
ЭКОНОМИКА И МЕНЕДЖМЕНТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Научно-практический журнал

Основан в 2011 г.

**2015
№4.2(18)**

Издательство «Научная книга»



2015

Издательство "Научная книга"
Кафедра «Управление строительством» ВГАСУ

Журнал зарегистрирован в Центрально-Черноземном управлении Федеральной службы по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия ПИ N ТУ 36-00204 от 26 мая 2011 г.

ISSN 2223-0432

Журнал выходит четыре раза в год

ЭКОНОМИКА И МЕНЕДЖМЕНТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
Научно-практический журнал

Главный редактор – **Кравец О.Я.**, д-р техн. наук, профессор (Воронеж)
Зам. главного редактора – **Толстых Т.О.**, д-р экон. наук, профессор (Воронеж)
Зам. главного редактора – **Баркалов С.А.**, д-р техн. наук, профессор (Воронеж)
Ответственный секретарь – **Аверина Т.А.** (Воронеж)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Богатырёв В.Д., д-р экон. наук, профессор (Самара)
Бурков В.Н., д-р техн. наук, профессор (Москва)
Вертакова Ю.В., д-р экон. наук, профессор (Курск)
Владимирова И.Л., д-р экон. наук, профессор (Москва)
Гераськин М.И., д-р экон. наук, профессор (Самара)
Куручка П.Н., д-р техн. наук, профессор (Воронеж)
Лапшина М.Л., д-р техн. наук, профессор (Воронеж)
Перова М.Б., д-р экон. наук, профессор (Вологда)
Сибирская Е.В., д-р экон. наук, профессор (Орел)
Сироткина Н.В., д-р экон. наук, профессор (Воронеж)
Черникова А.А., д-р экон. наук, профессор (Старый Оскол)
Чиркова М.Б., д-р экон. наук, профессор (Воронеж)

Дизайн обложки – **С.А.Кравец**

На основании заключения Президиума Высшей аттестационной комиссии Минобр-науки России от 25 мая 2012 года N22/49 журнал "Экономика и менеджмент систем управления" включен в Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы публикаций. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Правила для авторов доступны на сайте журнала <http://www.sbook.ru/emsu>

Адрес редакции и издательства: Тел./факс (473)2667653 / 2661253 авт
394077 Воронеж, ул. 60-й Армии, д. 25, комн. 120 E-mail: emsu@bk.ru
<http://www.sbook.ru/emsu>

Подписной индекс в объединенном каталоге «Пресса России» - 43054

Учредитель и издатель: ООО Издательство "Научная книга"
<http://www.sbook.ru>

Отпечатано с готового оригинал-макета в ООО "Цифровая полиграфия"
394036, г.Воронеж, ул.Ф.Энгельса, 52, тел.: (473) 261-03-61

Свободная цена

Подписано в печать 15.10.2015. Заказ 0000. Тираж 1000. Усл. печ. л. 6,0. Выход в свет 30.12.2015.

ã Экономика и менеджмент систем управления, 2015

Содержание

1. Экономика и управление

Агафонова М.С., Мажарова Л.А., Перевозчикова Л.С., Калинина Н.Ю. Компетентностный подход в системе управления персоналом предприятия	204
Балеевских А.С. Методология реализации процессного управления в пищевой промышленности.....	209
Бондарчук Д.В., Тимофеева Г.А. Применение машинного обучения для формирования персональных рекомендаций в сфере трудоустройства	215
Кельчевская Н.Р., Кирикова Е.А., Черненко И.М. Инновационный подход к энергоменеджменту как фактор развития человеческого капитала на промышленном предприятии.....	221
Никитина Л.Н., Юань Ч. К вопросу о системе управления в легкой промышленности КНР	230
Сахаров А.С., Корнилов Д.А. Анализ стратегических решений по формированию портфеля продуктов при освоении внешних рынков на примере рынка республики Беларусь для компании ОАО «АВТОВАЗ».....	235

2. Информатика, вычислительная техника и управление

Банникова А.В., Чжан Е.А. О непараметрической идентификации линейных динамических процессов в условиях неопределенности.....	246
Бородулин А.Н. Методика разработки информационно-аналитических систем управления предприятиями.....	251
Зайцев А.В., Канушкин С.В., Волков А.В., Тое Вэй Тун. Модель идентификации возмущений движения летательного аппарата	258
Мутовкина Н.Ю. Методика нечеткой комплексной оценки деятельности профессорско-преподавательского состава вуза	264
Рахман П.А. Модель задачи распределения вычислительных ресурсов в системах управления предприятием при применении технологии виртуальных машин	274
Тощев А.С. Возможности автоматизации разрешения инцидентов для области удаленной поддержки информационной инфраструктуры предприятия	293

1. Экономика и управление

Агафонова М.С., Мажарова Л.А., Перевозчикова Л.С., Калинина Н.Ю. КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ ПРЕДПРИЯТИЯ

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Трансформационные процессы в современной экономике России, а также адаптационные формы взаимодействий основаны на инновациях и инвестициях, что заставляет фирмы учитывать качество и количество всех видов ресурсов, а также использовать и распределять их с учетом всех видов эффективности. При этом достаточное внимание уделено оценке персонала и результатов его трудовой деятельности.

Компетентностный подход в теории и практике менеджмента и управления персоналом предприятия начал использоваться с 80-х годов прошлого века. В его базисе содержатся такие составляющие как «компетенция», «компетентность» и «модель компетенций» [3]. Основоположником подхода к управлению персоналом, основанного на компетенциях, считается Д. МакКлеланд.

В настоящее время существует множество подходов к сущности компетенций. Современным понятием, в условиях рыночной экономики, является такое толкование, при котором - компетенция начинается с уровня знаний и проявляется в поведении и может быть описана как стандарт поведения индивида, объединяющий знания, навыки и личные качества человека и определяющий эффективность работы [4].

Основными составляющими компетенций являются дескрипторы: знать, уметь и владеть. Т.е. работник не только должен иметь достаточные знания в области своей деятельности, но и уметь их эффективно применять, а с течением времени, с опытом, владеть специальными навыками и технологиями.

Обеспечение фирм в условиях неопределенности компетентным, квалифицированным персоналом, даже без опыта работы, становится особенно актуальной и значимой проблемой. В социально-экономическом развитии первейшим приоритетом для повышения конкурентоспособности фирм и стабилизации национальной экономики.

Компетентностный подход и понятие «компетенция» в социально-экономическом пространстве становятся популярны и их распространение обусловлено рядом объективных и субъективных причин. Главной причиной является реструктуризация производственной сферы. Это связано с динамичным развитием инновационных процессов в сфере образования и труда. Обучение становится достаточно востребованной составляющей воспроизводства социально-трудовых отношений. Эволюция корпоративного обучения, новые запросы к персоналу изменяют предписания к общей подготовке кадров, то есть и к системе образования в целом.

Глобализационные процессы в России вызвали принципиальные трансформации характера и содержания труда. Данный факт обусловил высокие темпы научно-технического развития, а так же труда, что требует соразмер-

ных преобразований в работе с персоналом современных организаций. Нами предложен переход от квалификации уровня владения и знания профессиональными умениями и навыками к компетенциям. Это отражает деловые и личностные качества кадров на фирме. Именно компетентность организационного персонала предопределяет благополучие деятельности фирмы в современных рыночных условиях.

Наиболее используемой типологией компетенций с точки зрения задач организации является типология, в которой выделяются общие, ключевые и технические (специальные) компетенции. В рамках этого понимания ключевые компетенции - это такие компетенции, которые поддерживают провозглашенную миссию и ценности организации, а также применимы к любой должности; общие компетенции - это компетенции, имеющие универсальное определение, применяемые в отношении некоторых должностей в организации; технические, или специальные компетенции - это такие компетенции, которые применяются в отношении определенной группы или «семейства» должностей [4].

В последние годы в России наблюдаются следующие тенденции в системе управления персоналом предприятия:

- резкое снижение эффективности использования трудового потенциала работников;
- преобладанием неблагоприятных ориентаций в развитии социально-трудовых отношений;
- несоответствующий уровень развития кадров;
- низкая мотивация и стимулирование персонала к производительности и интенсивности труда;
- низкий уровень заработной платы.

Данные отставания и негативные последствия показал анализ всех ресурсов предприятий (в рамках системы управления персоналом).

В последние годы отмечен рост неудовлетворенности работников процессом трудовой деятельности, текучесть кадров и неэффективное использование финансовых ресурсов предприятия на персонал.

Изложенные проблемы возможно решить при ситуации получения определенной информации об итогах работы кадров организации, которую обеспечивает система оценки персонала. Вместе с тем, фирма или предприятие играет не только роль инициативного и динамичного инструмента, но способна развиваться и преобладать во взаимодействии с системой менеджмента персоналом в целом.

Фирмы и предприятия России в период нестабильности рыночной экономики, оказавшись в фазе спада и кризиса отказываются от компетентностной оценки персонала. И в свою очередь, в сложных экономических условиях относят ее к числу необоснованно затратных мероприятий. При прочих равных условиях, спрос на работников, которые имеют специализированные знания и опыт в специфичных отраслях профессиональной деятельности, обязывает организации проводить аттестацию персонала, оценку и мониторинг на тождественность его качественных параметров и результатов дея-

тельности потребностям определенного рабочего места.

Достоверная и полная информация о соответствии позволяет принимать радикальные управленческие решения в части управления персоналом. В итоге фирма преодолевает неблагоприятную ступень своего движения и формирует высокоразвитую систему оценки кадров в каждый период развития фирмы в целом.

Понимание значения компетенций персонала приходит постепенно, по мере увеличения потребности измерения предполагаемых и формирующихся способностей работников. Формирования у персонала своевременных для организации или фирмы профессиональных компетенций в соответствии со тактикой и стратегией развития в целом и отдельных бизнес-идей. Решение данных вопросов посредством оценки персонала заставляет предприятие действовать всей системой менеджмента персонала.

Любая система развивается, что в свою очередь происходит и с системой оценки персонала. Она эволюционирует в сторону конфигурации, то есть наступает постепенный переход от простых к более сложным ее элементам. На начальных фазах реализуется контролирующая функция, затем в процессе эволюции уже способна использовать мотивационную, коммуникационную и другие функции системы управления персоналом. Подобным образом осуществляется технология, предмет оценки и ее методы.

Достаточная часть отечественных и зарубежных фирм, организаций и предприятий предпочитает драгировать и внедрять собственные подходы и методы к оценке трудового потенциала персонала. Эти подходы в современных условиях рыночной деятельности все в большей мере модифицируются в методы управления персоналом на основе анализа компетенций. Для такого форсирования требуются значительные изменения всей системы работы с персоналом, так как понимание компетенций взаимосвязана не только теоретически со всеми функциями управления, но и практически. В том числе: мотивация и стимулирование труда; рекрутинг и развитие персонала; управление деловой карьерой и кадровым резервом; организационная культура и др.

Обобщая вышеизложенное можем резюмировать, что компетенция как социально-экономическая категория становится системообразующим базисом, который в свою очередь определяет:

1. формирование инновационных процессов обучения персонала,
2. динамики соотношения спроса и предложения рабочей силы,
3. развитие отношений собственников и наемных рабочих в отношении оценки и оплаты труда,
4. трансформацию социально-трудовых и профессиональных отношений как на внутриорганизационном, так и на государственном уровнях.

Из вышеизложенного можно констатировать, что необходимо развивать комплексную систему анализа персонала фирм, организаций и предприятий, а так же отдельных структурных компонентов. В первую очередь это необходимо для повышения эффективности кадрового менеджмента функционирующей организации, необходимость системного осмысления и осмысления научных знаний в области компетентностного подхода в работе с персона-

лом. Начиная с изучения исторических особенностей и направленности до становления и последующего формирования.

Компетентностный подход во многом предопределяет интеграцию отечественных организаций, интеграции современной экономики России в целом в мировое экономическое сообщество. На пути прогресса и глобализации мировой экономики неизбежны социально-экономические проблемы на предприятиях. Основные фонды и оборотные средства, затрачиваемые на развитие предприятия и персонала, в частности, используются неэффективно, что способствует снижению уровня компетенций, уменьшению стимулирования и мотивации коллектива к эффективной деятельности.

Таким образом первоочередная задача - совершенствование оценочной персонал - технологии [4], позволяющая целенаправленно использовать средства на персонал и создавать его экономически выгодное поведение на этапе управления трудовой деятельностью.

Для обеспечения конкурентоспособности современного предприятия, в условиях адаптированной и нестабильной рыночной среды, необходимы стратегические преобразования подходов в менеджменте персонала - от управления функциональными подсистемами и отдельными бизнес-процессами к управлению на основе компетентностного подхода.

Нынешние экономисты, специалисты, эксперты и менеджеры должны обладать достаточно значимыми возможностями и ресурсами для результативной и инновационной деятельности. Все производственные задачи не могут являться неменяющимися и стабильными, но при этом их можно синтезировать, систематизировать и свести к определенному набору повторяющихся технологий, алгоритмов или стратегий.

Имеются отличительные черты в требованиях к знаниям, умениям и навыкам, неизбежных для решения и реализации определенных направлений профессиональной деятельности и конкретных профессиональных задач.

С развитием и совершенствованием квалификационных требований к работнику, обусловленное формированием и прогрессом теории и практики управления персоналом, происходит по данным этапам:

- требования к способности работника выполнять трудовые действия и операции;
- требования к уровню владения конкретными профессиональными умениями и навыками,
- требования к широте диапазона знаний;
- способности к адаптации;
- обладанию деловыми и личностными качествами, которые необходимы для достижения целей организации [2].

Проблема измерения и определения компетенций - это одна из основных проблем методологии компетентностного подхода.

Компетенция - это скрытая переменная, которая является сложной для непосредственного наблюдения. Для лучшего понимания, чем же является «компетенция» и выделения способов ее измерения, важно уточнить близкие для данной категории понятия, и показать их взаимосвязь с понятием «ком-

петенции» в контексте предложенной в данном исследовании системно-деятельностной методологии. Это необходимо, прежде всего, для формирования методического инструментария для оценки компетенций [2].

Компетенции - это достаточно сложный экономический процесс, который неразрывно связан с социальными проблемами общества. Данный факт подтверждает разнообразную и многоаспектную их классификацию.

Анализ классификаций позволяет сделать вывод: недостатком является отсутствие оптимальности, целостности, системности, универсальности [1].

Таким образом, нами выдвигается ряд принципов компетенции:

1. комплексность, т.е. пронизывание всех сфер деятельности человека, как субъекта системы компетенций;

2. универсальность, при данном принципе виды компетенций едины для всех сфер деятельности человека;

3. оптимальность, означает, что число признаков классификации должно обеспечить полноту и оптимальное число компетенций, и не допускать уменьшения значимости какого-либо вида компетенции;

4. иерархичность, предполагает деление компетенций на типы и подтипы;

5. автономность, требующий идентификации и оценки каждого вида компетенции в отдельности;

6. гибкость, что означает возможность изучения и анализа отдельной компетенции в контексте разных классификационных групп;

7. системность, то есть связь критериев и компонентов с планируемыми результатами.

Мониторинг рынка показал [4]:

- 45% фирм активно используют компетентностный подход;
- 15% фирм планируют внедрять;
- 20% фирм - не слышали об этом;
- 20% - не собираются использовать.

Постепенное внедрение и совершенствование в процессе работы персонала компетентностного подхода на предприятиях, с учетом новых принципов, будет неким катализатором результативности работы фирмы в целом и повысит ее эффективность.

Список использованных источников

1. Баркалов С.А., Давыдова Т.Е., Калинина Н.Ю., Курносов В.Б. Компетентностный подход в управлении персоналом: оценка, обучение, командообразование. Воронеж. - Научная книга, 2010 - 184 с.

2. Чуланова О.Л. Сущность и содержание модели компетенций персонала организации // Кадровик. - 2014. - №5. - С. 100-106.

3. Экспертный механизм анализа и корректировки комплексной оценки компетентности выпускников вузов / Т.В. Азарнова, С.А. Баркалов, В.Е. Белоусов // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2007. Т.1. №2-1. с. 063-067.

4. Математические модели подготовки и проверки качества освоения компетенций в образовательном процессе / С.А. Баркалов, С.И. Мойсеев, Н.С. Кочерга, Е.В. Соловьева // Открытое образование. 2014. №2. с. 9-16.

5. Модели и механизмы в управлении организационными системами / С.А. Баркалов, В.Н. Бурков, Д.А. Новиков, Н.А. Шульженко. - М., 2003. Т. 1.

Балеевских А.С.**МЕТОДОЛОГИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССНОГО УПРАВЛЕНИЯ В
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ***Пермский национальный исследовательский политехнический университет*

Современная экономика предъявляет к пищевым предприятиям высокие требования, основное из которых - достижение и поддержание такого уровня конкурентоспособности, который позволит им успешно функционировать в рыночной среде.

Не являются исключением и пищевые предприятия, которые вынуждены работать в условиях жесткой конкурентной борьбы как с отечественными производителями, так и с производителями соседних стран. В связи с вступлением в силу технических регламентов таможенного союза (ТР ТС) «Пищевая продукция и части ее маркировки», «О безопасности пищевой продукции» от предприятий России, Казахстана и Белоруссии требуется изменения принципов управления качеством и безопасностью [1-3]. Государство через законы ориентирует пищевые предприятия на совершенствование системы управления и внедрение системы ХАССП [4, 8]. В современных условиях изготовитель должен разработать, внедрить и поддерживать процедуры, основанные на принципах ХАССП [6].

При внедрении СМК, на всех этапах жизненного цикла любого пищевого продукта - от получения сырья и до реализации готовой продукции - нужно определить риски, которые могут угрожать безопасности продукции, а также обеспечить мониторинг процессами для предотвращения (уменьшения) влияния этих рисков. Для решения этой проблемы и возникает необходимость внедрения стандарта ИСО 22000 на пищевых предприятиях. Этот стандарт объединяет в себе ИСО 9001 и систему ХАССП.

СМК содержит требования к организации производственного процесса на пищевых предприятиях. Требования отражены в процессах системы менеджмента качества, каждый из которых представляет собой обособленный вид деятельности.

Качество пищевой продукции находится под воздействием большого количества различных групп факторов, для исследования влияния которых была использована причинно-следственная диаграмма [5]. Этот инструмент контроля качества позволил определить наиболее значимые факторы влияющие на конкурентоспособность пищевых предприятий и выявить их особенности.

На базе выявленной специфики функционирования пищевых предприятий, анализа действующего законодательства и требований стандарта ИСО 22000 для предприятий пищевой отрасли была разработана схема взаимодействия процессов для обеспечения безопасности и качества (рисунок 1) Разработанная СМК на основе схемы процессов для обеспечения качества и безопасности пищевых предприятий обладает рядом преимуществ:

- простота, наглядность и четкое выделение цели, документов и организационных мероприятий;
 - выделенные процессы учитывают специфику пищевой промышленности;
 - возможность оптимизации процедур внедрения стандартов ИСО серии
-

- служит основой для внедрения ИСО 22000 на пищевых предприятиях.

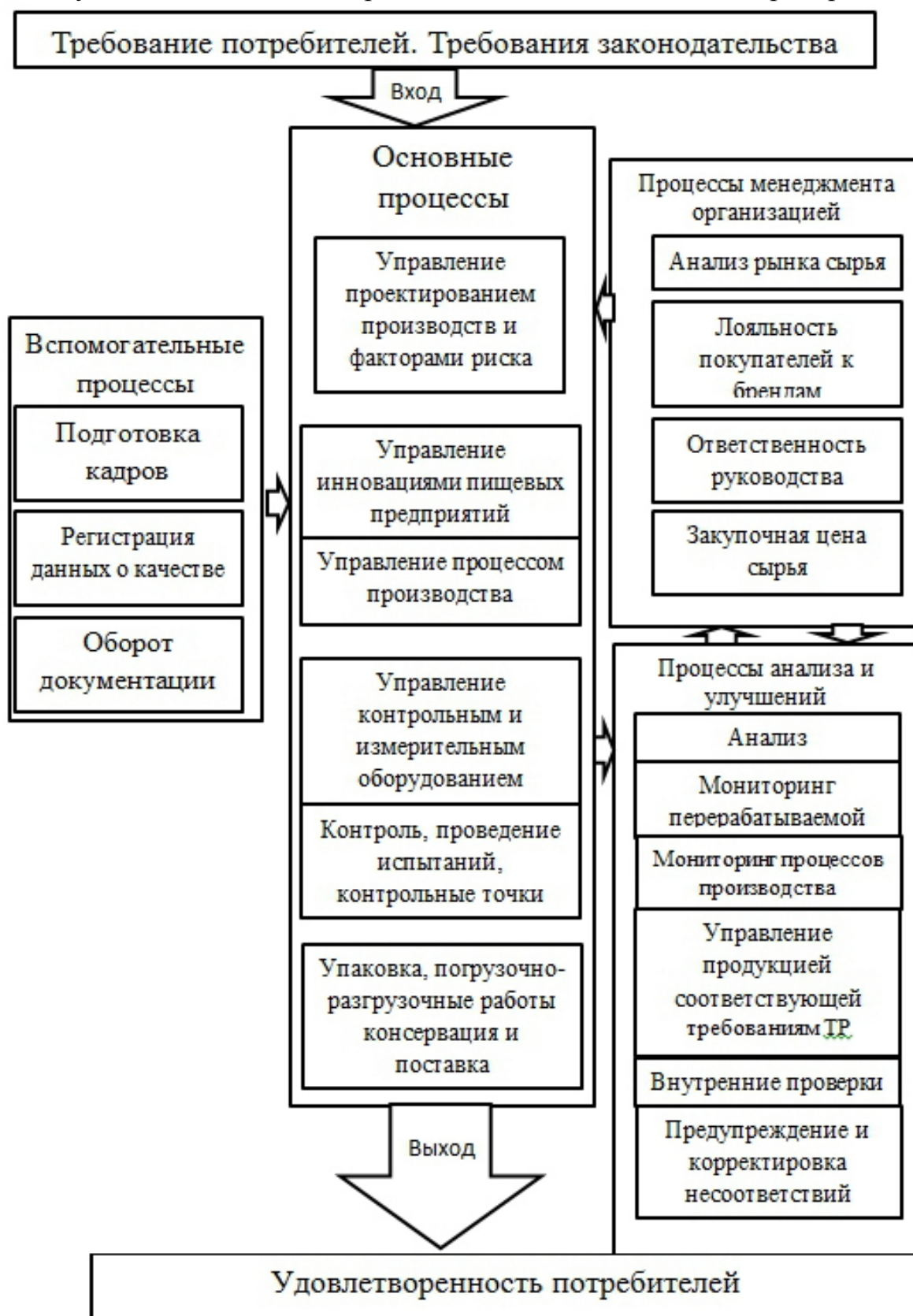


Рис. 1. Схема взаимодействия процессов для обеспечения качества и безопасности пищевых предприятий

Описание каждого процесса схемы взаимодействия позволит конкрети-

зировать организационные мероприятия, документацию и кадровую работу при внедрении процессного управления на пищевом предприятии.

Целью процесса «Управление проектированием производств и факторами риска» является обеспечение качества процесса проектирования изделия от выработки его концепции до технического проекта включительно. Необходимая документация: методологическая инструкция по обеспечению качества проекта; методологическая инструкция по анализу требований потребителей к параметрам качества разрабатываемой пищевой продукции; методологическая инструкция по проведению анализа возможного брака продукции и рисков потребителей с предупреждающими действиями (контроль параметров технологического процесса производства; термическая обработка; применение консервантов; использование металлодетектора; периодический контроль концентрации вредных веществ; мойка и дезинфекция оборудования, инвентаря, рук и обуви), которые устранят риски или снизят их до допустимого уровня; методологические инструкции по выполнению отдельных этапов разработки. Организационные мероприятия в рамках данного процесса: организация рабочих групп для выполнения разработки продукции; организация рабочих групп по проведению анализа продукции; специализированная группа должна выявить и оценить все виды опасностей (биологические, химические, физические, все возможные опасные факторы). С персоналом предприятия проводится следующая работа: обучение персонала современным методам проектирования и конструирования; обучение принципам работы в рабочей группе.

Целью процесса «Управление инновациями пищевых предприятий» является внедрение новых технологий и инноваций в пищевой отрасли. Необходимая документация: инструкции по отслеживанию новых достижений науки и техники; методологические инструкции по проведению собственных исследований. Организационные мероприятия в рамках данного процесса: создание научно-исследовательского отдела; работа с научными институтами; распределение ответственности за своевременность внедрения инноваций. С персоналом предприятия проводится следующая работа: обучение основам научных исследований; мотивация персонала.

Целью процесса «Управление процессом производства» является обеспечение работоспособности всех технологических процессов в контролируемых условиях. Необходимая документация: методологические и рабочие инструкции; товарный и материальный документированный учет. Значимых организационных мероприятий в рамках данного процесса не выделяется. С персоналом предприятия проводится следующая работа: мотивация персонала; стимулирующая оплата труда; обучение персонала.

Целью процесса «Управление контрольным, измерительным и испытательным оборудованием» является обеспечение качества эксплуатации средств измерений, а также недопущение к использованию негодных средств измерений. Необходимая документация: планы поверки (калибровки) средств измерений; протоколы поверки (калибровки); методологические и рабочие инструкции на поверку и калибровку.

Целью процесса «Контроль, проведение испытаний и контрольные точки» является обеспечение эффективной системы контроля за производственными процессами. Необходимая документация: технологические карты контроля; протоколы контроля; акты приемки - браковки; методологические и рабочие инструкции на процессы контроля; рабочий лист критических пределов и данных системы мониторинга; документирование корректирующих действий в случае нарушения критических пределов; методологическая инструкция отзыва опасной продукции, попавшей на реализацию; отчеты специализированной группы с обоснованием выбора потенциально опасных факторов, результатами анализа рисков и выбора контрольных точек и определения критических пределов. Организационные мероприятия в рамках данного процесса: недопущение смешивания годной и бракованной продукции.

Целью процесса «Упаковка, погрузочно-разгрузочные работы, консервация и поставка» является создание привлекательной для потребителя упаковки пищевой продукции и сохранение качества продукции в ходе логистических операций. Необходимая документация: требования к необходимой информации на упаковке готовой продукции. Организационные мероприятия в рамках данного процесса: надлежащее обращение продукции; безопасное хранение, предотвращающее разрушение или порчу продукции; упаковка в соответствии с установленными требованиями; доставка продукции, сохраняя целостность продукции после окончательного контроля. С персоналом предприятия проводится следующая работа: обучение основам логистики.

Целью процесса «Анализ рынка сырья» является определение реального состояния рынка и возможностей поставщиков сырья. Необходимая документация: методологическая инструкция по анализу рынка пищевой продукции; рабочие инструкции по поиску, оценке поставщиков. Организационные мероприятия в рамках данного процесса: создание специализированной службы маркетинга; распределение ответственности за выполнение функций и полномочий по анализу рынка; поиск новых рынков сбыта. С персоналом предприятия проводится следующая работа: мотивация персонала; обучение персонала основам маркетинга.

Целью процесса «Лояльность потребителей к брендам» является популяризация брендов предприятия и предвидение требований потребителей и адаптация под их желания. Необходимая документация: методологические инструкции по определению и оценке будущих требований; инструкции применения методов прогнозирования; маркетинговый анализ факторов спроса, с разделением по брендам. Организационные мероприятия в рамках данного процесса: надзор за требованиями потребителей и спросом на брендовую продукцию. С персоналом предприятия проводится следующая работа: обучение персонала методам планирования и прогнозирования.

Целью процесса «Ответственность руководства и мониторинг управленческого персонала» является утверждение персональной ответственности руководства предприятия за безопасность и качество выпускаемой продукции, а персонала предприятия - только за качество продукции. Необходимая документация: политика стратегического развития предприятия; организацион-

ная структура; должностные инструкции; приказ о создании и составе специализированной группы. Организационные мероприятия в рамках данного процесса: распределение ответственности, полномочий и ресурсов для выполнения функций на предприятии; создание отдела (специализированной группы); выделение уполномоченного из числа специализированной группы от руководства предприятия; осуществление надзора за деятельностью по обеспечению качества со стороны высшего руководства предприятием. С персоналом предприятия проводится следующая работа: организация изучения политики стратегического развития предприятия всеми сотрудниками предприятия; обучение высшего управленческого персонала вопросам современного методов управления; мотивация персонала.

Целью процесса «Закупочная цена сырья» является определение ценовой политики в отношении закупок сырья. Необходимая документация: методологическая инструкция по анализу производителей сырья и закупочной цены; рабочие инструкции по поиску, оценке поставщиков сырья; законодательная документация. Обучение основам финансовых операций, зависящих от уровня закупочной цены.

Целью процесса «Анализ себестоимости пищевой продукции» является расчет изменения себестоимости производимой продукции от совершенствования организации производственной деятельности. Необходимая документация: методики расчета себестоимости единицы продукции; инструкции определения финансовых показателей деятельности предприятия; протоколы количества бракованной продукции. Организационные мероприятия в рамках данного процесса: распределение ответственности за точность расчетов себестоимости. С персоналом предприятия проводится следующая работа: мотивация персонала; стимулирующая оплата труда.

Целью процесса «Мониторинг перерабатываемой продукции» является определение методик по обеспечению идентификации и прослеживаемости продукции в течение всех стадий её жизненного цикла, начиная с поставок, со стадий производственного процесса до продажи. Необходимая документация: рабочие и методологические инструкции; классификаторы продукции; информация о продукции. Организационные мероприятия в рамках данного процесса: внедрение маркировки и других методов обеспечения идентификации; партионный учет.

Целью процесса «Мониторинг процессов производства» является определение и планирование процессов приемки сырья, производства и хранения напрямую влияющих на качество. Необходимая документация: документы о производстве, т.е. производственного планирования (блок-схемы производственных процессов и планы производственных помещений); документы товарно-материального учета; методологические и рабочие инструкции; результаты проверок информации о продукции и производстве. Организационные мероприятия в рамках данного процесса: распределение ответственности, полномочий и ресурсов для выполнения функций в производстве; обеспечение надлежащего количества и качества оборудования, включая измерительное; обеспечение нанесения информации о производстве в виде блок-схем производст-

венных процессов. С персоналом предприятия проводится следующая работа: мотивация персонала; стимулирующая качество оплата труда.

Целью процесса «Управление продукцией, несоответствующей требованиям ТР» является недопущение дальнейшего использования брака в производстве. Необходимая документация: браковочные ведомости и акты; методологические и рабочие инструкции. Организационные мероприятия в рамках данного процесса: маркировка продукции; отдельное хранение годной продукции и брака; ограничение доступа к браку.

Целью процесса «Внутренние проверки» является обеспечение надзора со стороны высшего руководства за качеством деятельности подразделений, а также контроль применения процессного подхода. Необходимая документация: планы аудитов; документы аудитов; отчеты по результатам аудита; программа внутренней проверки системы управления. Организационные мероприятия в рамках данного процесса: проведение регулярных аудитов; осуществление корректировочных мероприятий по результатам аудитов; осуществление разработки специализированной группой программы проверки (анализ зарегистрированных рекламаций, претензий, жалоб и происшествий, связанных с нарушением безопасности продукции; оценку соответствия фактически выполняемых процедур документам; проверку выполнения предупреждающих действий; анализ результатов мониторинга контрольных точек и проведенных корректирующих действий; оценку эффективности механизма управления и составление рекомендаций по его улучшению; актуализацию документов). С персоналом предприятия проводится следующая работа: обучение проверке по соблюдению требований документации.

Целью процесса «Предупреждение и корректировка несоответствий» является предотвращение первичного и повторного возникновения дефектов. Необходимая документация: документы планирования мероприятий; документы внедрения мероприятий; документы анализа внедренных мероприятий. Организационные мероприятия в рамках данного процесса: деятельность в соответствии с принципами процессного подхода.

Целью процесса «Подготовка кадров» является овладение навыками по обеспечению качества работы всеми работниками предприятия. Необходимые документы: планы и программы обучения; документы, подтверждающие обучение.

Целью процесса «Регистрация данных о качестве» является сохранение информации по обеспечению качества для ее анализа и предоставление доказательств качества потребителю.

Целью процесса «Оборот документации и данных» является обеспечить документооборот в механизме управления, включая своевременную, полную и качественную разработку документации по качеству. Необходимая документация: методологические инструкции по документообороту; методологическая инструкция по разработке методологических инструкций, рабочих инструкций, сопутствующих документов; план-график разработки документов механизма управления; рабочая инструкция по контролю и утверждению, организации рассылки, архивированию, порядку внесения изменений.

Подробное и единообразное описание процессов представленной на рис. 1 схемы дает возможность провести количественную самооценку менеджмента качества на пищевых предприятиях.

Таким образом, на основе выявленных особенностей функционирования пищевых предприятий, анализа действующего законодательства и требований стандартов к предприятиям пищевой отрасли была разработана схема взаимодействия процессов системы менеджмента безопасности и качества при производстве пищевой продукции. Она в сочетании с типовой организационной структурой, системой документации и записей представляют собой систему менеджмента качества и безопасности продукции пищевого предприятия. Представленное описание всех элементов схемы взаимодействия дает возможность предприятию количественно оценить результативность процессного управления в своей организации.

Список использованных источников

1. ТР ТС 005/2011. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности упаковки. http://www.tsouz.ru/KTS/KTS30/Documents/P_769_1.pdf.
2. ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности пищевой продукции. <http://www.tsouz.ru/db/techreglam/Documents/TR%20TS%20PishevayaProd.pdf>.
3. ТР ТС 002/2011. Технический регламент Таможенного союза. Пищевая продукция в части ее маркировки. <http://www.tsouz.ru/db/techreglam/documents/trtspishevkamarkirovka.pdf>.
4. Федеральный закон «О техническом регулировании». № 184-ФЗ от 27 декабря 2002 г (с изменениями от 30 декабря 2009 г.). <http://www.consultant.ru/popular/techreg/>.
5. Галеев М.М., Балеевских А.С., Панышев А.И. Стратегические подходы к повышению конкурентоспособности продукции АПК // Проблемы современной экономики. - 2010. - №2. С. 444-446.
6. Гинойн Р.В. Безопасность пищевой продукции - первоочередная задача // Стандарты и качество. - 2013. - №6. С. 16-18.
7. Иванова Г.Н. Международные стандарты против нестабильной экономики // Стандарты и качество. - 2009. - №11. С. 72-74.
8. Окрепилов В.В., Иванова Г.Н. Техническое регулирование в России. - СПб.: Издательство СПбГУЭФ, 2008. - 432 с.

Бондарчук Д.В., Тимофеева Г.А.

ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕРСОНАЛЬНЫХ РЕКОМЕНДАЦИЙ В СФЕРЕ ТРУДОУСТРОЙСТВА

Уральский государственный университет путей сообщения

Введение

В последнее время интеллектуальный анализ текстовых данных получил широкое распространение в связи потребностью многих отраслей науки и промышленного производства в получении и автоматической категоризации больших объемов таких данных. Одним из самых перспективных подходов к решению задач такого типа являются подходы, основанные на машинном обучении. Существует многочисленный класс программных приложений, позволяющих прогнозировать поведение пользователя, давая ему некоторые подсказки. Такие системы называются системами формирования персональных рекомендаций.

Все рекомендательные системы можно разделить на две большие группы. Первая группа – это системы, основанные на содержании (каких-либо свойствах анализируемой единицы). Например, в случае литературной рекомендательной системы, пользователю, прочитавшему много книг русской классики, будут порекомендованы какие-либо другие книги, помеченные, как «русская классика». Другую группу систем рекомендаций составляют системы, построенные на основе мер близости между пользователями и/или предметами (товарами).

Статья посвящена разработке рекомендательной системы второго типа.

Постановка задачи

Пусть имеется выборка вакансий, которые необходимо обработать и систематизировать. Пусть так же имеется выборка данных пользователей так же представленная в текстовом виде. Необходимо обработать данные таким образом, чтобы можно было их использовать для быстрого подбора персональных рекомендаций для любого пользователя. При этом данные между категориями распределены неравномерно, а пользователи, независимо от их предпочтений, всегда гарантированно должны получить выборку рекомендаций определенного объема.

Для решения задачи будем использовать векторные модели текстов.

Векторная модель представления текстовых документов

Для решения задачи будем использовать векторную модель представления знаний, предложенную Дж. Салтоном [1]. Векторная модель текста представляет собой вектор размерности n (количество термов), каждая компонента которого соответствует количеству вхождений i -того терма в анализируемый текст. Прежде чем построить векторные модели документов следует определить количество термов, а также уточнить понятие вхождения терма в документ.

Под *термом* будем понимать любое значимое слово для предметной области. Вхождение терма в документ определяется на основе расстояния Хемминга, то есть учитывается вхождение в текст основы слова, полученной с помощью обработки стеммингом, также для сглаживания орфографических ошибок пользователей учитываются слова, содержащие незначительные расхождения с термом [2].

Для получения более компактной формы записи документов будем использовать переход в новое семантическое пространство на основе использовании матрицы корреспонденций термов [3], что позволяет сократить размерность векторных представлений документов.

Все анализируемые единицы (текстовые документы) будем представлять в виде векторов, размерность которых равна количеству термов в корпусе:

$$\vec{d}_i = \{w_{i,1}, w_{i,2}, \dots, w_{i,n}\} \in R^n. \quad (1)$$

Здесь $w_{i,j}$ - вес j -го терма в i -м документе, через R^n обозначено векторное пространство размерности n , где n - количество термов. В качестве веса терма в формуле (1) может использоваться частота его появления в документе или другие аналогичные показатели. Для эффективной работы алгоритма

будем использовать меру TF-IDF[4]:

$$w_{i,j} = TF - IDF(i, j) = \log(tf_{i,j} + 1) \cdot \log\left(1 + \frac{|D|}{df_j}\right) \quad (2)$$

где $tf_{i,j}$ - количество раз, с которым j -й терм встречается в i -м документе, df_j - количество документов, в которых встречается j -й терм, $|D|$ - общее количество документов.

Построение категориальных векторов

Предлагаемый алгоритм основан на учете разбиения терминов на категории и представления всех документов пользователей через *категориальные векторы*. Под *категорией* в данном случае понимается некое именованное множество текстов, объединенных по определенному признаку.

Все тексты обучающей выборки разбиваются экспертом на категории $\{c_1, c_2, \dots, c_k\}$, общее число категорий k невелико, в алгоритме выбора вакансий $k \leq 30$. По формулам (1)-(2) вычисляются вектора категорий $\mathbf{r}_{c_l} \in R^n$, которые будут использоваться для определения коэффициента принадлежности анализируемого текста указанной категории.

Для получения вектора категории необходимо проанализировать все тексты, которые в нее входят, и построить для каждого из них векторную модель по формулам (1)-(2). Когда векторные модели текстов, входящих в определенную категорию построены, можно вычислить векторную модель данной категории.

Векторной моделью категории (набора текстов) будем называть средний вектор между векторами ее текстов, то есть вектор, состоящий из средних арифметических соответствующих компонент векторов текстов.

Таким образом, векторная модель категории c рассчитывается по формуле:

$$\mathbf{r}_c = \left\{ \frac{\sum_{d_i \in D_c} w_{i,1}}{|D_c|}, \frac{\sum_{d_i \in D_c} w_{i,2}}{|D_c|}, \dots, \frac{\sum_{d_i \in D_c} w_{i,n}}{|D_c|} \right\} \quad (3)$$

где D_c - множество документов, содержащихся в категории c , $|D_c|$ - количество документов, содержащихся в категории, $w_{i,j}$ - вес j -го термина в i -м документе, d_i - i -й документ из категории c .

На первом этапе находим векторные модели $\mathbf{r}_{c_1}, \mathbf{r}_{c_2}, \dots, \mathbf{r}_{c_k}$ для всех категорий c_1, \dots, c_k . Если категории выбраны правильно, то категориальные вектора будут линейно независимы. Это свойство проверяем для полученных векторов категорий, при наличии линейно зависимых векторов категории лишние категории удаляются.

Категориальные вектора документов состоят из коэффициентов принадлежности z_{il} текста d_i каждой из категорий, номер категории соответствует компоненте категориального вектора.

Под *коэффициентом принадлежности* здесь понимается скалярное произведение $z_{ij} = (\mathbf{d}_i, \mathbf{r}_{c_l})$, где $\mathbf{r}_{c_l} \in R^n$ - вектор l -й категории, $\mathbf{d}_i \in R^n$ - вектор

i -го документа.

Будем обозначать категориальный вектор документа d через Z_d , размерность вектора равна количеству категорий k :

$$\dot{Z}_d = \{(\dot{d}, \dot{c}_1), (\dot{d}, \dot{c}_2), \dots, (\dot{d}, \dot{c}_k)\} \in R^k \quad (4)$$

На втором этапе мы строим категориальные вектора для всех анализируемых единиц, включая анализируемые тексты и тексты пользователей. Таким образом, проведен переход из исходного векторного пространства R^n , где n – число термов, в новое векторное пространство R^k , где k – число категорий, причем количество категорий значительно меньше числа термов.

Отметим, что коэффициенты принадлежности не являются, вообще говоря, координатами разложения векторов из исходного векторного пространства R^n по базису $\{\dot{c}_1, \dot{c}_1, \dots, \dot{c}_k\}$, так как категориальные вектора не ортогональны в общем случае. Однако, в силу линейной независимости векторов категорий, коэффициенты принадлежности z_{i1}, \dots, z_{ik} взаимно однозначно определяют координаты разложения произвольного вектора $\dot{d}_i \in R^n$ по базису $\dot{c}_1, \dot{c}_1, \dots, \dot{c}_k$.

Алгоритм построения системы машинного подбора вакансий

Определим коэффициент близости γ_{ij} между двумя категориальными векторами $\dot{Z}_i, \dot{Z}_j \in R^k$ по формуле

$$\gamma_{ij} = \frac{(\dot{Z}_i, \dot{Z}_j)}{\|\dot{Z}_i\| \|\dot{Z}_j\|} \quad (5)$$

где $\|\dot{Z}_i\|$ – евклидова норма вектора \dot{Z}_i .

Отметим, что коэффициенты близости γ_{ij} обладают в силу формулы (5) следующими свойствами:

- 1) $-1 \leq \gamma_{ij} \leq 1$;
- 2) при $\gamma_{ij} = 1$ вектора \dot{Z}_i, \dot{Z}_j сонаправлены, т.е. $\dot{Z}_j = \lambda \dot{Z}_i$, где $\lambda > 0$.

Опыт анализа баз данных вакансий показывает, что близость к 1 коэффициента γ_{ij} отражает соответствие j -го элемента базы вакансий i -му пользовательскому запросу.

Системы подбора персональных рекомендаций необходимы для того, чтобы пользователь на свой запрос получил выдачу не только соответствующую его запросу, а так же отсортированную в соответствии с его предпочтениями. В большинстве случаев системы подбора персональных рекомендаций используют для формирования выдачи информацию, которую пользователь сообщил о себе ранее, например, описание его интересов, резюме и прочее.

Непосредственно выбор подходящих объявлений из базы происходит следующим образом:

- Рассчитывается категориальный вектор пользователя, для которого происходит подбор рекомендаций. Обозначим его $\dot{Z}_{польз}$.
- Вычисляются коэффициенты близости между $\dot{Z}_{польз}$ и всеми вектора-

ми \dot{Z}_j из базы. Полученные значения $\gamma_{\text{польз.}j}$ сортируются по убыванию.

- Из отсортированной выборки извлекается q первых элементов, где q – заданное количество выдаваемых каждому пользователю рекомендаций.

Таким образом, предлагаемый метод для подбора вакансий состоит из следующих этапов:

1) Обработка обучающей выборки текстов с использованием стеммера и определение частот вхождений термов в документы на основе расстояния Хемминга. Уменьшение количества термов с использованием матрицы корреспонденций термов. Этот этап подробно описан в статье [3].

2) Построение векторной модели для документов обучающей выборки по формулам (1)-(2).

2) Выбор категорий экспертом и построение векторных моделей категорий по формуле (3).

3) Вычисление категориальных векторов документов базы данных вакансий и пользовательского запроса по формуле (4).

4) Вычисление коэффициентов близости $\gamma_{\text{польз.}j}$ между пользовательским запросом и данными базы по формуле (5), сортировка и выбор q первых элементов.

Предложенный метод позволяет получить выборку, отсортированную по степени «полезности» конечному пользователю. Такой способ хорош в первую очередь тем, что даже в случае, когда данные распределены между категориями неравномерно, пользователь получит непустой результат.

Кроме того, использование расстояния Хэмминга при расчете вхождений термов в тексты позволяет учитывать и исправлять возможные орфографические ошибки, которые неизбежно возникают, когда данные формируются обычными пользователями.

Оценка результатов

В качестве мер оценок результатов использовались *F-measure* [5] и *purity* [6]:

$$F - measure = 2 \cdot \frac{precision \cdot recall}{precision + recall} \quad (6)$$

где *precision* - количество правильных результатов, *recall* - общее количество результатов;

$$purity(W, C) = \sum_k^{max_j} |w_k \cap c_j| \quad (7)$$

где W - множество документов, C - множество категорий w_k - множество документов, отнесенных классификатором к категории k , c_j - множество документов, отнесенных к категории j экспертом.

Меры, описанные формулами (6) и (7) показывают, насколько результаты работы разработанного классификатора соответствуют представлениям эксперта в предметной области.

В табл. 1 представлены результаты данных оценок. Взяты средние значения оценок 150 текстов.

Результаты экспериментов показывают, что использование категориальной векторной модели помогает улучшить результаты работы классификато-

ра по сравнению с векторной. В среднем категориальная векторная модель дает на 8-10% более точный результат. Преимущества алгоритма также иллюстрирует табл. 2.

Таблица 1

Оценка результатов работы классификатора

Векторная модель		Категориальная векторная модель	
<i>F-measure</i>	<i>Purity</i>	<i>F-measure</i>	<i>Purity</i>
0.3076	0.3312	0.6491	0.6643

Таблица 2

Сравнительная характеристика алгоритмов подбора персональных рекомендаций

Алгоритм	Данные за полгода		Данные за 2 года	
	<i>F-measure</i>	<i>Purity</i>	<i>F-measure</i>	<i>Purity</i>
Разработанный алгоритм	0.839	0.821	0.847	0.836
Метод латентно-семантического анализа	0.799	0.801	0.808	0.819
Стандартный векторный метод	0.645	0.621	0.76	0.8
Нейронная сеть	0.739	0.721	0.747	0.736

Стандартные алгоритмы, описанные в табл. 2, были реализованы в соответствии с их описаниями в статьях [7-9]. Оба множества текстов были использованы для обучения. Также следует заметить, что использование большей обучающей выборки позволяет значительно улучшить результаты классификатора.

Заключение

В статье предложен эффективный метод, позволяющий из любой непустой выборки сформировать персональные рекомендации. В качестве недостатков метода можно выделить сложность поддержания категориальных векторов в актуальном состоянии и большой объем промежуточных вычислений. Эффективность метода состоит в том, что он требует малого объема вычисленных данных, которые необходимо хранить; имеет высокую скорость получения результата и оптимизирован для реляционных хранилищ.

Следует заметить, что качество выдачи алгоритма может снижаться в случае, если в какую-либо рубрику (категорию) попадет незначительное количество текстов.

Список использованных источников

1. Salton G., Wong A., Yang C.-S. A vector space model for automatic indexing // Communications of the ACM, 1975, 18 (11), p. 613–620.
2. Бондарчук Д.В. Интеллектуальный метод подбора персональных рекомендаций, гарантирующий получение непустого результата // Информационные технологии моделирования и управления. 2015. №2(92). С. 130-138.
3. Бондарчук Д.В., Тимофеева Г.А. Выделение семантического ядра на основе матрицы корреспонденций термов // Системы управления и информационные технологии. 2015. №3.1(61). С. 134-139.
4. Джарратано Дж., Райли Г. Представление знаний // Экспертные системы: принципы разработки и программирование - Expert Systems: Principles and Programming. М.: Вильямс, 2006.
5. Powers D.M.W. Evaluation: From Precision, Recall and F-Measure to ROC, Informedness, Markedness & Correlation// Journal of Machine Learning Technologies. 2011, 2 (1). p. 37-63.

6. Xiong H., Wu J., Chen J. K-means clustering versus validation measures: A data distribution perspective// KDD, 2006.
7. Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки=Theory and Practice of Error Control Codes. М.: Мир, 1986. 576 с.
8. Helbig H. Knowledge Representation and the Semantics of Natural Language. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2006.
9. Brachman R.J. What IS-A is and isn't. An Analysis of Taxonomic Links in Semantic Networks// IEEE Computer, 1983, 16 (10).

Кельчевская Н.Р., Кирикова Е.А., Черненко И.М.
ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ КАК
ФАКТОР РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА НА
ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

Оценка потенциала энергосбережения в промышленности, как в развитых, так и в развивающихся странах может стать основой для выработки эффективной энергетической политики на уровне регионов и отдельных предприятий. Очевидно, что подобную оценку необходимо начинать с анализа направлений и структуры потребления энергии. Общий уровень энергопотребления в промышленном производстве в мире по различным оценкам в ближайшие годы (до 2050 г.) возрастет на 75% от уровня 2012 г. (3115 млн. тонн нефтяного эквивалента - Mtoe) и составит порядка 5300 Mtoe [1, с. 170]. Порядка 20% всего потребления энергетических ресурсов промышленными предприятиями в мире приходится на электрическую энергию, причем в прогнозируемой перспективе до 2050 г. ее доля в общей структуре энергопотребления возрастет до 25-27% в общем объеме потребления, сократив относительные расходы нефти и нефтепродуктов, а также ископаемых углей. Реализация глобального энергоэффективного сценария предполагает также использование биомассы и отходов различных видов в качестве альтернативных энергетических источников (от 9 до 15% всей энергии к 2050 г.) [1]. Потенциал энергосбережения на промышленных предприятиях отражен на рис. 1. Metallургическая отрасль рассматривается во всех долгосрочных прогнозах как самая консервативная в области использования альтернативных энергетических ресурсов, поскольку полагается, что ключевые технологии останутся стабильными, а структурные сдвиги в потреблении металлов не будут наблюдаться.

Практика управления энергетическими системами в США показывает, что в последние годы в промышленности выработаны уникальные направления повышения энергоэффективности. Например, целевыми направлениями инвестиционной политики является создание энергоэффективных рабочих мест с высокими экологическими показателями и модернизация энергетических установок на региональном уровне [1, с. 342].

Общее энергопотребление в США приближается к европейскому уровню, промышленность страны является третьей в мире по энергоемкости. Исследователи отмечают, что США ввиду географической позиции обладает значительным потенциалом использования альтернативных видов энергии,

особенно - солнечной, в том числе и для обеспечения энергопотребления промышленности, посредством строительства заводов по всей территории.

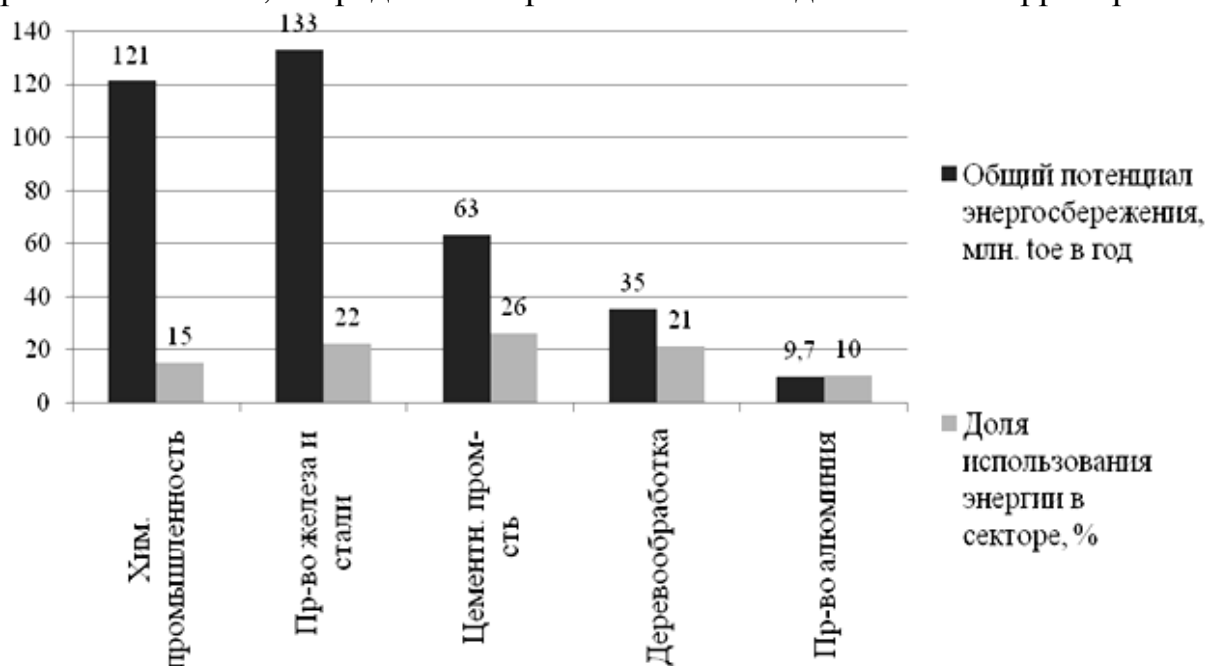


Рис. 1. Потенциал сбережения энергетических ресурсов в различных отраслях промышленности в мире, Мтое в год

Российские предприятия аккумулируют международный опыт в области энергоменеджмента, формируя уникальный инструментарий управления. Одним из основных стимулов к внедрению и развитию систем энергетического менеджмента в новейшей истории России стало вступление в ВТО, еще раз подчеркнувшее низкую конкурентоспособность национальных товаров на международных рынках ввиду низкой энергоэффективности отечественных промышленных технологий. Присоединению России к ВТО предшествовал ряд федеральных законодательных актов, отражающих государственную позицию в области улучшения энергетических и экологических аспектов Российской экономики, например, [2]. В современный период действует федеральная программа по энергосбережению до 2020 г., призванная, по сути, снизить энергоемкость ВВП России на 13,5% [3, с. 26].

К фундаментальным проблемам внедрения систем энергетического менеджмента в России относится недостаточное понимание руководством компаний важности разработки подходов к энергоменеджменту, лежащих в основе энергетической политики, границ ответственности в области ее реализации и нечеткость документационного обеспечения управления. Указанные противоречия приводят к низкой эффективности организации систем энергоменеджмента и несовершенству практических подходов к энергетическому планированию, отсутствию надежных и достоверных данных о расходовании топливно-энергетических ресурсов. Транспарентное распределение зон ответственности за энергоэффективность в каждом производственном подразделении призвано решить оперативные, а отчасти и стратегические задачи энергосбережения. Письменная фиксация всех полномочий и обязанностей специалистов в области энергетики на предприятии позволит включить их в

систему мониторинга результативности энергетической политики и определить действенные методы мотивации [4, с. 23].

Прежде чем уяснить особенности подходов к энергоменеджменту, необходимо определить его сущность и особенности применения в промышленности. Из теоретического анализа становится ясно, что энергоменеджмент является одной из разновидностей функциональных направлений в управлении предприятием, связанным как с вспомогательными, так и с основными бизнес-процессами. Он представляет собой деятельность по планированию, организации, контролю использования энергетических ресурсов предприятия и мотивации энергосбережения на основе построения системы взаимодействующих элементов энергетической инфраструктуры и персонала предприятия. Основные бизнес-процессы, связанные с энергоменеджментом на промышленном предприятии приведены на рис. 2.



Рис. 2. Бизнес-процессы в системе энергетического менеджмента на промышленном предприятии

Управление энергетической системой как основная задача энергоменеджмента должно быть ориентировано, прежде всего, на интеграцию принципов энергоэффективности в существующую стратегию предприятия наряду с оптимизацией бизнес-процессов, направленных на энергосбережение и осуществлением инвестиций в человеческий капитал. В общем смысле энергоэффективность представляет собой количественное отношение результата, полученного от использования энергии к затратам энергетических ресурсов

[5]. Традиционный подход к интеллектуализации энергосистем, основанный исключительно на внедрении более совершенных, энергоэффективных технологий выглядит на этом фоне достаточно ограниченным [6].

Практика управления показывает, что основными направлениями деятельности предприятий в области энергетического менеджмента является формирование топливно-энергетического баланса (ТЭБ) как инструмента планирования и контроля, а также прогнозирование изменения в связи с изменением условий хозяйствования. В целях достижения запланированных показателей предприятиям необходимо также применять динамические методы анализа энергопотребления, позволяющие отследить негативные тенденции и устранить их в процессе реализации стратегии энергопотребления. Устранение подобного дисбаланса в управлении, в том числе на основе применения международных стандартов, является перспективным направлением деятельности.

Во-первых, необходимо учитывать источники резервов энергосбережения, относящихся к технологической сфере, управлению человеческими ресурсами (мотивация энергосбережения), к сфере экологических решений в производственном процессе и т.п. На предприятии также необходимо осваивать конкретные методики поисков резервов энергосбережения, в частности, за счет активизации внутреннего человеческого капитала предприятия: внедрения принципов энергоменеджмента в процессы обучения, мотивации и развития сотрудников. Крупные источники энергопотребления определяются исходя из текущих и долгосрочных планов расхода топливно-энергетических ресурсов всех видов. Ввиду нестабильности цен на ключевые энергоносители к ним, прежде всего, относят технологическое топливо (нефть, мазут и газ).

Во-вторых, важно определить общую структуру энергопотребления, направления и эффективность использования энергии в целях последующего выделения узких мест и проблем, поиска причин их возникновения. Определение общей структуры энергопотребления начинается с определения основных элементов энергобаланса, источников потерь различных видов топливно-энергетических ресурсов (по источникам - производственно-технологические, потери из-за неиспользования мощностей и т.п.). Потери определяются неэффективностью отдельных технологических процессов (износ оборудования, устаревание технологии), а также отсутствием рациональных подходов к организации работ в энергоемком производстве (низкое внимание к проблемам энергосбережения, отсутствие компетенций у промышленного персонала).

В-третьих, проблемы энергоменеджмента должны быть выдвинуты на уровень стратегического анализа внутренней и внешней среды для поиска фундаментальных проблем энергосбережения на предприятии, относящихся к инфраструктуре, принципам работы, общим технологическим процессам на предприятии. Фундаментальные проблемы являются основой для разработки долгосрочных инвестиционных планов на предприятии, которые характеризуются большими сроками окупаемости и значительными объемами привлекаемых инвестиций в основной капитал. Основными направлениями инве-

стиций являются вложения в развитие инфраструктуры (транспортной, коммуникационной, технической) и в человеческий капитал работников.

В-четвертых, в целях совершенствования системы энергоменеджмента, необходимо развивать внутренние научно-технические и организационно-управленческие структуры, отвечающие не только за конечное использование энергии и его эффективность, но и за планирование инновационных решений в энергосбережении. Руководство предприятия может ориентироваться как на существующие технологические решения (сторонние, покупные инновации) или внутренние решения, связанные с особенностями конкретного производства.

Реализация отдельных направлений в области энергосбережения с течением времени стала обретать в большинстве промышленно развитых стран системный характер и в результате оформилась в рамках международной инициативы по энергоменеджменту, закреплённой в международном стандарте [7]. Системное представление об энергоменеджменте предполагает наличие ряда взаимодействующих элементов, которые в совокупности позволяют получить качественно новые результаты в управлении энергосбережением. Таким образом, современный энергоменеджмент является продолжением более ранней концепции энергосбережения.

Сфера стратегического управления энергоэффективностью и энергосбережением является связующим звеном между национальной и региональной энергетической политикой и локальными системами энергоменеджмента на предприятиях [8]. Именно поэтому важнейшим критерием реализации процессов стратегического менеджмента в области планирования, организации потребления и контроля энергоресурсов является сбалансированный анализ внутренней и внешней среды. Среди факторов внешней среды большую значимость играют ценовая политика региональных энергетических компаний [9], поставщиков электрической энергии, динамика цен на основные промышленные энергоносители, такие как нефть и ее продукты, газ и уголь.

Внешняя среда также формирует лучшие практики энергосбережения, которые способствуют продвижению лучших доступных технологий (ЛДТ) [1] и поддержанию высоких стандартов энергетической и экологической безопасности на отраслевом уровне. Технологии энергосбережения, вошедшие в лучшие практики в современный период, относятся к энергоэффективности зданий (уменьшение теплопотерь, регенерация тепла, отпускаемого на обогрев зданий), построению эффективной транспортной инфраструктуры, обеспечивающей снижение потерь и т.п. Соответственно, стратегический анализ внешней среды должен также включать обзор лучших практик управления, оценку потенциала их применения на предприятии и отбор ЛДТ.

Стратегическое управление энергоэффективностью характеризуется ориентацией на долгосрочную перспективу, учитывая отдельные инвестиционные приоритеты предприятия и подходы к энергоменеджменту. Долгосрочная политика предполагает выработку определенных типов системных действий на изменение внешней и внутренней среды, которые зафиксированы в стратегиях. Как правило, они преследуют одну общую, реальную и из-

меримую цель, которая, по мнению руководства, ведет предприятие к успеху в области энергоменеджменте. Стратегия также может быть представлена в качестве принципа, на который необходимо ориентироваться при организации и контролю эффективности отдельных бизнес-процессов.

Процесс стратегического управления начинается с выработки принципов, которые заданы существующими условиями внешней и внутренней среды: уровнем технологического развития отрасли, стандартов энергоэффективности, государственной политикой на региональном и федеральном уровнях и т.п. (рисунок 3). Принципы стратегического управления энергоэффективностью опираются на используемые подходы к энергетическому менеджменту, важнейшими из которых являются технократический, системный и инновационный. Данные подходы выделены нами для обобщения опыта использования систем энергоменеджмента на предприятиях различного технологического уровня и различной степени инновационной активности.

Технократический подход был весьма распространен на протяжении последних десятилетий, он характеризуется ориентацией системы энергетического менеджмента на развитие, организацию работы и контроль энергетической инфраструктуры предприятия, ее технологических параметров, циклов энергопотребления в привязке к основному производственному оборудованию.

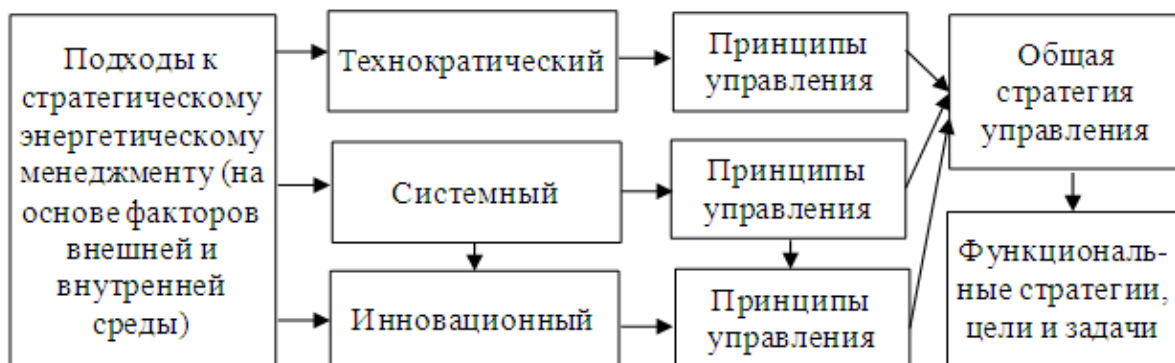


Рис. 3. Элементы стратегического энергоменеджмента на предприятии

В рамках данного подхода приоритетным является планирование расхода энергоресурсов, а потенциал энергосбережения всецело относится к области технических решений в производстве. Особенности технократического подхода является отсутствие должного внимания к человеческим ресурсам как важнейшему источнику профессиональных компетенций и инициативы в области энергоэффективности.

Системный подход в стратегическом энергоменеджменте преодолевает часть недостатков предыдущего подхода, в частности, в за счет построения единой системы энергоменеджмента. При системном подходе исчезает узкий взгляд на проблему потенциала энергосбережения, проблемы использования энергетических ресурсов в производстве. Системный подход начинается с разработки энергетической политики, представляющей собой официальную позицию руководства по поводу энергетической результативности предприятия. Энергетическая политика является основой при выборе стратегии и постановке целей и задач для отдельных подразделений предприятия. Политика, таким образом, определяет состав и содержание планов предприятия, по-

рядок и приоритеты во внедрении и функционировании элементов системы энергетического менеджмента. Функции контроля, мониторинга и проверки сохраняются на всех этапах цикла управления энергоэффективностью, они характерны как для технократического, так и для системного подхода.

Инновационный подход характерен для ряда предприятий, у которых разработка проблем энергосбережения является одним из основных видов деятельности (рис. 4). Инновационный подход является преемником и логичным продолжением системного подхода, его **особенностью является формирование технологических и управленческих инновационных решений в области энергоменеджмента за счет внутренних интеллектуальных ресурсов**. Уровень новизны предлагаемых решений может быть различным, однако общей идеей является использование внутреннего творческого потенциала сотрудников предприятия, которые, возможно, выделены в отдельное производственное или вспомогательное подразделение. Инновационный подход позволяет найти комплексный подход к энергетической и экологической безопасности на предприятии, основанный на внутренних инновационных решениях.

Технократический	Системный	Инновационный
<ul style="list-style-type: none"> • Потенциал энергосбережения определяется техническими решениями в производстве • Контроль, учет, организация работы энергетической инфраструктуры предприятия • Стратегия минимального инвестирования 	<ul style="list-style-type: none"> • Построение единой системы энергоменеджмента • Установление энергетической базовой линии, контроль, осуществление инвестиций • Стратегия поддержания наиболее привлекательных проектов 	<p>Развитие системы энергоменеджмента за счет внутренних интеллектуальных ресурсов</p> <ul style="list-style-type: none"> • Комплексный подход к энергетической и экологической безопасности на предприятии • Максимальная стратегия инвестирования (максимизация прибыли в долгосрочном периоде)

Рис. 4. Различия в подходах к стратегическому энергоменеджменту на промышленном предприятии

Идентификация подхода к энергоменеджменту на предприятии является важнейшим этапом стратегического управления. Невозможно точно сказать, что при равных условиях какой-либо из подходов имеет только положительное или отрицательное значение, главное, чтобы каждый из них вносил вклад в повышение общей конкурентоспособности предприятия. Формирование принципов энергетического менеджмента, которые составляют основу процесса стратегического управления, происходит с использованием следующих источников информации:

- международные, национальные и региональные стандарты;
- научно-исследовательская литература, материалы официальной печатной

ти, отчеты по исследования и прикладным разработкам;

- формализованный и осмысленный опыт использования альтернативных источников энергии в промышленном производстве;
- государственное законодательство в области регулирования энергопотребления и стимулирования энергосбережения в промышленности.

В основе предлагаемого нами инновационного подхода, как уже отмечалось, лежит использование внутренних интеллектуальных ресурсов, прежде всего - человеческого капитала. Приоритетом высокого уровня в данном направлении является формирование человеческого капитала управленцев на различных уровнях менеджмента - от менеджеров высшего звена до мастеров и начальников участков в цехах. Человеческий капитал, формируемый в системе энергоменеджмента должен составлять ядро компетенций в области энергоэффективных производственных технологий, которые используются для достижения мировых показателей в области энергосбережения.

Важной задачей энергоменеджера является не только организация работы всей системы энергетического менеджмента, но и управление преобразованиями и преодоления сопротивления изменениям. Поэтому значимым условием работы подобного специалиста на предприятии является знание механизмов функционирования организации с учетом особенностей конкретного производства и сложившихся отношений в существующем трудовом коллективе. Энергоменеджер вовлекается во все направления деятельности, начиная с разработки энергетической политики и стратегии, заканчивая конкретными проектами по внедрению технологических решений в отдельных подразделениях, направленных на энергосбережение. Выработка энергетической политики сопряжена с изучением взаимосвязи между формированием затрат и резервами энергосбережения, между распределением энергоресурсов и обеспечением источников их потребления.

К непосредственным компетенциям управленцев в сфере менеджмента энергетических ресурсов также относится работа с персоналом, выработка эффективной системы учета предложений сотрудников в области энергосбережения, понимание роли сотрудников различных категорий в экономии энергии, как на производстве, так и в административных и хозяйственных сферах деятельности. Все данные направления отражают значимую социальную функцию энергоменеджера, реализация которой играет существенную вспомогательную роль в его повседневной работе.

Особую роль в системе энергоменеджмента играет производственный персонал предприятия, который определяет энергоэффективные инициативы и является основой для формирования внутренней базы знаний энергоменеджмента, а также выполняет инновационную функцию. Для улучшения эффективности работы в области энергосбережения предприятия ведут многоступенчатую подготовку специалистов, используют внешние интеллектуальные ресурсы в виде энергетического консалтинга, разработки концептуальной и технологической части проектов по модернизации энергетического хозяйства. Образование специалистов в области энергоменеджмента может быть междисциплинарным, поскольку технические мероприятия должны

быть обоснованы с точки зрения отдельных экономических эффектов.

Основными функциями управления человеческим капиталом в системе энергетического менеджмента являются:

- планирование с определением критериев индивидуальной ответственности в области энергоэффективности;
- развитие - при реализации внутренних обучающих программ;
- вовлечение - в плане повышения числа сотрудников, ответственных за энергоэффективность;
- сохранение человеческого капитала, повышение лояльности сотрудников и их удовлетворенности в области реализации интеллектуального потенциала.

Развитие человеческого капитала в рамках инновационного подхода к энергоменеджменту имеет ряд ключевых отличий от традиционного обучения персонала. Предлагаемые технологии в области развития являются полноценными функциями управления человеческими ресурсами:

- командная работа при разработке наиболее эффективных решений и использование внутреннего интеллектуального капитала сотрудников;
- разработка и использование показателей индивидуальной энергоэффективности для отдельных групп сотрудников (команды управления, производственные бригады и т.п.);
- формирование системы мотивации для повышения уровня участия сотрудников в инициативе по энергосбережению;
- непосредственное участие высшего руководства в трансляции ценностей энергосбережения и участие в проектных мероприятиях.

Обобщая проведенный анализ, можно сформулировать рекомендации по совершенствованию подходов к стратегическому энергоменеджменту на промышленном предприятии, состоящие из следующих принципов.

1. Выработка энергетической политики промышленного предприятия сопряжена с соблюдением баланса между технократическим, системным и инновационным подходами к стратегическому энергоменеджменту. Установление баланса происходит на основе анализ существующего финансового положения предприятия, приоритета в отдельных направлениях инвестирования в основной (технические решения в производстве) и человеческий капитал (обучение и развитие сотрудников). Целями энергетической политики может стать достижение определенного уровня энергоэффективности

2. Эффективность процессов стратегического энергоменеджмента во многом зависит от качества работы энергоменеджеров, ключевым фактором успеха которых является комплексное понимание технологических и организационно-экономических особенностей энергосбережения, основанное на междисциплинарном инженерно-экономическом образовании. Менеджеры должны создавать эффективные команды для проведения организационных изменений на всех уровнях на основе внедрения и реализации энергетической политики.

3. Планирование и организация работы информационно-аналитической системы по контролю энергоэффективности должны быть интегрированы со

стратегией предприятия для достижения максимальных результатов в области экономии всех видов ресурсов. Информационно-аналитическая система наряду с учетом технико-организационных факторов должна учитывать специфические индикаторы человеческих ресурсов и их вклада в достижение энергоэффективности.

4. Работа с персоналом является одним из наиболее значимых источников формирования потенциала энергосбережения на предприятии, поскольку обеспечивает выдвижение инициатив энергосбережения на всех уровнях и обеспечивает высокую лояльность персонала существующей энергетической политики. Обучение способам энергоэффективной работы в ходе повседневной трудовой деятельности и доведение до персонала основной позиции руководства по энергосбережению является одним из эффективных способов управления изменениями на стратегическом уровне.

Список использованных источников

1. Energy Technology Perspectives: Scenarios and Strategies to 2050. <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/etp2010.pdf>.
2. Тришкин О.Б. Формирование эффективной энергетической стратегии и энергетической политики в условиях экономического кризиса // Журнал правовых и экономических исследований. - 2012. - № 4. - С. 40-43.
3. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности. Учебное пособие/ Е.А.Борголова, Ф.Ф.Лавриненко, Ю.Ф.Тихоненко, А.В.Стежко и др. - М. 2013. - 349 с.
4. Кокшаров В.А. Управление энергопотреблением в регионе: теория и методология. - Саарбрюкен: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. - 400 с.
5. Баранов В.Н. Концептуальные модели стратегий и систем технического обслуживания и ремонтов энергетических объектов // Нефть и газ. - № 6. - 1998. - с. 90-93.
6. Абрамович Б.Н., Сычев Ю.А. Интеллектуальная энергосистема предприятий минерально-сырьевого комплекса // Академия энергетики. - 2011. - №3 (41). - с. 74-77.
7. Стандарт ISO 50001:2011 Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению. - М.: Стандартинформ. - 2012.
8. Дабдина О.В., Даниленко О.Г. О реализации государственных программ по энергоэффективности и энергосбережению // Технологии техносферной безопасности. -2012. - № 2 (42). - С. 9-18.
9. О कोरोков В.Р. Интеллектуальные энергетические системы: технические возможности и эффективность. Проблемы российской электроэнергетики и возможности их создания на основе интеллектуальных систем// Академия энергетики. №3 (35). 2010. - с. 74-82.

Никитина Л.Н., Юань Ч. К ВОПРОСУ О СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ В ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КНР

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

Необходимым элементом развития любой системы является ее совершенствование. Лучший эффект может быть достигнут при научном подходе, который подразумевает анализ причин и факторов возникновения проблем, распознавание "слабых сигналов" кризисных явлений, исследование объективных тенденций развития, предвидение последствий их разрешения, изменения обстановки. Доля исследовательской деятельности с каждым годом возрастает. В рамках динамичности современного производства управление

находиться в непрерывном развитии, которое на сегодняшний день невозможно обеспечить без исследования основ развития, без выбора альтернативных направлений.

Сегодня необходимо кардинально изменить в целом отношение к происходящим процессам в мире, что означает изменения в экономической системе. Нужно осознать, что экономика - это часть культурного слоя.

Современный рынок капитала занимает доминирующие позиции, а также пытается надстроиться над рынком труда, как над своим особым системным фактором. Это порождает рыночную экспансию, которая обусловлена формированием открытого рынка национального дохода, соединяющего процесс капитализации национального дохода с оборотом основного капитала. То есть идет расширение кругооборота основного капитала. Это ведет к максимизации роста национального дохода с параллельным увеличением инвестиционного спроса и равным ему ростом сбережений (в национальном доходе). То есть, экспансия постепенно формирует торговые ниши, которые подталкивают экономику к переходу к глобализации. Таким образом, на первый план выступает рынок капитала в системе трех рынков. Это обуславливает трансформацию современной макроэкономики на новый, более высокий уровень сложности в единстве рыночных множеств капитала, труда и частично денег. Развитие рынка капитала толкает рынок труда к трансформации.

Через семь лет после начала глобального финансового кризиса международная торговля по-прежнему выглядит тускло. Динамика международной торговли в 2014 г. (2,8%) едва превысила годовые показатели прироста мирового ВВП (2,6%). Это отсутствие динамизма резко контрастирует с докризисными десятилетиями, когда глобальная торговля товарами и услугами росла в два с лишним раза быстрее, чем глобальное производство (средний ежегодный прирост на уровне соответственно 6,8% и 3%) (см. рис. 1). В течение этого периода доля экспорта и импорта товаров и услуг в ВВП (в постоянных ценах) практически удвоилась с примерно 13% до 27% в развитых странах и с 20% до примерно 40% в развивающихся странах. Международная торговля замедлилась из-за слабого глобального спроса. Есть мнение среди экспертов, что активизация усилий по стимулированию экспорта за счет сокращения размеров заработной платы и "внутренняя девальвация" являются контрпродуктивными. Если такую стратегию будут использовать несколько торговых партнеров, то может стать даже губительно. На глобальном уровне торговлю следует расширять за счет оживления производства на национальном уровне с опорой на высокий внутренний спрос [1, 2].

Рынок труда занимает по Кейнсу ключевые позиции среди трех типов рынков (труда, капитала и денег). Здесь увязка спроса и предложения в рамках межотраслевого баланса, с одной стороны, трансформируется в институт рыночного социально-экономического базиса, а с другой - с ним связано поле рыночной экспансии, неопределенное по масштабам, но втянутое в эндогенную эволюцию этого базиса.

Ускоренное развитие рынка труда выступает функцией взаимодействия социально-экономического базиса и поля рыночной экспансии. Это обеспе-

чивает дополнительную энергию для развития рынка труда, но одновременно его ключевая роль постепенно снижается. Базисом для рынка труда служит традиционная связанность числа занятых и среднего душевого семейного дохода (по Мальтусу).

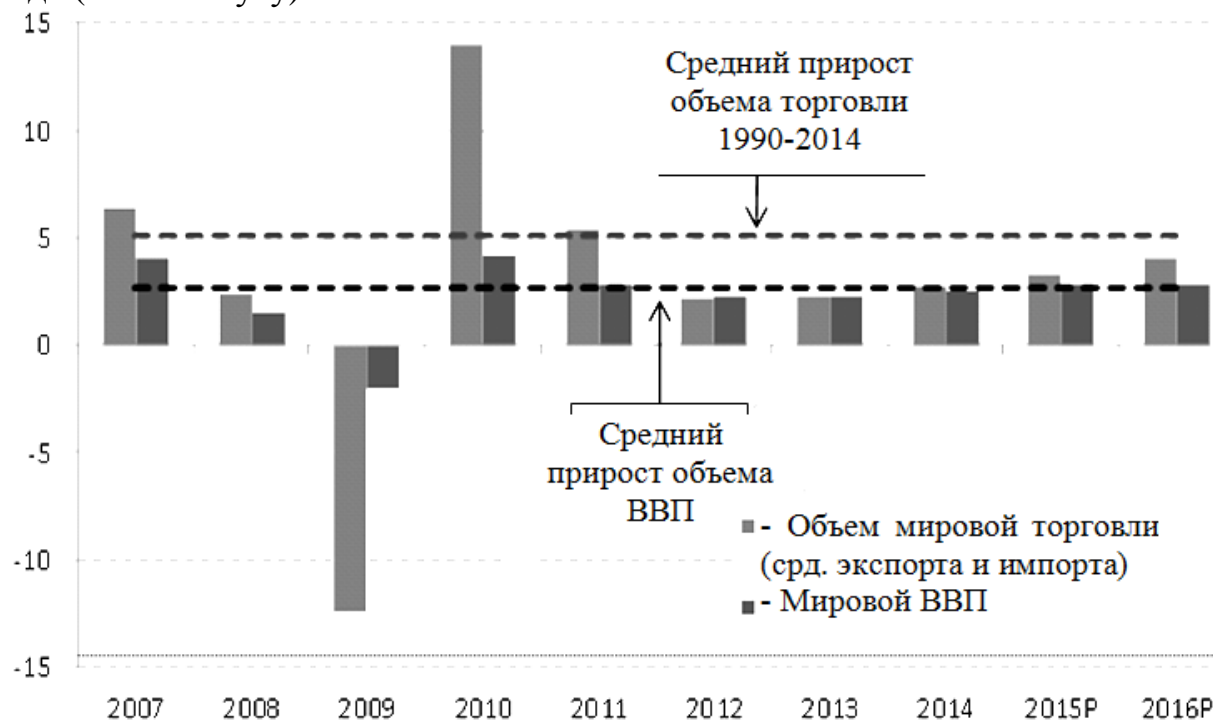


Рис. 1. Динамика международной торговли [5]

Процесс формирования мезоуровня, обусловлен, с одной стороны, ослаблением ключевой роли рынка труда, а с другой - усилением роли рынка капитала.

Вместе с тем мезосистема должна сохранять автономность, как рынка капитала, так и рынка труда, чтобы система могла приходить в состояние рефлексивного равновесия.

Результаты и методы исследования систем и кибернетики, экономики предприятий и бизнес-информации формируют основу для междисциплинарного управления. Задачи текстильной промышленности охвачены с использованием научных методов, как структурирование и моделирование, имитация и оптимизация при конкретном рассмотрении сложной вертикальной и горизонтальной структуры производственных отношений текстильной промышленности. В сценариях из отраслевой практики соответствующие понятия и методы непрерывно развиваются, проверяются и передаются коммерческой практике.

Основой и отправной точкой для большинства исследований и схем передачи данных являются последние разработки в области информационно-коммуникационных технологий и архитектур, концепций и методов управления информацией и знаниями, которые они предоставляют. Это обеспечивает основу для комплексного управления системами, которые устанавливают связи между управлением качеством, управлением природопользования и управлением рисками в оперативной обстановке, а также обеспечивают комплексные подходы.

Основная область исследований и передачи фокусируется на текущих стратегическом и оперативном аспектах инноваций, производства и логистики, а также маркетинга и сбыта. Исходя из этих областей исследования, новые перспективы и бизнес-модели являются производными и затем реализуются в сотрудничестве с компаниями текстильной промышленности. В этом контексте новые модели кооперации в сетевых моделях производственных отношений, особенно комбинированной (виртуальной) разработке продукта, новые логистические концепции и новые модели маркетинга и дистрибуции проверены и приведены в соответствие с особенностями текстильной промышленности. Концепции и методы распространяются методами ИТ автоматизированного обучения и тренингов.

Центр управления научными исследованиями, состоящий из научных ассистентов комплементарных дисциплин, а также его сотрудничество с промышленностью и разных научно-исследовательских учреждений обеспечивают высокий уровень обмена и применения междисциплинарных, научных и практических знаний.

Одним из факторов социально-экономического роста современного государства становится инновационное развитие. Многие стремятся догнать прогресс за счет заимствования практического опыта из-за рубежа. Китай является один из лучших примеров реформирования, направленного на повышение качества рыночных механизмов, технологий и науки. Это также способствовало быстрой коммерциализации исследовательских разработок [4].

В Китае в 2015 г. задачами инвестиционной политики в отношении иностранных инвестиций являются:

- повышение качества инвестиции, перестройка инвестиционной структуры, масштаб инвестиции;
- продвижение пробного пункта свободной торговли
- расширение глубины и ширины открытости внешнему миру;
- совершенствование методов инвестиции;
- продвижение закона “Три в одном”;
- реформа управленческой системы и ускорение рассмотрения документов об иностранных инвестициях.

По статистическим данным видно, что в 2014 г. 1285 млрд долларов - это реальная используемая инвестиционная сумма, что обеспечило прирост в 3.7%. Китай по данному показателю оказался впервые на первом месте в мире. Отраслевая структура продолжила улучшаться, деятельность на предприятиях с иностранными инвестициями стабильна. В первом квартале 2015 г. вовлечение иностранных инвестиций сохраняется на благотворительном уровне. Реальная используемая инвестиционная сумма составила 348.8 млрд долларов, что соответствует приросту в 10.6% [3].

Многие "адаптированные" инструменты уже успешно применяются китайским правительством, университетами и частным сектором и обеспечивают быстрое развитие науки и инноваций. Вместе с тем серьезные культурные и институциональные проблемы продолжают сдерживать переход к рыночной модели инновационного развития и создают дополнительные препят-

ствия на пути реализации амбициозных планов китайского государства.

Сегодня в связи с усилением дружеских настроений, появляются новые возможности обмена опытом между Китаем и Россией.

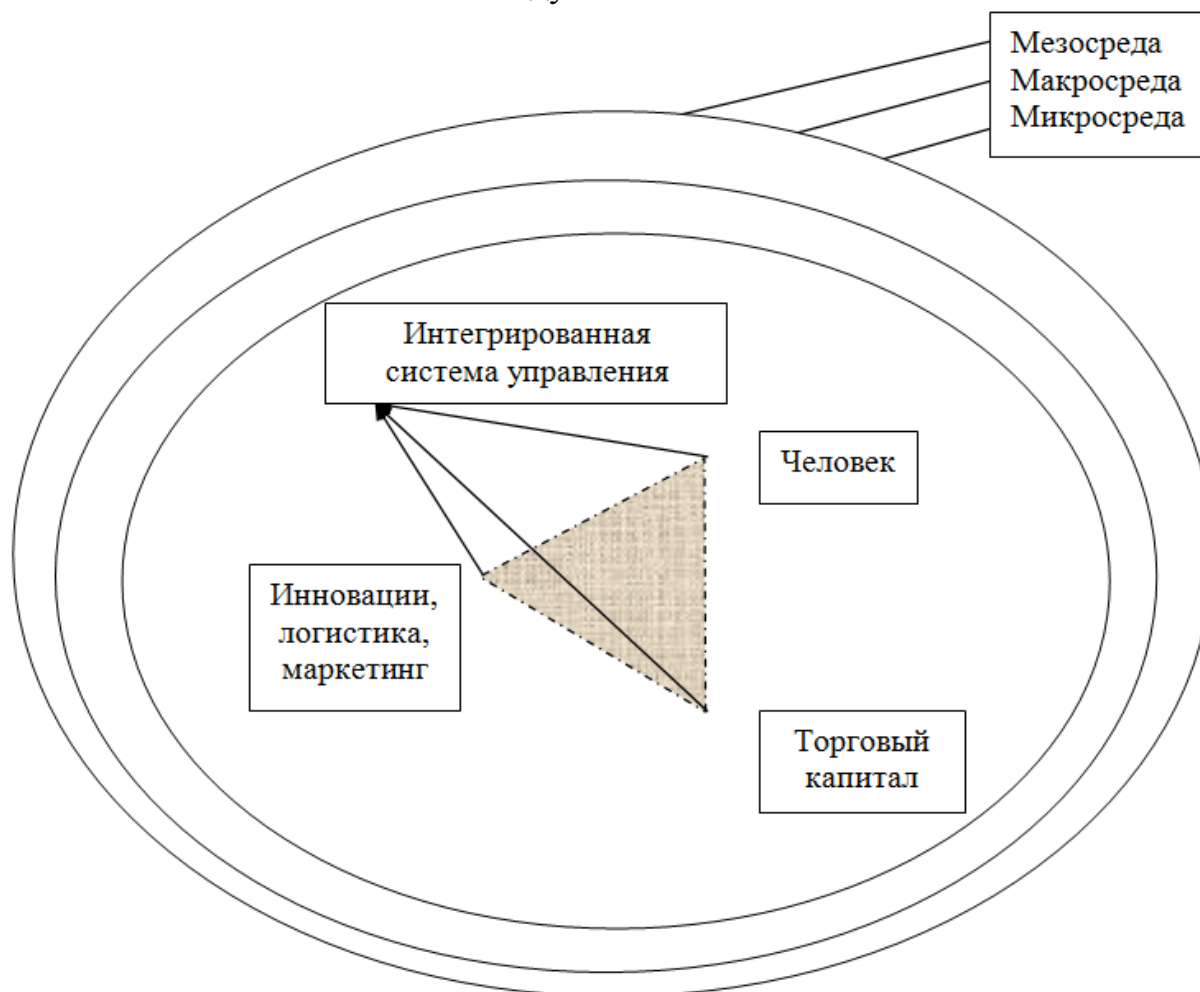


Рис. 2. Система управления в легкой промышленности

Список использованных источников

1. Вэйцзе Ш. Проблемы и перспективы поступления прямых иностранных инвестиций в экономику России // Экономика и менеджмент инновационных технологий. - 2015. - Т. 6.
2. Дюмулен И. И. Протекционизм и многосторонние переговоры ВТО в годы глобального экономического кризиса (2008-2010 гг.) и в последующий период// Российский внешнеэкономический вестник. - 2011. - Т. 2011. - №. 6.
3. Захаров А. Н. Тенденции развития реального капитала в мировой экономике / Российский внешнеэкономический вестник. - 2014. - Т. 2014. - №. 6.
4. Окунева О.М. Транснациональные компании - будущее мировой экономики? // Журнал Международных исследований развития (МИР) - 2014, - №3 - С. 16. - <http://global.hse.ru/2014--3.html>.
5. Modest trade recovery to continue in 2015 and 2016 following three years of weak expansion, WTO. - https://www.wto.org/english/news_e/pres15_e/pr739_e.htm.

Сахаров А.С., Корнилов Д.А.
АНАЛИЗ СТРАТЕГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ФОРМИРОВАНИЮ
ПОРТФЕЛЯ ПРОДУКТОВ ПРИ ОСВОЕНИИ ВНЕШНИХ РЫНКОВ НА
ПРИМЕРЕ РЫНКА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ДЛЯ КОМПАНИИ
ОАО «АВТОВАЗ»

*Национальный исследовательский университет Высшая Школа Экономики - филиал
в г. Нижний Новгород*

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

С учетом мировой тенденции развития глобальной экономики промышленные предприятия Российской Федерации также ищут новые пути формирования прибыли на внешних рынках. Наиболее легкодоступными для российских предприятий являются рынки ближнего зарубежья, в частности страны СНГ. Доступность данных рынков обусловлена несколькими факторами:

1. Рынки стран СНГ удобны с точки зрения недорогой и относительно простой логистической системы.

2. Менталитет потребителей может быть достаточно близок к российским покупателям, что делает рынки более перспективным для экспорта продукции российского производителя.

3. В случае участия страны в таможенном союзе ЕАЭС пошлины на экспорт-импорт товаров рассчитываются по льготной ставке.

Преимущество работы с ближними рынками стран бывшего СНГ и таможенного союза ЕАЭС также обусловлено текущей экономической ситуацией в мире, когда отношения между странами с точки зрения экономического взаимодействия могут стагнироваться, а политика развития промышленной среды Российской Федерации в большей степени направлена на внутренний рынок и на рынок стран ближнего зарубежья.

Для дальнейшего анализа были изучены и проанализированы работы таких авторов, как Д. Аакер, А. Акофф, Г. Минцберг, Б.Хендерсон, а также источники, содержащие необходимую для практической части информацию - годовые отчеты компании и специализированные веб-сайты.

Для оценки деятельности предприятия на внешнем рынке на примере рынка Республики Беларусь для ОАО «АВТОВАЗ» авторами в работе был применен модифицированный вид инструмента портфельного анализа - матрицы Бостонской консультативной группы. В отличие от известного метода авторами предлагается расширенный набор показателей, адаптированный на работу внешнеэкономической деятельности. Применена методика выбора стратегии по формированию портфеля продуктов при освоении внешних рынков, разрабатываемая авторами.

В качестве объекта анализа ОАО «АВТОВАЗ» было выбрано по следующим причинам:

- 1) предприятие представляет промышленную среду;
 - 2) предприятие выпускает несколько видов продукции - то есть является диверсифицированным;
 - 3) предприятие экспортирует свою продукцию на внешние рынки;
 - 4) предприятие является открытым с точки зрения получения общей ин-
-

формации.

Кроме автомобилей LADA площадка ОАО «АВТОВАЗ» используется для производства автомобилей Nissan, Renault и Datsun. 74,5% компании принадлежат Alliance Rostec Auto B.V., 25,5%., а 67,13% компании Alliance Rostec Auto B.V. - это собственность Альянса Рено-Ниссан, остальными 32,87% владеют Ростехнологии. По данным на 2015 г. на предприятии трудятся 52000 сотрудников, а представляют компанию 400 официальных дилеров. В России рыночная доля продаж компании в 2014 г. составила 16,4%. Предприятие является заводом, который производит национальные легковые автомобили разных классов (В-класс, внедорожники, легкие коммерческие автомобили). Мощности завода позволяют выпускать около 1 миллиона автомобилей и автокомпонентов в год. Кроме производственной площадки в г. Тольятти, в состав Группы АВТОВАЗ входит ООО «Объединенная Автомобильная Группа», мощность которой составляет до 350 тысяч автомобилей в год.

Производство Группы делится на следующие сегменты:

1. Производство автомобилей:

- сборочно-кузовное производство,
- сборочно-кузовное производство на платформе Kalina,
- сборочно-кузовное производство на платформе LADA 4X4,
- производство автомобилей на платформе B0,
- опытно-промышленное производство,
- ООО «Объединенная Автомобильная Группа», г. Ижевск.

Производство автокомпонентов:

- прессовое производство,
- металлургическое производство,
- производство двигателей,
- производство шасси,
- производство коробок передач,
- производство пластмассовых изделий.

Показатели производства компании обозначены в табл. 1, финансовые показатели компании - в табл. 2.

ОАО «АВТОВАЗ» имеет широкую географию поставок автомобилей марки Lada - СНГ, страны Африки, Ближнего Востока, Европа и страны Латинской Америки.

В 2014 г. осуществлялись прямые поставки в следующие регионы - Республика Беларусь, Грузия, Азербайджан, Армения, Казахстан, Молдова, Таджикистан, Туркменистан, Кыргызстан, Узбекистан, Украина, Перу, Боливия, Египет, Чили и страны Европы.

В 2014 г. компания экспортировала 51791 автомобиль - это на 34% ниже, чем в 2013 году (табл. 3)

Общая структура экспорта продукции ОАО «АВТОВАЗ» отображена в табл. 4.

Основными рынками сбыта вне территории РФ для компании являются Казахстан, Азербайджан и Республика Беларусь (табл. 5).

Таблица 1

Основные показатели деятельности ОАО «АВТОВАЗ», производство 2013-2014 г.

Производство		2013	2014	Отклонение
1. Автомобилей, в т.ч.	шт.	516331	511894	-4437
1.1 Производства ОАО «АВТОВАЗ»	шт.	459268	443083	-16185
Семейство LADA Kalina	шт.	63177	56692	-6485
Семейство LADA Priora	шт.	82693	53826	-28867
Семейство LADA Granta	шт.	115107	78357	-36750
Семейство LADA Largus	шт.	71809	77856	6047
Автомобили по договорам подряда	шт.	20826	124719	103893
1.2 Производства ООО «Объединенная Автомобильная Группа»	шт.	57063	68811	11748
2. Машинокомплектов	м/к	141143	123472	-17671
В т.ч. машинокомплектов на ЗАО «Джи Эм-АВТОВАЗ»	м/к	57939	45067	-12872
Итого автомобили, машинокомплекты, включая машинокомплекты на ЗАО «Джи Эм-АВТОВАЗ»	шт.	657474	635366	-22108

Источник: Годовой отчет компании ОАО «АВТОВАЗ» за 2014 г.

Таблица 2

Финансовые показатели деятельности ОАО «АВТОВАЗ», 2013-2014 г.

	Ед.изм.	2013	2014	Отклонение
Выручка	млн руб.	175152	189370	14218
Валовая прибыль	млн руб.	10092	9406	-686
Рентабельность по валовой прибыли	%	5,76	4,97	-0,79
Прибыль от продаж	млн руб.	-6640	-5658	982
Рентабельность прибыли от продаж	%	-3,79	-2,99	0,8
Чистая прибыль	млн руб.	-6899	-25411	-18512
Рентабельность по чистой прибыли	%	-3,94	-13,42	-9,48

Источник: Годовой отчет компании ОАО «АВТОВАЗ» за 2014 г.

Таблица 3

Структура экспорта автомобилей LADA по моделям

Модель	Экспорт, 2013 г., шт.	Экспорт, 2014 г., шт.
LADA Largus	5050	10683
LADA 4x4	13384	7579
LADA Priora	26461	15636
LADA Kalina	1437	6260
LADA Granta	14515	11633
LADA Samara	17593	0
Итого	78440	51791

Источник: Годовой отчет компании ОАО «АВТОВАЗ» за 2014 г.

В работе авторами предлагается разобрать подробнее рынок Беларуси. Согласно статистике цен на автомобили марки LADA в Республике Беларусь динамика рынка положительная - в стране происходит рост цен на автомобили (табл. 6), что связано в том числе с ростом инфляции в стране. Перевод цен в Российские рубли также демонстрирует динамику роста (табл. 7).

При расчете цены в российской валюте курс был основан, исходя из среднего курса за каждый из периодов [7]:

- 2013 г.: курс обмена - 10 000 Белорусских рублей=35,82 рубля РФ,
- 2014 г.: курс обмена - 10 000 Белорусских рублей=37,86 рублей РФ,
- 2015 г.: курс обмена - 10 000 Белорусских рублей=38,70 рублей РФ.

Таблица 4

Детализация структуры экспорта автомобилей и машинокомплектов по рынкам в 2010-2014 г.

Регионы	2010	2011	2012	2013	2014
Автомобили, шт.					
СНГ	34 586	48271	64672	70868	47817
Европа	5311	6929	4313	5561	2726
Другие страны	2 246	810	796	2011	1248
Всего	42143	56010	69781	78440	51791
Машинокомплекты, шт.					
СНГ	22626	20886	14997	11980	3672
Дальнее зарубежье	3168	765	7776	1728	0
Всего	25794	21651	22773	13708	3672
Всего LADA	67937	77661	92554	92148	55463

Источник: Годовой отчёт компании ОАО «АВТОВАЗ» за 2014 г.

Таблица 5

Структура экспорта автомобилей LADA в основные рынки сбыта

Казахстан, 2014 г., шт.	Республика Беларусь, 2014 г., шт.	Азербайджан, 2014 г., шт.
41881	1767	1940

Источник: Годовой отчёт компании ОАО «АВТОВАЗ» за 2014 г.

Таблица 6

Цены на продукцию на рынке Республики Беларусь в локальной валюте (бел. рубль)

Модель	Цена, 2013	Цена, 2014	Цена, 2015
LADA 4x4	97300000	102930000	110900000
LADA Largus	102000000	123000000	140000000
LADA Priora	95700000	102125000	121050000
LADA Granta	75000000	88956000	110500000
LADA Kalina	100353000	101450000	112000000
LADA Samara	69900000	н/д	н/д

Источник: сайты официальных дилеров LADA в Республике Беларусь

Таблица 7

Цены на продукцию на рынке Республики Беларусь в основной валюте компании (рубль РФ)

Модель	Цена, 2013	Цена, 2014	Цена, 2015
LADA 4x4	348539	384811	429151
LADA Largus	365375	459844	541760
LADA Priora	342807	381783	468429
LADA Granta	268658	332546	427603
LADA Kalina	359464	379278	433408
LADA Samara	250389	н/д	н/д

Курс рассчитывался по следующей формуле:

$$\frac{\sum_{i=1}^D \text{курс}_d}{D}$$

где D - количество дней, когда осуществляется биржевая торговля, в календарном году.

Несмотря на то, что рынок Республики Беларусь является одним из лидеров по объему экспорта для ОАО «АВТОВАЗ», автомобили данной марки не являются самыми популярными в данной стране. Динамика продаж автомобилей марки LADA на данном рынке подробнее описана в табл. 8.

Таблица 8

Динамика объема продаж автомобилей марки LADA на рынке Республики Беларусь, шт.

Модель	2013	2014.	2015, прогноз
LADA 4x4	783	698	792
LADA Largus	457	607	1 362
LADA Priora	460	195	н/д
LADA Granta	418	243	780
LADA Kalina	н/д	37	н/д
LADA Samara	574	54 (0)	н/д

Источник: сайты официальных дилеров LADA в Республике Беларусь

Анализ выбора стратегии по формированию портфеля продуктов при освоении внешних рынков разделен на четыре основных:

1. Выбор основных показателей для анализа.
2. Выбор типа матрицы.
3. Определение набора ситуаций и дальнейший ситуационный анализ.
4. Выбор стратегии для каждой ситуации.

При анализе деятельности ОАО «АВТОВАЗ» на рынке Республики Беларусь первым этапом требуется определить набор анализируемых нами показателей $\Pi = \{\Pi_{kj}^i\}$.

Первым предлагается использовать показатель доли i -го продукта в общем ассортименте в j -м регионе. Показатель рассчитывается по формуле:

$$\frac{TR_{ij}}{\sum_{i=1}^I TR_{ij}} \cdot 100\%$$

где TR - размер общей выручки,

j - регион Республики Беларусь,

i - каждый отдельно рассматриваемый продукт ОАО «АВТОВАЗ».

Для каждой отдельной модели автомобиля LADA показатель рассчитан в табл. 9.

Вторым показателем для анализа выбран показатель доли модели на рынке автомобилей в Республике Беларусь:

$$\text{Доля рынка} = \frac{U_{ij}}{U_j} \cdot 100\%,$$

где j - это рынок Республики Беларусь;

i - каждая отдельно рассматриваемая модель автомобиля LADA;

U - количество проданных автомобилей.

Объем рынка автомобилей в Республике Беларусь в 2014 г. составил 29552 автомобиля. Доля рынка каждой из моделей автомобилей LADA обо-

значена в табл. 10.

Таблица 9

Показатель доли выручки от каждой модели LADA в общем объеме выручки компании на рынке Республики Беларусь

Модель	Цена, 2014, руб. РФ	Кол-во проданных авто в Республике Беларусь, 2014, шт.	Выручка	Доля выручки в общей выручке компании на рынке
LADA 4x4	384811	698	268598078	37,46%
LADA Largus	459844	607	279125308	38,93%
LADA Priora	381783	195	74447685	10,38%
LADA Granta	332546	243	80808678	11,27%
LADA Kalina	379278	37	14033286	1,96%
LADA Samara	н/д	54 (0)	н/д	н/д

Таблица 10

Показатель доли рынка каждой из моделей LADA на рынке автомобилей Республики Беларусь в 2014 г.

Модель	Рынок, шт.	Доля на рынке
LADA 4x4	698	2,36%
LADA Largus	607	2,05%
LADA Priora	195	0,66%
LADA Granta	243	0,82%
LADA Kalina	37	0,13%
LADA Samara	н/д	н/д

Общая доля рынка продукции «АВТОВАЗ» на рынке Республики составляет чуть более 6%. Явно прослеживается негативная динамика доли. В 2013 г. она была 9,4%, а в 2012 году компания лидировала на рынке автомобилей Республики с долей 14,3% [5]

Следующим показателем, взятым для анализа, предлагается использовать долю рынка классов автомобилей в Республике Беларусь в натуральном выражении. Автомобили LADA, которые затронуты в анализе, относятся к классам А, В, и компактный SUV (табл. 11).

Таблица 11

Доля моделей автомобиля LADA в собственном классе

Модель	Кол-во экспортируемых авто, 2014	Класс автомобиля	Объем рынка автомобилей за данного класса	Доля моделей в своем классе
LADA 4x4	698	компактный SUV	3089	22,60%
LADA Largus	607	С	4277	14,19%
LADA Priora	195	С	4277	4,56%
LADA Granta	243	В	10424	2,33%
LADA Kalina	37	В	10424	0,35%
LADA Samara	н/д	В	10424	н/д

Источник: Автомобильный портал Домкрат

Рост рынка каждого из классов автомобилей является четвертым показателем, взятым для анализа (табл. 12).

Таким образом, для построения матрицы были использованы четыре ос-

новых показателя: доля выручки в общей выручке компании на рынке, доля модели в своем классе, рост рынка в своем классе и доля на рынке автомобилей Республики Беларусь в натуральном выражении. Для большей наглядности значения всех показателей продемонстрированы в табл. 13.

Таблица 12

Рост рынка классов автомобилей В, С, компактный SUV в Республике Беларусь 2013-2014 г.

Класс автомобиля	Объем рынка автомобилей заданного класса, 2013	Объем рынка автомобилей заданного класса, 2014	Рост рынка
компактный SUV	3369	3089	-8,31%
С	4380	4277	-2,35%
В	7660	10424	36,08%

Источник: Автомобильный портал Домкрат

Таблица 13

Совокупность показателей, используемых для анализа

Модель	Доля выручки в общей выручке компании на рынке	Доля модели в своем классе	Класс автомобиля	Рост рынка в своем классе	Доля на рынке автомобилей Республики Беларусь в натуральном выражении
LADA 4x4	37,46%	22,60%	компактный SUV	-8,31%	2,36%
LADA Largus	38,93%	14,19%	С	-2,35%	2,05%
LADA Priora	10,38%	4,56%	С	-2,35%	0,66%
LADA Granta	11,27%	2,33%	В	36,08%	0,82%
LADA Kalina	1,96%	0,35%	В	36,08%	0,13%
LADA Samara	н/д	н/д	В	36,08%	н/д

Вторым этапом анализа является построение матрицы $M(\Pi_{kj}^i)$, где i - каждая из моделей автомобилей LADA, j - это рассматриваемый рынок - Республика Беларусь. На матрице рост рынка отображен на вертикальной оси, доля выручки в общей выручке компании на рынке - на горизонтальной оси. Диаметр окружности точки - это доля моделей в своем классе, круговая диаграмма внутри - доля на общем рынке автомобилей Республики Беларусь в натуральном выражении (рис. 1). Продукт Lada Samara не использован в анализе в связи с принятым компанией решением вывода данной модели из ассортимента.

На третьем этапе требуется определить набор ситуаций $S = \{S_{z\Pi_b}^{ij}\}$, которые возникают при условии текущего набора показателей, где j - рынок Республики Беларусь; i - каждая из рассматриваемых моделей LADA; z - количество зон, в данном случае их четыре (исходя из равного разделения системы координат матрицы); Π - набор показателей: доля выручки продукта в общей выручке компании на рынке, рост рынка в своем классе, доля каждой модели LADA в своем классе и доля на рынке автомобилей Республики Беларусь в натуральном выражении; b - количество ситуаций по выбранному показателю. По каждому из выбранных показателей предлагается три ситуации: выше среднего значения всех показателей данного типа, равно среднему

и ниже среднего.

Так как два показателя являются неотъемлемой частью сегментов на матрице, то они, соответственно, могут быть отнесены к единому показателю - «зона матрицы», остальные два показателя: доля каждой модели LADA в своем классе и доля на рынке автомобилей Республики Беларусь в натуральном выражении - необходимы к дальнейшему детальному рассмотрению.

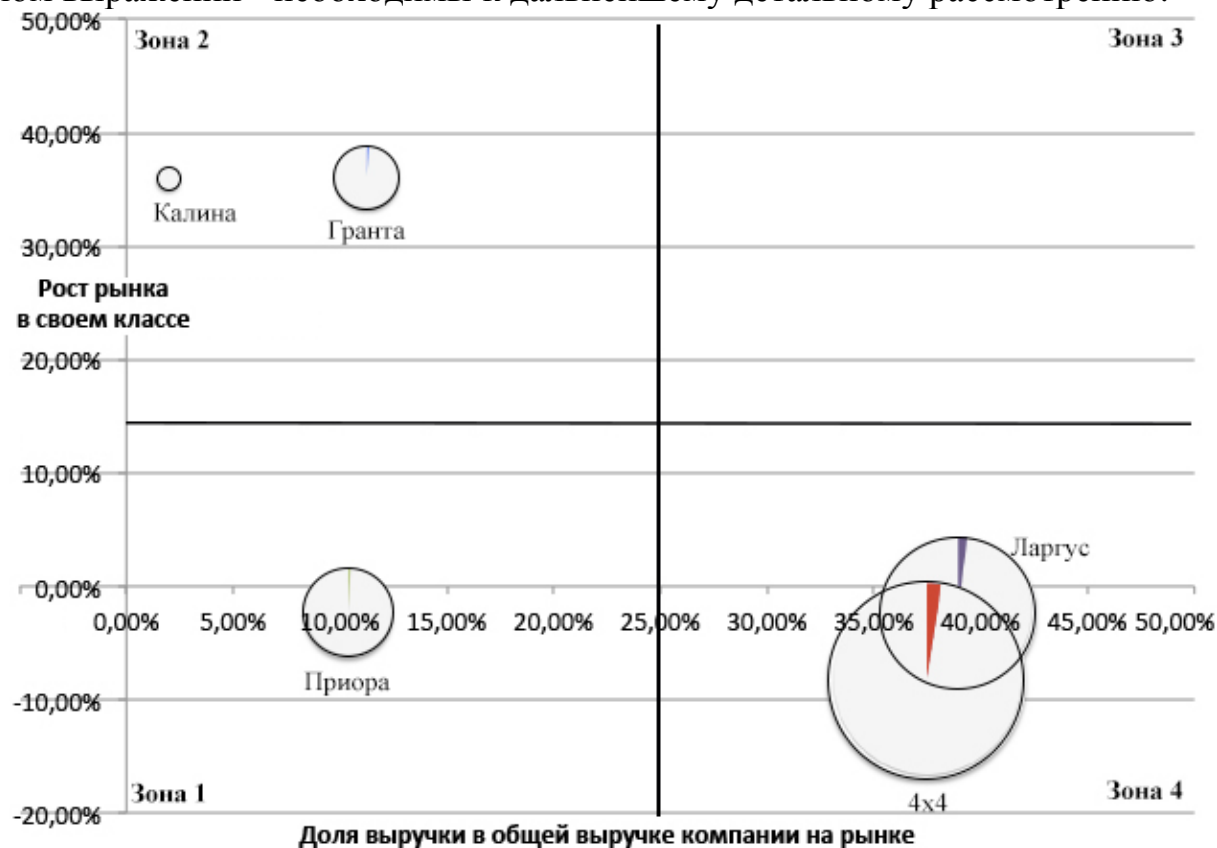


Рис.1. Матрица рост рынка/доля выручки продукта в общей выручке компании на рынке Республики Беларусь. Источник: расчеты автора

Согласно методике требуется выбрать среднее арифметическое по ряду вышеуказанных показателей:

- доля каждой модели LADA в своем классе: 8,81%;
- доля на рынке автомобилей Республики Беларусь в натуральном выражении - 1,20%.

Следующим шагом следует определить отношение значения каждого показателя по моделям к среднему арифметическому (табл. 14).

На следующем - четвертом этапе - необходимо выбрать корректную стратегию для каждого из продуктов из набора стратегий на основе классификации автора.

LADA 4X4. Несмотря на факт снижения общей динамики роста рынка компактных SUV автомобиль марки 4x4 уверенно держится среди лидеров в данном сегменте. С учетом падения спроса на этот класс автомобилей компании стоит рассмотреть следующие варианты стратегий:

- Стратегия «лидера» - расширение первичного спроса. Учитывая лидерские позиции данной модели автомобиля в своем классе (компактные SUV), компания может взять на себя развитие всего сегмента. Продвижение класса в

целом может поменять тенденцию динамики спроса на положительную, в таком случае этот продукт может оказаться в более перспективной третьей зоне.

Таблица 14

Отношение значения показателей к среднему арифметическому

Модель	Доля модели в своем классе	Доля на рынке автомобилей Республики Беларусь в натуральном выражении
LADA 4x4	Выше среднего	Выше среднего
LADA Largus	Выше среднего	Выше среднего
LADA Priora	Ниже среднего	Ниже среднего
LADA Granta	Ниже среднего	Ниже среднего
LADA Kalina	Ниже среднего	Ниже среднего

- Дифференциация. Компания имеет право рассмотреть вариант перехода в новый для себя класс SUV на базе уже существующей модели 4x4, при этом необходимо понимать, что это потребует постепенного вывода модель из менее перспективного класса компактных SUV.

- Стратегия стабилизации - в данном случае - извлечение прибыли. По причине того, что рынок не имеет положительного роста, однако продукт занимает весомую долю, компания может применить стратегию извлечения прибыли для дальнейшего перенаправления данного дохода в более перспективные с точки зрения роста продукты.

- Стратегия лидерства в издержках. При относительно высоком объеме продаж у компании есть возможность наращивать собственную прибыль за счет уменьшения издержек.

Стратегия сокращения или ликвидации по причине негативной динамикой роста рынка в этом классе на текущий момент пока не рассматривается в связи с тем, что:

- Продукт сам по себе имеет высокую долю, и сокращать или убирать данную модель с рынка в данный момент преждевременно;

- продукт имеет основную долю в выручке компании на рынке Республики Беларусь. После ликвидации продукта может последовать резкое падение выручки компании на рынке.

LADA Largus. Ситуация с данной моделью близка к ситуации с продуктом Lada 4x4 - негативная динамика рынка является предупреждающим знаком, однако не решающим. Высокая доля продукта в выручке компании, а также высокая относительно других продуктов компании доля продаж автомобиля в своем классе и на рынке Республики Беларусь дают компании относительно стабильную прибыль. Предлагаются следующие стратегии:

- стратегия «лидера» - расширение первичного спроса. Продвижение продукта может поменять тенденцию динамики класса в сторону положительной, в этом случае данный продукт может оказаться в более перспективной зоне 3;

- стратегия стабилизации - извлечение прибыли. С учетом доли этой модели в общей выручке компании на рынке возможно использовать стратегию извлечения прибыли для перенаправления данного дохода в более перспективные с точки зрения роста продукты.

Стратегия ликвидации или сокращения неприменима для этого продукта в связи с высокой долей модели в общей выручке компании на рынке и относительно высокой (в сравнении с другими моделями) долей на рынке автомобилей Республики Беларусь.

LADA Priora. Продукт находится в зоне 1, именно поэтому он уже должен вызывать особое внимание у компании по причине особой рискованности этого сектора матрицы. Отрицательная динамика рынка в классе С, где находится Lada Priora, относительно небольшая доля данного продукта в общей выручке компании на рынке, низкая доля автомобиля в своем классе и очень низкая доля на рынке автомобилей в Республики Беларусь оставляют для компании выбор следующих стратегий:

- В связи с тем, что доля Lada Priora в своем сегменте является низкой, компания может сосредоточить деятельность в определенной сфере, непосредственно касающейся данной модели. Например, ориентироваться на качество сервиса и обслуживания или же специализироваться на правильном соотношении цена/качество для дальнейшего повышения спроса на данный продукт.

- Сокращение или ликвидация продукта. С учетом отрицательной динамики роста рынка автомобилей класса С в Республике Беларусь в совокупности с небольшой долей данной модели в своем классе и низкой долей на общем автомобильном рынке республики возможна приостановка экспорта Lada Priora на данный рынок. С учетом относительно высокой доли выручки от этого продукта возможна временная потеря общих продаж на рынке, но дальнейшая экономия от остановки экспорта модели позволит развивать более перспективные продукты.

LADA Kalina. Этот продукт находится на быстро растущем рынке, но сам по себе является неустойчивым. С учетом того, что в конце 2013 г. продукт был модифицирован и была выпущена новая версия, стратегии роста (фокус на дифференциации, стратегия развития продукта и т.д.) не показали требуемого результата. По результатам предпринятых ранее действий единственной стратегией, рекомендованной для компании, будет ликвидация продукта на данном рынке. С учетом низкой доли выручки продукта в общем объеме продаж на рынке Республики Беларусь ликвидация пройдет менее заметно для компании, однако это позволит сэкономить дополнительные средства для инвестиций в более перспективную продукцию.

LADA Granta. Продукт, находясь в зоне 2, имеет большие перспективы, но только при достаточном внимании со стороны компании. При высоком росте рынка класса В рекомендованы следующие стратегии:

- стратегия роста - инвестирование. Инвестиции возможно создавать за счет продуктов с выбранной стратегией извлечения прибыли (Lada 4x4) или стратегией сокращения - за счет экономии от экспорта невыгодной для компании продукции (Lada Priora, Lada Kalina);

- фокус на дифференциации. Для увеличения спроса на растущем рынке необходимо продумать способы модифицирования данного продукта с целью приобретения дополнительных конкурентных преимуществ.

С учетом проведенного анализа можно сделать основные выводы о возможности применения различных наборов стратегий для продуктового портфеля компании ОАО «АВТОВАЗ» на рынке Республики Беларусь:

1. Компании необходимо уделить особое внимание такому продукту, как Lada Priora. В частности, стоит обратить внимание на возможность модификации данной модели с целью повышения конкурентоспособности.

2. Lada Kalina не показала должных результатов продаж несмотря на её модификации, поэтому рекомендуется постепенно ликвидировать данный продукт.

3. Lada Largus и Lada 4x4 являются наиболее перспективными продуктами для компании с точки зрения лидерства. К ним хорошо применима стратегия извлечения прибыли или же дополнительных инвестиций для дальнейшего продвижения.

4. По результатам проведенного анализа можно сказать, что у модели Lada Granta имеются хорошие перспективы продаж на внешнем рынке, поэтому целесообразно сделать дополнительные инвестиции, в том числе в модификацию модели.

В процессе апробации предложенной авторами модифицированной матрицы БКГ продемонстрирована простота и удобство её применения, что позволяет в дальнейшем использовать данную матрицу при анализе портфеля продуктов компании на внешних рынках в условиях резких колебаний курсов валют.

Список использованных источников

1. Аакер Д. Стратегическое рыночное управление. - СПб.: Питер, 2007. - 496 с.
2. Новая корпоративная стратегия/ И. Ансофф, Э. Дж. Макдоннелл; Пер. С. Жильцов. - СПб.: Питер Ком, 1999. - 414 с.
3. Годовой отчёт за 2014 г./ ОАО «АВТОВАЗ». - Тольятти, 2014.
4. Школы стратегий. Стратегическое сафари: экскурсия по дебрям стратегий менеджмента / Г. Минцберг, Б. Альстрэнд, Д. Лэмпел. - СПб.: Питер, 2002. - 330 с.
5. Обзор рынка новых автомобилей в Беларуси за 2013 г. <http://www.domkrat.by/content/news/996.html>.
6. Обзор рынка новых автомобилей в Беларуси за 2014 г. <http://www.domkrat.by/content/stat/1105.html>.
7. <http://www.cbr.ru>.
8. Хендерсон Б. Портфельный анализ // BCG Review Обозрение. 2008. - №2. - С.7-9.

2. Информатика, вычислительная техника и управление

Банникова А.В., Чжан Е.А.

О НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Введение. В различных отраслях промышленности возникает задача идентификации линейных динамических процессов. На практике в условиях малого объема априорных сведений об объекте предпочтительно использовать методы непараметрической статистики. Неадекватная модель исследуемого технологического процесса приводит к тому, что полученная продукция не соответствует заявленному уровню качества. Так, например, при диагностике диодных матриц [1] было выявлено, что диоды одной матрицы имеют разное качество, при этом все изделия являются годными. Этот факт может быть объяснен тем, что модель технологического процесса была неточной и, соответственно, ее нельзя было использовать в целях управления.

1. Постановка задачи идентификации

Пусть объект представляет собой линейную динамическую систему. Схема идентификации представлена на рис. 1.

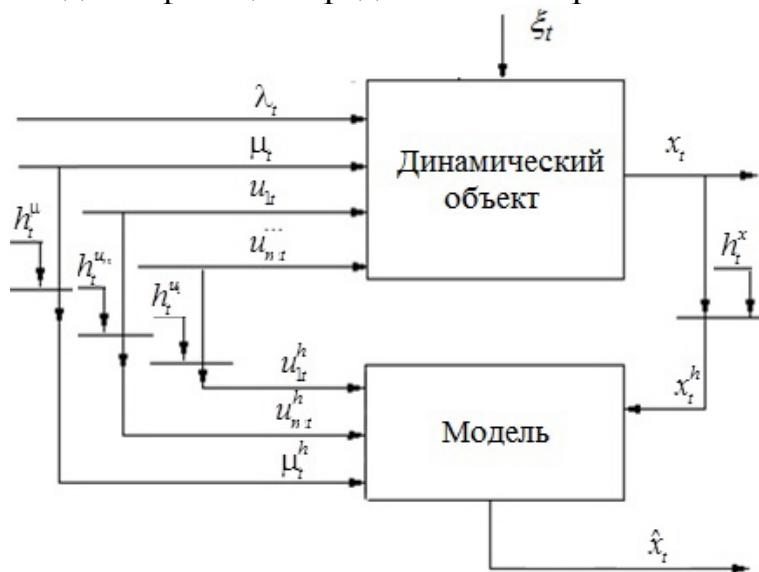


Рис. 1. Схема идентификации линейной динамической системы

На рис. 1 приняты обозначения: x_t - выходная переменная процесса, $u_t = (u_{1t}, \dots, u_{nt})$ - векторное управляющие воздействия, $\mu_t \in (\mu_{1t}, \dots, \mu_{nt})$ - векторное входное контролируемое, но не управляющие воздействия, λ_t - входное неконтролируемое воздействие, $\hat{x}(t)$ - выход модели объекта, (t) - непрерывное время, индекс t - дискретное время, случайные помехи измерений h_t^u, h_t^μ, h_t^x , соответствующих переменных процесса, ξ_t - векторная случайная помеха. Существенно, что функциональная зависимость между переменными процесса неизвестна. Входная переменная λ_t существенно от-

личается по своему содержанию от переменных u_i и μ_i . Эта переменная не поддается измерению, либо может быть известна исследователю, но ее контроль осуществляется достаточно редко и в соответствии, как правило, со сложной и длительной процедурой измерения.

Рассматриваемый процесс относится к классу дискретно-непрерывных: по своей природе процесс является непрерывным, однако «входные-выходные» переменные процесса контролируются через дискретные моменты времени. Контроль переменных осуществляется через интервал времени Δt , можно получить исходную выборку «входных-выходных» переменных $\{x_i, u_i, \mu_i, i = \overline{1, s}\}$, где s - объем выборки, индекс h у переменных объекта из соображения простоты опущен. В данном случае параметрическая структура рассматриваемого процесса неизвестна. Задача идентификации сводится к построению модели процесса $\hat{x}(t)$ на основании входных-выходных наблюдений.

2. Непараметрическая идентификация

В настоящее время известен и широко применяется параметрический метод построения моделей линейных динамических систем. Идентификация при данном объеме априорной информации называется идентификацией в «узком» смысле, то есть, задача идентификации сводится к оценке параметров объекта, при условии, что структура последнего известна. Для применения этих методов необходимо обладать исчерпывающими знаниями об исследуемом объекте. На практике исследователь сталкивается с неполнотой априорной информации, влиянием случайных помех. В этих условиях необходима разработка новых методов и алгоритмов, учитывающих неполноту информации. Непараметрический подход к моделированию линейной динамической системой позволяет справиться с указанными проблемами. Суть метода построения непараметрической модели заключается в следующем: известно, что реакция линейной динамической системы $x(t)$ на входное воздействие $u(t)$ описывается интегралом Дюамеля:

$$x(t) = k(0)u(t) + \int_0^t h(t - \tau)u(\tau)d\tau, \quad (1)$$

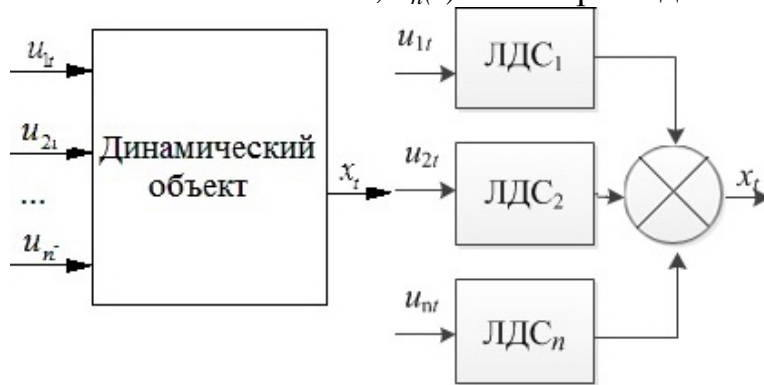
где $k(t)$ - переходная функция системы, $h(t)$ - весовая функция системы.

Линейный многомерный объект с N входами можно представить, как N отдельных линейных объектов с одним входом и одним выходом, которые можно описать интегралом Дюамеля.

Линейную динамическую систему с векторным входом $u_n(t)$ можно описать, используя принцип суперпозиции, следующей формулой:

$$\begin{aligned} x(t) = & k_1(0)u_1(t) + k_2(0)u_2(t) + \mathbf{K} + \\ & + k_N(0)u_N(t) + \int_0^t h_1(t-\tau)u_1(\tau)d\tau + \\ & + \dots + \int_0^t h_N(t-\tau)u_N(\tau)d\tau, \end{aligned} \quad (2)$$

где $x(t)$ - выход системы, $k_n(t)$, $h_n(t)$ - переходные и весовые функции соответственно n -го звена системы, $u_n(t)$ - вектор входных параметров системы.



а) б)
Рис. 2. а) Схема объекта б) Укрупнённая схема объекта

Непараметрическая оценка интеграла Дюамеля для многомерного случая в общем виде будет выглядеть следующим образом:

$$x_s(t) = k_{1,s}(0)u_1(t) + \dots + k_{N,s}(0)u_N(t) + \int_0^t h_{1,s}(t-\tau)u_1(\tau)d\tau + \dots + \int_0^t h_{N,s}(t-\tau)u_N(\tau)d\tau, \quad (3)$$

где $k_s(t)$, $h_s(t)$ - соответственно оценки переходной и весовой функции объекта.

Непараметрическая переходная функция имеет вид:

$$k_s(t) = \frac{1}{sC_s} \sum_{i=1}^s k_i H\left(\frac{t-t_i}{C_s}\right), \quad (4)$$

где k_i - значения переходной характеристики объекта, $H(\cdot)$ - колоколообразная функция и параметр размытости C_s .

Так как весовая функция $h(t)$ является производной по времени от переходной функции $k(t)$

$$h(t) = \frac{dk(t)}{dt}, \quad (5)$$

то оценку весовой можно найти, взяв производную от оценки переходной характеристики $k_s(t)$

$$h_s(t) = k'_s(t) = \frac{1}{sC_s} \sum_{i=1}^s k_i H'\left(\frac{t-t_i}{C_s}\right). \quad (6)$$

При использовании непараметрических оценок переходных и весовых функций системы (5) и (6) непараметрическая модель многомерной динамической системы можно записать в следующем виде:

$$x_s(t) = \sum_{n=1}^N k_{n,s}(0)u_n(t) + \sum_{n=1}^N \frac{1}{sC_s} \sum_{j=1}^{t/\Delta\tau} \sum_{i=1}^s k_{n,i} H\left(\frac{t-\tau_j-t_i}{C_s}\right) u_n(\tau_j) \Delta\tau. \quad (7)$$

Естественно, чем меньше Δt , тем точнее вычисление интеграла, но

вместе с тем нужно учитывать, что время расчета также увеличивается.

Колоколообразные функции $H(\cdot)$ и параметр размытости C_s должны удовлетворять условиям сходимости [2, 3].

Существует ряд функций $H(\cdot)$ удовлетворяющие данным условиям, функцию Соболева (8) можно непосредственно использовать в расчетах, при оценке производных высоких порядков.

$$H = \begin{cases} \frac{0.827}{C_s} \exp\left(\frac{-(x-x_i)^2}{(x-x_i)^2 - C_s^2}\right), & |x-x_i| \leq C_s \\ 0, & |x-x_i| > C_s \end{cases} \quad (8)$$

Параметр размытости будем вычислять из условия минимума квадратичной ошибки наблюдаемого значения выхода объекта и ее непараметрической оценки (9):

$$W(C_s) = \sum_{i=1}^s (x(t_i) - x_s(t_i, C_s))^2 \rightarrow \min_{C_s}, \quad (9)$$

где $x(t_i)$ - непосредственно снимаемые значения выхода объекта, $x_s(t_i, C_s)$ - значения выхода модели объекта при фиксированном параметре размытости C_s .

3. Численное исследование

Численное исследование алгоритма непараметрической идентификации осуществлялась методами статистического моделирования. Для вычислительного эксперимента был выбран объект, описывающийся уравнением вида:

$$2.9 \frac{d^2 x}{dt^2} + 1.27 \frac{dx}{dt} + x(t) = 2u_1(t) + 1.5u_2(t) + 2.3u_3(t) + 1.1\mu(t) + \lambda(t). \quad (10)$$

В дискретном виде данное уравнение имеет вид:

$$x_t = 1.875x_{t-1} - 0.892x_{t-2} + 0.033u_{1t} + 0.025u_{2t} + 0.039u_{3t} + 0.018\mu_t + 0.017\lambda_t. \quad (11)$$

Данное уравнение объекта нам необходимо для имитации потенциально реального процесса для проведения вычислительного эксперимента.

Переходные характеристики процесса $k(t)$ (10) представлены на рис. 3.

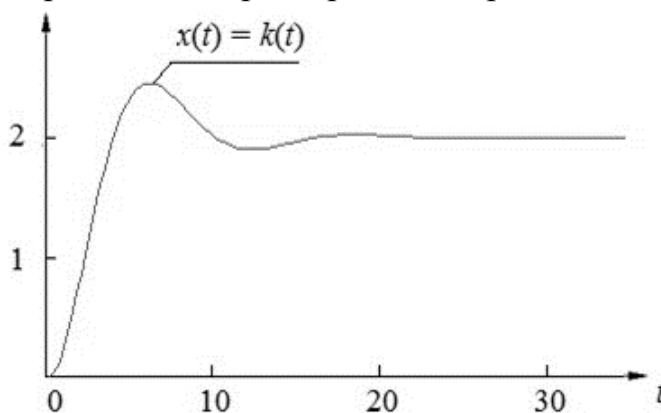


Рис. 3. Переходная характеристика процесса (10)

Пусть управляющие воздействия имеют вид: $u_1(t) = \sin(0.5 \cdot t)$, $u_2(t) = \cos(0.2 \cdot t)$, $u_3(t) = 0.5 \sin(0.1 \cdot t)$.

Пусть неуправляемая, но контролируемая переменная имеет вид $\mu(t) = 0.1 \sin(0.2 \cdot t)$, график представлен на рис. 4.

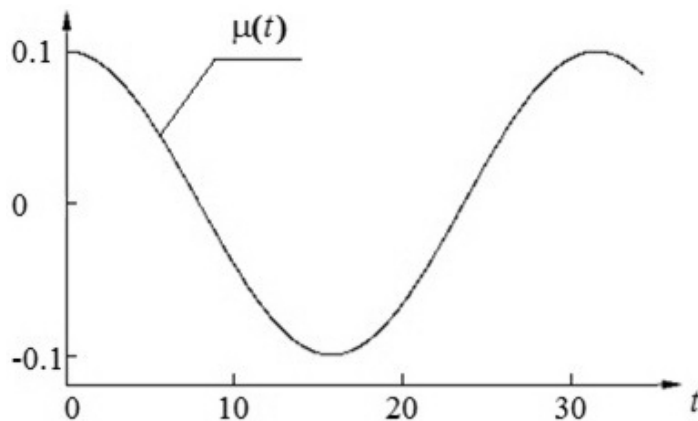


Рис. 4. Входное неуправляемое, контролируемое воздействие $\mu(t)$

Входная неконтролируемая переменная равна $\lambda(t) = 0.1 \cos(0.02 \cdot t)$, график переменной представлен на рис. 5.

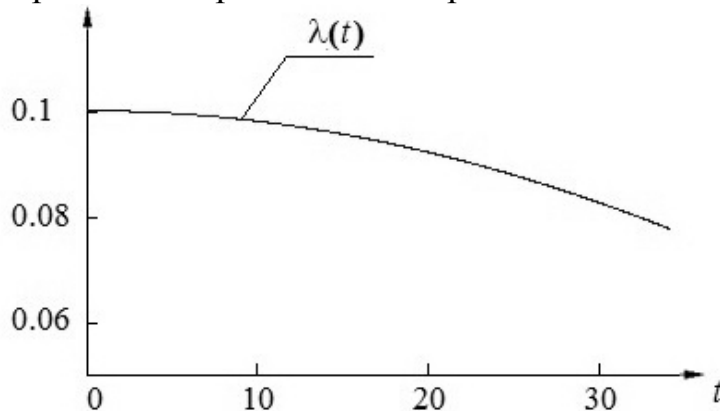


Рис. 5. Входное неконтролируемое воздействие $\lambda(t)$

Модель объекта, полученная с помощью (7), представлена на рис. 6.

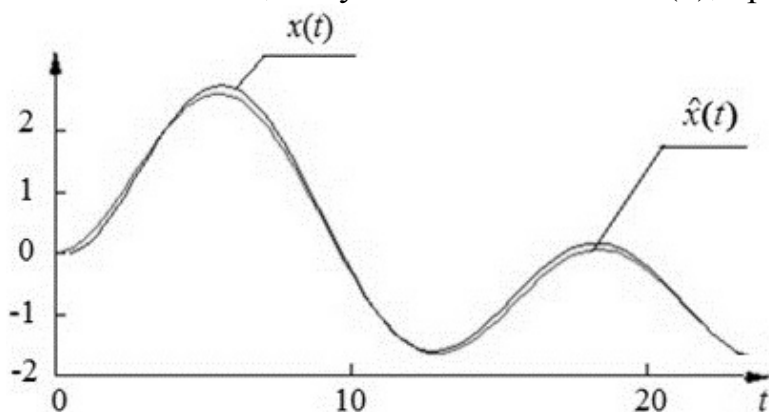


Рис. 6. Результаты моделирования динамического объекта: $x(t)$ - выход объекта, $\hat{x}(t)$ - выход модели объекта

Квадратичная ошибка моделирования равна 0.015. Как можно заметить из рис. 6, непараметрическая модель (7) успешно справляется с задачей идентификации. Использование подобных моделей может оказаться полезным для управления динамическим процессом.

На рис. 7 представлены выход объекта и модели объекта, полученной при использовании уравнения (7) при уровне помех 7%.

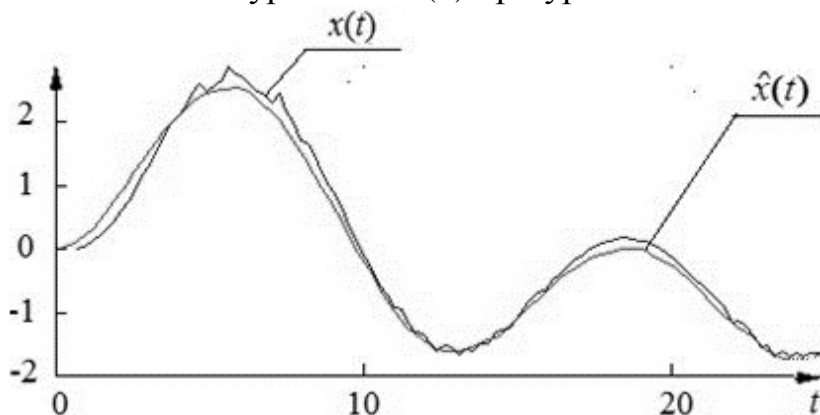


Рис. 7. Результаты моделирования динамического объекта при помехе 7%

В эксперименте, представленном на рис. 7, квадратичная ошибка моделирования равна 0,09. Из рис. 7 и значения квадратичной ошибки можно сделать вывод, что с помощью модели (7) можно получить адекватные модели даже при достаточно высоком уровне помех.

Заключение

Представлены результаты моделирования линейных динамических процессов в условиях неопределенности. Такого типа процессы характерны для различных отраслей промышленности. Численные эксперименты показали эффективность непараметрических моделей даже при высоком уровне помех. Особенность рассмотренных методов в том, что вышеописанные модели могут применяться в условиях малого количества априорных сведений об объекте, структура объекта остается неизвестной, а лишь требуется знание некоторых качественных свойств (линейность или нелинейность, однозначность или неоднозначность и т.д.).

Выражаем благодарность научному руководителю д.т.н., профессору **А.В. Медведеву** за оказанную помощь в проведенных исследованиях.

Список использованных источников

1. Орлов В.И., Сергеева Н.А., Чжан Е.А. О технической диагностике качества диодных матриц // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. Вып. №2, Т. 81. 2015. С. 71-76.
2. Медведев А.В. Основы теории адаптивных систем. - Красноярск: Изд-во Сиб. гос. аэрокосмич. ун-та, 2015. 525 с.
3. Надарая Э.А. Непараметрические оценки плотности вероятности и кривой. - Тбилиси: Изд-во Тбилисского университета, 1983. 194 с.

Бородулин А.Н.

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

Тверской государственнй технический университет

Особое место в структуре программного обеспечения современных корпоративных информационных систем занимают средства аналитической обработки информации. Возникнув в 70-е годы XX века в рамках концепции планирования производственными ресурсами предприятий MRP II

(Manufacturing Resource Planning) в виде систем поддержки принятия решений руководителей, в настоящее время данный класс информационных систем трансформировался в целый сегмент средств бизнес-аналитики на рынке корпоративного программного обеспечения [1, 2].

Традиционно ассоциируемые с термином Business Intelligence (BI), системы подобного типа ориентированы в первую очередь на доступ и манипулирование большими базами структурированных данных и интегрируются в современные корпоративные ERP-системы на основе следующих базовых технологических принципов [3, 4]:

- хранение данных на основе сбора их из различных транзакционных систем оперативной обработки информации в единое хранилище данных (data warehouse);

- интеграция данных для формирования и поддержания эффективной работы хранилища на основе автоматизации основных этапов обработки информации и применения специальных ETL-средств (от англ. extract-transform-load);

- анализ данных с применением OLAP-инструментов (Online Analytical Processing), средств Data Mining и статистических методов исследований;

- представление информации на основе как традиционного «табличного» типа, так и с помощью специальных средств визуализации в виде информационных панелей (dashboards);

Реализация приведенных принципов во многом определяется особенностями программного обеспечения, представленного как развитыми наборами аналитических инструментов (Enterprise BI Suites - EBIS), так и как средствами для создания самостоятельных BI-приложений в рамках действующих ERP-систем [5].

Разнообразие существующих программных реализаций BI-инструментария и практическая необходимость поддержки многими предприятиями работы нескольких информационных систем приводит к необходимости формирования единого подхода к разработке информационно-аналитических систем внутрифирменного управления. Прежде всего, определяя класс информационно-аналитических систем, необходимо вычленив его из общего понятия информационных систем управления предприятиями.

Понимая, в самом общем случае, под обоими типами систем комплекс технических и программных средств направленных на автоматизированную обработку данных и управление деятельностью предприятий, следует считать информационно-аналитические системы своеобразными надстройками (метасистемами) над действующими информационными системами. Последние, прежде всего, направлены на оперативную обработку в условиях большого количества хранимых объектов данных и транзакций между ними. А информационно-аналитические системы должны быть ориентированы на выборку сложной по структуре информации из разнотипных источников данных, ее актуальную по срокам и задачам обработку и предоставление в виде удобном для принятия решений и последующего контроля их исполнения.

Далее представим обобщенную методику построения информационно-

аналитических систем предприятиями. Структурно методика состоит из последовательности этапов, каждый из которых в свою очередь может быть разбит на несколько фаз. Как и в случае с разработкой любой сложной технической системы разработка информационно-аналитических инструментов должна носить итеративный характер, замыкая всю последовательность работ переходом на новый цикл развития системы. В общем случае построение информационно-аналитической системы на предприятии можно представить в виде последовательности из шести этапов (рис. 1).



Рис. 1. Этапы построения информационно-аналитической системы предприятия

Содержание основных этапов следующее.

1. *Разработка концепции* - обоснование целесообразности создания информационно-аналитической системы, выработка стратегии и формирование критериев для будущей оценки эффективности реализации системы.

В рамках первого этапа последовательно выполняются следующие мероприятия:

- оценивается текущее состояние бизнеса и тенденции его развития, которые могут сказаться на возможности реализации проекта информационно-аналитической системы, так как недостаточные финансовые возможности и сложная рыночная ситуация может негативно отразиться на перспективах проекта;

- определяются источники финансирования и руководители проекта, которые будут определять в дальнейшем кадровый состав участников проекта, а также нести ответственность за его реализацию;

- производится оценка рисков будущего проекта в отношении его структурной сложности на основе анализа ожидаемого объема и достоверности хранимых данных, необходимости поддержки распределенной обработки информации, согласования интерфейсов различных приложений;

- оцениваются риски, связанные с организационным обеспечением будущей системы в отношении количества пользователей, режимов и прав их

доступа, их квалификации в использовании информационных систем;

- осуществляется анализ рисков процесса разработки на основе оценки опыта разработчиков, степени готовности аппаратных и программных средств, наличия подтвержденного графика финансирования;

- формируется состав статей затрат проекта, выполняется их предварительная оценка, а также определяется набор показателей эффективности информационно-аналитической системы.

В результате выполнения первого этапа должны быть четко сформированы цели проекта, назначены его руководители, дана количественная оценка рисков реализации проекта, а также определены источники финансирования, состав затрат и критерии его эффективности.

2. *Проектирование инфраструктуры* - формирование положений в отношении организации хранения и обработки данных. Этот этап предполагает:

- оценивается техническая инфраструктура предприятия в отношении возможности поддержки новых аппаратных средств, обеспечения необходимого уровня масштабируемости и производительности;

- производится оценка имеющегося комплекса программного обеспечения, в том числе информационно-управляющих систем, учетных систем, систем управления документооборотом и др., которые будут выступать источником оперативных данных;

- оценивается готовность структуры управления предприятием к внедрению информационно-аналитической системы в отношении общей политики принятия решений, механизмов координации, контроля исполнения, наличия неформальных информационных связей.

По окончании второго этапа должно быть выполнено проектирование и необходимой аппаратной и программной инфраструктуры будущей информационно-аналитической системы, а также сформулированы требования по ее организационному обеспечению и политике безопасности.

3. *Проектирование информационной базы* - разработка положений по управлению оперативными и аналитическими данными. В ходе этого этапа необходимо:

- определение требований к данным со стороны будущих пользователей системы в отношении структуры показателей, источников информации, критериев оценки качества данных;

- моделирование данных на основе определенной методологии для создания их логической модели, понятной всем будущим пользователям;

- разработка требований к организации хранилища данных, в виде поддержки его репозитарием созданной ранее информационной модели и обеспечения необходимого качества информации средствами извлечения, очистки и загрузки данных;

- выбор инструментальной платформы и реализация хранилища данных с поддержкой современных OLAP-технологий, а также интеграция его с внешними приложениями и информационными источниками.

Взаимосвязь основных структурных элементов информационного обеспечения аналитического инструментария внутрифирменного управления

можно представить, например, в виде схемы на рис. 2, как комбинации различных типов данных, их источников и разрезов представления информации для организации ее хранения и аналитической обработки.

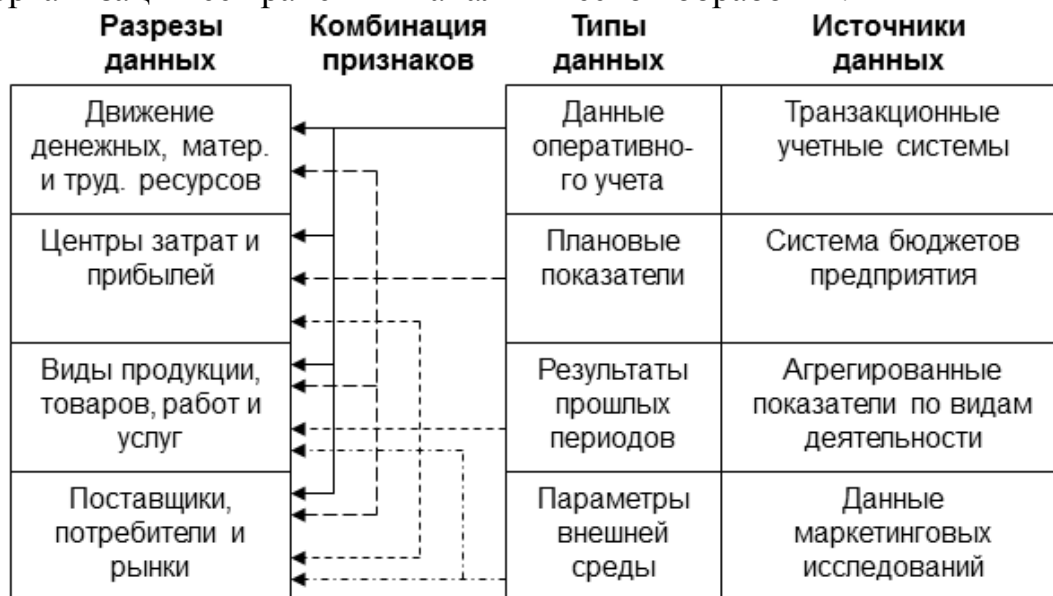


Рис. 2. Пример информационной базы аналитических средств внутрифирменного управления

Таким образом, в результате выполнения третьего этапа должны быть созданы логическая модель данных и единое хранилище данных предприятия, настроены алгоритмы загрузки и очистки информации, а также сгенерированы основные OLAP-кубы.

4. *Подключение возможностей готового программного обеспечения* - использование встроенной функциональности промышленно поставляемых платформ и инструментов бизнес-анализа. Этот этап состоит из следующих фаз:

- оценки и выбора коробочных BI-продуктов, которые обеспечивают базовый набор аналитических инструментов, с учетом требований сформированных на втором и третьем этапах в отношении комплекса действующего программного обеспечения оперативных систем и хранилищ данных;

- настройка функций отчетности и формирования запросов, доступных из транзакционных систем, а также расширение их функционала возможностями типовых BI-инструментов для обработки OLAP-кубов и использования средств Data mining;

- разработка основных наборов информационных панелей и схем детализации отчетов для различных групп специалистов и лиц, принимающих решения в соответствии с политикой безопасности и информационными требованиями пользователей, сформированными соответственно на втором и третьем этапах;

- подключение BI-инструментария, доступного в Web-среде для анализа глобальных информационных ресурсов, а также оценка целесообразности и возможный перенос части аналитических данных в облачные BI-сервисы для расширения круга аппаратных платформ и географии доступа к внутрифирменной информации.

По завершении четвертого этапа должен быть создан комплекс типовых

инструментов по формированию информационных панелей, детализированных отчетов, средств поиска данных, как во внутренней, так и во внешней информационной среде предприятия.

5. *Разработка специализированных аналитических инструментов* - создание комплекса программных средств для решения аналитических задач внутрифирменного управления, расширяющих возможности типовых ВІ-приложений. В рамках этого этапа предполагается:

- формирование комплекса специфических задач в системе аналитического инструментария предприятия, решение которых невозможно или неэффективно в рамках типовых платформ бизнес-анализа;

- определение требований к информационной базе, необходимой для решения поставленных задач, а также к структуре и форме представления результатов анализа в соответствии с политикой безопасности и требованиями пользователей, сформированными соответственно на втором и третьем этапах;

- выбор методов и средств для решения поставленных задач, с учетом определенных требований к их информационному обеспечению и возможностей их реализации в рамках инструментального программного обеспечения действующих на предприятии оперативных информационных систем;

- интеграция созданных инструментов с внешними программными средствами статистических расчетов, имитационного моделирования, искусственного интеллекта, визуализации информации для реализации функционала, расширяющего возможности типовых инструментальных сред.

Важным аспектом построения специализированных аналитических инструментов является учет специфики как информационной базы (см. п. 2), так и экономической сущности решаемых задач. При этом важен не столько выбор какой-либо конкретной методологической основы, сколько строгое следование выбранному подходу. Одним из вариантов классификации аналитических задач внутрифирменного управления может служить схема (рис. 3), составленная на основе учета факторов неопределенности исходных данных решаемых задач и размерности их результатов.

Неопределенность аналитических задач в целом высока для стратегических решений, которые опираются главным образом на экспертные данные. Закономерно, что и сами решения в этом случае определяются, прежде всего, качественными параметрами. С ростом детерминизма информационной среды появляется возможность привлечения репрезентативных статистических выборок, как из внешних, так и из внутренних источников. Размерность решений на оперативном уровне управления растет, они выражаются уже количественными параметрами шкал высокого порядка и часто образуют сложные агрегатные типы данных.

С ростом информационной и структурной сложности задач, количество учитываемых связей и взаимовлияющих факторов еще больше возрастает и встает вопрос о необходимости учета активности и целевых установок отдельных элементов системы управления. Степень неопределенности решений может увеличиваться и дальше, однако последующий рост сложности моделей уже не повышает их эффективности, в результате чего развитие

возможно лишь путем качественного перехода моделей и инструментов управления на более высокий уровень (например, от внутрифирменного к корпоративному).

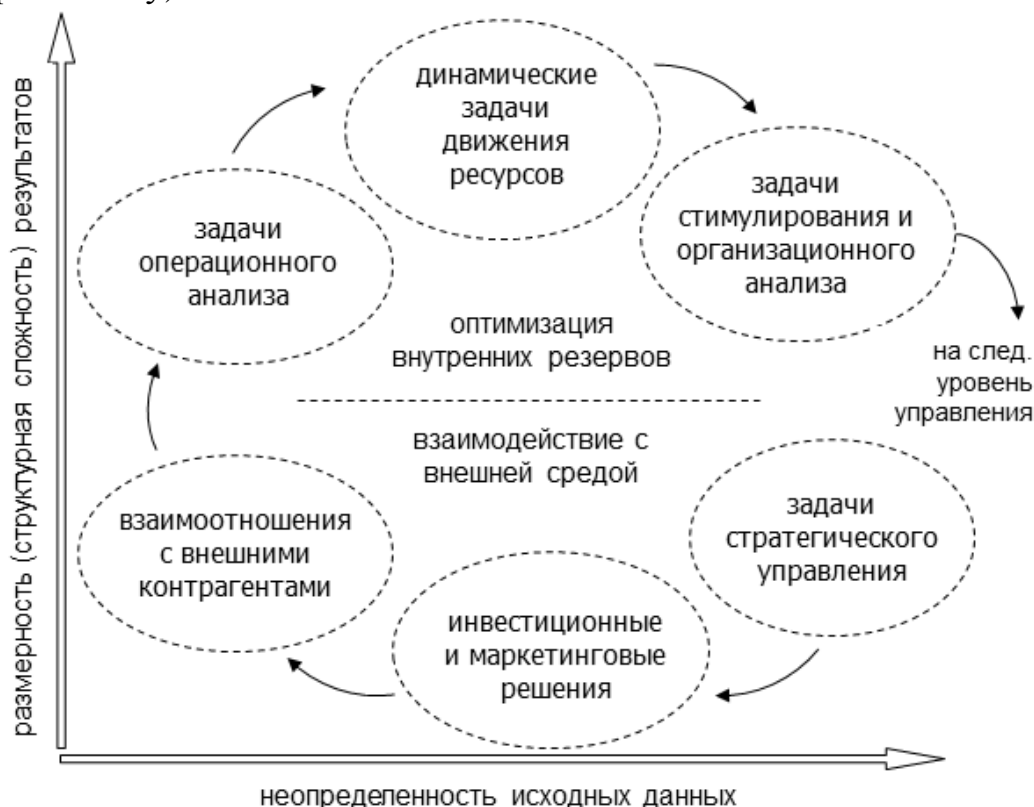


Рис. 3. Комплекс задач аналитического инструментария внутрифирменного управления

Таким образом, после пятого этапа на предприятии будет сформирована единая информационно-аналитическая система, включающая как типовые функции бизнес-аналитики, так и реализующие особые специфичные для условий функционирования конкретного предприятия расширенные аналитические инструменты.

6. Внедрение и расширение - управление процессом развития информационно-аналитической системы на всех стадиях ее жизненного цикла. Реализация шестого этапа подразумевает:

- апробацию возможностей новой системы небольшой группой пользователей, тем не менее, включающей как опытных, так и менее подготовленных сотрудников в отношении использования технологий бизнес-аналитики из различных служб и подразделений предприятия;

- вовлечение в работу с системой широкого круга специалистов и руководителей предприятия, на основе специальных программ обучения и учета пожеланий пользователей для настройки отдельных функций системы и определения путей ее дальнейшего расширения;

- определение частных критериев эффективности отдельных модулей и блоков информационно-аналитической системы с целью оценки результатов использования конкретных моделей и инструментов для формирования в будущем их сбалансированного комплекса;

- оценка данных в разрезе отдельных статей затрат и подготовка итого-

вого вывода об эффективности внедрения информационно-аналитической системы на предприятии и определение путей ее дальнейшего развития с учетом перспективных возможностей аппаратного и программного обеспечения.

В качестве результатов последнего этапа должны выступать как действующая информационно-аналитическая система внутрифирменного управления на предприятии, так и уточненная концепция ее развития, предполагающая итеративный процесс ее совершенствования в рамках рассмотренных шести этапов на основании комплексного анализа всего процесса разработки, факторов формирования затрат и эффективности принятых проектных решений.

Список использованных источников

1. Основы бизнес-анализа: учебное пособие / В.И. Бариленко, В.В. Бердников, Р.П. Булыга и др.; под ред. В.И. Бариленко. - М.: КНОРУС, 2014. 272 с.
2. Бородулин А.Н. Аналитический инструментарий внутрифирменного управления. - М.: Экономика, 2012. - 367 с.
3. Воронин А. Рынок бизнес-аналитики: бизнес растет, аналитика умнеет // PC Week/RE, №5 (825), 5 марта 2013. - <http://www.pcweek.ru/idea/article/detail.php?ID=147597>.
4. Черняк Л. BI и DSS - две стороны одной медали // Открытые системы, 2009, № 9. С. 22-26.
5. BI-системы в России 2014. Обзор TAdviser. - <http://www.tadviser.ru/index.php/BI>.

Зайцев А.В., Канушкин С.В., Волков А.В., Тое Вэй Тун МОДЕЛЬ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВОЗМУЩЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

Рассмотрим особенности решения задачи синтеза управления движением динамического объекта методом аналитического конструирования агрегированных регуляторов (АКАР) на примере стабилизации угла вращения летательного аппарата, математическое описание которой имеет вид:

$$\begin{aligned}\ddot{\varphi}_2(t) &= \varphi_1; \\ \ddot{\varphi}_1(t) &= a_{\varphi_1} \varphi_1 + u.\end{aligned}\tag{1}$$

В соответствии с методом АКАР введем макропеременную вида $y = j_1 - d$, где y - это задаваемая макропеременная, а d - неизвестная на данном шаге функция (в терминах метода АКАР – внутреннее управление). Далее на основании функционального уравнения

$$T\ddot{\varphi}(t) + \psi = 0.\tag{2}$$

Найдем искомое управление u следующим образом:

1) производная вычисляется как производная по времени сложной функции, взятая в силу уравнений управляемого объекта:

$$\ddot{\varphi}(t) = \frac{d\psi(\varphi_1, \varphi_2)}{dt} = \frac{\partial \psi_1(\varphi_1, \varphi_2)}{\partial \varphi_1} \frac{d\varphi_1}{dt} + \frac{\partial \psi_1(\varphi_1, \varphi_2)}{\partial \varphi_2} \frac{d\varphi_2}{dt} =$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\partial \psi_1(\varphi_1, \varphi_2)}{\partial \varphi_1} \varphi_1(t) + \frac{\partial \psi_1(\varphi_1, \varphi_2)}{\partial \varphi_2} \varphi_2(t) = \\
&= \varphi_1(t) - \left(\frac{\partial \delta}{\partial \varphi_1} \varphi_1(t) + \frac{\partial \delta}{\partial \varphi_2} \varphi_2(t) \right) = \\
&= \left(1 - \frac{\partial \delta}{\partial \varphi_1} \right) \varphi_1(t) - \frac{\partial \delta}{\partial \varphi_2} \varphi_2(t) = \left(1 - \frac{\partial \delta}{\partial \varphi_1} \right) \left(a_{\varphi_1} \varphi_1 + u \right) - \frac{\partial \delta}{\partial \varphi_2} \varphi_1.
\end{aligned} \tag{3}$$

2) подставляем (2) в (3), а полученное алгебраическое уравнение разрешаем относительно неизвестного управления u :

$$u = -a_{\varphi_1} \varphi_1 + \frac{1}{1 - \frac{\partial \delta}{\partial \varphi_1}} \left[\frac{\partial \delta}{\partial \varphi_2} \varphi_1 - \frac{1}{T} \psi \right] \tag{4}$$

Далее исследуем динамику полученного уравнения для определения оптимального управления. Управление (4) содержит в себе неизвестные составляющие – частные производные $\frac{\partial d}{\partial j_1}, \frac{\partial d}{\partial j_2}$, для нахождения которых используется следующий шаг метода АКАР [3].

В силу того, что через $(2 \div 3)T$ система выйдет на аттрактор $y=0$, так как уравнение имеет устойчивое решение $y(t) = y_0 e^{-t/T} = 0$, можно утверждать, что выполняется соотношение

$$\psi = \varphi_1 - \delta = 0 \Rightarrow \varphi_1 = \delta. \tag{5}$$

Переменная j_1 принимает установившееся значение равное δ , а это означает, что динамику изменения этой переменной можно не рассматривать – отбросить второе уравнение системы, а вместо него рассматривать алгебраическое уравнение. Следовательно, динамика исходной системы после $(2 \div 3)T$ описывается уравнениями, одним дифференциальным и одним алгебраическим

$$\begin{aligned}
\dot{\varphi}_2 \psi(t) &= \varphi_1 \psi = \delta, \\
\varphi_1 &= \delta.
\end{aligned} \tag{6}$$

Таким образом, на конечном этапе движения исходной системы можно, задавая вид функции d из соображений устойчивости и цели функционирования исходной системы, определить «внутреннее» управление δ . Затем, зная выражение для δ , подставим частные производные и найдем искомое управление. Из уравнения (6) видно, что функция d является функцией только од-

ной координаты – $d = d(j_2)$. Тогда выражение упрощается, т.к. $\frac{\partial \delta}{\partial \varphi_1} = 0$:

$$u = -a \frac{\varphi}{\varphi_{20}} + \frac{\partial \delta}{\partial \varphi_2} \varphi_1 - \frac{1}{T} \psi = -a \frac{\varphi}{\varphi_{20}} + \frac{\partial \delta}{\partial \varphi_2} \varphi_1 - \frac{1}{T} (\varphi_1 - \delta). \quad (7)$$

Так, например, если цель – обеспечить стабилизацию $j_2 = j_{20}$, где $\varphi_{20} = \text{const}$ – желаемое постоянное значение, то можно выбрать выражение $\Phi \delta = -\alpha (\varphi_2 - \varphi_{20})$. Это обеспечит стабилизацию $j_2 = j_{20}$ и асимптотическую устойчивость замкнутой системы при условии $T > 0$, $a > 0$. Коэффициент a задает динамику затухания переменной j_2 , то есть чем он больше, тем быстрее переменная j_2 установится в значении переменной j_{20} .

Задача синтеза управления летательным аппаратом имеет смысл в том случае, если удастся провести идентификацию внешних возмущений, действующих на объект.

Причины возмущений, оказывающих влияние на объект, следующие:

- смещение центра масс относительно его оси;
- несоосность сопел двигателя;
- неточность приведения сопел двигательной установки в нулевое положение, обусловленная работой шагового двигателя.

В настоящее время трудно выделить единый метод идентификации возмущений. В ряде работ [1-5] приводится анализ возможных методов.

Остановимся на методике, позволяющей получить численные значения возмущающих воздействий.

Математическая модель движения объекта может быть представлена следующей системой линейных дифференциальных уравнений при условии, что упругими колебаниями корпуса можно пренебречь:

$$\begin{aligned} \ddot{V}_z &= -c_{V_z V_z} V_z(t) - c_{V_z \psi} \psi(t) - c_{V_z \delta} \delta(t) + \bar{F}(t) \\ \ddot{\psi}(t) &= -c_{\psi \psi} \psi(t) - c_{\psi \delta} \delta(t) + \bar{M}(t) \\ \ddot{\delta}(t) &= -\frac{2\xi}{T_{\text{РП}}} \dot{\delta}(t) - \frac{1}{T_{\text{РП}}^2} \delta(t) + \frac{K_{\text{РП}}}{T_{\text{РП}}^2} v(t). \end{aligned} \quad (8)$$

В соответствии с [7] идентификация может быть проведена следующим образом. Перепишем (8) в векторно-матричной форме:

$$\ddot{Y}(t) = a_1(t) \dot{Y}(t) + a_0(t) Y(t) + b_0 v(t) + b_1 F(t) \quad (9)$$

$$\text{где } a_1(t) = \begin{bmatrix} 0 & c_{V_z V_z} & 0 \\ 0 & c_{\psi \psi} & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{2\xi}{T_{\text{РП}}} \end{bmatrix}; \quad a_0(t) = \begin{bmatrix} 0 & c_{V_z V_z} & c_{V_z \delta} \\ 0 & 0 & c_{\psi \delta} \\ 0 & 0 & -\frac{1}{T_{\text{РП}}^2} \end{bmatrix}; \quad b_0 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{K_{\text{РП}}}{T_{\text{РП}}^2} \end{bmatrix}; \quad b_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

Тогда, преобразуя выражение (9), можно записать:

$$\dot{Y}(t) = E(t)Y(t) + A(t)U(t) + C(t)F(t) \quad (10)$$

Как следует из [5], решение данной системы может быть представлено в следующем виде:

$$Y[(n+1)T] = \Phi(t)Y(nT) + H(T)U(nT) + \Gamma(t)F(nT). \quad (11)$$

Тогда, опуская промежуточные преобразования, можно получить следующую систему уравнений:

$$\begin{aligned} z[(n+1)T] &= z[nT] + T\dot{z}[nT] + \frac{1}{2}T^2\ddot{z}[nT]; \\ \psi[(n+1)T] &= \psi[nT] + T\dot{\psi}[nT] + \frac{1}{2}T^2\ddot{\psi}[nT]; \\ \delta[(n+1)T] &= \delta[nT] + T\dot{\delta}[nT] + \frac{1}{2}T^2\ddot{\delta}[nT] + \frac{K_{pp}}{T_{pp}^2}U[nT]; \\ \dot{\delta}[(n+1)T] &= -\frac{T}{T_{pp}^2}\delta[nT] + \dot{\delta}[nT] - \\ &- 2\xi\frac{T}{T_{pp}}\dot{\delta}[nT] + U[nT]\left(T\frac{K_{pp}}{T_{pp}^2} - \xi T^2\frac{K_{pp}}{T_{pp}^3}\right). \end{aligned} \quad (12)$$

При условии, что в процессе полета фазовые координаты $\dot{z}[nT]$, $\psi[nT]$, $\dot{\psi}[nT]$ изменяются, а также вычисляются координата $z[nT]$ и управление $U[nT]$, формируемое в БЦВМ, оценки внешних возмущений могут быть получены в следующем виде:

$$\begin{aligned} \ddot{z}[nT] &= \frac{2}{T^2}\{z[(n+1)T] - z[nT] - T\dot{z}[nT]\}, \\ \ddot{\psi}[nT] &= \frac{2}{T^2}\{\psi[(n+1)T] - \psi[nT] - T\dot{\psi}[nT]\}. \end{aligned} \quad (13)$$

Данная методика имеет один существенный недостаток. Оценка возмущений может быть получена при наличии дополнительных датчиков, которые не всегда имеют место.

Рассмотрим возможность идентификации возмущений при отсутствии дополнительных измерений.

Вернемся к алгебраической форме записи. Состояние объекта может быть описано следующей системой уравнений:

$$\begin{aligned} V_z[(k+1)T] &= a_{11}V_z[kT] + a_{12}\psi[kT] + a_{13}\dot{\psi}[kT] + \\ &+ a_{14}\delta[kT] + h_{11}U[kT] + \Gamma_{11}F[kT] + \Gamma_{12}M[kT]; \\ \psi[(k+1)T] &= a_{21}V_z[kT] + a_{22}\psi[kT] + a_{23}\dot{\psi}[kT] + \\ &+ a_{24}\delta[kT] + h_{31}U[kT] + \Gamma_{22}M[kT]; \\ \dot{\psi}[(k+1)T] &= a_{31}V_z[kT] + a_{32}\psi[kT] + a_{33}\dot{\psi}[kT] + \\ &+ a_{34}\delta[kT] + h_{31}U[kT] + \Gamma_{31}F[kT] + \Gamma_{32}M[kT]; \\ \delta[(k+1)T] &= a_{44}\delta[kT] + h_{41}U[kT] + \Gamma_{41}F[kT] + \Gamma_{42}M[kT]. \end{aligned} \quad (14)$$

Неизвестными в данной системе являются значения $\dot{\psi}[kT]$, $\dot{\psi}[(k+1)T]$, $F(T)$, $M(T)$, $\delta[(k+1)T]$.

Чтобы получить значения неизвестных, добавим к (14) два уравнения,

полученных на предыдущем шаге дискретности:

$$\begin{aligned} V_z[kT] &= a_{11} V_z[(k-1)T] + a_{12} \psi[(k-1)T] + \\ &+ a_{13} \varphi[(k-1)T] + a_{14} \delta[(k-1)T] + \Gamma_{11} F(T) + \Gamma_{12} M(T) + h_{11} U[(k-1)T], \\ \psi[kT] &= a_{21} V_z[(k-1)T] + a_{22} \psi[(k-1)T] + \\ &+ a_{23} \varphi[(k-1)T] + a_{24} \delta[(k-1)T] + \Gamma_{21} F(T) + \Gamma_{22} M(T) + h_{21} U[(k-1)T]. \end{aligned} \quad (15)$$

Введем следующие обозначения:

$$\begin{aligned} B &= \begin{bmatrix} V_z[(k+1)T] - a_{11} V_z[kT] - a_{12} \psi[kT] - a_{14} \delta[kT] + \\ h_{11} U[kT]; \\ \psi[(k+1)T] - a_{21} V_z[kT] - a_{22} \psi[kT] - a_{24} \delta[kT] - \\ h_{21} U[kT]; \\ -a_{31} V_z[kT] - a_{32} \psi[kT] - a_{34} \delta[kT] - h_{31} U[kT] \\ -a_{44} \delta[kT] - h_{41} U[nT]; \\ V_z[kT] - a_{11} V_z[(k-1)T] - a_{12} \psi[(k-1)T] - \\ a_{14} \delta[(k-1)T] + h_{11} U[(k-1)T]; \\ \psi[kT] - a_{21} V_z[(k-1)T] - a_{22} \psi[(k-1)T] - \\ a_{24} \delta[(k-1)T] - h_{21} U[(k-1)T]. \end{bmatrix}; \\ \Phi^* &= \begin{bmatrix} a_{13} & 0 & \Gamma_{11} & \Gamma_{12} & 0 & 0 \\ a_{23} & 0 & \Gamma_{21} & \Gamma_{22} & 0 & 0 \\ a_{33} & -1 & \Gamma_{31} & \Gamma_{32} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \Gamma_{41} & \Gamma_{42} & -1 & 0 \\ 0 & 0 & \Gamma_{11} & \Gamma_{12} & 0 & a_{13} \\ 0 & 0 & \Gamma_{21} & \Gamma_{22} & 0 & a_{23} \end{bmatrix}; \quad X = \begin{bmatrix} \varphi[kT] \\ \varphi[(k+1)T] \\ f(T) \\ M(T) \\ \delta[(k+1)T] \\ \varphi[(k-1)T] \end{bmatrix}. \end{aligned}$$

Отсюда могут быть найдены значения неизвестной матрицы X путем решения матричного уравнения:

$$\Phi^* X = B. \quad (16)$$

Значения возмущений, входящих в X , могут быть получены решением уравнения (16)

$$X = \Phi^{*-1} B. \quad (17)$$

Таким образом, приведенные выше зависимости показывают возможность идентификации внешних возмущений, действующих на объект как при наличии дополнительных измерений, так и без них. Учитывая природу возмущений, их можно экстраполировать и тем самым строить алгоритм программного управления с учетом имеющих место возмущений.

Дополнительно к этому расширим задачу.

Рассмотрим случай, когда требуемое конечное состояние, в которое должен быть переведен объект, известно заранее.

Введем в рассмотрение вектор Y_{TP} , характеризующий конечное состояние, в которое должен быть приведен объект управления.

Тогда критерий оптимальности примет вид:

$$J = \sum_{k=1}^N \{Y[kT] - Y_{TP}\}^T Q(Y[kT] - Y_{TP}) + ru^2[(k-1)T] \quad (18)$$

где Y_{TP} - терминальный член, характеризующий требуемое состояние, в ко-

торое должен быть переведен объект.

Перепишем исходную систему уравнений с учетом идентифицированных возмущений:

$$\begin{aligned}
 Y[T] &= \Phi(T)Y[0] + H(T)U[0] + \Gamma(T)F[0] \\
 Y[2T] &= \Phi^2(T)Y[0] + \Phi(T)H(T)U[0] + \\
 &\quad \Phi(T)\Gamma(T)F[0] + H(T)U[T] + \Gamma(T)F[T] \\
 &\quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\
 Y[NT] &= \Phi^N(T)Y[0] + \sum_{k=0}^{N-1} \Phi^{N-k-1}(T)H(T)U[kT] + \\
 &\quad + \sum_{k=0}^{N-1} \Phi^{N-k-1}(T)\Gamma(T)F[kT]
 \end{aligned} \tag{19}$$

Опуская выкладки, аналогичные приведенным выше, запишем окончательное выражение для системы уравнений формирования управляющих воздействий:

$$\begin{aligned}
 &\sum_{k=0}^{N-i} Y[0]\Phi^{(N-k)T}(T)Q\Phi^{N-(k+i)}(T)H(T) + \\
 &\sum_{k=0}^{N-1} H^T(T)\Phi^{[N-(k+i)]T}(T)Q\Phi^{N-k}(T)Y[0] + \\
 &+ 2\sum_{n=0}^{N-\eta} H^T(T)\Phi^{(N-j-\mu)T}(T)Q\Phi^{N-(n+\eta)}(T)H(T)u[nT] + \\
 &+ 2\sum_{n=0}^{N-\eta} H^T(T)\Phi^{(N-j-\mu)T}(T)Q\Phi^{N-(n+\eta)}(T)\Gamma(T)F(nT) - \\
 &\quad j = \overline{1, N}, \mu = \overline{0, N-j}, \eta = \overline{1, N-j+1} \\
 &- 2\sum_{j=N-1}^k H^T(T)\Phi^{[j-k]T}(T)Y_{TP}(T) + 2ru[nT] = 0 \\
 &\quad n = \overline{0, N-1}
 \end{aligned} \tag{20}$$

Преобразуя (20), получим алгоритм управления в следующем виде:

$U = -A^{-1}B$, где

$$B = B_1 Y[0] + B_2 F[nT] - B_3 Y_{TP};$$

$$B_1 = \sum_{k=0}^{N-\eta} H^T(T)\Phi^{[N-(k+i)]T}(T)Q\Phi^{N-k}(T);$$

$$B_2 = \sum_{n=0}^{N-\eta} H^T(T)\Phi^{[N-J+\mu]T}(T)Q\Phi^{N-(n+\eta)}(T)\Gamma(T);$$

$$j = \overline{1, N}, \mu = \overline{0, N-j}, \eta = \overline{1, N-j+1}$$

$$B_3 = \sum_{j=N-1}^k H^T(T)\Phi^{(j-k)T}(T);$$

$$A = \sum_{n=0}^{N-\eta} H^T(T)\Phi^{[N-J+\mu]T}(T)Q\Phi^{N-(n+\eta)}(T)H(T) + r$$

$$j = \overline{1, N}, \mu = \overline{0, N-j}, \eta = \overline{1, N-j+1}$$

Значения матриц B_1 , B_2 , B_3 и A определяются после расчетов матриц переходных процессов $H(T)$, качества Q , возмущений $\Gamma(T)$ и переходной матрицы $\Phi(T)$.

Список использованных источников

1. Барковский В.В., Захаров В.Н., Шаталов А.С. Методы синтеза систем управления. М.: Машиностроение, 1981. 277 с.
2. Методы современной теории автоматического управления/под ред. проф. Егупова Н.Д., М.:МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005.-784с.
3. Зайцев А.В. Методика разработки алгоритма оптимального программного управления с учетом возмущений// Авиакосмическое приборостроение, №1/2002.
4. Зайцев А.В. Методика идентификации внешних возмущений// XV Междунар. науч. конф. «Математические методы в технике и технологиях». Сб. тр. Т.2. Секция 2, Тамбов: ТГТУ, 2002
5. Гроп Д. Методы идентификации систем. М.: Мир, 1979. 302 с.
6. Зайцев А.В., Фисун Ю.В. Комбинированный подход в решении задач восстановления информации// В сб. Прогрессивные технологии, конструкции и системы в приборостроении и машиностроении. М.: РАН, 1999.
7. Зайцев А.В., Канушкин С.В. Методика идентификации возмущений в модели движения объекта с РДТТ// XXXIII Всеросс. НТК «Проблемы эффективности и безопасности функционирования сложных технических информационных систем». Тр. конф. Ч. 5. Серпухов, 2014, с.159-165.
8. Зайцев А.В., Канушкин С.В. Оптимальное управление движением объектов с РДТТ// XXXIII Всеросс. НТК «Проблемы эффективности и безопасности функционирования сложных технических информационных систем». Тр. конф. Ч. 5. Серпухов, 2014, с.166-172.

Мутовкина Н.Ю.

МЕТОДИКА НЕЧЕТКОЙ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО СОСТАВА ВУЗА

Тверской государственный технический университет

Работа поддержана РФФИ, проект № 15-01-05545-а

Введение

В современных условиях, сложившихся в результате последних нововведений в Российской системе высшего профессионального образования (ВПО), заимствованных с Запада, оценка качества деятельности преподавателей занимает важное место. Сложно не согласиться с тем, что профессорско-преподавательский состав (ППС) - самый ценный ресурс любого ВУЗа. Именно он является ключевым элементом в деятельности ВУЗов. Общественное мнение относительно эффективности ВУЗа, его престиже зачастую формируется в зависимости от качества преподавания в нем, научно-педагогического потенциала и достижений его преподавателей (в т.ч. - совместно со студентами).

Согласно Приказу Минтруда России № 167н от 26.04.2013 г. в системах оплаты труда, трудовых договорах и дополнительных соглашениях к трудовым договорам с работниками учреждений рекомендуется использовать следующие выплаты стимулирующего характера: выплаты за интенсивность и высокие результаты работы; выплаты за качество выполняемых работ; выплаты за стаж непрерывной работы, выслугу лет; премиальные выплаты по итогам работы и т.д. Поэтому в качестве главного мотивационного аргумента в повышении и/или сохранении высокого качества деятельности ППС рас-

смачивается размер ежемесячной стимулирующей выплаты каждому преподавателю, который напрямую зависит от выполнения им основных критериев и показателей эффективности деятельности, принятых в данном ВУЗе. Как показывает практика разработки и применения критериев эффективности деятельности ППС как в российских, так и в зарубежных ВУЗах, система критериев везде примерно одинакова (табл. 1). Зачастую главным фактором в оценке труда преподавателя и его оплаты становится ежегодный рейтинг, позволяющий выстроить четкую зависимость размера стимулирующей выплаты от результатов оценки качества работы преподавателя. Необходимое условие для снижения субъективности при расчете рейтинга - это всесторонняя и всеобъемлющая оценка деятельности преподавателя, декомпозируемой по направлениям, представленным в табл. 1.

В основе методики оценки эффективности деятельности ППС могут быть использованы как методы классической математики и статистики, так и методы нечеткой логики и нечеткой статистики. При этом автором настоящей статьи предпочтение отдается второй группе методов в силу причин, приведенных далее. Данные для практического исследования были получены по результатам работы ППС одной из кафедр ТвГТУ в 2014 г.

Оценка эффективности работы ППС с помощью методов классической математики и статистики

На основании обзора ряда источников, в частности [1, 2, 5 - 7] и опыта работы автора в ВУЗе несомненным является тот факт, что для комплексной оценки деятельности ППС необходим анализ соответствия работы каждого преподавателя критериям, представленным в табл. 1.

Оценка деятельности ППС на основе методов классической математики и статистики проводится по выделенным критериям, нижние границы (н.г.) параметров которых устанавливаются экспертным путем. При этом эксперты руководствуются следующими соображениями:

Таблица 1

Основные критерии для комплексной оценки деятельности ППС

Критерии		Параметры		Граничные значения параметров, %
усл. об.	название	усл. об.	название	
k_1	Учебная работа	p_{11}	профессионализм	$p_{11}^{н.г.} \leq p_{11} \leq 100$
		p_{12}	коммуникативная компетентность	$p_{12}^{н.г.} \leq p_{12} \leq 100$
		p_{13}	педагогическая компетентность	$p_{13}^{н.г.} \leq p_{13} \leq 100$
		p_{14}	успеваемость студентов	$p_{14}^{н.г.} \leq p_{14} \leq 100$
k_2	Научно-методическая работа	p_{21}	разработка и применение программы дисциплины	$p_{21} = 100$
		p_{22}	наличие актуального авторского УМК по дисциплине	$p_{22}^{н.г.} \leq p_{22} \leq 100$

		p_{23}	наличие авторского учебника или учебно-методического пособия	$p_{23}^{н.г.} \leq p_{23} \leq 100$
		p_{24}	наличие указаний по самостоятельной работе студентов	$p_{24}^{н.г.} \leq p_{24} \leq 100$
		p_{25}	обеспеченность дисциплины комплектом демонстрационных материалов	$p_{25}^{н.г.} \leq p_{25} \leq 100$
		p_{26}	наличие комплекта заданий по дисциплине для рубежного и/или итогового контроля усвоения знаний	$p_{26} = 100$
k_3	Научно-внедренческая работа	p_{31}	наличие публикаций	$p_{31} \geq p_{31}^{н.г.}$
		p_{32}	участие в конференциях	$p_{32} \geq p_{32}^{н.г.}$
		p_{33}	руководство выпускными квалификационными работами	$p_{33} \geq p_{33}^{н.г.}$
		p_{34}	руководство работой магистрантов и аспирантов	$p_{34} \geq p_{34}^{н.г.}$
		p_{35}	работа с докторантами (научное консультирование)	$p_{35} \geq p_{35}^{н.г.}$
		p_{36}	руководство научно-исследовательской работой студентов	$p_{36} \geq p_{36}^{н.г.}$
		p_{37}	участие в работе диссертационного и/или Ученого, экспертного Советов	$p_{37} \geq p_{37}^{н.г.}$
		p_{38}	привлечение средств для проведения научных исследований из внешних источников	$p_{38} \geq p_{38}^{н.г.}$
k_4	Повышение квалификации	p_{41}	обучение в аспирантуре (адъюнктуре, ординатуре), докторантуре	$p_{41}^{н.г.} \leq p_{41} \leq 100$
		p_{42}	защита диссертации (получение ученой степени)	$p_{42} = 100$
		p_{43}	стажировка в ведущих отечественных и/или зарубежных вузах	$p_{43}^{н.г.} \leq p_{43} \leq 100$
		p_{44}	курсы повышения квалификации	$p_{44}^{н.г.} \leq p_{44} \leq 100$
		p_{45}	получение ученого звания	$p_{45} = 100$
		p_{46}	членство в Национальных и/или Международных академиях, творческих Союзах	$p_{46} = 100$
		p_{47}	руководство и участие в организации научных конференций, симпозиумов, выставок, конкурсов и т.п.	$p_{47} = 100$
k_5	Культурно-воспитательная работа	p_{51}	работа в качестве куратора студенческой группы	$p_{51} \geq p_{51}^{н.г.}$
		p_{52}	организация культурно-спортивных мероприятий, досуга студентов	$p_{52} \geq p_{52}^{н.г.}$
		p_{53}	руководство студенческими клубами, обществами, спортивными командами и/или творческими коллективами	$p_{53} \geq p_{53}^{н.г.}$

- в качестве нижней границы может выступать среднее значение параметра по всему ППС данного ВУЗа;
- нижней границей может быть минимальное значение параметра, определенное среди ведущего ППС лучших российских ВУЗов;
- как нижнюю границу параметра можно рассматривать значение показателя, закрепленное в нормативных документах надвузовского уровня;
- нижняя граница может быть установлена межвузовской группой экспертов, применяющих в диалоге процедуры согласования, предложенные в [3, 8]. Однако и в этом случае мнение экспертов формируется на основе статистической сводки относительно деятельности ППС за несколько последних лет. Наиболее предпочтительным периодом являются три последних года.

Очевидной трудностью оценивания деятельности ППС по выделенным критериям является их нечеткая формализация и качественный характер многих из них. Поэтому в качестве 100% уровня достижения параметра может быть принято:

- наибольшее значение параметра в исследуемом ППС данного ВУЗа;
- наибольшее значение параметра, полученное среди ведущего ППС ВУЗов федерального значения;
- значение параметра, являющееся согласованной групповой экспертной оценкой.

Далее могут применяться различные модели расчета рейтинга преподавателей, например, модель расчета рейтинга по максимально возможному результату или на основе среднего значения [2]. При этом каждому критерию или даже параметру из табл. 1 может быть присвоен весовой коэффициент, показывающий его важность в совокупности критериев (параметров). Наиболее эффективными признаются преподаватели, возглавившие рейтинговую таблицу.

От рейтинговой оценки труда преподавателя зависит размер его стимулирующей надбавки к основной заработной плате. Поэтому сейчас как никогда актуален вопрос относительно объективности оценки деятельности ППС. Рассмотренные модели оценки достаточно объективны лишь при выполнении следующих условий:

- 1) наборы критериев и параметров, их характеризующих, должны быть репрезентативными, т.е. всесторонне отражать как аудиторную, так и внеаудиторную работу преподавателя; при этом система критериев и параметров не должна содержать дублирований и подмены тезиса;
- 2) в работе экспертной группы, определяющей граничные значения параметров, весовую важность критериев и параметров, а также значения параметров работы отдельно взятого преподавателя, должны применяться процедуры согласования и обеспечиваться неманипулируемость экспертных оценок;
- 3) все параметры, независимо от того, количественные они или качественные, должны измеряться по единой шкале, например, в процентах;
- 4) каждому преподавателю должен быть представлен документально оформленный расчет его рейтинговой оценки с параметрической детализацией и установленными нормативами значений параметров;

5) для расчета стимулирующей выплаты должна быть выведена четкая и всем понятная формула.

К сожалению, все перечисленные условия не всегда выполнимы. В качестве примера методики оценки эффективности деятельности ППС, не в полной мере отвечающей требованиям объективности, приводится методика, разработанная и принятая в ФГБОУ ВПО «Тверской государственный технический университет (ТвГТУ)».

Эффективность деятельности ППС ТвГТУ в настоящее время стала важным объектом контроля со стороны его руководства. Так, с 01.09.2015 г. в ВУЗе введена система «эффективного контракта», являющегося дополнительным соглашением к трудовому договору основного ППС [9]. Согласно Положению, эффективный контракт - это трудовой договор работодателя с работником, в котором конкретизированы должностные обязанности работника, условия оплаты труда, показатели и критерии оценки эффективности деятельности для назначения стимулирующих выплат в зависимости от результатов труда и качества оказываемых государственных услуг, а также меры социальной поддержки.

Целями введения эффективного контракта являются: установление оплаты труда в зависимости от эффективности деятельности научно-педагогических работников (НПР) по заданным показателям и критериям; устранение необоснованной дифференциации в уровне оплаты труда; повышение роли стимулирующих выплат в эффективности деятельности НПР. В табл. 2 представлены наукометрические показатели и критерии, которые являются ключевыми в определении позиции ТвГТУ в проводимых Минобрнаукой России ежегодных мониторингах эффективности.

Таблица 2

Основные наукометрические показатели и критерии эффективности деятельности НПР ТвГТУ

Вид показателя	Показатель	Шкала оценивания	
		Значение критерия	Количество баллов
Подготовка кадров высшей квалификации	Защита докторской диссертации	1 ед.	15
	Защита кандидатской диссертации	1 ед.	10
	Консультирование защитившегося сотрудника ТвГТУ - соискателя ученой степени доктора наук	1 ед.	6
	Руководство защитившимся аспирантом или сотрудником ТвГТУ - соискателем ученой степени кандидата наук	1 ед.	6
Публикации	Публикация статей, индексируемых в Web of Science	1 ед.	8
	Публикация статей, индексируемых в Scopus	1 ед.	6
	Публикация статей, индексируемых в РИНЦ	3 и более	3-я статья - 3 балла; 0,5 балла за каждую последующую ста-

			тью каждому соавтору
Научно-исследовательская работа	Организация НИОКР	от 50 до 100 тыс. руб.	2
		от 101 до 500 тыс. руб.	3
		свыше 500 тыс. руб.	доп-но 1 балл за каждые 500 тыс. руб.
	Патенты на изобретения	1 ед.	3
	Регистрация полезной модели, программного продукта	1 ед.	1
Издание научной и учебно-методической литературы	Публикация монографий, имеющих шифр ISBN, объемом не менее 10 печ. листов с указанием ТвГТУ как одного из правообладателей	1 ед.	5
	Публикация учебника (учебного пособия) с шифром ISBN и грифом федерального УМО или рекомендацией к опубликованию Минобрнауки России, объемом не менее 10 печ. листов с указанием ТвГТУ как одного из правообладателей	1 ед.	5
Разработка, размещение и применение учебного курса в системе электронного обучения ТвГТУ	Зарегистрированные электронные учебные курсы	1 ед.	3
Руководство НИРС	Руководство НИР студентов - призеров конкурсов и олимпиад Международного и Всероссийского уровня	1 ед.	1

Значения критерия «Организация НИОКР» понимаются как общая сумма, полученная за научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, выполненные под руководством ННР за прошлый календарный год. При наличии соавторов количество баллов по конкретному показателю делится на число соавторов кроме показателя «Публикация статей, индексируемых в РИНЦ», где деление баллов не производится. Размер ежемесячной стимулирующей выплаты определяется по формуле:

$$S = \left(\frac{СФОР}{\sum_{i=1}^n b_i} \cdot b_i \right) / 12 \quad (1)$$

где СФОР - стимулирующий фонд оплаты труда, руб.;

b_i - сумма баллов, набранная конкретным ННР;

$\sum_{i=1}^n b_i$ - сумма баллов, набранная всеми ННР университета [9].

Как показала практика, расчеты количества баллов по представленным в табл. 2 показателям не всегда точны и сама система показателей недостаточно репрезентативна и объективна. Например, учитываются монографии и учебные пособия, разработанные НПР, объемом не менее 10 печатных листов. Однако в годовой план издания по факультетам часто включаются монографические работы и учебно-методические материалы меньшего объема. А если НПР опубликовал за прошедший год не три, а две статьи РИНЦ? И почему при организации НИОКР НПР присваивается дополнительно всего лишь 1 балл за каждые 500 тыс. руб., а, например, не за 100 тыс. руб.? Анализ принятой в ВУЗе методики выявил множество недостатков. При ее реализации стало ясно, что ни одно из очевидных условий 1) - 5) не было выполнено.

Кроме того, на эффективность работы НПР влияют такие внешние факторы, как:

- 1) уровень исходной подготовки студентов и степень их заинтересованности в обучении;
- 2) количество читаемых курсов и размерность студенческого контингента (как очного, так и заочного);
- 3) сложность и изменчивость читаемых курсов;
- 4) удаленность места проживания НПР от места его работы;
- 5) уровень материально-технического обеспечения места работы НПР;
- 6) психологический климат в коллективе, членом которого является НПР и т.п.

Учесть влияния приведенных факторов и разрешить возникающие при классических статистических методах оценки противоречия позволяет методика, разработанная автором на основе механизма логического вывода, подробно рассмотренного в [4].

Оценка эффективности работы ППС с помощью нечеткого логического вывода

Пусть p , k , y - наименования лингвистических переменных, причем параметры p являются входными для k ; критерии k (табл. 1) - это входы для результирующей переменной y , под которой подразумевается эффективность деятельности НПР. L_{kp} , M_k и Y - некоторые нечеткие множества (функции принадлежности), взятые из терм-множеств переменных p , k и y соответственно. Т.о., формируется двухуровневая система лингвистических правил, входы второго уровня M'_{ki} , которой являются выходами первого уровня, где $k = \overline{1, K}$ - номер критерия, $i = \overline{1, n}$ - номер правила. Агрегатный выход Y' второго уровня и будет являться искомой оценкой эффективности деятельности НПР. При этом каждый параметр, критерий и эффективность представимы в виде нечетких множеств с тремя базовыми значениями: «*низкий*» (в табл. 3 это L_{111} , L_{121} , L_{131} , L_{141} и M_{11}), «*средний*» (L_{112} , L_{122} , L_{132} , L_{142} и M_{12}) и «*высокий*» (L_{113} , L_{123} , L_{133} , L_{143} и M_{13}). По решению экспертов множества могут быть расширены, в частности, значениями: «*ниже среднего*», «*выше среднего*», «*намного выше среднего*» и т.п.

В качестве примера подсистемы лингвистических правил первого уровня рассматривается подсистема, описывающая эффективность учебной работы (k_1) НПП. Согласно табл. 1, данный вид эффективности зависит от таких параметров, как: профессионализм (p_{11}), коммуникативная компетентность (p_{12}), педагогическая компетентность (p_{13}) и академическая успеваемость студентов (p_{14}). Нечеткие множества входных параметров и выходного критерия «Эффективность учебной работы НПП» представлены в табл. 3.

Таблица 3

Нечеткие множества входных параметров и выходного критерия

Профессионализм, %					
	50-60	61-70	71-80	81-90	91-100
L_{111}	1	0,7	0,5	0,2	0,1
L_{112}	0,2	0,6	1	0,8	0,1
L_{113}	0,1	0,3	0,5	0,8	1
Коммуникативная компетентность, %					
	50-60	61-70	71-80	81-90	91-100
L_{121}	1	0,7	0,5	0,2	0,1
L_{122}	0,2	0,6	1	0,7	0,1
L_{123}	0,1	0,3	0,5	0,8	1
Педагогическая компетентность, %					
	50-60	61-70	71-80	81-90	91-100
L_{131}	1	0,7	0,5	0,2	0,1
L_{132}	0,2	0,6	1	0,7	0,1
L_{133}	0,1	0,3	0,5	0,8	1
Академическая успеваемость студентов, %					
	40-50	51-63	64-75	76-88	89-100
L_{141}	1	0,7	0,5	0,2	0,1
L_{142}	0,2	0,6	1	0,7	0,1
L_{143}	0,1	0,3	0,5	0,8	1
Эффективность учебной работы, %					
	50-60	61-70	71-80	81-90	91-100
M_{11}	1	0,7	0,5	0,2	0,1
M_{12}	0,2	0,6	1	0,7	0,1
M_{13}	0,1	0,3	0,5	0,8	1

Экспертами были сформулированы следующие правила (с поправкой на уровень исходной подготовки студенческого контингента и его заинтересованности в обучении):

R_1 : если p_{11} есть L_{111} и p_{12} есть L_{121} и p_{13} есть L_{131} и p_{14} есть L_{141} , то k_1 есть M_{11} ;

R_2 : если p_{11} есть L_{112} и p_{12} есть L_{122} и p_{13} есть L_{132} и p_{14} есть L_{142} , то k_1 есть M_{12} ;

R_3 : если p_{11} есть L_{113} и p_{12} есть L_{123} и p_{13} есть L_{133} и p_{14} есть L_{143} , то k_1 есть M_{13} ;

R_4 : если p_{11} есть L_{112} и p_{12} есть L_{123} и p_{13} есть L_{133} и p_{14} есть L_{142} , то k_1 есть M_{12} ;

R_5 : если p_{11} есть L_{113} и p_{12} есть L_{123} и p_{13} есть L_{133} и p_{14} есть L_{142} , то k_1 есть M_{13} .

Логическая связка «и» интерпретируется как t -норма нечетких множеств. Поскольку число входных переменных превышает две, вычисляются уровни истинности ($a_i, i = \overline{1, n}$) предпосылок правил по формуле (2). Уровни истинности - это вещественные числа, характеризующие степень соответствия входа подсистемы $L'_{11}, L'_{12}, L'_{13}$, и L'_{14} нечетким множествам $L_{11j}, L_{12j}, L_{13j}$ и L_{14j} в предпосылке i -го правила, где $j = \overline{1, m}$ - номер базового значения.

$$a_i = \min_{b=1}^B \left[\max_{P_{1b}} (L'_{1b}(p_{1b}) \wedge L_{1bj}(p_{1b})) \right], \quad (2)$$

где P_{1b} - множества определения переменной p_{1b} ;

$b = \overline{1, B}$ - номер переменной (параметра p).

В случае четырех входов алгоритм вывода будет состоять из шагов:

1) для каждого правила $R_i, i = \overline{1, n}$ вычисляется уровень истинности правила по уточненной формуле:

$$a_i = \min \left[\begin{array}{l} \max_{P_{11}} (L'_{11}(p_{11}) \wedge L_{11j}(p_{11})), \\ \max_{P_{12}} (L'_{12}(p_{12}) \wedge L_{12j}(p_{12})), \\ \max_{P_{13}} (L'_{13}(p_{13}) \wedge L_{13j}(p_{13})), \\ \max_{P_{14}} (L'_{14}(p_{14}) \wedge L_{14j}(p_{14})) \end{array} \right]; \quad (3)$$

2) для каждого правила вычисляются индивидуальные выходы:

$$M'_{1i} = \min(a_i, M_{1i}); \quad (4)$$

3) рассчитывается агрегатный выход:

$$M'_1 = \max(M'_{11}, M'_{12}, M'_{13}, M'_{14}). \quad (5)$$

В рассмотренном механизме (механизм нечеткого вывода Мамдани) импликация отождествляется с операцией минимума (4), агрегация выходов правил - с операцией максимума (5).

Если в качестве импликации применить операцию произведения (6), то получится механизм нечеткого ввода Ларсена:

$$M'_1 = a_i \cdot M_{1i}. \quad (6)$$

Например, учебная работа НПР за 2014 год определена параметрами: уровень профессионализма - 84%, коммуникативная компетентность - 90%, педагогическая компетентность - 80%, успеваемость студентов - 75%. Фазификация четких значений параметров выполняется с помощью треугольных чисел (табл. 4).

Таблица 4

Входы подсистемы правил k_1

p_{11}	50-60	61-70	71-80	81-90	91-100
L'_{11}	0,5	0,7	0,9	0,95	0,9
p_{12}	50-60	61-70	71-80	81-90	91-100
L'_{12}	0,3	0,5	0,8	0,97	0,95
p_{13}	50-60	61-70	71-80	81-90	91-100
L'_{13}	0,6	0,9	1	0,98	0,93
p_{14}	40-50	51-63	64-75	76-88	89-100
L'_{14}	0,4	0,8	1	0,95	0,8

Для каждого правила R_i по формуле (3) определяется уровень истинности предпосылки: $a_1 = 0,5$, $a_2 = 0,8$, $a_3 = 0,8$, $a_4 = 0,9$ и $a_5 = 0,9$. Затем вычисляются индивидуальные выходы и производится агрегация (табл. 5).

Таблица 5

Индивидуальные и агрегатный выходы правил

	50-60	61-70	71-80	81-90	91-100
M'_{11}	0,5	0,5	0,5	0,2	0,1
M'_{12}	0,2	0,6	0,8	0,7	0,1
M'_{13}	0,1	0,3	0,5	0,8	0,8
M'_{14}	0,2	0,6	0,9	0,7	0,1
M'_{15}	0,1	0,3	0,5	0,8	0,9
M'_1	0,5	0,6	0,9	0,8	0,9

Аналогично подсистемы лингвистических правил составляются по каждому из представленных в табл. 1 критериев и при известных входах L'_{kp} выполняются этапы 1) - 3) алгоритма вывода.

Агрегатный выход Y' второго уровня определяется по формуле:

$$Y' = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \max(M'_k), \quad (7)$$

где K - число критериев.

Также могут быть введены весовые коэффициенты важности критериев, являющиеся экспертными оценками. Чем больше значение Y' , тем выше оценка эффективности деятельности НПР. Исходя из результатов ранжирования НПР формула (1) примет вид:

$$S = \left(\frac{C\Phi OT}{\sum_{i=1}^n Y'_i} \cdot Y'_i \right) / 12, \quad (8)$$

где n - численность основного ППС.

Выводы. Предложенная методика нечеткой комплексной оценки дея-

тельности ППС ВУЗа позволяет произвести ранжирование ННР по эффективности их работы. Ранжирование ННР можно выполнять как в целом по ВУЗу, если их численность невелика, так и по кафедрам. Если принимается второй вариант, то предварительно *СФОТ* следует распределить по кафедрам. Для такого распределения также может быть применена описанная выше методика. Для сравнения и анализа полученных результатов была произведена их компьютерная обработка, показавшая бóльшую состоятельность и объективность изложенной методики нежели методики, основанной на методах классической математики и теории статистики. Конечно, приведенная методика несвободна от недостатков, например, главным условием ее реализации является согласованность экспертных оценок ключевых параметров и уровней эффективности. Еще необходима проверка составленных систем правил на полноту. Результаты моделирования и применения методики нечеткой комплексной оценки адекватны лишь при выполнении всех перечисленных условий.

Список использованных источников

1. Бордовская, Н.В. Методика оценки качества деятельности преподавателя вуза: метод. рек. СПб.; Архангельск: ПГУ, 2003. 72 с.
2. Рейтинг преподавателей, факультетов и кафедр в вузе: метод. пособие / Е.Ю. Васильева, О.А. Граничина, С.Ю. Трапицын. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2007. 159 с.
3. Мутовкина Н.Ю. Методы согласованной оптимизации технического перевооружения промышленных предприятий: дис. ... канд. техн. наук. - Тверь: ТвГТУ, 2009. 219 с.
4. Прикладные нечеткие системы / К. Асаи, Д. Ватада, С. Иваи и др.; под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно. - М.: «Мир», 1993. 368 с.
5. Рейтинговая система оценивания деятельности факультетов, кафедр и профессорско-преподавательского состава // Сб. докл. 2-го межвуз. сем.-совещ. вузов Хабаровского края и Еврейской автономной области. Биробиджан: Изд-во ДВГСГА, 2009. 81 с.
6. Емельянов О. Реконструкция вузов потребкооперации и реализация человеческого потенциала // Проблемы теории и практики управления. 2007, № 2, С. 120 - 126.
7. Иванько Я.М. О критериях оценки деятельности преподавателя высшего учебного заведения // Достижения науки и техники АПК. № 9, 2013. С. 8 - 10.
8. Основы разработки информационной системы нечеткого анализа и согласованного выбора комплекса мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения / Н.Ю. Мутовкина, А.Ю. Ключин, В.Н. Кузнецов // Системы управления и информационные технологии. 2012, № 1 (47). С. 88-92.
9. Положение об эффективном контракте, показателях и критериях эффективности деятельности научно-педагогических работников ТвГТУ. - http://www.tstu.tver.ru/images/effect_pol.pdf.

Рахман П.А.

МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНЫХ МАШИН

*Уфимский государственный нефтяной технический университет,
филиал в г. Стерлитамаке*

Введение. В современном мире существует большое количество организаций, имеющих корпоративную сеть [1], состоящую из множества конечных

рабочих мест пользователей и некоторого, так называемого, серверного парка. Как правило, изначально сеть предприятия грамотно проектируется специалистами с учетом требований надежности, безопасности и многофункциональности, и руководство организаций крайне отрицательно относится к внесению значительных или даже небольших изменений в инфраструктуру сети, которая уже много лет исправно функционирует и удовлетворяет всем требованиям. Тем не менее, руководство всегда интересуется расширением функциональных возможностей, снижение затрат на содержание сети и специалистов, обслуживающих ее, а также получение дополнительной прибыли с используемого технического оборудования. Многолетняя практика эксплуатации серверных систем показала, что на сегодняшний день большинство компьютеров серверного парка достаточно слабо загружены по вычислительным ресурсам.

На сегодняшний день технология виртуальных машин [2] является одним из наиболее эффективных подходов к повышению загрузки вычислительных ресурсов корпоративной сети. Технология виртуальных машин позволяет на физическом компьютере под управлением некоторой, так называемой базовой операционной системы, обеспечивать работу виртуальных машин, на которых также как и на обычных реальных компьютерах могут функционировать, так называемые, логические серверы. Логический сервер – это серверная операционная система со всеми работающими под ее управлением сетевыми службами.

Технология виртуальных машин обеспечивает функционирование нескольких изолированных логических серверов на одном компьютере, обходя проблемы совместимости программного обеспечения, работающего на различных логических серверах.

Таким образом, при использовании технологии виртуальных машин серверный парк со слабой загрузкой ресурсов можно реорганизовать – перенести логические серверы на виртуальные платформы и распределить их на компьютеры в соответствии с некоторым вариантом распределения, что в конечном счете должно привести к уменьшению объема используемого оборудования и затрат на его поддержку. Однако, при применении технологии виртуальных машин неясно, каким образом перераспределять и объединять логические серверы среди компьютеров. При этом необходимо оценивать требования логических серверов, технические характеристики компьютеров, после чего каким-то образом размещать логические серверы на компьютеры, чтобы добиться хорошей загрузки ресурсов используемого оборудования. Однако, эта проблема вполне решается с помощью создания математической модели задачи поиска оптимального распределения логических серверов на физические компьютеры и поиска метода ее решения.

В рамках научных исследований автором была разработана модель задачи поиска оптимального распределения логических серверов на физические компьютеры при применении технологии виртуальных машин, и был предложен метод ее решения. Рассмотрим их подробнее.

Модель задачи распределения ресурсов

Задача поиска оптимального распределения логических серверов по

компьютерам является задачей дискретной оптимизации [3].

Входными данными задачи являются: множество типов ресурсов $\{\hat{A}_i\}$, $i=1..NC$, множество компьютеров $\{H_k\}$, $k=1..NH$, и матрица базовых уровней их ресурсов $\{R_{i,k}\}$, $k=1..NH$, $i=1..NC$, множество логических серверов $\{S_j\}$, $j=1..NS$, и матрица их требований $\{Q_{i,j}\}$, $j=1..NS$, $i=1..NC$, базовая ОС и ее требования $\{V_i\}$, $i=1..NC$, дополнительные ограничения $\{E_{d,j}\}$, $d=1..NX$, $i=1..NC$, на одновременное размещение логических серверов на один и тот же компьютер, и, наконец, двоичный вектор маски $\{O_i\}$, $i=1..NC$, определяющий то, по каким именно типам вычислительных ресурсов предпочтительно повышение эффективности их использования. Выходными данными задачи (решением задачи) является матрица распределения $\{X_{k,j}\}$, $k=1..NH$, $j=1..NS$, логических серверов по физическим компьютерам. Целью является повышение эффективности использования ресурсов.

Соответственно, для решения задачи оптимизации требуется разработка математической модели и метода решения задачи.

Поскольку рассматриваемая задача оптимизации является достаточно сложной и не может быть приведена к какой-либо известной задаче оптимизации (типовой задаче, описанной в литературе с известным методом решения), то рассмотрим для начала родственную ей простейшую задачу дискретной оптимизации – задачу о рюкзаке, и далее попытаемся, постепенно усложняя математическую модель задачи о рюкзаке, подойти вплотную к нашей задаче оптимизации, построить для нее математическую модель и предложить некоторый метод решения.

Первое приближение. В задаче о рюкзаке задано множество вещей $\{P_1, \dots, P_N\}$ различного веса $\{a_j\}$ и ценности $\{c_j\}$, рюкзак с определенной вместимостью b по весу и требуется найти такой набор вещей, при котором рюкзак их мог бы вместить, а суммарная ценность помещенных вещей была максимальной. Математическая модель задачи о рюкзаке:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^N a_j x_j \leq b; \\ L = \sum_{j=1}^N c_j x_j \rightarrow \max; \\ \forall j \in [1, N]: x_j \in \{0, 1\}. \end{cases} \quad (1.1)$$

Второе приближение. Во втором приближении – отсутствуют ценности вещей, но их роль выполняют уровни загрузки ресурсов, для задачи о рюкзаке это отношение веса вещи к вместимости рюкзака по весу. Соответственно, математическая модель немного преобразуется:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^N a_j x_j \leq b; \\ L = \sum_{j=1}^N \frac{a_j}{b} x_j \rightarrow \max; \\ \forall j \in [1, N]: x_j \in \{0, 1\}. \end{cases} \quad (1.2)$$

Третье приближение. В третьем приближении, мы имеем дело с многомерным ресурсом. Соответственно, рюкзак и вещи становятся многомерным. Можно представить это следующим образом – в рюкзаке есть множество отсеков различной вместимости по весу $\{b_i\}$, $i=1..M$, а вместо вещей теперь однородные комплекты более мелких вещей весом $\{a_{ij}\}$, причем i -я вещь любого j -го комплекта может быть помещена только в i -й отсек рюкзака и не иначе. Кроме того, комплект может размещаться только целиком со всеми входящими в него вещами, разделение комплекта не допускается. Очевидно, в таком случае помимо того, что число ограничений увеличивается до M , число критериев оптимизации также может быть равно M , но в то же время, если число ограничений строго фиксировано, то оптимизацию проводить вовсе необязательно по всем отсекам рюкзака, можно, в частности, оптимизировать только один конкретный i^* -й отсек, где $1 \leq i^* \leq M$. Тогда математическую модель можно представить следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^N a_{ij} x_j \leq b_i, i = 1..M; \\ L = \sum_{j=1}^N \frac{a_{i^*j}}{b_{i^*}} x_j \rightarrow \max, 1 \leq i^* \leq M; \\ \forall j \in [1, N]: x_j \in \{0,1\}. \end{array} \right. \quad (1.3)$$

Четвертое приближение. В четвертом приближении, критериев может быть несколько – предпочтительно решение проблемы неэффективного использования по многим (или даже по всем M) типам ресурсов (отсеков рюкзака). То, по каким именно отсекам проводить оптимизацию можно задать при помощи того же вектора маски $\{O_i\}$, о котором шла речь в предыдущем разделе главы, где O_i – булева переменная, равная “1” – если по i -му типу ресурса предпочтительно повышение эффективности его использования, “0” – в противном случае.

Однако, как известно, большинство точных и приближенных методов решения задач оптимизации рассчитаны только на одну целевую функцию, и поэтому нам необходимо пойти на некоторый компромисс и выработать некоторую общую целевую функцию для множества заданных критериев. Общую целевую функцию можно представить как сумму целевых функций для каждого отдельного оптимизируемого по эффективности использования типа ресурса. Кроме того, для удобства можно нормировать эту сумму, поделив ее на число целей по отдельным типам ресурсов, для которых проводится оптимизация. Тогда математическая модель принимает следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^N a_{ij} x_j \leq b_i, i = 1..M; \\ L = \frac{1}{\sum_{i=1}^M O_i} \left(\sum_{i=1}^M \frac{O_i}{b_i} \left(\sum_{j=1}^N a_{ij} x_j \right) \right) \rightarrow \max; \\ \forall j \in [1, N]: x_j \in \{0,1\}. \end{array} \right. \quad (1.4)$$

Пятое приближение. В пятом приближении, при решении задачи оптимизации необходимо еще учитывать так называемые требования базовой ОС – для задачи о рюкзаке это некоторый специальный комплект, который не участвует в размещении, но обязательно находится в рюкзаке, занимая некоторое место $\{V_i\}$ в каждом его отсеке. Тогда математическая модель принимает следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^N a_{ij} x_j \leq b_i - V_i, i = 1..M; \\ L = \frac{1}{\sum_{i=1}^M O_i} \left(\sum_{i=1}^M \frac{O_i}{b_i - V_i} \left(\sum_{j=1}^N a_{ij} x_j \right) \right) \rightarrow \max; \\ \forall j \in [1, N]: x_j \in \{0, 1\}. \end{array} \right. \quad (1.5)$$

Следует заметить то, что если для какого-либо типа ресурса $b_i \leq V_i$, то сразу можно сказать то, что ни один комплект не разместится в рюкзаке, и задачу нет смысла решать. Второй важный момент – это то, что целевая функция ограничена снизу нулем: случай, когда ни один комплект мы не размещаем в рюкзаке – $\forall j: x_j = 0$, и ограничена сверху единицей: в силу заданных ограничений сумма требований по каждому типу ресурсов не может превышать базовый уровень имеющихся ресурсов.

Шестое приближение. В шестом приближении, с целью учета вопросов надежности для логических серверов могли быть заданы специальные ограничения для исключения размещения определенных логических серверов (виртуальных машин содержащих в себе серверы), дублирующих функции друг друга, на один и тот же компьютер. Для задачи о рюкзаке – это специальные ограничения, оговаривающие то, что определенные сочетания комплектов вещей недопустимы для размещения в рюкзаке. Такие ограничения задать несложно: например, если мы не хотим, чтобы в рюкзак одновременно попали 1-й и 5-й комплект, то задаем ограничение следующего вида: $x_1 + x_5 \leq 1$. Однако, для задания дополнительных ограничений в матричной форме, где строки – ограничения, столбцы – номера (индексы) комплектов, удобнее использовать булеву матрицу $\{E_{dj}\}$, где E_{dj} – элемент матрицы, равный “1”, если j -й комплект присутствует в d -м ограничении, “0” – в противном случае, $d = 1..D$. Тогда математическая модель принимает следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^N a_{ij} x_j \leq b_i - V_i, i = 1..M; \\ \sum_{j=1}^N E_{dj} x_j \leq 1, d = 1..D; \\ L = \frac{1}{\sum_{i=1}^M O_i} \left(\sum_{i=1}^M \frac{O_i}{b_i - V_i} \left(\sum_{j=1}^N a_{ij} x_j \right) \right) \rightarrow \max; \\ \forall j \in [1, N]: x_j \in \{0, 1\}. \end{array} \right. \quad (1.6)$$

Седьмое приближение. Наконец, в седьмом приближении мы имеем дело не с одним, а с множеством рюкзаков. Задача оптимизации в данном прибли-

жении резко усложняется, поскольку практически она из простой задачи о рюкзаке превращается в задачу поиска оптимального распределения множества комплектов вещей на множество рюкзаков с множеством отсеков. Основная проблема здесь в выборе правильного подхода к достижению цели. Целью реорганизации является то, что за счет использования технологии виртуальных машин, мы пытаемся освободить некоторое множество компьютеров, причем идем к этой цели, добиваясь максимально эффективного использования ресурсов компьютеров. Однако очень важно подчеркнуть то, что можно сделать ошибку и пытаться добиваться эффективного использования ресурсов физических компьютеров всех сразу и тем самым решить задачу балансировки нагрузки. В таком случае нагрузка будет распределена так, чтобы ни один физический компьютер не простаивал, и не было так, чтобы один компьютер сильно загружен, а другой очень слабо. Этим мы лишь добьемся приблизительно равномерной загрузки ресурсов среди множества физических компьютеров, и ни один физический компьютер не будет освобожден. Истинная же цель – решить задачу, обратную задаче балансировки нагрузки, то есть сосредоточить логические серверы на некотором множестве компьютеров таким образом, чтобы задействованные компьютеры были загружены максимально, а все незадействованные компьютеры были свободны.

Основная цель – минимизация числа задействованных компьютеров путем максимизации загрузки ресурсов не всех физических компьютеров, а только тех, которые окажутся задействованными в результате распределения. На незадействованных компьютерах загрузка ресурсов должна быть нулевой.

Тогда, используя теперь уже обозначения не задачи о рюкзаке, а обозначения нашей основной задачи поиска оптимального распределения, представим следующую математическую модель (в 3-х частях):

1) Для любого k -го физического компьютера ($k=1..NH$), для которого $\forall i: R_{i,k} - V_i > 0$, справедлива следующая система ограничений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^{NS} Q_{ij} x_{kj} \leq R_{ik} - V_i, i=1..NC; \\ \sum_{j=1}^{NS} E_{dj} x_{kj} \leq 1, d=1..NX; \\ \forall j \in [1, NS]: x_{kj} \in \{0,1\}. \end{array} \right. \quad (1.7a)$$

где NC – число типов ресурсов.

NH – число физических компьютеров.

NS – число логических серверов (общее число с учетом дополнительных логических серверов, которые были подготовлены для дублирования функций критичных по важности логических серверов)

NX – число дополнительных ограничений (подмножество дублирующих друг друга логических серверов).

$R_{i,k}$ – базовый уровень i -го типа ресурса k -го физического компьютера.

$Q_{i,j}$ – требование j -го логического сервера к i -му ресурсу.

$E_{d,j}$ – элемент булевой матрицы, равный “1”, если j -й логический сервер присутствует в d -м ограничении, “0” – в противном случае.

$X_{k,j}$ – элемент булевой матрицы, равный “1”, если j -й логический сервер (виртуальная машина с логическим сервером) размещается на k -м физическом компьютере, “0” – в противном случае.

Первая система ограничений – это ограничения по ресурсам, вторая – ограничения, исключающие одновременное размещение определенных логических серверов на один и тот же физический компьютер.

2) Для любого j -го, где $j=1..NS$, логического сервера справедливо то, что он может быть размещен на одном и только одном физическом компьютере либо не размещен вообще:

$$\sum_{k=1}^{NH} x_{kj} \leq 1. \quad (1.7б)$$

3) Целевая функция:

$$\left\{ \begin{aligned} L_{\gamma} &= \frac{1}{\sum_{i=1}^{NC} O_i} \left(\sum_{i=1}^{NC} \frac{O_i}{R_{i\gamma} - V_i} \left(\sum_{j=1}^{NS} Q_{ij} x_{\gamma j} \right) \right) \rightarrow \max; \\ \forall \gamma \in \{k^*\}. \end{aligned} \right. \quad (1.7в)$$

где V_i – требование базовой ОС к i -му ресурсу;

O_i – элемент вектора маски, принимающий значение “1”, если соответствующему i -му типу ресурса предпочтительно повышение эффективности его использования, “0” – в противном случае;

$\{k^*\}$ – множество индексов физических компьютеров, которые окажутся задействованными после решения задачи оптимального распределения.

В данном приближении в математической модели фигурирует множество целевых функций, причем то, сколько именно их и каким именно физическим компьютерам они соответствуют неизвестно, это можно выяснить, лишь решив всю задачу целиком, чтобы получить множество $\{k^*\}$. Выделить одну глобальную целевую функцию практически невозможно:

- Можно было бы, например, поставить целью минимизацию числа задействованных компьютеров, однако, в общем случае компьютеры все различаются по уровням своих ресурсов. Более того, для различных задач один и тот же компьютер может иметь различную ценность. Наконец, неоправданно большое количество задействованных компьютеров – это всегда следствие неэффективного использования ресурсов компьютеров.

- Можно было бы пытаться суммировать по каждому компьютеру общий объем простаивающих ресурсов и пытаться минимизировать эту сумму. Однако, здесь нам снова неизвестно сколько и какие именно компьютеры будут задействованы, а сумма простаивающих ресурсов по всем изначально заданным физическим компьютерам не зависит от распределения (при условии, конечно, что все логические серверы размещены), поскольку сумма требований по всем логическим серверам остается постоянной.

В такой ситуации, на первой взгляд, модель кажется неразрешимой из-за неопределенности в целевых функциях, однако, как будет показано ниже, выход из этой ситуации есть.

Декомпозиция задачи распределения ресурсов

В математической модели (1.7) основная проблема – необходимо повы-

силь уровень загрузки ресурсов задействованных физических компьютеров, но заранее неизвестно какие именно компьютеры окажутся задействованными. Количество и индексы (номера) задействованных физических компьютеров можно получить, лишь решив целиком задачу.

Получается неразрешимая ситуация, однако, выход из нее есть – для этого необходимо уйти от попытки охватывать в каждый момент времени решения все физические компьютеры и все логические серверы одновременно и попытаться разбить задачу на множество более простых оптимизационных подзадач.

Предлагается следующий подход: изначально задано исходное множество физических компьютеров и множество логических серверов, но в общем случае в процессе решения эти множества будут изменяться. При каждом очередном “большом шаге” мы будем пытаться распределить некоторое “наилучшее сочетание логических серверов” на “наилучше подходящем” физическом компьютере – компьютер, у которого достигается наибольшая средняя загрузка по всем ресурсам среди остальных компьютеров при оптимальном распределении на него логических серверов. В случае успеха после этого мы будем исключать из множества физических компьютеров “наилучше подошедший компьютер”, а из множества логических серверов – “распределенное наилучшее сочетание логических серверов”. Так будет продолжаться до тех пор, пока либо множество физических компьютеров или множество логических серверов не станет пустым, либо не наступит ситуация, когда не удастся распределить ни один из оставшихся логических серверов ни на один из оставшихся физических компьютеров.

Конечно, при использовании вышеуказанного подхода мы далеко не всегда будем находить глобальный оптимум. Тем не менее, мы разбиваем сложную задачу (с множеством физических компьютеров) на множество более простых задач (с одним физическим компьютером) и в то же время на каждом шаге “не теряем из виду” ни один из всех оставшихся физических компьютеров. Объем перебора при таком подходе в худшем случае (когда на каждом “большом шаге” распределяется только один логический сервер, причем $NS \geq NH$) составит: $NH \cdot 2^{NS} + (NH - 1) \cdot 2^{NS-1} + \dots + 1 \cdot 2^{NS - (NH - 1)} = (2^{-NH} + NH - 1) \cdot 2^{NS+1}$, при достаточно больших NH это $\sim NH \cdot 2^{NS+1}$, в случае если подзадачи решаются полным перебором. Такой объем перебора существенно меньше, чем при полном переборе при решении исходной задачи – $(NH + 1)^{NS}$ и немного больше, чем при последовательном рассмотрении подзадач оптимизации по отдельным физическим компьютерам без поиска на каждом шаге наилучшего среди них – $NH \cdot 2^{NS}$.

Рассмотрим теперь, как образуется математическая модель подзадач и как решается исходная задача в целом по “большим шагам”.

Пусть, T – это порядковый номер “большого шага”, $T \geq 0$.

Пусть, $\{K(T)\}$ – множество индексов физических компьютеров, оставшихся к моменту шага T , причем $\{K(0)\} = \{1, \dots, NH\}$.

Пусть, $\{J(T)\}$ – множество индексов логических серверов, оставшихся к моменту шага T , причем $\{J(0)\} = \{1, \dots, NS\}$.

Тогда, математическая модель подзадачи на шаге T при рассмотрении k -го физического компьютера, $k \in \{K(T)\}$, для которого $\forall i: R_{i,k} - V_i > 0$, представляется следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j \in \{J(T)\}} Q_{ij} x_{kj} \leq R_{ik} - V_i, i = 1..NC; \\ \sum_{j \in \{J(T)\}} E_{dj} x_{kj} \leq 1, d = 1..NX; \\ L(T, k) = \frac{1}{\sum_{i=1}^{NC} O_i} \left(\sum_{i=1}^{NC} \frac{O_i}{R_{ik} - V_i} \left(\sum_{j \in \{J(T)\}} Q_{ij} x_{kj} \right) \right) \rightarrow \max; \\ \forall j \in \{J(T)\}: x_{kj} \in \{0, 1\}. \end{array} \right. \quad (2)$$

где $L(T, k)$ – целевая функция на шаге T при решении подзадачи для k -го физического компьютера.

На каждом шаге T последовательно рассматриваются все физические компьютеры с индексами $k \in \{K(T)\}$, оставшиеся к моменту шага T , и выбирается тот, для которого в результате решения соответствующей подзадачи, достигается наивысшее значение целевой функции среди значений, полученных при решении подзадач для компьютеров с индексами $k \in \{K(T)\}$. Соответственно, наилучший физический компьютер с индексом k^* выбирается из следующего условия:

$$\left\{ \begin{array}{l} L_{k^*}(T) = \max_{k \in \{K(T)\}} \{L_{\max}(T, k)\}; \\ L_{k^*}(T) > 0. \end{array} \right. \quad (3)$$

где $L_{\max}(T, k)$ – оптимальное значение целевой функции на шаге T при решении подзадачи для k -го физического компьютера.

$L_{k^*}(T)$ – наивысшее оптимальное значение целевой функции на шаге T среди значений $L_{\max}(T, k)$ для всех $k \in \{K(T)\}$.

В условии (3) особенно важно условие того, что $L_{k^*}(T)$ не должна быть нулевой, это гарантирует, что хотя бы один логический сервер распределится и хотя бы один физический компьютер будет задействован. Если же $L_{k^*}(T) = 0$, то это означает, что дальнейшее распределение логических серверов невозможно и решение исходной задачи должно быть прекращено.

Если же k^* успешно найден из условия (3), то выполняются следующие преобразования: из множества оставшихся физических компьютеров исключается компьютер с индексом k^* , а из множества логических серверов – множество серверов, распределенных на этот компьютер:

$$\left\{ \begin{array}{l} \{K(T+1)\} = \{K(T)\} \setminus k^*; \\ \{J(T+1)\} = \{J(T)\} \setminus \{j^*\}. \end{array} \right. \quad (4)$$

где $\{j^*\}$ – множество индексов логических серверов, которые были распределены на k^* -й физический компьютер.

Если в результате преобразования (4), множество $K(T+1)$ или $J(T+1)$ окажется пустым, то решения задачи завершается, в противном случае переход к шагу $T + 1$. Результатом решения задачи является распределение $\{X_{k,j}\}$,

$k=1 \dots NH, j=1 \dots NS$, логических серверов по компьютерам.

На рис. 1 представлен алгоритм решения задачи в целом (по “большим шагам”).

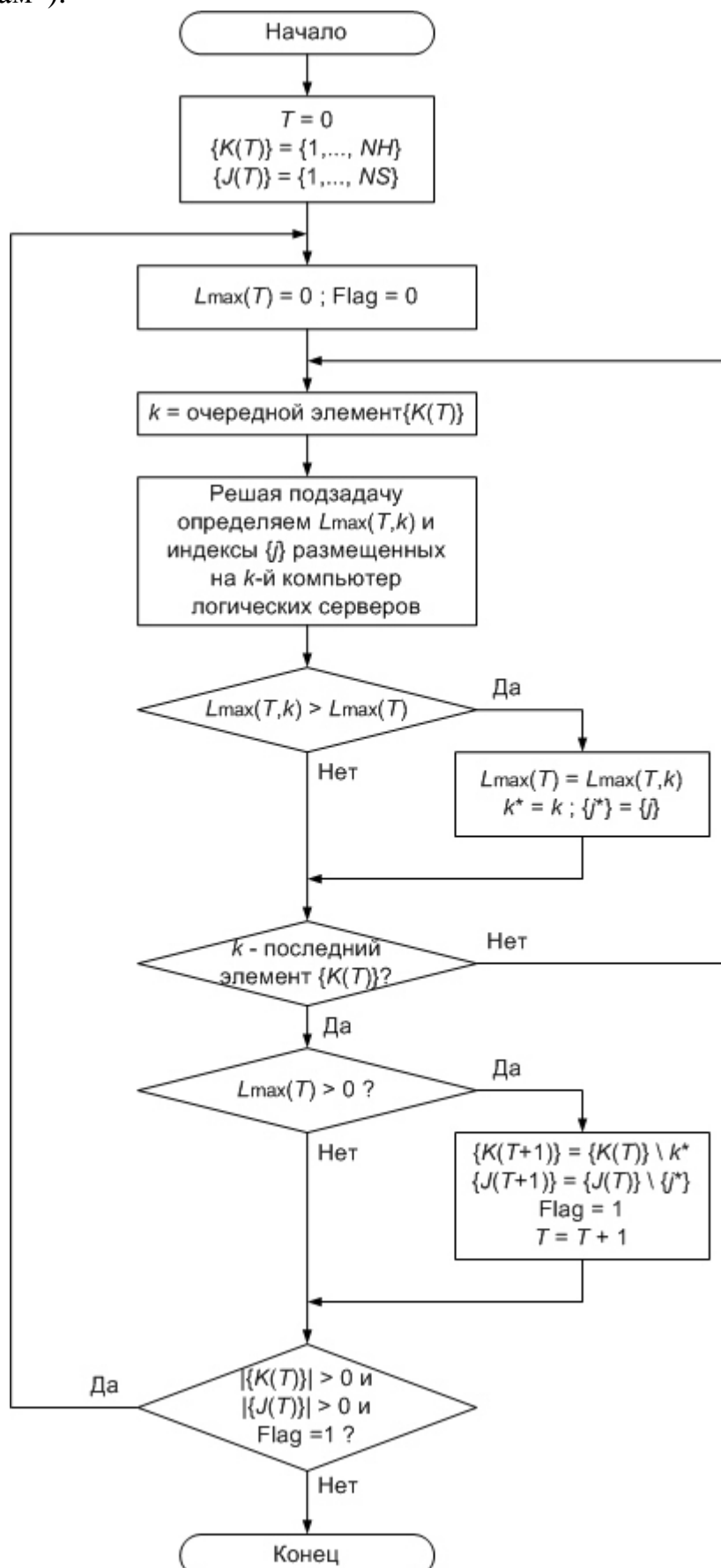


Рис. 1. Схема алгоритма решения задачи распределения ресурсов в целом

Таким образом, используя компромиссный подход, дающий схему решения всей задачи в целом (без детализации подзадач), нам удалось свести неразрешимую стационарную математическую модель (1.7) с неопределенными целевыми функциями к некоторому множеству (число подзадач заранее неизвестно) вполне разрешимых математических моделей (2). Число “больших шагов”, в худшем случае (когда множество физических компьютеров опустошается раньше или вместе с множеством логических серверов) составит: NH , а общее число решаемых подзадач оптимизации по отдельным компьютерам: $(NH \cdot (NH + 1)) / 2$. Так что, на глобальном уровне оптимизации сложность компромиссного метода полиномиальная ($\sim n^2$). Однако, в алгоритме (рис. 1) каждая подзадача (мат. модель 2), в свою очередь, представляет собой класс задач условной псевдобулевой оптимизации [4], для которой также необходим эффективный способ решения. Подзадачу на шаге T при заданном $k \in K(T)$ несложно представить в следующем виде:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^N a_{ij} x_j \leq b_i, i=1..M; \\ L = \sum_{j=1}^N c_j x_j \rightarrow \max; \\ \forall j \in [1, N]: x_j \in \{0, 1\}. \end{cases} \quad (5)$$

где

- $M = NC + NX$.
- $N = |\{J(T)\}|$.
- T, k – заданы, $k \in K(T)$.
- Для каждого $j=1 \dots N$ и $q=j$ -й элемент из $\{J(T)\}$:
 - Для всех $i=1 \dots NC$: $a_{i,j} = Q_{i,q}$; $b_i = R_{i,k} - V_i$.
 - Для всех $i=NC + 1 \dots NC + NX$: $a_{i,j} = E_{i-NC,q}$; $b_i = 1$.
 - $c_j = \frac{1}{\sum_{i=1}^{NC} O_i} \left(\sum_{i=1}^{NC} \frac{O_i Q_{iq}}{R_{ik} - V_i} \right)$.

Следует отметить следующие особенности задачи: элементы матрицы ограничений a_{ij} неотрицательны, поскольку требования $\{Q_{i,j}\}$ логических серверов неотрицательные величины по определению.

Коэффициенты c_j , очевидно, также являются неотрицательными величинами, поскольку O_i – булевы переменные, а $R_{i,k} - V_i > 0$, поскольку в противном случае задача не решается.

Правые части b_i – должны быть неотрицательными, поскольку если для какого-либо ограничения значение $b_i = R_{i,k} - V_i$ окажется меньше либо равно нулю, то задача не будет иметь решения по определению – это случай явной нехватки ресурсов (базовые уровни ресурсов $\{R_{i,k}\}$ физических компьютеров и требования $\{V_i\}$ базовой ОС также неотрицательны по определению). Соответственно, в случае выявления нехватки ресурсов задача не должна решаться.

Математическая модель (5) представляет собой класс задач условной

псевдобулевой оптимизации: в ней присутствуют линейные неравенства с булевыми переменными, причем сами коэффициенты при них и правые части неравенств в общем случае являются вещественными числами (по этой причине класс задач называют псевдобулевой, а не чисто булевой). Также задана целевая функция с булевыми переменными и с вещественными коэффициентами, которую требуется максимизировать: найти такое булево решение, при котором выполняются все ограничения и целевая функция достигает наивысшего значения при заданных ограничениях.

Для решения задач псевдобулевой оптимизации (булевого линейного программирования) на сегодняшний день используются приближенные методы решения. Такие методы позволяют решить задачи больших размерностей с линейными ограничениями любой сложности, причем за приемлемое время, однако, как правило, дают приближенное (субоптимальное) решение.

Метод решения задач псевдобулевой оптимизации

За основу метода решения подзадач (5) был взят приближенный метод локального поиска, и была предложена его улучшенная модификация для усиления его возможностей поиска.

Введем некоторые обозначения и определения.

Пусть задано N -мерное булево пространство, состоящее из множества точек $X=(x_1, \dots, x_N)$ с булевыми координатами: $\forall j \in [1, N]: x_j \in \{0, 1\}$.

$D(X_A, X_B)$ будем называть расстоянием между точками X_A и X_B , численно равным числу координат, по которым эти точки отличаются. Согласно метрике Хэмминга, расстояние $D(X_A, X_B) = \sum_{j=1}^N |x_j^A - x_j^B|$.

$\Theta_R(X_0)$ будем называть N -мерной сферой поиска с радиусом R и центром X_0 , состоящей из множества точек, отличающихся от точки X_0 ровно R координатами. Иными словами $\forall X \in \Theta_R(X_0) \rightarrow D(X, X_0)=R$.

$Z_R(X_0)$ будем называть зоной поиска с радиусом R и центром X_0 , состоящей из всех сфер с радиусами от 0 до R . Иными словами $\forall X \in Z_R(X_0) \rightarrow \exists q \in [0, R]: X \in \Theta_q(X_0)$, т.е. $Z_R(X_0)=\Theta_0(X_0) \cup \dots \cup \Theta_R(X_0)$.

Метод локального поиска [5] является одним из наиболее распространенных и простых для программной реализации приближенных методов дискретной оптимизации. В первом приближении рассмотрим этот метод для задач безусловной оптимизации.

Суть метода локального поиска заключается в следующем: выбирается некоторая начальная точка X^0 , вычисляется в ней целевая функция. Начальная точка принимается за текущий оптимум $X_{\text{опт}}$. Далее ведется перебор всех точек $X \in Z_1(X_{\text{опт}})$ и в них вычисляется значение целевой функции (в классическом варианте метода, радиус зон поиска не задается, он полагается равным 1, и на каждом шаге просматриваются точки, отличающиеся не более одной координатой от точки $X_{\text{опт}}$). В процессе перебора возможны две стратегии:

- Просмотр всей зоны $Z_1(X_{\text{опт}})$ целиком и нахождение наилучшей точки X^* , в которой значение целевой функции лучше, чем во всех остальных точ-

ках зоны (включая центр зоны – точку $X_{\text{опт}}$). Эта точка принимается за новый текущий оптимум и далее ведется уже поиск вокруг нее.

- Перебор до первого улучшения, когда в ходе перебора, как только находится первая точка, в которой значение целевой функции улучшилось, то эта точка принимается за новый текущий оптимум и далее ведется поиск вокруг нее.

Для обеих стратегий работа алгоритма завершается, когда в зоне поиска нельзя найти ни одну точку, где значение целевой функции лучше.

Очевидно то, что при использовании второй стратегии задача решится быстрее, поскольку в этом случае перебирается меньшее количество точек, однако, по этой же причине результат в случае многоэкстремальной целевой функции может быть хуже, чем при использовании первой стратегии.

Метод локального поиска достаточно быстро находит решение: число шагов при классическом варианте (радиус поиска жестко задан и равен 1) не более $N+1$ шагов приближения к оптимуму – это тот случай, например, когда, начальная точка $(0,0...0)$, а оптимальная: $(1,1...1)$, после каждого шага будет меняться только одна координата. На каждом шаге просматривается не более $N+1$ точек (включая центр поиска). Соответственно, объем перебора $\leq (N+1)^2$.

В случае условной оптимизации применяют, так называемые, штрафные функции, которые выбираются таким образом, чтобы при нарушении любого из ограничений, значение целевой функции за счет штрафной функции корректировалось таким образом, чтобы оно оказывалась всегда наихудшим.

Например, для задачи условной псевдобулевой максимизации скорректированную целевую функцию можно сформировать так:

$$F = L - P \sum_{i=1}^M \max \{0, \sum_{j=1}^N a_{ij} x_j - b_i\}. \quad (6)$$

где P – некоторое большое положительное число;

F – скорректированная целевая функция.

В формуле (6) легко видеть то, что при нарушении любого из ограничений штраф, вычитаемый из целевой функции, принимает положительное значение, если же все условия по ограничениям выполняются то, значение штрафной функции равно нулю. Важно выбрать величину P достаточно большой для того, чтобы даже при достаточно больших значениях целевой функции, при любых нарушениях ограничений штраф мог “подавить” выигрыш, в противном случае в качестве оптимума может быть выбрана недопустимая точка.

Очевидным недостатком метода локального поиска является то, что в случае многоэкстремальной целевой функции, есть немалая вероятность получения в качестве решения не глобального оптимума, а одного из первого попавшегося субоптимального решения. При радиусе поиска равного 1, практически невозможны случаи, когда методу после “попадания в зону притяжения” одного из локальных оптимумов удастся выйти из этой зоны и найти другой оптимум. Однако, это недостаток существенно ослабляется при использовании радиусов зон поиска $\gg 1$, разумеется, в этом случае также существенно увеличивается перебор, так что здесь приходится выбирать ме-

жду количеством точек перебора и качеством решения. Кроме того, для получения эффективных решений при многоэкстремальных случаях, используют также, так называемый, локальный поиск с мультистартом, когда решение проводится для нескольких случайных стартовых точек и выбирается наилучшее. Использование даже нескольких случайно взятых стартовых точек значительно ослабляет влияние проблемы “попадания в зону притяжения” локальных экстремумов. Для решения задачи (5) мы будем ориентироваться именно на метод локального поиска с использованием функции штрафов.

Для использования локального поиска в качестве выбранного метода решения, преобразуем задачу условной псевдобулевой оптимизации (мат. модель 5) в следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} F = \sum_{j=1}^N c_j x_j - P \sum_{i=1}^M \max\{0, \sum_{j=1}^N a_{ij} x_j - b_i\} \rightarrow \max; \\ \forall j \in [1, N]: x_j \in \{0, 1\}. \end{array} \right. \quad (7)$$

В преобразованной математической модели (7) ограничения явным образом отсутствуют, но они учитываются при помощи штрафной функции. При рассмотрении задачи (5) было отмечено, что для этой задачи элементы a_{ij} , b_i и c_j – неотрицательные величины. Соответственно, скорректированная целевая функция F в этом случае для всех допустимых точек всегда неотрицательна (штраф в таких случаях равен нулю). В случае же недопустимых точек F может быть как неотрицательной, так и отрицательной величиной – это зависит от выбора коэффициента P . Во избежание ошибок при решении задач, коэффициент P лучше всего выбрать настолько большим, чтобы для любой недопустимой точки скорректированная целевая функция F была отрицательной. После этого задача (7) может быть решена при помощи метода локального поиска.

Для расширения возможностей метода локального поиска с целью получения качественных решений мы применим следующие подходы:

- Задача решается не один, а множество раз для различных стартовых точек, причем вовсе необязательно допустимых: чем больше различных стартовых точек и чем более качественный генератор случайных чисел, тем больше шансов обнаружить глобальный оптимум. Число стартовых точек задается как дополнительный параметр задачи, обозначим его **MS**. Соответственно, в результате решения задачи **MS** число раз получаем различные оптимумы, сравниваем значения целевой функции и выбираем наилучший оптимум.

- Радиус зон поиска не равен жестко единице, а может быть задан как дополнительный параметр задачи. Обозначим его **MR**. Соответственно, для заданной случайной стартовой точки, задача решается методом локального поиска, причем параметр **MR** задает радиус зон $Z_r(X)$, в которых ведется поиск более лучших точек. Как было упомянуто ранее, чем больше радиус зон, тем больше шансов выйти на глобальный оптимум. При **MR=N** глобальный оптимум находится однозначно, однако, в таком случае локальный поиск фактически превращается в полный перебор.

В итоге, локальный поиск становится обобщенным и многоуровневым: на самом верхнем уровне решается задача при **MS** различных стартовых точ-

ках, на следующем уровне внутри задачи при конкретной стартовой точке идет переход от одной зоны поиска к другой до тех пор, пока внутри какой-то зоны невозможно будет найти более лучшую точку, на следующем уровне внутри конкретной зоны ведется перебор сфер поиска с радиусами от 0 до MR , наконец, на самом нижнем уровне ведется перебор точек внутри конкретной сферы поиска.

Следует особо отметить то, что при решении задачи при переходе от одной зоны поиска к другой зоны всегда частично перекрываются. Это очевидно, поскольку, согласно методу поиска, новая локальная оптимальная точка найденная в текущей зоне становится центром для следующей, а расстояние между центром текущей зоны и центром будущей зоны в лучшем случае равна MR (когда новый центр находится на краю текущей зоны), в худшем случае равна 1. В таком случае, при просмотре следующей зоны, в любом случае, часть точек из предыдущей зоны будут совершенно бесполезным образом заново “просмотрены”. На качество результата это никак не повлияет (нет никакого толка от повторного просмотра проверенных точек), а объем перебора существенно может возрасти, особенно при значениях параметра MR близких к N (но не строго равных N). Для такой ситуации существует следующий способ обхода лишнего перебора: при просмотре точек в новой зоне достаточно проверять просматриваемые точки на принадлежность предыдущей зоны. Для этого перед переходом в новую зону поиска сохраняются координаты центра старой зоны. Далее для каждой просматриваемой точки новой зоны вычисляется расстояние до центра старой зоны и если оно меньше MR , то она сразу же отбрасывается. Следует заметить то, что вычисление расстояния – это всего лишь подсчет простой числа различающихся координат, в то время как повторный просмотр точки – это вычисление целевой функции с вещественными коэффициентами, вычисление штрафа, сравнение значений целевой функции и т.п. Очевидно, что первая операция куда более простая и быстрая выполняемая, нежели чем вторая. Поэтому применение способа обхода лишнего перебора крайне желательно, причем даже при $MR=1$. Математически этот способ можно выразить так: допустим X_T – текущий оптимум, он же и центр текущей зоны $Z_{MR}(X_T)$, допустим в этой зоне найден более лучшая точка X^* , тогда текущий центр становится старым $X_{CT}=X_T$, а X^* принимается за новый текущий центр $X_T=X^*$ новой зоны поиска $Z_{MR}(X_T)$. Тогда, при дальнейшем поиске в новой зоне мы просматриваем не $\forall X \in Z_{MR}(X_T)$, а $\forall X \in Z_{MR}(X_T) \setminus Z_{MR}(X_{CT})$ – множество всех точек новой зоны за исключением точек старой зоны. Таким образом, мы избавимся от лишнего перебора.

На рисунке 2 представлен алгоритм обобщенного локального поиска с использованием заданного количества MS случайных стартовых точек и заданного радиуса MR зон поиска, а также с учетом вышерассмотренного подхода к исключению повторного просмотра точек.

Алгоритм реализует блок поиска оптимального распределения логических серверов на k -й физический компьютер алгоритма решения задачи в целом (рис. 1) на текущем шаге T – т.е. фактически получаем индексы $\{j\}$ распределенных логических серверов и значение целевой функции $L_{\max}(T, k)$.

В алгоритме (рис. 2) используются следующие основные и вспомогательные обозначения:

p – порядковый номер стартовой точки.

q – радиус текущей просматриваемой сферы поиска в текущей зоне.

X_T – центр текущей зоны поиска (текущий оптимум).

X_{CT} – центр предыдущей зоны поиска (предыдущий оптимум).

X^{**} – текущая наилучшая точка в текущей зоне поиска. При переходе в новую зону поиска X_T совпадает с последней наилучшей точкой X^{**} в предыдущей зоне. Поэтому, когда поиск заканчивается (в последней рассматриваемой зоне не нашлось более лучших точек), последней наилучшей точкой является X_T .

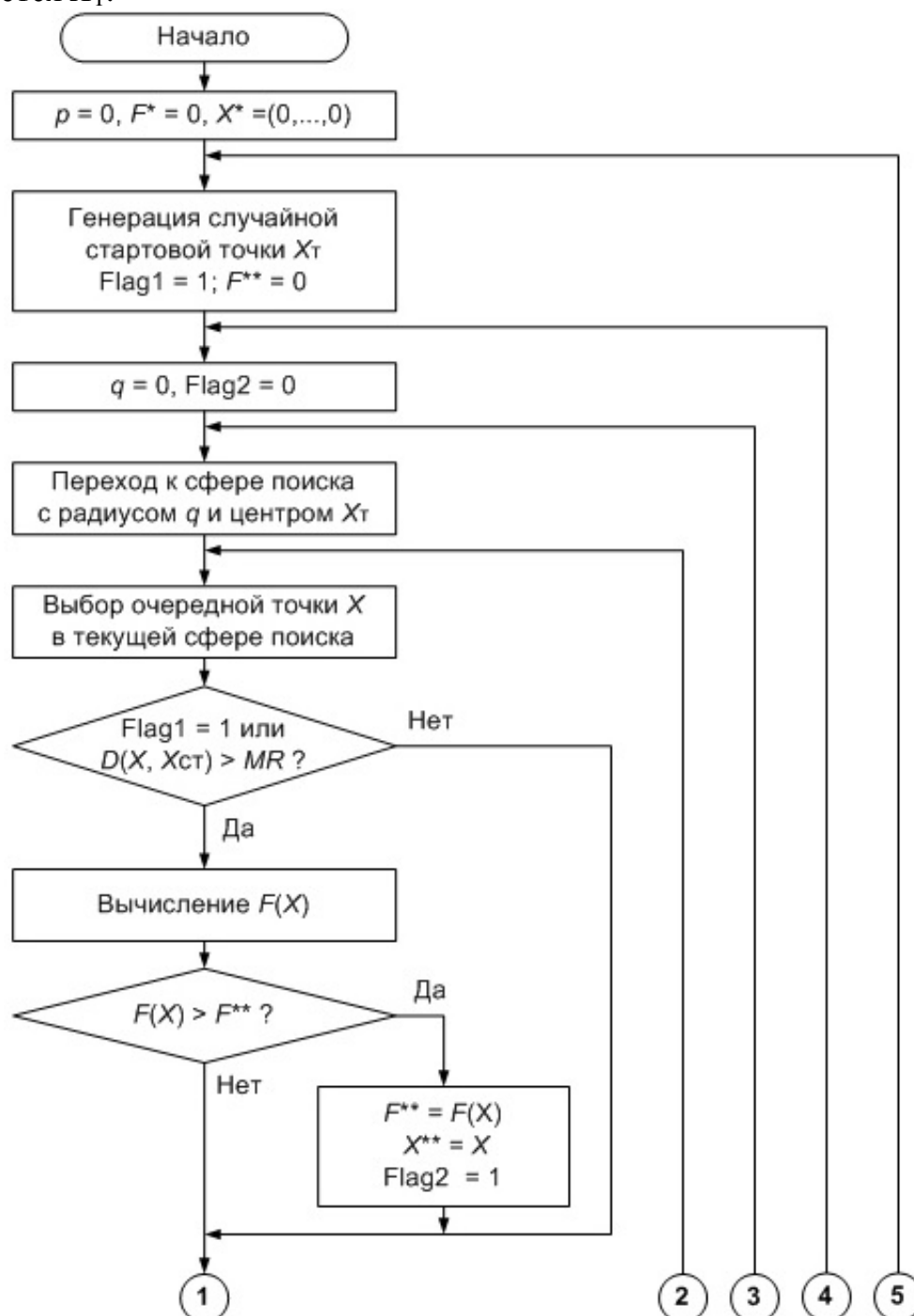


Рис. 2. Схема алгоритма обобщенного локального поиска (начало)

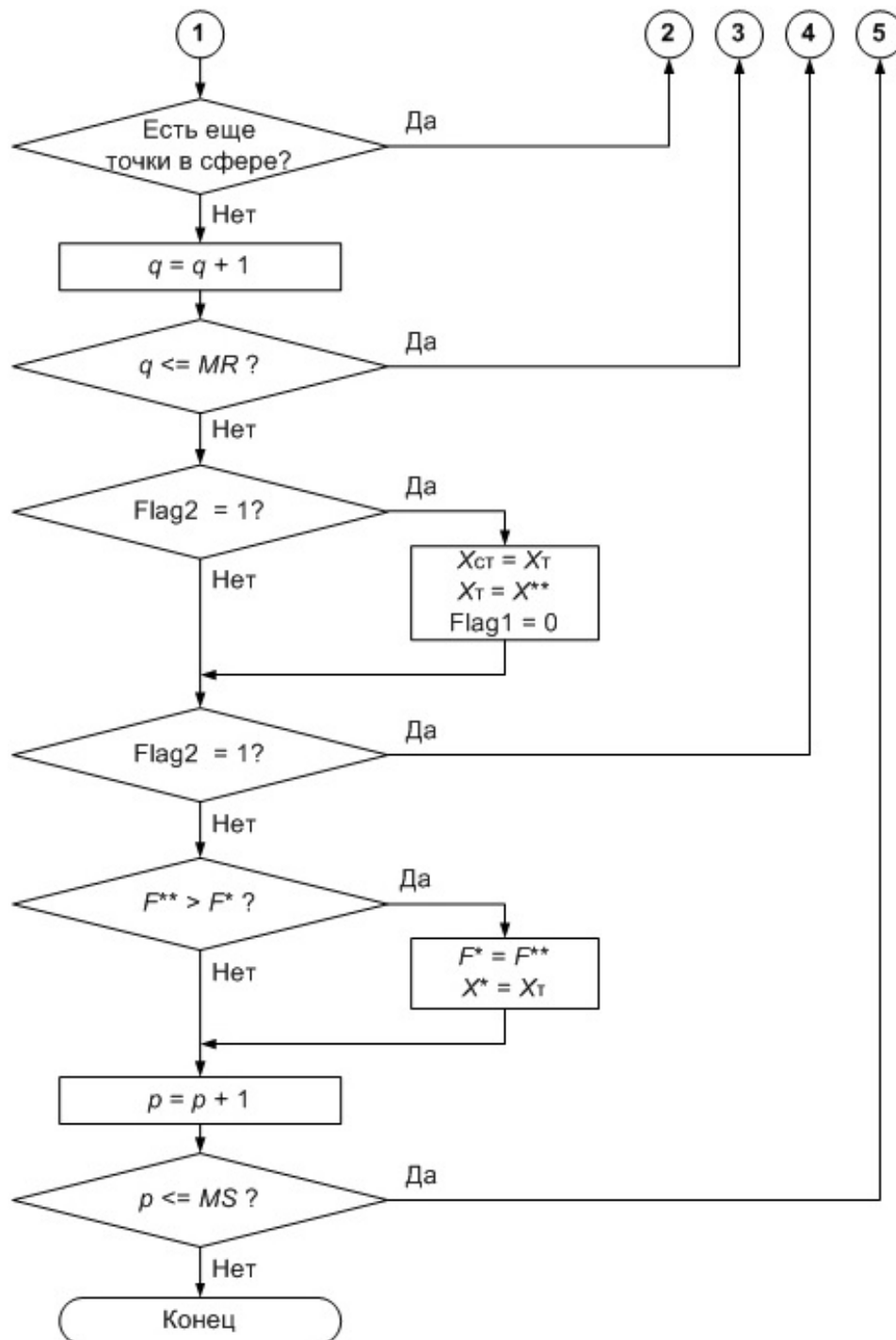


Рис. 2. Схема алгоритма обобщенного локального поиска (окончание)

F^{**} – значение целевой функции в точке X^{**} .

X^* – текущая наилучшая точка среди тех, которые были получены при решении задачи при различных стартовых точках – фактически это решение всей задачи.

F^* – значение целевой функции в точке X^* .

Flag1 – признак того, что просматривается первая зона поиска, соответственно, $X_{ст}$ еще не существует, поэтому в зоне поиска просматриваются все без исключения точки.

Flag2 – признак того, что в зоне поиска была найдена лучшая точка.

Таким образом, используя алгоритмы 1 и 2, мы можем решить задачу поиска и получить матрицу распределения $\{X_{k,j}\}$, $k=1..NH$, $j=1..NS$, логических серверов по компьютерам. Кроме того, используя матрицу распределения $\{X_{k,j}\}$ также можно вычислить матрицу загрузки ресурсов компьютеров $\{\eta_{k,i}\}$, $k=1..NH$, $i=1..NC$, для оценки загрузки ресурсов:

$$\eta_{ki} = \begin{cases} \sum_{j=1}^{NS} \frac{X_{kj} Q_{ij}}{R_{ik} - V_i}, & \text{если: } R_{ik} - V_i > 0; \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases} \quad (8)$$

$\forall i \in [1, NC], \forall k \in [1..NH]$.

Пример решения задачи распределения ресурсов

Рассмотрим решение задачи распределения логических серверов по физическим компьютерам при применении технологии виртуальных машин на следующем примере.

Задан серверный парк корпоративной сети некоторого предприятия. Число компьютеров $NH=15$, число логических серверов $NS=15$, число типов ресурсов $NC=3$. Число дополнительных ограничений $NX=3$.

Базовые уровни ресурсов компьютеров, требования логических серверов и базовых ОС, вектор маски (оптимизация проводится по оперативной памяти и дисковому пространству), а также ограничения-исключения приведены в табл. 1-4.

Таблица 1

Базовые уровни ресурсов компьютеров

	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8
Память, МВ	512	256	256	512	1024	1024	384	640
Диск, МВ	20000	40000	30000	120000	120000	120000	60000	40000
Процессор, МТОПС	5200	5200	4500	4800	4300	3700	2200	2333
	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	
Память, МВ	512	512	384	384	768	640	512	
Диск, МВ	80000	40000	25000	40000	50000	80000	120000	
Процессор, МТОПС	900	1200	2300	2300	3800	3800	4200	

Таблица 2

Требования логических серверов

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Память, МВ	100	120	150	200	350	600	220	200
Диск, МВ	9000	4500	2500	45000	32000	66000	20000	12000
Процессор, МТОПС	300	500	600	200	300	400	120	330
	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	
Память, МВ	125	220	120	200	270	340	120	
Диск, МВ	35000	20000	10000	12000	22000	45000	90000	
Процессор, МТОПС	220	440	233	666	122	744	222	

Таблица 3

Требования базовой ОС и вектор маски оптимизации

	Базовая ОС			Маска
Память, МВ	96		Память	1
Диск, МВ	2000		Диск	1
Процессор, МТОПС	10		Процессор	0

Решая задачу с использованием предложенного автором метода, получаем матрицу распределения логических серверов по компьютерам и матрицу загрузки ресурсов (табл. 5).

Таблица 4

Матрица дополнительных ограничений-исключений

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

Таблица 5

Матрица распределения логических серверов по компьютерам

Матрица распределения				Матрица загрузки ресурсов		
				Память	Диск	Процессор
H1				0	0	0
H2				0	0	0
H3				0	0	0
H4	S10	S15		81,73%	93,22%	13,82%
H5	S2	S4	S6	99,14%	97,88%	25,64%
H6	S5	S7	S14	98,06%	82,20%	31,54%
H7				0	0	0
H8				0	0	0
H9				0	0	0
H10				0	0	0
H11	S1	S11		76,39%	82,61%	23,28%
H12	S3	S9		95,49%	98,68%	35,81%
H13	S8	S12	S13	99,70%	95,83%	29,50%
H14				0	0	0
H15				0	0	0

Из матрицы распределения видно, что задействовано 6 компьютеров: H₄, H₅, H₆, H₁₁, H₁₂, H₁₃, остальные 9 компьютеров освобождаются: H₁, H₂, H₃, H₇, H₈, H₉, H₁₀, H₁₄, H₁₅.

Таким образом, серверный парк с достаточно слабой загрузкой вычислительных ресурсов может быть реорганизован с использованием технологии виртуальных машин в соответствии с полученной матрицей распределения, что в конечном счете приведет к существенному уменьшению объема используемого оборудования и затрат на его техническое обслуживание.

Заключение

Таким образом, в статье рассмотрены постановка задачи распределения вычислительных ресурсов при применении технологии виртуальных машин, обзор предложенных автором математической модели задачи и метода ее решения, базирующегося на декомпозиции исходной задачи распределения на множество подзадач псевдобулевой оптимизации и использовании усовершенствованного метода локального поиска для решения подзадач. Также рассмотрен пример решения задачи распределения предложенным методом.

В рамках научных исследований автором также была разработана программная реализация модели задачи распределения ресурсов и метода ее решения, и в дальнейшем использована в методике проектирования и реорга-

низации корпоративных сетей предприятий при применении технологии виртуальных машин [6], а также при разработке моделей надежности систем хранения и обработки данных [7, 8].

Список использованных источников

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. 4-е изд. СПб.: Питер, 2010.
2. James E. Smith, Ravi Nair. Virtual Machines. Versatile Platforms for Systems and Processes. Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2005.
3. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов. СПб.: Питер, 2009.
4. Антамошкин А.Н., Масич И.С. Эффективные алгоритмы условной оптимизации монотонных псевдобулевых функций // Вестник СибГАУ. 2003. № 4. С. 15-24.
5. Семенкина О.Э., Жидков В.В. Оптимизация управления сложными системами методом обобщенного локального поиска. М.: «МАКС Пресс», 2002.
6. Рахман П.А. Разработка методики повышения эффективности использования вычислительных ресурсов при применении технологии виртуальных машин: дис. ... канд. техн. наук. М., 2005.
7. Рахман П.А., Шарипов М.И. Модель надежности двухузлового кластера приложений высокой готовности в системах управления предприятием // Экономика и менеджмент систем управления, 2015. Т. 17. № 3. С. 85-102.
8. Рахман П.А., Шарипов М.И. Модели надежности каскадных дисковых массивов в системах управления предприятием // Экономика и менеджмент систем управления, 2015. Т. 17. № 3.1. С. 155-168.

Тощев А.С.

ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ РАЗРЕШЕНИЯ ИНЦИДЕНТОВ ДЛЯ ОБЛАСТИ УДАЛЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Казанский (Приволжский) федеральный университет

В настоящее время в области информационных технологий (ИТ) все большие распространение и значение приобретают системы удаленной поддержки информационной инфраструктуры, называемые «аутсорсинг ИТ». В результате развития ИТ-рынка компаниям становится невыгодно содержать свой штат службы поддержки, и они поручают поддержку своей инфраструктуры сторонним компаниям. При этом большинство проблем, которые решает удаленная служба поддержки, носит весьма тривиальный характер (По данным статистики ОАО «ICL КПО ВС») [6]: установить приложение; переустановить приложение; решить проблему с доступом к тому или иному ресурсу. Названные проблемы решают специалисты технической поддержки. Последняя обычно делится на несколько линий:

- первая линия - решение уже известных, задокументированных проблем, работа напрямую с пользователем;
- вторая линия - решение ранее неизвестных проблем;
- третья линия - решение сложных и нетривиальных проблем;
- четвертая линия - решение архитектурных проблем инфраструктуры.

При проведении исследования нами применялись следующие статистические методы [1]: наблюдение (при помощи систем регистрации инцидентов); сводка и группировка материала; обработка статистических показателей. Ис-

пользовались следующие материалы: статистика состава команд поддержки; статистика решения инцидентов специалистами (выгрузка инцидентов).

Каждая линия поддержки представлена специалистами. В среднем команда, обслуживающая одного заказчика, насчитывает около 60 человек. Процентное соотношение специалистов разных линий поддержки отображено на следующей диаграмме.

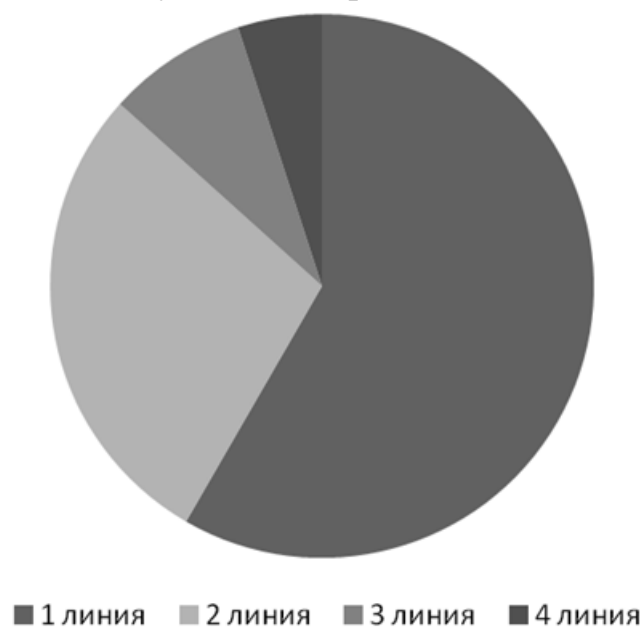


Рис. 1. Соотношение специалистов разных линий поддержки

Работа специалиста 1-й линии поддержки состоит из множества рутинных и простых задач. На рис. 1 и в табл. 1 (по данным статистики проекта поддержки ОАО «ICL КПО ВС») показано соотношение разных типов проблем, встречающихся во время работы службы поддержки.

По результатам анализа выгрузки было оценено соотношение различных типов проблем. Эти типы определяются соответствующим специалистом при регистрации инцидента, либо после разрешения инцидента, либо вообще не фиксируются.

Нами были проанализированы выгрузки инцидентов и были выявлены типичные инциденты. Решение значительной части более-менее простых возникающих задач может быть автоматизировано, при этом специалисты получают дополнительное время для решения более интересных задач.

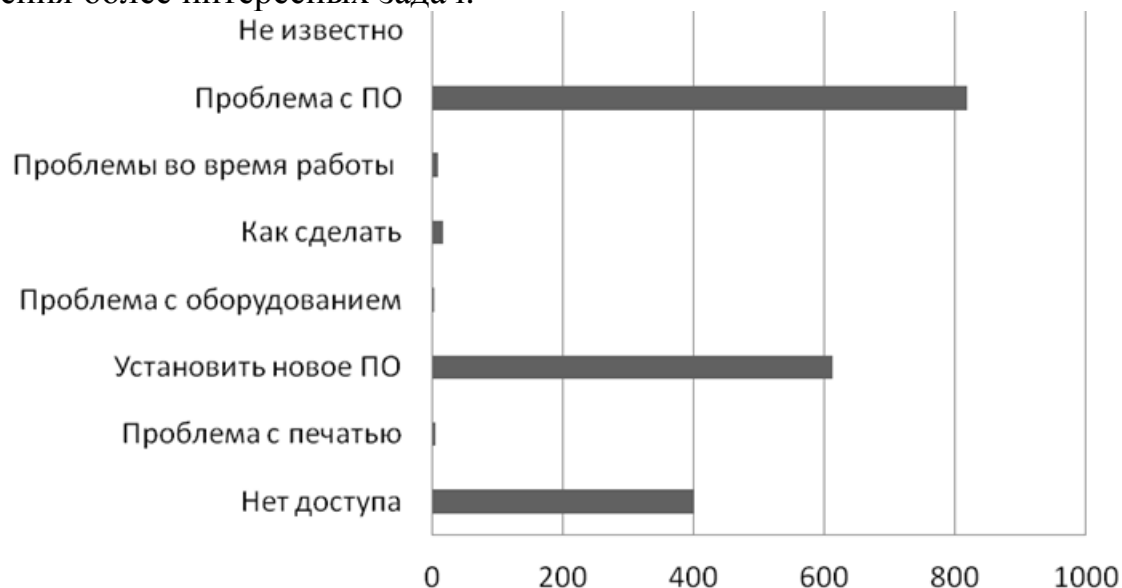


Рис. 2. Соотношение типов проблем

Решение задачи автоматизации можно разделить на несколько условных компонентов:

1. Обработка входной информации (а) обработка естественного языка (в случае, если заявка в письменной форме); б) распознавание речи (если заявка регистрируется по телефону).

2. Понимание входной информации.

3. Поиск решения проблемы, обозначенной в заявке.

4. Исполнение решения. Иными словами, система должна применить найденное ей решение на целевой системе. Например, система нашла решение: «Запустить приложение Setup.EXE», данную команду нужно запустить на целевой машине пользователя, который столкнулся с проблемой.

5. База знаний.

6. Взаимодействие с пользователем.

Таблица 1

Категория	Описание
Проблема с ПО	Проблема при запуске ПО на компьютере. Решается переустановкой
Проблемы во время работы	Проблема с функционированием программного обеспечения
Как сделать	Запрос на инструкцию по работе с тем или иным компонентом рабочей станции
Проблема с оборудованием	Неполадки на уровне оборудования
Установить новое ПО	Требование установки нового программного обеспечения
Проблема с печатью	Установка принтера в систему
Нет доступа	Нет доступа к общим ресурсам

Задача первого компонента решения является обработка информации на естественном языке, полученный как устно, так и письменно, и формализация в виде концепций, некоторого набора объектов, понятных системе.

На данный момент времени существует множество систем, выполняющих задачу обработки информации на естественном языке. Системы обработки естественного языка в целом делятся на 4 категории: интеллектуальные вопрос-ответные; система общения с базами данных; диалоговые системы решения задач; системы обработки связных текстов.

В интеллектуальных вопрос-ответных системах основное внимание уделяется приближению языка общения к литературному естественному языку [7]. Примерами данного класса систем являются системы Siri, Iris, WolframAlpha.

Второй класс систем возник в результате необходимости общения неподготовленных пользователей с базами данных. Примерами таких систем могут служить Microsoft Visual FoxPro [8] и Progress.

Третий класс систем обеспечивает не только доступ к базам данных, но и функции интеллектуального агента, гарантирующего решение определенного круга задач.

Четвертый класс систем включает в себя моделирование процесса понимания связанного текста. Иными словами, такая система способна вычлени и формализовать некие фрагменты действительности. Примерами можно считать системы StanfordParser [9], OpenCog RelEx, Metafor. Данный класс систем наиболее подходит для решения задачи, так как предоставляет информацию,

основываясь на всем тексте. Например, пусть имеется заявка: «Не работает офис. Word не сохраняет». Разбор данной заявки по предложениям может упустить связку того, что у пользователя не работает Microsoft Office Word.

Следующим компонентом решения является «Понимание входной информации», другими словами, ее формализация в терминах внутренней модели Базы знаний (5 компонент). Разобранный первым компонентом концепции должны быть привязаны вторым компонентом к уже существующим в базе знаний концепциям, чтобы система смогла понять, с чем имеет дело, так как концепции в базе знаний известны системе. Организация хранения подобных данных должна быть в виде онтологии [10]. На данный момент существует несколько языков онтологий: OWL, KIF, CL, CycL, DAML+OIL.

Компонент системы «Поиск решения проблемы, обозначенной в заявке» должен найти решения проблемы. Формализованная и раскрытая в терминах базы знаний проблема должна иметь решения. В данном случае применяются логические рассуждения: суждение по аналогии; дедукция; индукция.

Данный компонент должен найти несколько решений и выдать наиболее вероятное, передав следующему компоненту. Если решение успешно, то данный факт фиксируется в Базе Знаний.

Компонент применения решения так же, как и «поиск решения», должен найти для выбранного решения проблемы путь его применения, таких путей может быть несколько. Чтобы достичь успеха, система может несколько раз попытаться применять разные пути решения. В случае, если система столкнулась с проблемой, для решения которой необходимо вмешательство пользователя, то здесь будет использоваться компонент «Взаимодействие с пользователем», который будет задавать вопрос пользователю, если системе недостаточно знаний. Ответ от пользователя также будет пропущен через все компоненты системы (кроме поиска решения и применения решения) и сохранен в виде нового знания в Базе Знаний.

Таким образом, в данной статье описана проблема автоматизации решения инцидентов и примерный путь ее решения.

Список использованных источников

1. <http://chaliev.narod.ru/statistics/lection1-predmet-i-metod-statistiki.html>.
2. Hirschman L., Gaizauskas R. Natural Language Question Answering. The View from Here// Natural Language Engineering, 2001, 7:4:275-300.
3. Горев А., Ахayan P., Макашарипов С. Эффективная работа с СУБД. - СПб.: Питер, 1997. - 700 с.
4. Socher R., Bauer J., Manning C.D., Ng A.Y. Parsing With Compositional Vector Grammars// Proc, of ACL 2013,
5. Добров Б.В., Иванов В.В., Лукашевич Н.В., Соловьев В.Д. Онтологии и тезауры: модели, инструменты, приложения. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. - 173 с.
6. Thinking-Understanding Approach. - <http://tu-project.com/for-business>.