от сбора информации до составления конечного материала;
- 4) презентация и защита проекта в ходе научно-студенческой конференции.

Представляется, что дальнейшее использование проектного метода в организации учебно-воспитательной деятельности вуза будет способствовать формированию универсальных компетенций, которые в свою очередь сыграют роль системообразующего фактора в становлении новой личностно-ориентированной модели образования.

#### **Список литературы**

1. Корчагин Е.А., Сафин Р.С. Компетентностный подход и традиционное представление о высшем образовании // Высшее образование в России. – 2016. – №11. – С.47-54.
2. Кочетков М.В. Развитие творчески-инновационной образовательной среды и грядущая парадигма образования // Alma mater. Вестник высшей школы. – 2014. – №12. – С.23-31.
3. Красильникова Е.В., Тюлина А.В., Кольцова А.А. К вопросу о формировании идентичности молодежи в условиях становления гуманистической модели образования // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №2URL: [www/science-education.ru/129-21701](http://www/science-education.ru/129-21701) (дата обращения: 20.02.2018)
4. Куркин Е.Б. Образование и нация: стагнация или устойчивое развитие // Народное образование. – 2017. – №3-4. – С.15-24.
5. Панина Г.В. Новые образовательные технологии в реализации программ модернизации // Высшее образование сегодня. – 2013. – №12. – С.22-26.
6. Хуторский А.В. Модель компетентностного образования // Высшее образование сегодня. – 2017. – №12. – С.9-17.

УДК 004.942

*Мирошниченко Ирина Иосифовна,*  
доцент кафедры Информационных систем  
и прикладной информатики, канд. экон. наук,

*Калугян Каринэ Хачересовна,*  
доцент кафедры Информационных систем  
и прикладной информатики, канд. экон. наук, доцент

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОГО ЯДРА ДИСЦИПЛИН НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ**

Россия, г. Ростов-на-Дону, ФГБОУ ВО «Ростовский государственный  
экономический университет (РИНХ)»,  
kalugyan@yandex.ru, iimo2@yandex.ru

**Аннотация.** Для определения входных и выходных понятий, а также для формирования «терминологического» ядра дисциплин направления подготовки предлагается использование экспертных методов, в частности метода групповых экспертных оценок.

**Ключевые слова:** экспертные методы, метод Дельфи, направление подготовки, дисциплина, «терминологическое» ядро.

*Irina I. Miroshnichenko,*  
associate Professor, The Department of Information Systems  
and Applied Computer Science, PhD in Economics,  
*Karine Kh. Kalugyan,*  
associate Professor, The Department of Information systems  
and Applied Computer Science, PhD in Economics, associate Professor

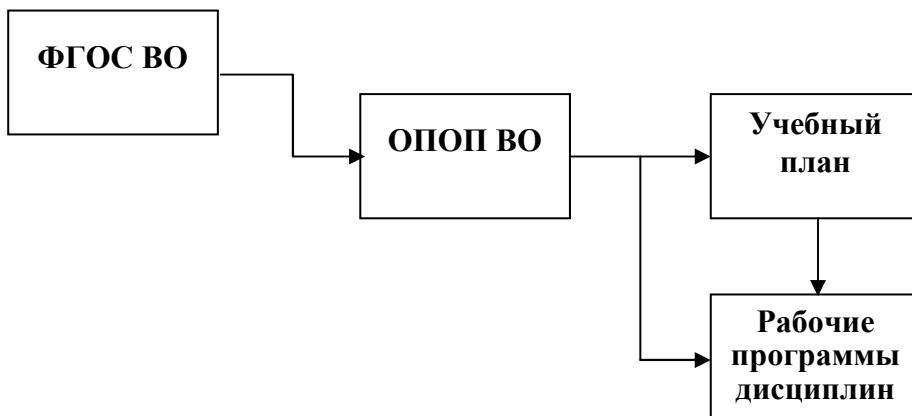
## **THE USE OF EXPERT METHODS FOR FORMATION OF THE TERMINOLOGICAL KERNEL OF DISCIPLINES OF THE DIRECTION OF TRAINING**

Russia, Rostov-on-Don, Rostov State University of Economics (RSUE),  
kalugyan@yandex.ru, iimo2@yandex.ru

**Abstract:** To determine the input and output concepts, and also to form the "terminology" kernel of disciplines of the direction of training the use of expert methods, in particular a method of group expert estimates is offered.

**Keywords:** expert methods, Delphi method, direction of training, discipline, "terminological" kernel.

Реализация основных профессиональных образовательных программ высшего образования – программ бакалавриата, специалитета, магистратуры в образовательной организации должна соответствовать совокупности обязательных требований, которые определяются в Федеральном государственном образовательном стандарте. Для обеспечения этих требований образовательным учреждением должен быть разработан комплекс документов по каждому направлению подготовки (рис. 1).



Примечание. ФГОС ВО – Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования; ОПОП ВО – основная профессиональная образовательная программа высшего образования.

Рис. 1. Комплекс взаимосвязанных документов для направления подготовки

Образовательные организации самостоятельно разрабатывают образовательные программы, составляют учебные планы направлений подготовки, определяют дисциплины для включения в учебный план, их последовательность и трудоемкость.

В рамках алгоритма обоснованного формирования элементов образовательной программы [2-4, 7] мы предлагаем следующее.

На первом шаге необходимо выполнить содержательный анализ дисциплин, которые будут включены в учебный план, с целью выявления полного перечня всех используемых терминов и понятий, результатом которого станет составление полного тезауруса направления подготовки (рис. 2) [8].

Далее нужно провести экспертный опрос ведущих преподавателей с целью разделения понятий, выделенных на 1 этапе, на входные и выходные [4, 9], а также определения для каждой дисциплины *терминологического ядра* – ключевых (базовых) понятий.

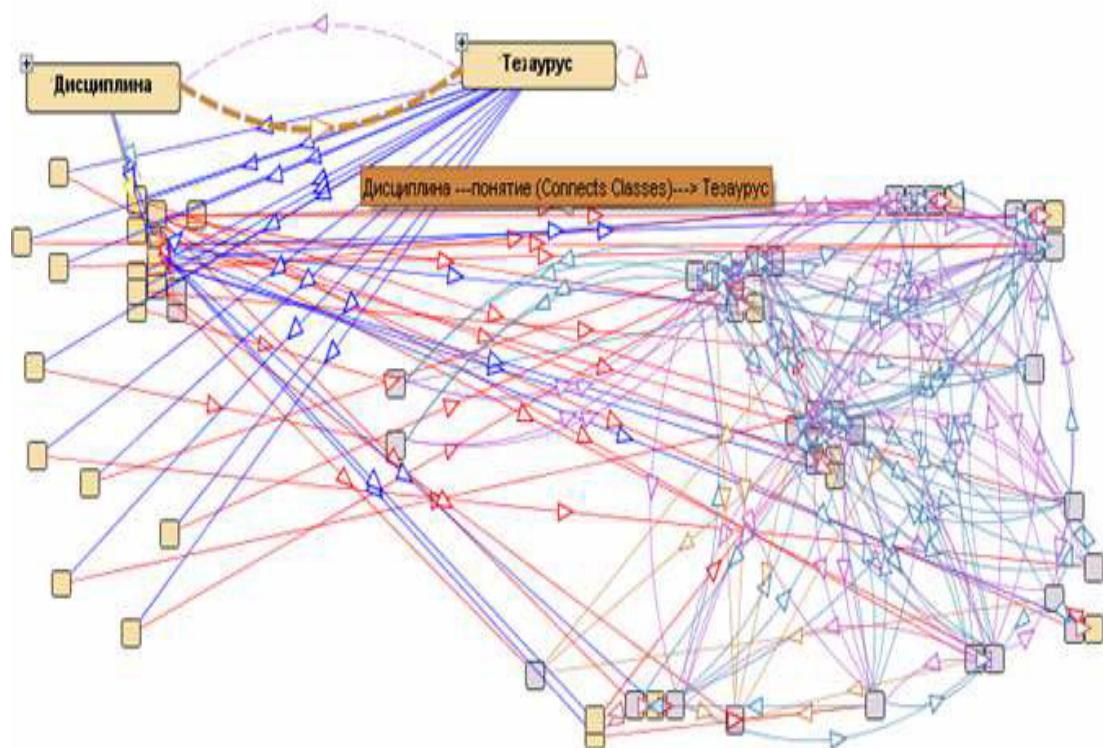


Рис. 2. Графическое представление полного тезауруса направления подготовки

Остановимся подробнее на этом этапе.

В настоящее время решение многих проблем, в том числе и в области образования, возможно исключительно с применением экспертных методов, которые ориентированы на использование эвристических возможностей человека и позволяют на основе знаний, опыта и интуиции специалистов, работающих в конкретной области, получить оценку исследуемых явлений.

Наибольшее распространение на практике среди экспертных методов получил метод групповых экспертных оценок (ГЭО, метод Дельфи, коллективная экспертная оценка, дельфийский метод, дельфийская процедура) [1, 5-6, 10].

Метод Дельфи был разработан, по одним данным в 1950-60 гг., по другим источникам в 1963 г., корпорацией RAND в США и первоначально использовался для прогнозирования влияния будущих научных разработок на методы ведения войны [12].

Метод Дельфи целесообразно [11] использовать для получения обоснованного согласованного мнения группы экспертов относительно состава и степени значимости включаемых в рассмотрение факторов. Достоинства этого метода заключаются в предоставляемой специалистам возможности рассматривать возражения и предложения других членов экспертной группы в атмосфере, свободной от влияния личных качеств участников. С помощью метода Дельфи делается попытка эффективно использовать так называемое «информированное интуитивное суждение» специалиста-эксперта. При этом непосредственное общение специалистов друг с другом заменяется тщательно разработанной программой последовательных индивидуальных опросов, проводимых, как правило, с помощью анкет. Эти опросы чередуются с постоянным информированием специалистов о результатах предыдущего опроса.

Для проведения нашего опроса в качестве факторов был использован полный перечень всех используемых терминов и понятий, сформированный на первом шаге нашего исследования. Экспертами стали преподаватели вузов (из г. Ростов-на-Дону, Кисловодск, Ейск, Москва, Санкт-Петербург). Анализ сводной анкеты выполнялся по способам согласования и рассогласования [5]. Степень согласованности мнений экспертов определялась с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена:

$$\rho = 1 - \frac{6 \times \sum t_j^2}{n^3 - n}, \quad (1)$$

где  $t_j$  – разность между значениями факторов;

$n$  – число факторов.

Матрица коэффициентов ранговой корреляции Спирмена, которая показывает тесноту связи между мнениями экспертов, была преобразована с разными пороговыми значениями в каноническую форму. По матрицам в канонической форме были построены графы согласованности мнений экспертов.

Для способа рассогласования каждое ранжирование было представлено в виде матрицы упорядочения в канонической форме, на основе которых были рассчитаны меры близости (расстояния) Кемени между всеми ранжированиями:

$$d = 0,5 \times \sum_i \sum_j |A_{ij} - B_{ij}|, \quad (2)$$

где  $A_{ij}$ ,  $B_{ij}$  – матрицы упорядочения в канонической форме для соответствующих экспертов.

Матрица рассогласования с разными пороговыми значениями была преобразована в каноническую форму. По матрицам в канонической форме были построены графы согласованности мнений экспертов.

Следует отметить, что с первого тура наблюдалась достаточно высокая согласованность мнений экспертов. Результаты выполненных расчетов после проведения нескольких туров экспертизы показали, что ответы большинства экспертов образуют однородную группу.

Использование экспертных методов позволило выполнить следующее:

- для каждой дисциплины был определен перечень входных и выходных понятий;
- был выделен круг базовых понятий – *терминологическое ядро* каждой дисциплины;
- было сформировано терминологическое ядро направления подготовки в целом.

На следующем этапе алгоритма обоснованного формирования элементов образовательной программы выполняется формализованный анализ «терминологической» полноты и терминологического ядра дисциплин, результатом которого становится определение межпредметных связей, от которых зависит целостность учебного процесса и эффективность обучения [2].

Приведенные расчеты были выполнены на примере направления подготовки «Прикладная информатика».

### Список литературы

1. Волкова В.Н., Денисов А.А. Методы организации сложных экспертиз: Учеб. пособие. – 4-е изд. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 128 с.
2. Калугян К.Х., Мирошниченко И.И. Терминологическое ядро дисциплин направления подготовки: формализованный анализ // Информационные системы, экономика и управление: Ученые записки. Выпуск 19. – Ростов-на-Дону: ИПК РГЭУ (РИНХ), 2017. – с. 57-61.
3. Калугян К.Х., Мирошниченко И.И. Некоторые особенности формирования понятийно-тезаурусной модели направления подготовки выпускников // Региональная информатика (РИ-2014): XIV Санкт-Петербургская Международная конференция (Санкт-Петербург, 29-31 октября 2014 г.): Материалы конференции \ СПОИСУ. – Санкт-Петербург, 2014. – с. 334-335.
4. Калугян К.Х., Мирошниченко И.И. Системный анализ понятийного контента дисциплин на основе тезаурусного подхода // Системный анализ в проектировании и управлении (SAEC-2017): Сборник научных трудов XXI Международной научно-практической конференции (Санкт-Петербург, СПбПУ им. Петра Великого, 29-30 июня 2017 г.). Ч. 1. – Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – с. 413-417.

5. Калугян К.Х., Хубаев Г.Н. Теория систем и системный анализ: Учебное пособие. – Ростов-на-Дону: ИПК РГЭУ (РИНХ), 2016. – 76 с.
6. Литвак Б.Г. Экспертная информация: методы получения и анализа. – М.: Радио и связь, 1982.
7. Мирошниченко И.И., Калугян К.Х. Моделирование информационно-советующей системы выпускающей кафедры вуза // Компьютерное моделирование 2009: Труды Международной научно-технической конференции (Санкт-Петербург, СПбГПУ, 23-24 июня 2009 г.). – СПб.: Изд-во Политех. ун-та, 2009. – с. 207-210.
8. Мирошниченко И.И. Особенности построения онтологии учебно-методических ресурсов кафедры // Информационные системы, экономика и управление: Ученые записки. Выпуск 18. – Ростов-на-Дону: ИПК РГЭУ (РИНХ), 2016. – с. 34-37.
9. Мирошниченко И.И. Формализованный анализ и моделирование информационно-образовательной среды учебного подразделения вуза: диссертация кандидата экономических наук: 08.00.13. – Ростов-на-Дону, 2010. – 221 с.
10. Хубаев Г.Н. Методы формирования согласованного коллективного выбора в процессе экспертизы (на примере ранжирования способов решения сложных проблем) // Бюллетень науки и практики. – 2017. – № 7 (20). – с. 59-77.
11. Хубаев Г.Н. Об одном методе получения и формализации априорной информации при отборе значимых факторов // Сб. докладов итоговой науч. конф. Рост. ин-та народн. хоз-ва. Вып. 1. – Ростов-на-Дону, 1973. – с. 238-244.
12. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) – свободная общедоступная универсальная интернет-энциклопедия.

УДК 303.725.23

*Баранов Виктор Ефимович,*  
канд. техн. наук, доцент Высшей школы  
киберфизических систем и управления,  
*Болсуновская Марина Владимировна,*

канд. техн. наук, доцент кафедры  
Компьютерных систем и программных технологий

*Ежова Наталья Владимировна,*  
старший преподаватель кафедры

Высшей математики,

*Старовойтов Сергей Анатольевич,*  
канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры  
Экспериментальной физики

## **СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПРИ ПОДГОТОВКЕ АБИТУРИЕНТОВ К СДАЧЕ ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА**

г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет Петра Великого  
[veb@ftk.spbstu.ru](mailto:veb@ftk.spbstu.ru)

**Аннотация:** Системный подход позволяет оптимизировать подготовку абитуриентов на Подготовительных курсах к сдаче ЕГЭ, выявить мотивацию и возмож-

ности обучения абитуриентов в Университете, осуществлять параллельно с обучением профориентацию абитуриентов. Статья предназначена для студентов специальностей педагогического профиля, а также преподавателей и педагогов, занимающихся проблемами совершенствования образовательного процесса.

**Ключевые слова:** анализ, ЕГЭ, образование, ОГЭ, системный подход, стандарты.

*Victor E. Baranov,  
Candidate of Technical Sciences, Associate professor,  
Marina V. Bolsunovskaya,  
Candidate of Technical Sciences, Associate professor,  
Natallia V. Ezhova,  
Senior Lecturer,  
Sergey A. Starovoitov,  
Candidate of Technical Sciences, Associate professor*

## **SYSTEM APPROACH IN THE PREPARATION OF THE ABITURING TO THE SINGLE SINGLE STATE EXAMINATION**

Saint-Petersburg, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University  
veb@ftk.spbstu.ru

**Abstract:** The system approach allows to optimize the preparation of the entrants in the Preparatory courses for the passing of the Unified State Examination, to reveal the motivation and opportunities for the training of applicants at the University, to carry out the vocational guidance of the entrants in parallel with the training. The article is intended for students of specialties of pedagogical profile, as well as teachers and teachers involved in the improvement of the educational process.

**Keywords:** analysis, EGE, education, OGE, system approach, standards.

Методика преподавания предметов является ключевой дисциплиной для профессиональной подготовки будущих педагогов. Примерно, 20 лет назад, практически все будущие преподаватели и учителя изучали дисциплину «Методика преподавания предмета». В РГПУ им. АИ. Герцена это была одна из самых трудных, по мнению студентов, дисциплин. Методические разработки к урокам, подготовленные студентами задания для контрольных и самостоятельных работ, тестов с первого раза сдавались редко. Вопросы и задачи должны были соответствовать прописанным для них шаблонам, а любая тема подавалась таким образом, чтобы ученик видел ее с разных сторон. С этой точки зрения, большинство учебно-методических пособий по ОГЭ и ЕГЭ не соответствуют требованиям вышеуказанной дисциплины. Результаты развития шаблонности и негибкости мышления, отсутствие творческого подхода при решении

сложных задач преподаватели ВУЗов ежедневно наблюдают в студенческих аудиториях. Задачи, которые раннее решала школа - научить ребенка думать, уметь учиться, приходится решать преподавателям ВУЗов. И если эти задачи не решаются в первые два года обучения в ВУЗе, то на более старших курсах не удается формировать навыки и компетенции специалистов, умеющих самостоятельно принимать решения. Таким образом, чем раньше мы будем решать данную проблему совершенствования образовательного процесса с целью формирования творческого подхода, тем легче будет преподавателям и студентам. В связи с этим подготовительные курсы не только не утратили свою актуальность, но и наоборот их необходимость за последнее время возросла в несколько раз.

Обучение на подготовительных курсах имеет ряд преимуществ:

**а) Профориентация.** Циклы специальных занятий и непосредственное взаимодействие с преподавателями ВУЗов позволяют слушателям курсов, уже сделавшим выбор профессии, убедиться в правильности ранее принятых решений. Абитуриентам же, которые испытывают колебания, курсы помогают сориентироваться и сделать окончательный выбор профессии;

**б) Психологическая адаптация.** Адаптация к будущей более высокой ступени образования обеспечивается за счет использования вузовских форм учебных занятий (лекции, семинары), рейтинговой системы контроля текущих и итоговых знаний, более высокого научного уровня изучаемых на курсах профильных дисциплин, коммуникаций с педагогами университета, пребывания в вузовских аудиториях.

**в) Высокий уровень знаний.** Даже для тех учащихся, которые успешно оканчивают среднюю школу, необходимы дополнительные знания по профильным дисциплинам. Программы этих учебных дисциплин – математики, физики, информатики, преподаваемых на подготовительных курсах, как раз и обеспечивают «продвинутые» знания. Кроме того, подготовительные курсы предоставляют возможность апробировать, пополнить и укрепить свои знания сначала на базисном уровне (на уровне государственных образовательных стандартов), а затем и на продвинутом уровне.

**г) Восстановление базового уровня знаний.** Для определенной части абитуриентов, которые по каким-то причинам имеют пробелы в своих знаниях по профильным дисциплинам или частично утратили знания из-за длительного перерыва в учебе (служба в армии, работа, болезнь и т.п.) подготовительные курсы предоставляют возможность корректирующего обучения с последовательным поэтапным доведением знаний до базисного уровня.

Таким образом, актуальность обучения на подготовительных курсах - это получение необходимых теоретических знаний и практических

навыков, необходимых для успешного окончания школы и обучения в университете.

Единый государственный экзамен по математике подразумевает решение двух главных задач. С одной стороны, проверку обязательного уровня усвоения выпускниками школы курса алгебры и начала анализа и, с другой стороны – отбор учащихся для последующего обучения в ВУЗе. А значит первое, что должен решить для себя ученик - какую из этих двух ступеней он может преодолеть и стоит ли ему связывать свою дальнейшую судьбу с физикой, информатикой, математикой и другими техническими направлениями. Это очень сложная задача выбора направления обучения для современного школьника, результатом которого может быть желание перевода в другой ВУЗ уже после первой сессии. В результате случайного выбора - занятые бюджетные места и выделенные под данного студента государственные деньги или накопления, иногда и целой семьи, потраченные впустую. Всего этого можно избежать, если вести планомерную предварительную работу со школьниками, в том числе работу учебную. Учить думать и решать задачи - это не только математическая, но и очень важная жизненная задача, которой можно и нужно учить.

Обучение на подготовительных курсах позволяет получить более основательные знания по школьным разделам математики, физики и информатики, подготовиться к олимпиадным испытаниям, ОГЭ и ЕГЭ, а также адаптироваться к обучению в ВУЗе.

Первостепенная задача преподавателя подготовительных курсов для учащихся 11 класса – подготовка к сдаче экзаменов.

Успешность выполнения заданий на экзамене обусловлена не только хорошими знаниями по предмету, но и правильной подготовкой к этому испытанию. Математику, физику или информатику нельзя выучить за день или за неделю – только планомерные длительные занятия сделают задачи решаемыми.

Важным залогом успеха на экзамене является систематическая самостоятельная работа учеников. Отработка умений учащихся по применению полученных знаний должна осуществляться, в том числе при решении прикладных математических задач.

Специфика экзамена по математике требует от учащихся не формального усвоения программного материала, а его глубоко осознанного понимания [1]. В процессе преподавания необходимо делать определенные акценты на те разделы, которые представлены в тестах ЕГЭ. Экзамен по математике в форме ЕГЭ предусматривал в 2017г. чуть меньше четырех астрономических часов на выполнение 19 заданий, а экзамен по информатике – выполнение 27 заданий. Это означает, что развитие скорости устных вычислений и преобразований, а также развитие навыков

решения простейших задач «в уме» является важным моментом подготовки ученика к ЕГЭ.

Объема знаний, необходимого для получения минимального количества баллов ЕГЭ и прохождения конкурсного отбора при поступлении в ВУЗ, иногда не достаточно для дальнейшего успешного обучения. Специфика изучения математики, физики и информатики в ВУЗе существенно отличается от школьного обучения как по объему, так и по темпу изучения материала. Чтобы помочь будущим студентам в освоении изучаемого предмета в излагаемый материал вводятся темы и понятия, которые не являются строго необходимыми для сдачи ЕГЭ, но, как показывает опыт, позволяют понять суть многих заданий. В качестве примера можно привести правила Кирхгофа для расчета электрических цепей, применение понятия оптической длины пути световой волны для анализа интерференционных явлений, использование дифференциального аппарата, решение задач в неинерциальных системах отсчета и в системе центра масс [2].

Основой проведения занятий по подготовке к ЕГЭ должно являться *активизирующее воздействие на обучаемых*, систематическое убеждение их в том, что лишь при наличии *активной позиции* при изучении данного предмета, а также при условии приобретения практических умений и навыков и их реального использования можно рассчитывать на успех.

Необходимо знакомить абитуриентов с вариантами оформлений и критериями оценивания, научить их сопоставлять свои способы записи решений с решениями экспертов. Научить абитуриентов выбирать те этапы решения и обоснования, которые относятся к важным (ключевым, отслеживаемым в процессе проверки).

Одна из задач курсов это не только предметная, но и психологическая подготовка абитуриента к ЕГЭ. «Личностный фактор» — это не стихия, с которой нужно смириться, а формируемый компонент системы подготовки к ЕГЭ. Активное воздействие на личность абитуриента необходимо включить в систему подготовки к ЕГЭ, поскольку при хорошо организованном личностном факторе, т.е. при качественной психолого-педагогической подготовке абитуриента к ситуации ЕГЭ, ученик сумеет использовать даже те небольшие предметные знания, которые у него есть для получения удовлетворительной и даже хорошей отметки. Научить абитуриента мобилизовать в нужный момент максимум своих возможностей и применить их «аккордно» - очень серьезная задача.

Необходимо учить абитуриента «технике сдачи теста». Это техника включает следующие моменты:

а) обучение постоянному жесткому самоконтролю времени;

б) обучение оценке объективной и субъективной трудности заданий и, соответственно, разумному выбору этих заданий;

в) обучение предварительной оценке границ результатов и минимальной подстановке как приему проверки, проводимой сразу после решения задания;

г) обучение приему «спирального движения» по тесту.

Задача преподавателей подготовительных курсов - научить абитуриентов общим универсальным приемам и подходам к решению заданий соответствующих типов. Самым центральным моментом технологии подготовки к ЕГЭ является обучение приемам мысленного поиска способа решения, а для этого следует разворачивать перед абитуриентом всю картину системного поиска в трудных заданиях.

Важным аспектом при подготовке к сдаче ЕГЭ является комплексность обучения. Взаимосвязанность заданий по математике и информатике, в частности нахождения производных, анализа функций, выполнения расчетных и оптимизационных задач позволяет, с одной стороны, осуществлять перекрестную подготовку, закрепляя знания, полученные на занятиях по математике в курсе подготовки по информатике, с другой стороны, показывая абитуриенту востребованность этих знаний в других профессиональных дисциплинах.

Подведем итоги исследования. В ходе занятий преподаватель должен на первом этапе определить остаточные знания абитуриента на текущий момент, выделить проблематичные разделы предмета, понять скорость выполнения заданий абитуриентом, понять возможности абитуриента для дальнейшего образования в различных формах освоения образовательной программы высшего профессионального образования. Со своей стороны, абитуриент должен определить цели и задачи обучения, при этом по возможности объективно оценить свои способности по восприятию и переработке материала, понять насколько он физически и психологически готов повышать свой умственный потенциал. В случае, если в результате совместной работы взаимосвязь и взаимопонимание по целям, задачам, методам и результатам между абитуриентом и преподавателем будет установлена, то работа по подготовке к сдаче ЕГЭ будет плодотворна и результативна.

На подготовительных курсах осуществляется не только обеспечение подготовки к поступлению в ВУЗ и продолжению образования за счет обобщения, систематизации и расширения знаний по предметам, необходимым для поступления, но и проводится мониторинговый анализ уровня освоения образовательной программы и анализ выполняемых учащимися работ [3]. Дополнительной мотивацией учащихся к выбору того или иного учебного заведения может быть организация академиче-

ских и творческих конкурсов и вовлечение для участия в них абитуриентов.

При этом перечень задач, стоящих перед абитуриентом и преподавателем подготовительных курсов гораздо шире. Важно, чтобы на основании предлагаемого системного подхода к обучению выпускник не только успешно закончил школу и поступил на выбранное образовательное направление, но и мог бы продуктивно учиться в ВУЗе, формировать профессиональные компетенции, основываясь на базисном уровне, полученном в школе, а также на продвинутом уровне, сформированном на подготовительных курсах в ВУЗе, обеспечивая требования государственных образовательных стандартов.

### **Список литературы**

1. Баранов В.Е., Ежова Н.В. Дополнительное довузовское обучение. Необходимость или реальность // В сборнике: Высокие интеллектуальные технологии и инновации в национальных исследовательских Университетах: материалы Международной научно-методической конференции. 2013. С. 102 – 103.
2. Мишина А.В., Лузикова С.Н. Особенности подготовки выпускников к поступлению в технический вуз: курсы по физике // Международный научный журнал инновационная наука. 2016, №4. С. 160-162
3. Пантелейева О.О. Проектирование целей обучения слушателей довузовского образования (на примере инженерно-архитектурного вуза) // Педагогический журнал. 2016. № 3. С. 137-146.

**УДК 519.1, 519.85**

*Григорьева Юлия Сергеевна,  
бакалавр, студент магистратуры,  
Каширский Виталий Владимирович,  
бакалавр, студент магистратуры*

## **ОПТИМИЗАЦИЯ КОНТЕНТА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Россия, г. Москва, Московский государственный университет  
технологий и управления К. Г. Разумовского,  
Первый казачий университет (ПКУ),  
[grigorevays@inbox.ru](mailto:grigorevays@inbox.ru)  
[akcaxup.official@yandex.ru](mailto:akcaxup.official@yandex.ru)

**Аннотация.** В статье рассмотрена задача оптимизации содержания (контента) дополнительного профессионального образования. При этом возможное содержание образования представлено набором дисциплин, состоящих из наборов модулей и их логических взаимосвязей. Для каждого модуля установлены их трудоемкость и

нормированный коэффициент, отражающий важность участия этого модуля в формировании требуемых компетенций. Оптимальное решение определяет набор модулей, максимизирующий суммарную важность модулей и не превосходящих общую заданную трудоемкость и не нарушающей их логическую взаимосвязь. Предложен алгоритм и разработана программа его реализации.

**Ключевые слова:** обучение; дистанционное обучение; кластеризация многомерных объектов; мягкие вычисления; метрика характеристики; графы.

*Julia S. Grigoreva,  
Dachelor's degree, master's degree,  
Vitaliy V. Kashirskiy,  
Dachelor's degree, master's degree*

## **OPTIMIZATION OF THE CONTENT OF ADDITIONAL PROFESSIONAL EDUCATION**

Russia, Moscow, K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University),  
grigorevays@inbox.ru  
akcaxup.official@yandex.ru

**Abstract.** The article deals with the problem of optimization of the content of additional professional education. The possible content of education is represented by a set of disciplines consisting of a set of modules and their logical relationships. For each module installed their complexity and the normalized coefficient, which reflects the importance of the participation of this activity in the formation of the desired competencies. The optimal solution defines a set of modules that maximizes the total importance of the modules and does not exceed the overall specified complexity and does not violate their logical relationship. The algorithm is offered and the program of its realization is developed.

**Keywords:** training; distance learning; cluster Manager tools; soft computing, metric characteristics; counts.

### ***Введение***

На данном этапе современности необходимо учитывать особенности запроса человека на обучение, уровень его текущей компетентности[5,6]. Эффективность рассматриваемого подхода по сравнению с традиционным будет намного больше, потому что формально учтены требуемые компетенции, что позволяет отобрать наиболее полезный контент. В настоящем докладе рассматриваются методы формализованного описания контента обучения, математическая постановка и алгоритм оптимизации формирования содержания обучения для дополнительного профессионального образования.

### Модель контента обучения

В формализованном виде в соответствии с [1,2] содержание учебной дисциплины можно представить в виде графа контента  $G$ :

$G = \langle X, U \rangle$ , где  $X$  – множество понятий и умений;

$U$  – множество дуг графа  $\langle x_i, x_j \rangle$ ,  $x_i \in X$ ,  $x_j \in X$ , дуга  $\langle x_i, x_j \rangle$  означает, что  $x_i$  используется при формировании  $x_j$  (см. рисунок 1).

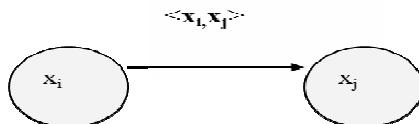


Рис.1. Логическая связь между вершинами  $X_i$  и  $X_j$

На рисунке 2 показано формальное представление содержания двух модулей одной учебной дисциплины. Первый модуль содержит 3 умения и одно понятие, модуль 2 – три понятия и одно умение. Предполагается, что все понятия и умения вытянуты в одну цепочку, при этом логические связи не нарушаются (любая стрелка идет слева направо). При укрупненном рассмотрении этого содержания получим две вершины (каждая соответствует одному модулю), а вес связи между ними равен шести (количество исходящих дуг).

На рисунке 2 показано формальное представление содержания двух модулей одной учебной дисциплины. Первый модуль содержит 3 умения и одно понятие, модуль 2 – три понятия и одно умение. Предполагается, что все понятия и умения вытянуты в одну цепочку, при этом логические связи не нарушаются (любая стрелка идет слева направо). При укрупненном рассмотрении этого содержания получим две вершины (каждая соответствует одному модулю), а вес связи между ними равен шести (количество исходящих дуг). В таком случае вершины графа контента представляют модули дисциплин.

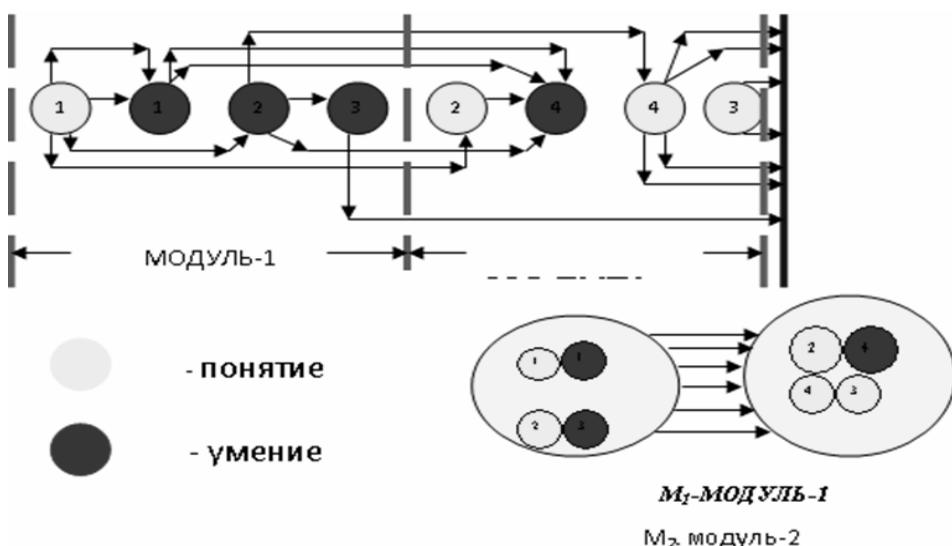


Рис.2. Формальное представление содержания двух модулей одной дисциплины

### Коэффициенты внутренней важности объектов контента обучения

Коэффициенты внутренней важности каждой вершины графа контента определяют степень его участие в формировании других вершин,

которая оценивается количеством путей, исходящих из вершины графа. Таким образом, степень внутренней важности  $P_i$  вершины  $X_i$  это количество путей, исходящих из вершины  $X_i$  во все другие вершины, а формально, это ранг вершины  $X_i$ . Вектор рангов  $PN$  - набор нормированных рангов вершин графа, представленного на рисунке 3.

$$PN = \langle pn(1), pn(2), \dots pn(6) \rangle$$

$$PN = \langle 0.44, 0.14, 0.28, 0.14, 0, 0 \rangle$$

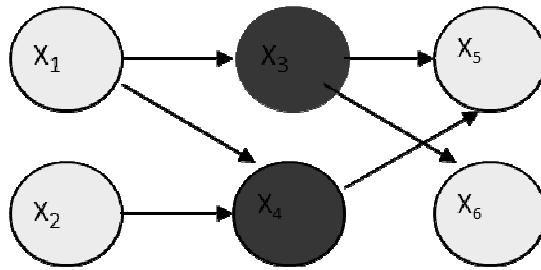


Рис.3. Возможный граф контента обучения

Вектор  $PN$  был получен применением процедуры получения матрицы транзитивного замыкания бинарных отношений алгоритма «задачи о лидере». При практическом планировании содержания обучения объектами планирования являются модули. В соответствии с [3] рекомендуется размер модуля  $t(i) = 34-36$  часов (одна зачетная единица). Количество понятий в таком модуле может изменяться от 20 до 40, а число умений от 8 до 15. Определение коэффициентов внутренней важности изложенным выше методом очень трудоемко, поэтому в настоящее время используется метод экспертных оценок, концептуально использующий представление содержания обучения на уровне понятий и умений. Таким образом, эксперты проставляют следующие оценки для элементов матрицы смежности графа  $G = \langle X, U \rangle$ :

$P(i,j)=0$ , если модуль  $i$  не участвует в формировании содержания модуля  $j$ ;

$P(i,j)=1$ , если модуль  $i$  принимает малое участие в формировании содержания модуля  $j$ ;

$P(i,j)=2$ , если модуль  $i$  значительное участие в формировании содержания модуля  $j$ ;

$P(i,j)=3$ , если модуль  $i$  очень важен для формирования содержания модуля  $j$ ;

В результате, при этих оценках для каждой вершины  $X(i)$  графа  $G = \langle X, U \rangle$  можно рассчитать нормированный ранг вершины  $PN(i)$ .

Предполагается, что множество модулей  $x(i) \in X$  разбито на группу множеств  $X(k)$ , таких, что:

$$X = \bigcup_{k=1}^K X(k)$$

$$\forall k1 \ \forall k2 \ ( X(k1) \cap X(k2) = \emptyset ) ,$$

где  $X(k)$  – множество модулей  $x(i) \in X(k)$ , относящихся к  $k$ -ой учебной дисциплине. Рассмотренное соотношение означает, что любой модуль принадлежит только к одной дисциплине. Предполагается также, что модули каждой дисциплины упорядочены в соответствии с логическими связями.

### ***Коэффициенты внешней важности модулей***

Пусть задан набор компетенций (компетенции – это те способности и умения, которые позволяют эффективно действовать и добиваться требуемого результата):  $KO = \langle ko(i) \rangle$ ,  $i = 1, 2, \dots, L$ , где  $ko(i)$  -  $i$ -ая компетенция рассматриваемого направления дополнительного профессионального образования.

Для каждого модуля  $x(i) \in X$  и компетенции  $ko(l)$  задан коэффициент  $kp(i,l)$ , отражающий важность изучения модуля  $x(i)$  при формировании компетенции  $ko(l)$ . таким образом, множество модулей связано с матрицей компетенций KP:

$$KP = \{ kp(i,l) \}, i = 1, \dots, |X|, l = 1, 2, \dots, L.$$

Предполагается, что для коэффициенты  $kp(i,l)$  нормированы:

$$\forall i \forall l ( kp(i,l) \leq 1 )$$

### ***Представление модуля***

Коэффициент внешней значимости  $i$ -го модуля  $PV(i)$  определяется по формуле:

$$PV(i) = \sum_{l=1}^L kp(i,l)$$

Таким, образом, каждый модуль  $x(i)$  можно представить кортежем:

$$x(i) = \langle t(i), z(i), PN(i), PV(i), mp(i), mu(i) \rangle,$$

где  $t(i)$  – трудоемкость  $i$ -го модуля в часах;  $z(i)$  – количество зачетных единиц;  $PN(i)$  – нормированный ранг  $i$ -го модуля;  $PV(i)$  – коэффициент внешней значимости  $i$ -го модуля,  $mp(i)$  – множество понятий  $i$ -го модуля;  $mu(i)$  - множество умений  $i$ -го модуля, Также для совокупности модулей возможных дисциплин представляется матрица смежности  $P = \{ p(i,j) \}$ .

### ***Допустимый учебный план повышения квалификации***

Допустимым планом будем называть множество  $X_s \subset X$  ( $X_s$  – подмножество множества  $X$ ), удовлетворяющее следующими соотношениям:

$$\forall i \forall j (x(i) \in X_s \wedge x(j) \in (X \setminus X_s) \Rightarrow P(j,i) = 0), \quad (1)$$

$$\sum_{i \in X_s} t(i) \leq T \quad (2)$$

где  $T$  – общий ресурс времени, отводимый на обучение по заданному плану;

Смысл ограничения (1) заключается в том, что включение модулей в учебный план возможно только в том случае, если при его изучении не используются знания или умения из модуля, не включенного в учебный план. Смысл ограничения (2) заключается в том, что нельзя превышать отведенный ресурс времени, отводимое на обучение.

### ***Математическая постановка задачи формирования оптимального учебного плана повышения квалификации***

Оптимальным планом, будем называть допустимый план, максимизирующий значение критерия  $Q$  (соотношение (3)):

$$Q = \sum_{i \in I} (PN(i) + PV(i)) \rightarrow \max \quad (3)$$

где  $I = \{ i \mid x(i) \in X_s \}$ .

Содержательный смысл оптимального плана заключается в том, что набор модулей, включенных в учебный план, обеспечивает максимально возможный вклад в формирование нужных компетенций и формирование знаний, необходимых для самостоятельного изучения модулей, не включенных в план. Исходные данные графа с коэффициентами полезности и логическими связями между дисциплинами показаны на рисунке 4. Для решения поставленной задачи использован метод пошагового построения решения с отсевом неперспективных вариантов[3,4]. На рисунке 5 показан пример решения задачи этим методом для трех исходных дисциплин. Каждая дисциплина содержит в себе 3 модуля по 36 часов, допустим, нам нужен оптимальный курс на 108 часов. Цветом выделено оптимальное решение, пунктиром соединены вершины этого решения.

### ***Заключение***

В настоящем докладе рассмотрена задача формирования контента дополнительного профессионального образования, решение которой основано на формальном представлении содержания обучения в виде графа. Для каждой вершины графа (модуля учебной дисциплины представляются: трудоемкость в часах и зачетных единицах, нормированный ранг, коэффициент внешней значимости, множество понятий и умений. Кроме того, для совокупности модулей дисциплин представляется матрица смежности  $P = \|p(i,j)\|$ . При этих условиях ставится задача оптимизации контента обучения и предложен метод ее решения современными

информационными технологиями. Это позволяет повысить обоснованность содержания обучения и оптимизировать его полезность для практической деятельности специалистов.

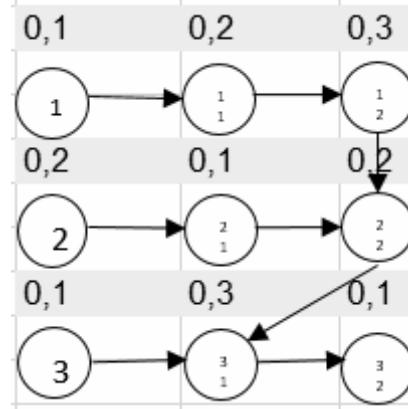


Рис.4. Исходные данные графа с коэффициентами полезности и логическими связями между дисциплинами

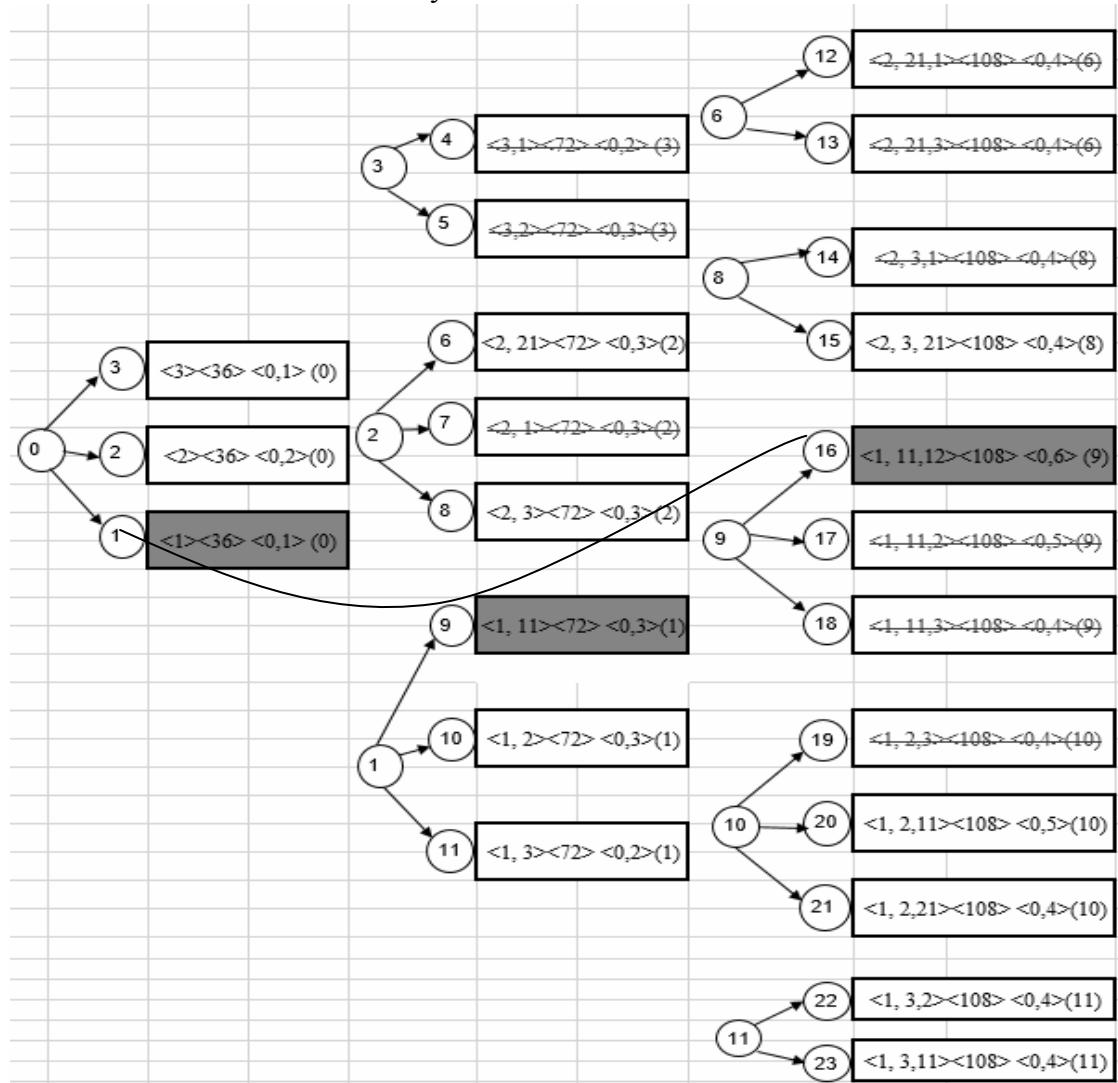


Рис. 5. Пример решения задачи формирования оптимального плана дополнительного профессионального образования

## **Благодарность**

Выражаем благодарность нашему научному руководителю профессору Карпову Валерию Ивановичу за оказание помощи при подготовке и написании настоящего доклада.

### **Список литературы**

1. **Карпов В. И.**, Лабутина Н. В., Мышенков К. С. «Информационно-технологический подход к формализации предметной области», *Вестник МГТУ* им. Н. Э. Баумана Сер. *Приборостроение*. – 2009. № 3(76) с. 68-75.
2. **Карпов В. И.**, Лабутина Н. В. «Формирование содержания профессионального образования на основе компетентностного подхода» - в Сб. докладов XV Юбилейной Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные процессы в высшей школе», 2009г., с. 121-125.
3. Карпов В. И. Информационные технологии формирования содержания профессионального образования, Сб. научных трудов участников XIII Южно-Российской межрегиональной научно-практической конференции-выставки «Информационные технологии в образовании-2013», 14-15 ноября, с. 202-204.
4. Карпов В. И., Белова Ю.Н Информационно-системный подход при формированию содержания высшего профессионального образования, В сб. XVII в сб. международной научно-практической конференции «Системный анализ в проектировании и управлении», 2-3 июля 2013 года, С-Петербург, Из-во Политехнического института, 2013 г., с. 177-181.
5. Чванова М.С., Котова Н.А. Моделирование образовательной среды университета на основе инновационного подхода, Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2016. Т. 21. № 3-4 (155-156). С. 14-24.
6. Юрьев В.М., Чванова М.С. Человек в информационном обществе: новые возможности и перспективы. Психолого-педагогический журнал Гаудеамус. 2014. № 2 (24). С. 13-24.

УДК 004.62, 004.588

*Нестеров Сергей Александрович,*  
канд. техн. наук, доцент,  
*Смолина Елена Михайловна*  
студент

## **АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ФОРМАТЕ МАССОВОГО ОТКРЫТОГО ОНЛАЙН-КУРСА**

Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
[nesterov@saiu.ftk.spbstu.ru](mailto:nesterov@saiu.ftk.spbstu.ru), [smolensk9595@mail.ru](mailto:smolensk9595@mail.ru)

**Аннотация.** В статье описаны результаты проведения онлайн-курса «Управление данными» на портале Открытого образования [openedu.ru](http://openedu.ru). Рассматриваются подходы к анализу результатов дистанционного обучения, в том числе, использование технологии интеллектуального анализа данных.

**Ключевые слова:** дистанционное образование, MOOK, системы дистанционного обучения, интеллектуальный анализ данных.

*Sergei A. Nesterov,*

PhD in Technical Sciences, Associate Professor,

*Elena M. Smolina,*

Student

## **ANALYSIS OF THE RESULTS OF DISTANCE LEARNING IN THE FORMAT OF THE MASSIVE OPEN ONLINE COURSE**

Russia, St-Petersburg, Peter the Great Saint-Petersburg  
Polytechnic University,  
nesterov@saiu.ftk.spbstu.ru, smolensk9595@mail.ru

**Abstract.** The paper describes the results of MOOC "Data management" on the portal of open education openedu.ru. Some approaches to the analysis of results of distance learning, including technologies of data mining, are discussed.

**Keywords:** e-learning, MOOC, learning management system, data mining.

В настоящее время деятельность человека во многих сферах сопровождается большими объемами накапливаемых данных. Современное образование не является исключением. Особую роль здесь играет развитие электронного образования и распространение формата массовых открытых онлайн-курсов (МООК).

Системы дистанционного обучения могут накапливать данные об оценках и активности слушателей курсов, которые в дальнейшем можно анализировать, чтобы улучшить качество обучения. В связи с этим в интеллектуальном анализе данных появилось отдельное направление – интеллектуальный анализ данных образовательного процесса (Educational Data Mining), которое разрабатывает методы исследования данных для сферы образования.

С помощью Educational Data Mining можно решить достаточно широкий круг задач, при этом результаты решения будут полезны как для преподавателей, так и для учащихся. Например, можно выявлять темы, которые вызывают наибольшие затруднения, оценивать корректность тестовых заданий, исследовать область интересов и способностей обучающихся. Далее, на примере курса «Управление данными» [1], проводимого на платформе Открытого образования, будет показано, какие инструменты анализа данных могли бы понадобиться преподавателю.

Курс «Управление данными» в формате MOOK для портала Открытого образования openedu.ru разрабатывался летом 2016 года и первый раз был запущен в сентябре того же года. Курс перезапускается раз в семестр, в сентябре и феврале, и сейчас проводится четвертый раз.

Курс содержит 16 тем (недель). В каждом недельном блоке представлен лекционный материал, одна или две лабораторные работы и/или практические задания, еженедельный тест. После 8-й недели проводится промежуточный экзамен, после 16-й – итоговый, проводимый в классе или с онлайн-прокторингом (контролем за процедурой сдачи экзамена в режиме онлайн). В оценке за курс 20% занимает оценка за еженедельные тесты, 20% – промежуточный экзамен, 60% – итоговый. Экзамены проводятся с ограничением на время выполнения.

При первом запуске курса, количество записавшихся слушателей было 3088. Выполнили хотя бы одно задание, т.е. ответили правильно хотя бы на один вопрос одного произвольного теста 833 слушателя или около 27% от числа записавшихся. Процедура прокторинга не проводилась, сертификаты выдавались только неподтверждённые (без процедуры проверки личности слушателя). Окончило курс с таким сертификатом 97 человек, что составляет около 3,1% от записавшихся на курс.

При последующих запусках курса, наряду с «внешними» слушателями, на курс записывались студенты СПбПУ, выбравшие его в качестве дисциплины модуля мобильности (дисциплины, изучаемой с использованием MOOK). Общее количество слушателей было в диапазоне от 1500 до 2000, среди них – до 100 студентов СПбПУ. Неподтверждённые сертификаты, в соответствии с принятой порталом политикой, больше не выдавались, а итоговый экзамен проходил только с подтверждением личности – в классе (для студентов СПбПУ) или онлайн.

На портале [openedu.ru](http://openedu.ru) процедура сдачи экзамена с онлайн прокторингом является платной (в настоящее время это 1800 руб.), что существенно снизило процент «внешних» слушателей, готовых пройти экзамен для получения сертификата. Но выдаваемый подтверждённый сертификат может быть принят при перезачёте курса в другом вузе, что увеличивает его ценность для обладателя.

Кроме того, наряду с использованием для проведения модуля мобильности, курс используется на кафедрах-разработчиках в качестве вспомогательного материала для студентов, очно изучающих аналогичные курсы.

Готового инструментария для анализа результатов обучения платформа [openedu.ru](http://openedu.ru) пока не предлагает, поэтому преподаватель может использовать только данные, предоставляемые в отчетах, с последующей их обработкой с помощью сторонних инструментов. В первую очередь, интерес представляет отчет об оценках (в терминах [openedu.ru](http://openedu.ru) – «оценочный лист»), который для описанного курса будет содержать оценки за еженедельные тесты (16 недель), промежуточный и финальный экзамен. Также в распоряжении преподавателя есть расширенный отчет («оценочный лист с подробными оценками задач»), показывающий

оценку за каждое задание каждого теста, и «список личных данных пользователей». Этот список, кроме идентификатора, ФИО и адреса электронной почты, включает: указание на пол слушателя, город, вуз (если слушатель эти данные ввел), информацию о принадлежности группам (слушатели, оплатившие сертификат; студенты определенной учебной группы ...).

Одна из задач, которая может быть интересна для проводящего курс преподавателя, – на основе данных о прогрессе в прохождении дистанционного курса, разделить слушателей на группы, наиболее близкие по результатам. По сути, это является задачей кластеризации, которая формально описывается следующим образом [2-3]. Пусть  $I$  – множество слушателей дистанционного курса

$$I = \{i_1, i_2, \dots, i_j, \dots, i_n\}, \quad (1)$$

где каждый из слушателей представляется набором атрибутов

$$i_j = \{x_1, x_2, \dots, x_k, \dots, x_m\}, \quad (2)$$

$x_k$  – независимая переменная, которая может принимать значения из некоторого множества  $x_k = \{v_k^1, v_k^2, \dots\}$ .

Необходимо построить множество кластеров

$$C = \{c_1, c_2, \dots, c_h, \dots, c_g\}, \quad (3)$$

где каждый кластер включает в себя схожие объекты из исследуемого множества слушателей  $I$

$$c_h = \{i_j, i_p \mid i_j, i_p \in I, d(i_j, i_p) < \sigma\} \quad (4)$$

Здесь  $d(i_j, i_p)$  – мера близости между объектами (расстояние или метрика),  $\sigma$  – величина, которая определяет  $d(i_j, i_p)$  для включения их в один кластер [2].

Таким образом, задача заключается в разделении исследуемого множества слушателей дистанционного курса на группы с общими характеристиками (кластеры). Иначе говоря, необходимо построить множество  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_h, \dots, c_g\}$  и отображение  $F: I \rightarrow C$ , являющиеся решением задачи.

Полученное решение, если его можно интерпретировать, позволит преподавателю лучше понять аудиторию курса. Возможно, удастся понять, почему начавшие обучение слушатели бросают заниматься на курсе. Это будет полезно при корректировке структуры курса, а также добавлении новых тем и задач. Каким-то группам обучающихся могут быть рекомендованы дополнительные курсы для предварительной подготовки.

Хочется отметить, что для решения подобных задач использование интеллектуального анализа данных является оправданным. Для данных

курса в формате МООК анализ вручную будет трудоемким из-за большого количества слушателей.

В ближайшем будущем планируется разработать подобный инструментарий, который может быть адаптирован и для других онлайн-курсов.

#### **Список литературы**

1. Андреева Н.В., Нестеров С.А. Управление данными: онлайн-курс. [Электронный ресурс] <https://openedu.ru/course/spbstu/DATAM/>
2. Барсегян А. А. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining / А.А. Барсегян, М.С. Куприянов, В. В. Степаненко, И. И. Холод. – СПб.:БХВ-Петербург, 2004. – 336с.
3. Грас, Дж. Data Science. Наука о данных с нуля. СПб: БХВ-Петербург, 2017. – 336 с.

УДК 004.65, 004.588, 378.147

**Нестеров Сергей Александрович,**  
канд. техн. наук, доцент, доцент,  
**Никольская Анастасия Николаевна,**  
студент

## **АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ЗАДАНИЙ В ТЕСТАХ В СДО MOODLE**

г. Санкт-Петербург,  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
[nesterov@saiu.ftk.spbstu.ru](mailto:nesterov@saiu.ftk.spbstu.ru), [nikolskaya2000@yandex.ru](mailto:nikolskaya2000@yandex.ru)

**Аннотация.** В материале представлен подход к анализу качества заданий в тестах в системе дистанционного обучения (СДО) Moodle. Приводится пример выделения подмножества неудачных вопросов методами интеллектуального анализа данных.

**Ключевые слова:** дистанционное обучение, тесты, Moodle, интеллектуальный анализ данных.

*Sergei A. Nesterov,  
PhD in Technical Sciences, Associate Professor,  
Anastasiya Nikolskaya ,  
Student*

## **ANALYSIS OF QUALITY OF QUIZ TASKS IN LMS MOODLE**

St-Petersburg, Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University,  
[nesterov@saiu.ftk.spbstu.ru](mailto:nesterov@saiu.ftk.spbstu.ru), [nikolskaya2000@yandex.ru](mailto:nikolskaya2000@yandex.ru)

**Abstract.** The paper presents an approach to the analysis of quality of quiz tasks in learning management system (LMS) Moodle. Some results of analysis using data mining algorithms are given.

**Keywords:** e-learning, quizzes, Moodle, data mining.

При применении тестов в системах дистанционного обучения для промежуточного или итогового контроля уровня знаний студентов важную роль играет качество используемых заданий. В СДО Moodle при оценке качества заданий можно учитывать рассчитываемые средой статистические показатели. Такая оценка может проводиться вручную, но при большом количестве исходных данных эффективнее использовать методы интеллектуального анализа.

В 2016/2017 учебном году на кафедре «Системный анализ и управление» СПбПУ, проводился курс «Базы данных» для бакалавров 3 курса. Материалы курса размещены на платформе Moodle, там же проводилось промежуточное тестирование [1]. При оценке ответов все вопросы тестов принимались равнозначными. После проведения курса, на основе полученных отчетов проводился анализ показателей с целью выделить из общего банка вопросов неудачные.

В связи с тем, что заданий было достаточно много, и каждое из них описывалось набором из нескольких показателей, было предложено провести кластеризацию. Предполагалось, что неудачные по совокупности показателей вопросы объединяются в один или несколько кластеров, а удачные – попадут в другие кластеры. На основе такого деления можно предпринять какие-то действия с банком вопросов (удалить или переформулировать неудачные вопросы, разделить вопросы по уровню сложности и т.д.). Анализ проводился средствами языка Python и библиотек для анализа и визуализации данных.

### **Подготовка и первичный анализ данных**

В теории педагогических измерений для оценки качества тестовых заданий широко используется анализ статистических показателей, полученных в результате пилотного прохождения теста группой студентов. Ряд из них рассчитывается СДО Moodle [1-2]:

- *индекс лёгкости* (англ. facility index) показывает, какая часть студентов ответила правильно на анализируемый вопрос;
- *стандартное отклонение* (англ. standard deviation) является характеристикой разброса значений оценок, полученных за данное задание теста;
- *балл случайного угадывания* (англ. random guess score) – оценка, которую мог бы получить студент, если бы случайно выбирал ответы;
- *намеченный вес* (англ. intended question weight, IQW) – вес, который назначается тестовому заданию при формировании сценария теста;
- *эффективный вес* (англ. effective question weight, EQW) характеризует фактическую долю конкретного задания («позиции» в тесте) в итоговой оценке студентов за тест;

- *индекс дискриминации* (англ. discrimination index) показывает, насколько взаимосвязаны правильность ответа на данный вопрос и остальные вопросы теста;

- *эффективность дискриминации* (англ. discriminative efficiency) – еще один показатель, по назначению во многом аналогичный индексу дискриминации.

Индекс дискриминации и эффективность дискриминации рассчитываются как для позиции в тесте, так и для отдельного вопроса. Также Moodle показывает частоту появления вопросов (times).

Кроме перечисленных выше, при анализе были добавлены следующие признаки: позиция вопроса в тесте (position), номер вопроса, претендующего на определённую позицию, вероятность появления вопроса на позиции. Вопросы были разделены по темам.

Предполагалось, что наиболее важными признаками будут:

1) разность IQW и EQW, так как эта величина показывает несоответствие результатов ожиданиям;

2) стандартное отклонение;

3) индекс и эффективность дискриминации.

Значительное влияние на определение вопроса как неудачного могут оказывать индекс лёгкости и балл случайного угадывания. Задания с индексом лёгкости близким к 0 или 1 считаются нежелательными, т.к. не позволяют разделить студентов по уровню знаний.

Для отбора признаков использовались корреляционные матрицы (фрагмент представлен на рис.1). В результате анализа такие признаки, как позиция, номер вопроса в позиции и тема были удалены, а EQW и IQW были заменены их разностью.

	theme	eqw	iqw	position	subposition
theme	1.000000	-0.481793	-0.628095	0.318451	-0.005316
eqw	-0.481793	1.000000	0.763461	-0.133500	-0.283627
iqw	-0.628095	0.763461	1.000000	-0.330071	-0.371868
position	0.318451	-0.133500	-0.330071	1.000000	0.267336
subposition	-0.005316	-0.283627	-0.371868	0.267336	1.000000

Рис.1. Корреляционная матрица для сильно коррелированных признаков

### Кластеризация и анализ результатов

Для кластеризации был выбран популярный алгоритм K-Means. При определении числа кластеров рассчитывалась сумма квадратов расстояний от точек до центроидов кластеров, к которым они относятся. Данный показатель называется инерцией. Следует выбирать такое число кластеров, после которого инерция будет падать медленнее. Это правило

называется правилом локтя. Как видно на графике (рис. 2), наилучшее разбиение анализируемого набора будет по двум кластерам.

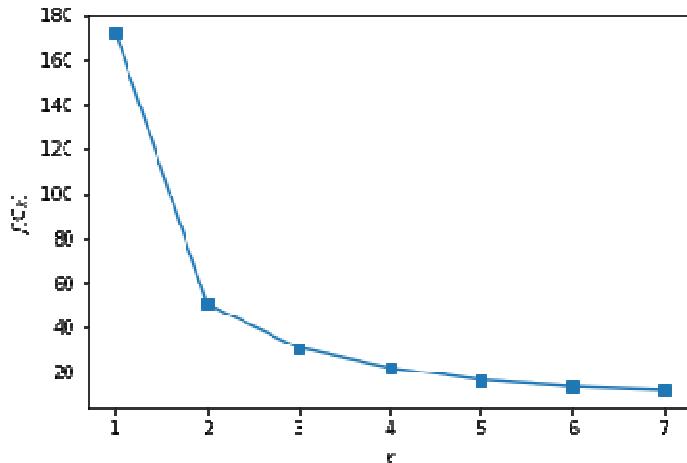


Рис. 2. График для проверки соответствия наилучшему числу кластеров

Для оценки качества алгоритма использовалась метрика «силуэт» или  $S$ . Данная метрика характеризует отношение среднего расстояния объектов кластера до его центра и среднего расстояния до соседних кластеров и не требует предварительной разметки выборки. Силуэт достигал своего максимума также для случая двух кластеров.

Далее дополнительно отбирались признаки, максимизирующие силуэт для двух кластеров. Наилучшее значение силуэта для двух кластеров равно 0.85, что соответствует их высокой плотности и малому пересечению. Были выбраны следующие признаки: позиция, частота появления вопроса, индекс лёгкости, индексы эффективности и дискриминации, а также вероятность и разница весов.

Анализ результатов кластеризации показал, что кластер 0 соответствует в целом менее удачным вопросам, чем кластер 1. В частности, это подтверждается тем, что в кластер 0 попали вопросы, намеченный вес и эффективный вес которых различны. А в кластер 1, наоборот – вопросы, разности весов для которых нет. При этом к «неудачным» были отнесены вопросы с частотой появления в тесте в среднем ниже, чем у «удачных». Это говорит о том, что неудачные вопросы в основном относятся к позициям, для которых конкретный вопрос выбирается из некоторого множества.

Наблюдалось пересечение полученных кластеров на признаках «эффективность дискриминации» и «индекс дискриминации». При этом разделение по эффективности дискриминации более четкое, чем по индексу дискриминации, поэтому этот показатель можно считать более важным при принятии решения о замене вопроса.

Также нужно отметить, что «неудачные» вопросы в целом были сложнее, чем «удачные». Поэтому, нельзя однозначно рекомендовать решение об удалении вопросов из кластера 0 из общего банка, так как

после этого не будет возможности выделить наиболее сильных студентов.

На рис. 3 показаны полученные кластеры в различных проекциях.

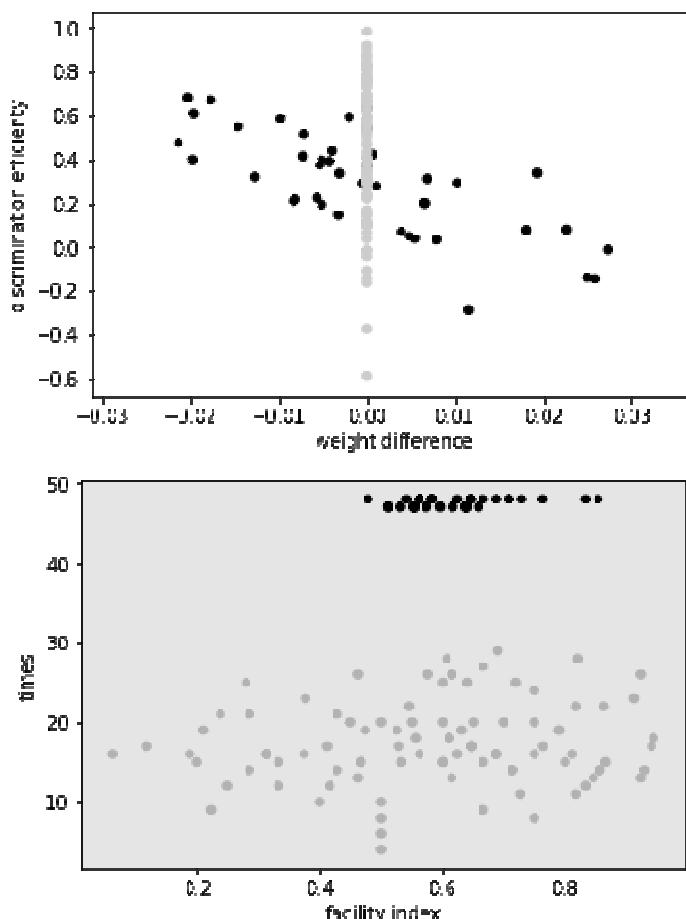


Рис. 3. Примеры проекций на пары наиболее важных признаков

Подводя итог, можно сказать, что в результате анализа было получено разделение набора тестовых заданий на два подмножества. Это разделение можно обосновать и использовать для дальнейшего улучшения банка тестовых заданий. Наиболее показательными свойствами вопросов оказались эффективность дискrimинации и разность намеченного и эффективного веса, а также их высокая сложность. При этом неожиданными оказались значительная зависимость результатов анализа от вероятности выпадения вопроса в тесте и слабая зависимость от стандартного отклонения.

#### Список литературы

1. Нестеров С. А. Анализ результатов первого проведения курса «Базы данных» с преподаванием отдельных тем на английском языке. // Системный анализ в проектировании и управлении : сб науч. тр. XXI Междунар. науч.-практ. конф. 29–30 июня 2017 года. Ч. 1. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – С. 435- 442.
2. Quiz statistics calculations. URL: [http://docs.moodle.org/dev/Quiz\\_statistics\\_calculations](http://docs.moodle.org/dev/Quiz_statistics_calculations)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Секция 4. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ . . . . .</b>	<b>5</b>
<b>Чудесова Г.П.</b>	
ФОРМИРОВАНИЕ ОРГСТРУКТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИЯМИ . . . . .	5
<b>Макареня Т. А., Андриенко Р. В.</b>	
КЛАСТЕРНЫЙ ПОДХОД КАК ФАКТОР ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ . . . . .	9
<b>Шехтман А. Ю.</b>	
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЛИТИКИ КЛАСТЕРНОГО РАЗВИТИЯ .	18
<b>Афоничкин А. И., Афоничкина Е. А.</b>	
СТРУКТУРИЗАЦИЯ ВЕКТОРА РОСТА В СТРАТЕГИЮ РАЗВИТИЯ КЛАСТЕРНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ . . . . .	26
<b>Малиновская Г. А., Прохорова Е. С., Тюсова М. К.</b>	
СИСТЕМНЫЙ АСПЕКТ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНА . . . . .	35
<b>Колеснечко С. В., Рябинина Т. И.</b>	
КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ . . . . .	40
<b>Афанасьева О. В., Чунц М. Е.</b>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С УЧЕТОМ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ . . . . .	46
<b>Первухин Д. А., Лазебный В. С.</b>	
СИСТЕМНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ УСИЛИТЕЛЕЙ СОТОВОГО СИГНАЛА ООО «ПОЛОСА ЧАСТОТ» . . . . .	50

<b>Первухин Д. А., Григорьева Е. Д.</b> АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ДОБЫЧЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННО-СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ .....	58
<b>Карпович Ю. В., Паздникова Н. П.</b> ПРОМЫШЛЕННОСТЬ РЕГИОНА: ЦИФРЫ И ФАКТЫ .....	64
<b>Арженовский С. В., Синявская Т. Г.</b> СТАТИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ РИСКОВ РАЗВИТИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА МАКРОУРОВНЕ .....	68
<b>Калугян К. Х., Мирошниченко Д. А.</b> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТА ПО КРИТЕРИЮ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОЛНОТЫ .....	77
<b>Песиков Э. Б.</b> ВЫБОР СЕГМЕНТАЦИОННОЙ СТРАТЕГИИ ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ И ВЕКТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ .....	83
<b>Долятовский В. А., Долятовский Л. В., Калинина А. Н.</b> АДАПТИВНЫЙ БЕНЧМАРКИНГ МОДЕЛЕЙ НАЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА .....	87
<b>Гриненко С. В.</b> СИСТЕМНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЭФФЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ ОЛИМПИЙСКИМ НАСЛЕДИЕМ С ПОЗИЦИЙ ТЕОРИИ КОНВЕРГЕНЦИИ .....	98
<b>Синявская Т. Г., Трегубова А. А.</b> СПРОС НА СТРАХОВАНИЕ И ОТНОШЕНИЕ К РИСКУ: СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ .....	104
<b>Сидорова Л. Е., Сидоров С. В., Шарапутдинов Р. Я.</b> О СИСТЕМНОМ АНАЛИЗЕ ЛУЧШИХ ПРАКТИК УПРАВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ КАПИТАЛОМ И ИНВЕСТИЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЯХ ФИНАНСОВОЙ СИСТЕМЫ .....	111

<b>Величко П. Ю., Морозова Е. В.</b> ТЕНДЕНЦИИ НА СОВРЕМЕННОМ РЫНКЕ ТРУДА .....	123
<b>Логинова А.В.</b> МНОГОУРОВНЕВЫЕ ЗАДАЧИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ: ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ В СФЕРЕ ОРГАНИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ .....	127
<b>Секция 6. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ .....</b>	135
<b>Черненькая Л. В., Магер В. Е., Черненький А. В.</b> СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ .....	135
<b>Хубаев Г. Н.</b> КАЧЕСТВО ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ АДМИНИСТРАТИВНО- ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ: МЕТОДИКА ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА .....	139
<b>Мищенкова А. И., Красников С. А., Николаева С. В.</b> МОДЕЛЬ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЖИДКИХ СРЕД ПО ИХ СПЕКТРАЛЬНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ .....	147
<b>Карпов В. И., Сидоренко Ю. И., Жученко Н. А.</b> УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИТАНИЯ ШКОЛЬНИКОВ НА ОСНОВЕ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ИХ ГЕНОТИПОВ .....	152
<b>Царегородцева О. В., Елисеева Е. Ю., Котатова А. А.а, Белоусов А. В.</b> ПРИМЕНЕНИЕ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ .....	158
<b>Поцулин А. Д., Репина И. Б.</b> ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И СТРУКТУРА СЕРИИ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ, ОПИСЫВАЮЩИХ ТРЕБОВАНИЯ К МЕНЕДЖМЕНТУ РИСКОВ – ISO 31000 .....	163
<b>Чистова Н. А., Черненькая Л. В.</b> ПОТЕНЦИАЛ BIG DATA В ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА ПРИНИМАЕМЫХ РЕШЕНИЙ .....	169

<b>Белов Н. А., Черненская Л. В.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМЕШАННЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ .....	175
<b>Гурылев О.А., Черненская Л. В.</b> ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В СБОРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ .....	180
<b>Пипия Г. Т.</b> ЦЕЛЕВЫЕ КРИТЕРИИ ДЛЯ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ МОДЕЛИ УСЛОВНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ .....	184
<b>Секция 7. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ИССЛЕДОВАНИИ И ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ .....</b>	191
<b>Богданов С. С., Ефремов А. А.<sup>2</sup>, Козлов В. Н.<sup>ч2</sup>, Кузнецов М. А., Пономарев А. Г.</b> КОРРЕЛЯЦИОННАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОПАСНЫХ РЕЖИМОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ ..	191
<b>Гаврилюк Е. А., Манцеров С. А.</b> НЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ .....	197
<b>Пономарев А. Г.</b> МОДЕЛИ СИСТЕМ ЛОКАЛЬНО-ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ РЕЖИМАМИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕДИНЕНИЙ .....	207
<b>Похилько А. Ф., Цыганков Д. Э.</b> ВЫДЕЛЕНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ СТРУКТУРНОМ АНАЛИЗЕ КОНСТРУКТОРСКОГО РЕШЕНИЯ .....	216
<b>Шагнисев О. Б., Бурдаков С. Ф.</b> СТАБИЛИЗАЦИЯ СИЛОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РОБОТА С ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ .....	220

<b>Таирова Е. А., Камалов Л. Е.</b> ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТОДА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ .....	225
<b>Нагорный В. С., Колодяжный Д. Ю., Сипатов А. М.</b> СРЕДНЕЗАУТЕРОВСКИЙ ДИАМЕТР КАПЕЛЬ КЕРОСИНА ПРИ РАБОТЕ ФОРСУНОЧНЫХ МОДУЛЕЙ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЕМ В УЗЛАХ РАСПЫЛА ТОПЛИВА ГАЗОТУРБИННЫХ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ .....	231
<b>Секция 8. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ</b> .....	236
<b>Царегородцева О. В., Толкачева О. С., Попова Д. С.</b> СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ПРОЕКТАМИ .....	236
<b>Баринов А. И.</b> ВНЕДРЕНИЕ ОФИСА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КОМПАНИИ .....	241
<b>Болсуновская М. В., Лексашов А. В., Приданова Е. В.</b> ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМНО-ДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ .....	246
<b>Кокорева К. А., Черненская Л. В.</b> ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ КОНФИГУРАЦИИ НА ПРОЕКТЕ АЭС «ХАНХИКИВИ-1» .....	250
<b>Мошкова Т. А.</b> ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ СТРАТЕГИЧЕСКИМ ПОРТФЕЛЕМ ИНВЕСТИЦИОННОГО РАЗВИТИЯ .....	255
<b>Широкова С. В.</b> УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТОМ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ .....	262

<i>Афанасьева О. В., Бандурова А. В.</i> ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПО ВНЕДРЕНИЮ НОВОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ ООО «ВЫСОТА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА . . . . .	266
<i>Царегородцева О. В., Козыков В. Б., Кузнецов Е. И.</i> <i>Чеботарев А. М.</i> ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ . . . . .	276
<i>Шполянская И. Ю., Фрид Л. М.</i> ОНТОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В СЕРВИСОРИЕНТИРОВАННОЙ АРХИТЕКТУРЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ . . . . .	282
<i>Угрюмова А. И.</i> РОЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА В УПРАВЛЕНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ . . . . .	290
<i>Степашина Е. В., Горбачев И. В., Бужерак Ю. Э.</i> РЕИНЖИНИРИНГ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ АВИАПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПРИ ВНЕДРЕНИИ PDM-СИСТЕМЫ . . . . .	294
<i>Кучерова К. Н.</i> АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ МИГРАЦИИ БАЗ ДАННЫХ БЕЗ ОСТАНОВКИ СЕРВИСОВ ВЫСОКОНАГРУЖЕННОЙ СИСТЕМЫ . . . . .	299
<i>Боревич Е. В., Янчус В. Э.</i> АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЦВЕТОВОГО ВОСПРИЯТИЯ КИНОКАДРОВ ЗРИТЕЛЕМ . . . . .	303
<i>Лебедева А. В., Решетникова А. М., Чурсин М. А.</i> РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ . . . . .	311
<i>Пасынков Борис Васильевич,</i> УЯЗВИМОСТЬ ERP-СИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ SAP . . . . .	315

<i>Преображенская Т. В., Преображенский М. Д.</i> О МИНИМИЗАЦИИ ВВОДИМЫХ ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННУЮ СИСТЕМУ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ . . . . .	319
<b>Секция 9. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ ПОДГОТОВКОЙ КАДРОВ И ОБРАЗОВАНИЕМ . . . . .</b>	326
<i>Халин В. Г., Чернова Г. В.</i> РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СБАЛАНСИРОВАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА УПРАВЛЕНИЯ В ВЕДУЩИХ РОССИЙСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ . . . . .	3126
<i>Ребус Н. А., Романова Е. В.</i> ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННО- ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ . . . . .	337
<i>Брусакова И. А.</i> ПОДГОТОВКА ИННОВАЦИОННОГО ИНЖЕНЕРА ДЛЯ РАБОТЫ В КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ . . . . .	343
<i>Гаврилова Т. А., Лещёва И. А., Плешкова А. Ю., Гринберг Э. Я.</i> К ВОПРОСУ О ТРЕНИНГЕ АНАЛИТИКОВ В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ БИЗНЕСА . . . . .	347
<i>Красильникова Е. В.</i> СИСТЕМООБРАЗУЮЩАЯ РОЛЬ КОМПЕТЕНЦИИ В УЧЕБНО- ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВУЗА . . . . .	356
<i>Мирошниченко И. И., Калугян К. Х.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОГО ЯДРА ДИСЦИПЛИН НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ . . . . .	361
<i>Баранов В. Е., Болсуновская М. В., Ежова Н. В.</i> <i>Старовойтова С. А.</i> СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПРИ ПОДГОТОВКЕ АБИТУРИЕНТОВ К СДАЧЕ ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА . . . . .	366

<i>Григорьева Ю. С., Каширский В. В.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ КОНТЕНТА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ .....	372
<i>Нестеров С. А., Смолина Е. М.</i> АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ФОРМАТЕ МАССОВОГО ОТКРЫТОГО ОНЛАЙН-КУРСА .....	379
<i>Нестеров С. А., Никольская А. Н.</i> АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ЗАДАНИЙ В ТЕСТАХ В СДО MOODLE ..	383

# СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

Сборник научных трудов  
XXII Международной научно-практической конференции  
22–24 мая 2018 года

## Часть 2

Сборник подготовили:  
*В. Н. Волкова, А. В. Логинова*

---

Налоговая льгота — Общероссийский классификатор продукции  
ОК 005-93, т. 2; 95 3004 — научная и производственная литература

---

Подписано в печать 16.05.2018. Формат 60×84/16. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 24,75. Тираж 32. Заказ 16761b.

---

Отпечатано с готового оригинал-макета,  
предоставленного организаторами конференции,  
в Издательско-полиграфическом центре Политехнического университета.  
195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.  
Тел.: (812) 552-77-17; 550-40-14.