

Шаг 1. Рассчитаем уровни показателей  $X_j$  конкретного предприятия.

Шаг 2. Проведем распознавание значений технических показателей предприятия по критерию  $\lambda_j$ , характеризующего уровень принадлежности конкретного значения технического показателя нечетким подмножествам терм-множества. Значение критерия  $\lambda_j$  для построенной модели оценки заключается в том, что он приводит в сопоставимый вид значения исследуемых показателей, соотнося их с конкретными значениями 01-носителя. Значения критерия  $\lambda_j$  лежат в интервале [0; 1]. Критерий  $\lambda_j$  рассчитывается следующим образом:

$$\lambda_j = 1 - \frac{X_j - a_3^*}{a_4^* - a_3^*}$$

где  $a_3^*$ ,  $a_4^*$  - Т-числа i-го подмножества терм-множества, к которому приблизительно относится исследуемый показатель.

Шаг 3. Создадим интегральный показатель оценки технической составляющей инновационного потенциала предприятия ( $\dot{p}$ ) путем двойной свертки результатов оценки финансовых показателей:

$$\dot{p} = \sum_{i=1}^N r_i \sum_{j=1}^5 \dot{p}_j * \lambda_j$$

где  $r_i$  - значимость i-ой группы технических показателей, определенная на шаге 3 первого этапа модели;

$\dot{p}_j$  - узловые точки 01-носителя.

Шаг 4. На основе численного значения интегрального показателя произведем его лингвистическую интерпретацию с определением уровня принадлежности значения показателя к конкретному терму. В данном случае порядок работы будет аналогичен шагу 2 текущего этапа модели. В результате вычисления  $\lambda_j$  для интегрального показателя на основе классификатора текущих значений

показателя, рассчитанного в шаге 4 первого этапа, мы получаем лингвистическую интерпретацию текущего значения технической составляющей инновационного потенциала предприятия и показатель уверенности эксперта в подобной интерпретации показателя.

Основным результатом данной работы является создание эффективной модели оценки технических возможностей предприятия для постоянного внедрения как улучшающих, так и базовых инноваций. Особенностью данной работы является применение в построенной модели не традиционного метода оценки экономических показателей, основанного на теории нечетких множеств. Главное преимущество использования теории нечетких множеств в построенной модели заключается в возможности учета фактора неопределенности при построении модели оценки, что повышает достоверность и качество принимаемых стратегических решений в области инноваций.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. Заде; пер. с англ. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
2. Копылов А.В. Формирование и оценка стратегических ресурсов предприятий. / А.В. Копылов, О.А. Ломовцева, Р.П. Харебава – Волгоград: Перемена, 2002.
3. Недосекин А. О. Применение теории нечетких множеств к задачам управления финансами / А. О. Недосекин // Аудит и финансовый анализ. – 2000. – № 2. – С. 137–160.
4. Недосекин А.О. Применение теории нечетких множеств к финансовому анализу предприятий / А. О. Недосекин, О. Б. Максимов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.vmggroup.sp.ru>
5. Трифилова А. А. Анализ инновационного потенциала предприятия / А. А. Трифилова // Инновации. – 2003. – № 6. – С. 67–72

УДК 519.23  
ББК У65

Дзедик Валентин Алексеевич

аспирант кафедры мировой экономики и экономической теории,  
Волгоградский государственный технический университет,  
руководитель филиала Ассоциации по сертификации «Русский Регистр» в г. Волгограде.  
E-mail: vdz@mail.ru

### Повышение результативности систем менеджмента качества на основе инструментальных средств поддержки принятия решений. Improvement of the effectiveness of quality management systems based on tools of decision support systems.

В статье рассматривается возможность применения систем поддержки принятия решений для повышения результативности систем менеджмента качества. Проанализированы современные проблемы развития систем менеджмента качества и пути их решения. Выявлены приоритетные тенденции развития инструментов инжиниринга качества. Приведена обобщенная классификация систем поддержки принятия решений. Произведен выбор оптимальной архитектуры такой системы исходя из специфики рассматриваемой проблемы. Рассмотрены основополагающие формулы регрессионного анализа, выбранного в качестве базы мате-

матического аппарата системы поддержки принятия решений. Выявлены преимущества от применения данной системы на современных предприятиях.

The article is devoted to the possibility of the application of decision support systems in order to improve the effectiveness of quality management systems. Contemporary development problems of quality management systems and ways of its solution are analysed. The author discusses priority trends for development of contemporary quality engineering tools. There is a general classification of decision support systems. The selection of optimal architecture of such a system based

*on the specifics of the problem has been made. The author presents fundamental formulas of regression analysis, selected as the base of the mathematical apparatus of decision support system. The author identifies benefits of the application of this system in modern enterprises.*

*Ключевые слова. Система менеджмента качества. ИСО 9001:2008. Инструменты инжиниринга качества. Статистическое управление процессами. Система поддержки принятия решений. Информационная управляющая система. Система управления базами данных. Массив данных показателей процессов. Модуль экспертного оценивания. Анализ данных. Регрессионный анализ. Метод наименьших квадратов.*

*Keywords: Quality management system. Quality engineering tools. Statistical process control. Decision support system. Information management system. Database control system. Process performance array data. Module for expert estimation. Data analysis. Regression analysis. Least square method.*

На современном этапе развития российской экономики невозможно представить ее в отрыве от тенденций глобального рынка. Российские предприятия малого и среднего бизнеса вынуждены конкурировать с иностранными организациями не только при выходе на международный рынок, но и у себя на родине, поскольку количество импортируемых товаров и услуг неуклонно растет и эта тенденция, безусловно, будет продолжаться.

В этой ситуации неизбежным является применение международной практики ведения бизнеса. Одной из глобальных тенденций в течении последних двадцати лет является применение системного подхода, сформулированного в целом ряде международных документов, описывающих требования к системам управления бизнесом. Такие документы не являются законодательными требованиями, они приняты самим деловым сообществом и поэтому, по сути, являются формой саморегулирования субъектов предпринимательской деятельности. Утверждаются такие документы разнообразными международными организациями, состоящими из представителей разных стран и разных отраслей экономики, часто с участием представителей правительств заинтересованных стран. Примерами таких организаций являются Международная организация по стандартизации (ISO), Европейский комитет по стандартизации (CEN), Международная автомобильная целевая группа (IATF) и т.д.

Названные международные документы относятся к разным аспектам ведения бизнеса, таким как качество продукции и услуг (ISO 9001:2008), воздействия на окружающую среду (ISO 14001:2004), охрана здоровья и безопасность персонала организации (OHSAS 18001:2007) и т.д.

По последним данным Международной организации по стандартизации (ISO), число организаций, по всему миру внедривших и сертифицировавших системы менеджмента качества, приближается к миллиону. Среди них можно отметить и несколько тысяч российских предприятий. Наличие в организации системы менеджмента качества уже стало непрерывным атрибутом ответственного, клиентоориентированного бизнеса, нацеленного на долгосрочное развитие. Большинство организаций,

выполнив требования ISO 9001:2008, и получив сертификат соответствия, полагают, что цель достигнута, и дальнейшая работа над системой менеджмента качества не имеет смысла. Тем самым, такие предприятия лишают себя огромного количества преимуществ, которые дает система менеджмента качества как таковая.

Получение названных преимуществ, в первую очередь, связано с использованием инструментов, базирующихся на платформе уже внедренной системы менеджмента качества. Существует масса инструментов инжиниринга качества, внедрение которых повышает эффект от внедрения ISO 9001. Можно назвать анализ измерительных систем<sup>1</sup>, ставшее уже практически самостоятельной отраслью науки статистическое управление процессами<sup>2</sup>, и многие, многие другие.

У всего этого многообразия методов и инструментов есть одна общая особенность. Практически все они имеют сугубо технический характер. Кроме того, в большинстве случаев, они весьма локальны в своем применении, направлены на решение однотипных задач или узкого их круга.

Для перехода на новый уровень применения инструментов, позволяющих повышать результативность систем менеджмента качества, следует обратиться не к «частным» требованиям ISO 9001, а к основополагающим, которые изложены в п. 4.1 названного международного стандарта: «...Организация должна:

- a) определить процессы, необходимые для системы менеджмента качества, и их применение по всей организации;
- b) определить последовательность и взаимодействие этих процессов;
- c) определить критерии и методы, необходимые для обеспечения результативности, как при осуществлении, так и при управлении этими процессами...»<sup>3</sup>.

Кроме того, необходимо проанализировать рекомендации международного стандарта ISO 9004:2004 в части положений, изложенных в п. 4.2: «Организация может достичь устойчивого успеха путем удовлетворения потребностей и ожиданий своих заинтересованных сторон сбалансированным образом и в течении длительного периода.

Окружающая среда организации постоянно меняется и неопределенна; но для достижения устойчивого успеха высшему руководству организации следует:

- идентифицировать все существующие заинтересованные стороны, оценивать величину их возможного влияния на деятельность организации, а также определять, как удовлетворить потребности и ожидания заинтересованных сторон сбалансированным образом,
- постоянно взаимодействовать с заинтересованными сторонами и держать их в курсе действий и планов организации,
- устанавливать взаимовыгодные отношения со своими поставщиками и партнерами,

<sup>1</sup> См. подробнее: Анализ измерительных систем. MSA. Ссылочное руководство (3-е изд., испр.) Перевод с англ. – Н. Новгород: ООО СМЦ «Приоритет», 2007.

<sup>2</sup> См. подробнее: Статистическое управление процессами. SCP. Ссылочное руководство. - Н.Новгород: ООО СМЦ «Приоритет», 2006.

<sup>3</sup> ISO 9001:2008 "Quality management systems - Requirements". International Organization for Standardization., 2008.

- использовать широкий выбор подходов, включая переговоры и посредничество, чтобы уравнивать часто конкурирующие потребности и ожидания заинтересованных сторон,

- идентифицировать взаимосвязанные кратко- и долгосрочные риски, и разворачивать общую стратегию организации таким образом, чтобы снижать риски,

- предусматривать будущие потребности в ресурсах (включая требуемую компетентность персонала),

- внедрять процессы, необходимые для осуществления стратегии организации, и обеспечивающие способность реагировать на быстро изменяющиеся условия,

- регулярно оценивать соответствие текущим планам и процедурам, а также осуществлять соответствующие корректирующие и предупреждающие действия.

- обеспечивать, чтобы персонал организации имел возможность обучения, как для своей выгоды, так и для поддержания жизнеспособности организации, а также,

- устанавливать и поддерживать процессы инноваций и постоянного улучшения»<sup>4</sup>.

Таким образом, организация должна не только определить перечень процессов, из которых состоит ее деятельность, определить материальные и информационные потоки, объединяющие эти процессы, но и для каждого процесса определить показатель, или группу показателей, по которым будет оцениваться деятельность этого процесса. Данные показатели впоследствии должны анализироваться как внутри системы менеджмента качества, так и совместно с показателями внешней среды организации.

Реализуя требования данного пункта стандарта, рассматриваемая нами организация получает перечень процессов и перечень показателей, характеризующих деятельность этих процессов. В ходе наблюдения за каждым показателем получается ряд данных – результаты наблюдений за этим показателем. Эти данные носят количественный или альтернативный характер (пример количественного показателя – уровень дефектности в процентах, альтернативного – заключение контракта на поставку со значимым потребителем).

Полученные данные могут быть использованы в качестве входных для системы поддержки принятия решений<sup>5</sup>.

В соответствии со сложившейся в мировой практике терминологии, система поддержки принятия решений это автоматизированная информационная система, предназначенная для поддержки процесса принятия управленческих решений. Данный вид систем носит характер обслуживающих программных продуктов и преимущественно ориентируется в своей работе на рассматриваемый процесс и его свойства.

В общем виде названная система является механизмом обработки данных, оснащенный, чаще всего, статистическим аппаратом для оперативной обработки имеющихся данных и выработки требуемых результатов для более обоснованного принятия решений, которые осуществляется уже человеком. Система поддержки принятия реше-

ний должна быть динамической, то есть с результаты ее работы будут отличаться в зависимости от особенностей анализируемой ситуации и уровня управления – исполнительский, управленческий или стратегический.

Системы поддержки принятия решений (СППР) являются управляющими информационными системами, состоящими из совокупности взаимосвязанных процессов направленных на предоставление пользователю системы требуемой информации.

Системы поддержки принятия решений должны решать следующие задачи:

- поддержка определения решений для неопределенных и сложных задач;

- поддержка принятия решений на всех уровнях управления организацией с требуемой степенью точности и детализации;

- обеспечение поддержки всех стадий принятия решения: накопление и обработка данных: определение и анализ образа действий; определение рекомендуемого образа действий;

- поддержка адаптивной системы процессов принятия решения;

- функционирование интерфейса системы поддержки принятия решений должно быть логично и понятно ее пользователям;

Система поддержки принятия решений состоит из следующих основных структурных элементов:

- информационный модуль – обеспечивает пользователей системы основными данными;

- экспертный модуль – обеспечивает пользователей системы правилами и знаниями проведения экспертного анализа при выборе результативных вариантов решения задач;

- прогнозирующий модуль – обеспечивает пользователей системы результатами прогнозирования поведения экономической системы организации в зависимости от задаваемых условий.

Поскольку управленческие функции любого предприятия распределены по разным уровням его организационной структуры и, соответственно, за реализацию этих функций несут ответственность разные должностные лица, то модули и процедуры поддержки принятия решений должны системно взаимодействовать между собой. Необходимость системы такого типа объясняется не только удобством в формировании массива данных системы и повышении эффективности её функционирования, но и их низкими эксплуатационными затратами.<sup>6</sup>

Современные системы поддержки принятия решений по своей архитектуре делятся на следующие категории:

- Функциональные СППР – наиболее просты с точки зрения архитектуры. Получают данные напрямую из операционных систем.

- СППР с использованием независимых витрин данных. Используется необходимое количество специализированных баз данных, содержащих информацию по конкретным аспектам деятельности организации.

- СППР на базе двухуровневого хранилища данных – в качестве промежуточного звена между пользователя-

<sup>4</sup> См. подробнее: ISO 9004:2009 «Managing for the sustained success of an organization – A quality management approach». International Organization for Standardization., 2009.

<sup>5</sup> См. подробнее: Таранников Н.А. Разработка многоагентной СППР на основе многокритериальных методов анализа иерархий и аналитических сетей: монография / Н.А. Таранников. – Волгоград: ВолГТУ, 2007.

<sup>6</sup> См. подробнее: Козенко З.Н., Рогачев А.Ф., Нахшунув А.Л., Карапузов И.А. Поддержка принятия управленческих решений. Информационное и инструментальное обеспечение: монография / Под ред. проф. А.Ф. Рогачева. – Волгоград: ВолГУ 2001.

ми системы и источниками информации используется централизованное хранилище данных.

- СППР на базе трехуровневого хранилища данных – в качестве промежуточного звена между пользователями системы и источниками информации используются централизованное хранилище данных и витрины данных.

Исходя из специфики систем менеджмента качества, предлагается применить СППР на базе двухуровневого хранилища данных, которая будет состоять из следующих компонентов:

1) Источники данных о функционировании системы менеджмента качества. Данные образуются посредством автоматизированных систем управления производством или аккумулируются вручную, и, состоят из:

1.1) Результатов измерений параметров производственных процессов, например, давление, температура, скорость подачи материалов и т.д.

1.2) Результатов измерений параметров качества готовой продукции, например, геометрические параметры, результаты физических измерений, данные химических анализов продукции и т.д.

1.3) Данных, полученных в результате обработки результатов измерений параметров производственных процессов и параметров качества готовой продукции, таких как, средние, размахи, медианы, моды, индексы пригодности и воспроизводимости, числа несоответствий в выборке и так далее<sup>7</sup>.

1.4) Данных, полученных в результате анализа измерительных систем, таких как, смещение, стабильность, линейность, сходимость, воспроизводимость, возможность измерительной системы и так далее<sup>8</sup>.

1.5) Данных кадрового учета, таких как численность персонала, его квалификация, проведенные курсы подготовки и так далее.

1.6) Данных бухгалтерского и финансового учета.

1.7) Данных по результатам работ по планово-предупредительному ремонту основного и вспомогательного технологического оборудования, аварийному выходу из строя оборудования, замене и обслуживанию приспособлений и инструмента.

1.8) Данных об охране труда, обеспеченности средствами индивидуальной и коллективной защиты, количеству несчастных случаев на производстве.

1.9) Данных по охране окружающей среды, количество сбросов и выбросов, образование твердых отходов, сверхнормативным загрязнением, авариям.

1.10) Данных об удовлетворенности потребителей, результатов анкетирования и опросов, жалоб потребителей.

1.11) Характеристик внешней среды организации. Названный источник данных состоит из множества их видов, например, курсы валют, стоимость сырья и готовой продукции на национальных и внешних рынках, разнообразные индексы деловой активности и так далее.

2) Массив данных показателей процессов. Представляет собой компьютерную систему управления базой

данных, которая, содержит, в случае необходимости, программные модули преобразования форматов данных, для их последующего хранения в структурированном виде.

3) Модули экспертного оценивания зависимостей показателей и прогнозирования. Модуль экспертного оценивания представляет собой программный продукт, который, по запросу пользователя, анализирует массив данных показателей процессов и внешних характеристик организации, и, исходя из задачи, установленной пользователем, определяет наличие или отсутствие статистической зависимости между заданными показателями. По результатам обработки каждого запроса, заносит в массив данных показателей процессов полученные результаты, чтобы в дальнейшем при решении аналогичных задач использовались уже полученные результаты. Модуль прогнозирования также работает по запросу пользователя, и использует в качестве входных данных полученные модулем экспертного оценивания статистические зависимости между показателями, задаваемые пользователем интервалы прогнозирования и установочные характеристики показателей процессов и характеристик внешней среды, связанных с тем показателем, чье поведение необходимо предсказать.

4) Автоматизированное рабочее место (АРМ) пользователя. Представляет собой персональный компьютер с установленным программным обеспечением, которое позволяет взаимодействовать через модули экспертного оценивания зависимостей показателей и прогнозирования с массивом данных показателей процессов и характеристик внешней среды. В качестве разновидности автоматизированного рабочего места пользователя применяется автоматизированное рабочее место администратора СППР, посредством которого производится настройка и управление базой данных, импорт данных из внешних источников.

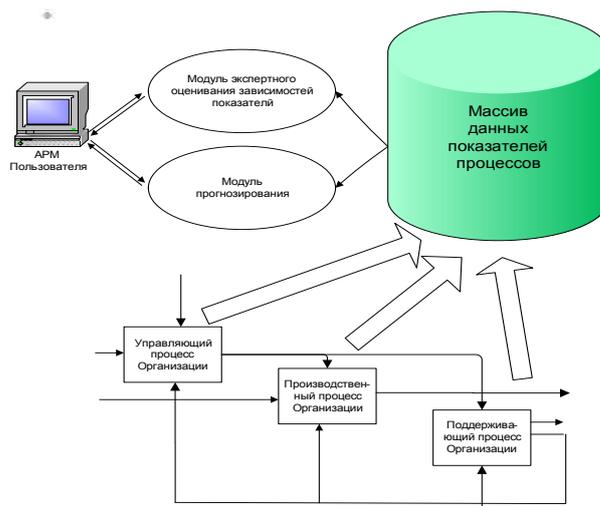


Рис. 1. Принципиальная схема системы поддержки принятия решений системы менеджмента качества

В основе работы модулей определения статистической зависимости и прогнозирования лежит метод регрес-

<sup>7</sup> См. подробнее: Статистическое управление процессами. SCP. Ссылочное руководство. - Н.Новгород: ООО СМЦ «Приоритет», 2006.

<sup>8</sup> См. подробнее: Анализ измерительных систем. MSA. Ссылочное руководство (3-е изд., испр.) Перевод с англ. – Н.Новгород: ООО СМЦ «Приоритет», 2007.

сионного анализа<sup>9</sup>. В регрессионных моделях зависимая (объясняемая) переменная  $Y$  может быть представлена в виде функции  $f(X_1, X_2, \dots, X_k)$ , где  $X_1, X_2, \dots, X_k$  – независимые (объясняющие) переменные, или факторы.

Учитывая возможные отклонения, линейное уравнение связи двух переменных (парную регрессию), можно представить в виде

$$y_i = a + bx_i + e_i$$

где  $a$  – постоянная величина (или свободный член уравнения);  $b$  – коэффициент регрессии, определяющий наклон линии, вдоль которой рассеяны данные наблюдений;  $e_i$  – случайная переменная (случайная составляющая, остаток или возмущение).<sup>10</sup>

Далее, в аналитических модулях СППР применяется, соответственно, как модули экспертного оценивания, так и прогнозирование с применением уравнений регрессии на основе методов наименьших квадратов или модулей<sup>11</sup>.

Полученные результаты позволят руководству организации создать необходимую основу для реализации цели, изложенной в разделе 8.4 Международного стандарта ISO 9004:2009:

«Нужно, чтобы анализ собранной информации давал возможность принимать решения, основанные на фактах, по вопросам политики и стратегии таким, как:

- потенциальные изменения в потребностях и ожиданиях заинтересованных сторон в долгосрочной перспективе,
- существующая продукция и деятельность, которые создают в данный момент наибольшую ценность для заинтересованных сторон организации,
- новая продукция и процессы, необходимые для удовлетворения изменяющихся потребностей и ожиданий заинтересованных сторон,
- прогнозируемые требования к продукции организации в долгосрочной перспективе,
- влияние на организацию вновь появляющихся технологий,
- новые компетенции, которые могут понадобиться, а также
- изменения, которые могут ожидать в законодательных и регулирующих требованиях, или на рынке труда и других ресурсах, которые могут повлиять на организацию»<sup>12</sup>. Реализация названного положения, в свою очередь, позволит обеспечить долгосрочное и успешное

развитие организации.

#### ЛИТЕРАТУРА:

- 1) ISO 9001:2008 “Quality management systems – Requirements”. International Organization for Standardization., 2008. - 27 p.
- 2) ISO 9004:2009 “Managing for the sustained success of an organization – A quality management approach”. International Organization for Standardization., 2009. - 46 p.
- 3) ISO 14001:2004 “Environmental management systems – Requirements with guidance for use”. International Organization for Standardization., 2004. - 23 p.
- 4) OHSAS 18001:2007 “Occupational health and safety management systems - Requirements”. BSI., 2007. - 34 p.
- 5) Анализ измерительных систем. MSA. Ссылочное руководство (3-е изд., испр.) Перевод с англ. – Н.Новгород: ООО СМЦ «Приоритет», 2007. – 242 с.
- 6) Гагарин А.Г. Экспертное оценивание экстремальных значений параметров экономических систем / А.Г. Гагарин, А.Ф. Рогачев// Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2006. – № 5. – С. 222–225.
- 7) Козенко З.Н., Рогачев А.Ф., Нахшунов А.Л., Карапузов И.А. Поддержка принятия управленческих решений. Информационное и инструментальное обеспечение: монография / Под. ред. проф. А.Ф. Рогачева. – Волгоград: ВолГУ 2001. – 122 с.
- 8) Некоторые результаты внедрения информационных систем// Ежедневник «Information Week». -1996.- № 13 - С.39-41.
- 9) Орлова И.В. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: учеб. пособие / И.В. Орлова, В.А. Половников. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2010. – 366 с.
- 10) Рогачев А.Ф. Математическое обеспечение системы поддержки принятия решений на основе ГИС-технологий / А.Ф. Рогачев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2009. – № 2. – С. 144–151.
- 11) Спирли Э. Корпоративные хранилища данных. Планирование, разработка и реализация. Т. 1. Диалектика – Вильямс, 2001. – 400 с.
- 12) Статистическое управление процессами. SCP. Ссылочное руководство. - Н.Новгород: ООО СМЦ «Приоритет», 2006. – 224 с.
- 13) Таранников Н.А. Разработка многоагентной СППР на основе многокритериальных методов анализа иерархий и аналитических сетей: монография / Н.А. Таранников. – Волгоград: ВолГТУ, 2007. – 72 с.
- 14) Терелянский П.В. Информационные технологии прогнозирования технических решений на основе нечетких и иерархических моделей : монография / П.В. Терелянский, А.В. Андрейчиков. – Волгоград: ВолГТУ, 2007. – 204 с.

<sup>9</sup> См. подробнее: Гагарин А.Г. Экспертное оценивание экстремальных значений параметров экономических систем / А.Г. Гагарин, А.Ф. Рогачев// Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2006. – № 5. – С. 222–225.

<sup>10</sup> См. подробнее: Орлова И.В. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: учеб. пособие / И.В. Орлова, В.А. Половников. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2010. – 366 с.

<sup>11</sup> См. подробнее: Рогачев А.Ф. Математическое обеспечение системы поддержки принятия решений на основе ГИС-технологий / А.Ф. Рогачев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2009. – № 2. – С. 144–151.

<sup>12</sup> См. подробнее: ISO 9004:2009 “Managing for the sustained success of an organization – A quality management approach”. International Organization for Standardization., 2009. - 46 p.