

УДК 658.11
ББК 65.290.31

Жура Светлана Егоровна,
канд. экон. наук, доцент, зав. каф. финансов и кредита
Института управления,
г. Архангельск,
e-mail: Sgura@ Rambler.ru;
Смирнова Ирина Георгиевна,
соискатель, доцент каф. математических дисциплин
Института управления,
г. Архангельск,
e-mail: iringeo@mail.ru

УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

MANAGEMENT OF THE SYSTEMS DEVELOPMENT USING THE FORECASTING METHODS

На современном этапе большое значение уделяется управлению развитием систем. Система – это целостность, включающая взаимосвязанные и взаимозависимые элементы. Малый бизнес является открытой системой. При управлении системами для принятия эффективных решений необходимо использовать такую функцию управления, как прогнозирование. На основе прогнозирования с использованием различных методов выявлена взаимосвязь между количеством предприятий малого бизнеса, доходами населения и инвестициями в основной капитал малых предприятий. Представлен расчет возможных последствий реализации различных альтернатив для принятия наиболее рационального решения.

The great attention is given to the management of systems development at the present stage. The system is the integrity including interconnected and interdependent elements. Small business is the open system. When managing the systems for the effective decisions making it is necessary to use such function of management as forecasting. On the basis of forecasting with the use of various methods the interrelation between the quantity of small businesses, revenues of the population and investments into a fixed capital of small businesses has been revealed. Calculation of possible consequences of implementation of various alternatives for the most rational decision making has been presented.

Ключевые слова: управление, система, прогнозирование, малый бизнес, количество предприятий, инвестиции в основной капитал, доходы населения.

Keywords: management, system, forecasting, small business, quantity of enterprises, investments into a fixed capital, incomes of the population.

На современном этапе большое значение уделяется управлению развитием систем. Управление системой – это процесс, представляющий собой деятельность руководящего звена системы управления [1, с. 12]. Важным в данном случае является понятие системы. Система – это некоторая целостность, состоящая из взаимозависимых частей, каждая из которых вносит свой вклад в характеристики целого. В. И. Даль дает определение системы: «План, порядок расположения частей целого, предначертанное устройство, ход чего-либо в последовательном, связанном порядке» [2, с. 361]. Современные словари приводят понятие системы «как совокупность (Σ) определенных элементов (E) и некоторого регулирующего устройства (R), которое управляет этими связями, создавая неделимую единицу функ-

ционирования» [3, с. 1181]. В настоящее время имеет место новое направление в исследовании систем, получившее название «новой системности» («неосистемности»). Речь идет о развитии системной парадигмы в экономических исследованиях, предложенной Я. Корнаи [4]. Процесс управления развитием системы включает в себя следующие действия (рис. 1).

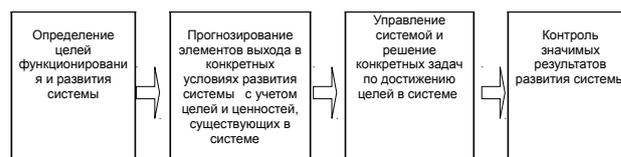


Рис. 1. Процесс управления развитием системы

Каждое из указанных звеньев является достаточно важным и необходимым, поскольку позволяет снизить неопределенность и хаотичность в принятии решений. Как известно, системы могут быть закрытыми и открытыми. В нашем исследовании мы характеризуем систему на примере малого бизнеса. Малый бизнес является открытой системой, так как он взаимодействует с внешней средой, не является самообеспечивающимся, зависит от информации, поступающей извне. На основе представленных классификационных признаков мы можем выделить особенности малого бизнеса как системы (табл. 1).

Таблица 1

Особенности малого бизнеса как системы

Признаки классификации	Признак малого бизнеса как системы	Обоснование
1. Степень взаимодействия системы с внешней средой	Открытая система	Имеет с внешней средой прямую и обратную связь, вход и выход
2. Размер системы	Большая сложная система	Большое число единичных компонентов
3. Вид системы	Социально-экономическая система	Состоит из экономических, производственно-технических и социальных структур
4. Степень свободы системы по отношению к внешней среде	Относительно самостоятельная система	Выполняет самостоятельные цели

Окончание табл. 1

Признаки классификации	Признак малого бизнеса как системы	Обоснование
5. Уровень специализации системы	Комплексная система	Выполняет весь комплекс функций
6. Продолжительность функционирования системы	Долговременная система	Длительность функционирования не ограничивается
7. Способ описания системы	Смешанная система	Систему можно описать с помощью определенных функций и качественно
8. Тип величин, используемых в субстанции системы	Смешанная система	Можно использовать вещественные и не вещественные субстанции

Одной из функций управления, как известно, является планирование. Следует отметить, что планирование, носящее случайный характер, имеет ряд отрицательных последствий: рост неопределенности последующего развития и повышение уровня риска. Данная ситуация может привести к увеличению затрат на текущее управление и компенсацию возможных негативных последствий в системе. Планирование базируется на прогнозировании. Прогнозирование – один из наиболее эффективных инструментов экономики, активно используемый для определения наиболее вероятного хода развития событий и оценки возможных последствий принимаемых решений на всех уровнях управления: страны, регионов, отраслей, предприятий и организаций. Прогнозирование позволяет исключить неопределенность, обосновывает факторы и их динамику, при которых становится возможным достижение поставленных целей.

Прогнозирование – это способ научного предвидения, в котором используются как накопленный в прошлом опыт, так и текущие допущения насчет будущего с целью его определения. Результатом является прогноз, то есть научно обоснованное суждение о перспективе явления или процесса, происходящего на данный момент, а также об альтернативных путях и сроках их развития.

Для принятия эффективного управленческого решения необходимо учитывать как динамику состояния объекта управления за предыдущие периоды, так и прогноз ее изменений в будущем. Таким образом, прежде чем принимать управленческое решение, необходимо сделать прогноз развития объекта управления. Решения, принимаемые без прогноза, а таких решений немало, не могут быть оптимальными.

Современная прогностика располагает большим набором методов прогнозирования, но, к сожалению, ни один из них нельзя назвать универсальным. Выбор конкретного метода является одной из наиболее важных задач прогнозирования.

На выбор конкретного метода прогнозирования влияют:

- сущность практической проблемы, подлежащей решению;

- динамические характеристики объекта прогнозирования;

- вид и характер имеющейся информации;
- выбранный период упреждения прогноза;

- требования к результатам прогнозирования (точности, надежности и достоверности) и т. д.

Можно построить экономическую модель развития, используя данные, характеризующие объект за ряд последовательных периодов времени – временные ряды. Во временном ряде содержится информация об особенностях

и закономерностях протекания процесса, а статистический анализ позволяет выявить и использовать их для оценки характеристик процесса в будущем. Формально задача прогнозирования с использованием временных рядов сводится к получению оценок значений ряда на некотором периоде будущего. При использовании методов экстраполяции исходят из предположений о сохранении закономерностей прошлого развития на период прогнозирования.

Прогноз рассчитывается в два этапа. На первом формально выявляют при помощи статистических методов закономерности прошлого развития и переносят их (экстраполируют) на некоторый период будущего. На втором производится корректировка полученного прогноза, с учетом результатов содержательного анализа текущего состояния. При анализе временных рядов широко используются графические методы. Это объясняется тем, что табличное представление временного ряда и описательные характеристики чаще всего не позволяют понять характер процесса, а по графику временного ряда можно сделать определенные выводы, которые потом можно подтвердить с помощью расчетов. Из наиболее распространенных способов моделирования тенденции временного ряда является построение аналитической тенденции, характеризующей зависимость уровней ряда от модели тренда. Этот способ называют аналитическим выражением временного ряда.

Для построения функций можно использовать различные типы зависимости показателей. В общем виде зависимость между двумя показателями можно представить в виде функции $y = f(x)$, где x – независимая переменная, y – зависимая переменная.

Существуют различные типы зависимостей:

- линейная $y = a_0 + a_1 \cdot x$;

- полиномиальная $y = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2 + \dots + a_n \cdot x^n$;

- логарифмическая $y = a + \ln x + b$;

- степенная $y = a \cdot x^b$;

- экспоненциальная $y = a \cdot e^{bx}$ и т. д.

Для каждой из перечисленных выше функций в качестве независимой переменной можно использовать время t (в нашем исследовании периоды времени с 1992–2010 гг.), а в качестве зависимой переменной – фактические значения исследуемого показателя (в нашем исследовании, количество малых предприятий). Динамика развития малых предприятий Архангельской области представлена в табл. 2.

Таблица 2

Динамика развития малых предприятий Архангельской области

Год	Количество МП (ед.)	Год	Количество МП (ед.)	Год	Количество МП (ед.)
1992	300	1999	2 700	2006	5 300
1993	700	2000	3 200	2007	6 600
1994	1 000	2001	4 800	2008	8 900
1995	1 200	2002	4 800	2009	11 100
1996	1 600	2003	4 600	2010	7 400
1997	1 900	2004	5 100		
1998	2 200	2005	4 800		

Используя приведенные выше данные, построим модели, характеризующие зависимость количества малых предприятий от времени. Рассчитаем по каждому уравнению скорректированный коэффициент детерминации R^2 и выберем в качестве лучшего уравнение с наибольшим значением показателя R^2 .

Таблица 3

Модели тренда с коэффициентом детерминации, характеризующие динамику развития малых предприятий Архангельской области

Тип тренда	Уравнение	R ²
Линейный	$\hat{y} = 489,47 \cdot t - 778,95$	0,8820
Логарифмический	$\hat{y} = 3043,50 \cdot \ln(t) - 2185,90$	0,7022
Степенной	$\hat{y} = 274,418 \cdot t^{1,15}$	0,9739
Экспоненциальный	$\hat{y} = 610,68 \cdot e^{0,17 \cdot t}$	0,8938
Полиномиальный 2 порядка	$\hat{y} = 13,37 \cdot t^2 + 222,04 \cdot t + 157,07$	0,8977

Данные табл. 3 показывают, что наиболее точно описывает тенденцию развития малых предприятий степенная модель $\hat{y} = 274,418 \cdot t^{1,15}$, имеющая наибольшее значение показателя детерминации. Таким образом, будем использовать данную модель в качестве прогнозной.

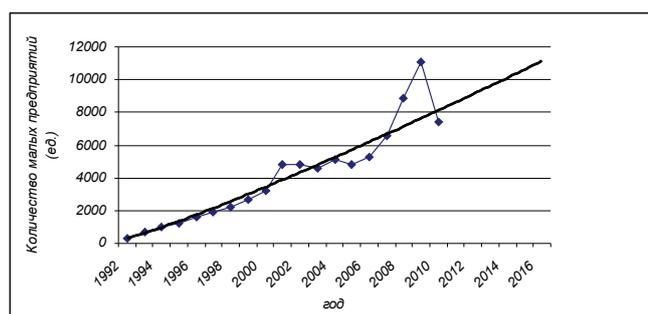


Рис. 2. Прогноз развития предприятий малого бизнеса к 2016 г.

Можно спрогнозировать, что количество малых предприятий к 2016 г. составит 11 000 ед. (рис. 2), что говорит о том, что в ближайшее время не предвидится резкого увеличения числа малых предприятий (количество в 2016 г. достигнет уровня 2009 г.). Данный факт можно объяснить, на наш взгляд, следующими причинами:

1. Показатели 2010 г. (количество малых предприятий 7400 единиц) носят предварительный характер.;
2. Данный показатель отражает не просто зарегистрированные предприятия, а фактически действующие в 2010 г., что, на наш взгляд, более правильно.
3. Возможен отток субъектов юридических лиц (малых предприятий) в физические (индивидуальные предприниматели).

При анализе влияния на развитие малого бизнеса различных факторов мы пришли к выводу, что наиболее важными являются:

- 1) денежные доходы (в среднем на душу в месяц) – данный фактор влияет на рынок товаров и услуг (чем больше доходы, тем выше покупательный спрос);
- 2) инвестиции в основной капитал малых предприятий – данный фактор влияет на возможности расширения производства;
- 3) численность экономически активного населения – характеризует возможности использования человеческого потенциала в развитии производства.

Проанализируем влияние каждого из этих факторов на количество предприятий малого бизнеса Архангельской области за период 1992–2010 гг. Количественное значение каждого фактора представим в табл. 4.

Таблица 4

Значение факторов, влияющих на развитие малого бизнеса

Год	у	x ₁		x ₂		x ₃	
	Количество МП (ед.)	Доходы на душу населения факт. (руб.)	Индекс потребит. цен	Доходы, сопоставимые к 1992г. (руб.)	Инвестиции в МП факт. (млн. руб.)	Инвестиции в МП сопоставимые к 1992г. (млн. руб.)	Активное население (тыс. чел.)
1992	300	4075	27,7	4,08	86,7	0,09	788,8
1993	700	47300	10,7	4,42	353,0	0,03	752,8
1994	1000	200000	3,1	6,03	1093,0	0,03	726,5
1995	1200	504800	2,4	6,34	2160,0	0,03	705,0
1996	1600	671300	1,2	7,03	2327,0	0,02	703,0
1997	1900	739900	1,1	7,04	2508,0	0,02	702,0
1998	2200	710,5	1,8	3,76	10,0	0,05	670,0
1999	2700	1266,6	1,4	4,78	16,3	0,06	672,0
2000	3200	1747,5	1,2	5,50	31,1	0,10	700,0
2001	4800	2468,6	1,2	6,47	83,7	0,22	700,0
2002	4800	3559,6	1,2	7,78	273,9	0,60	767,4
2003	4600	4348,3	1,1	8,64	225,6	0,45	770,1
2004	5100	6119,4	1,12	10,86	318,5	0,57	688,0
2005	4800	7857,0	1,1	12,67	209,8	0,34	660,0
2006	5300	9539,4	1,09	14,11	537,6	0,80	704,0
2007	6600	11573,0	1,13	15,15	1278,3	1,67	694,0
2008	8900	14823,6	1,14	17,02	1021,7	1,17	683,0
2009	11100	17295,1	1,09	18,22	503,0	0,6	678,0
2010	7400	19310,1	1,09	18,67	4568	4,41	671,0

Все расчеты будем производить в сопоставимых ценах к 1992 г. Построим однофакторную модель регрессии влияния показателя x₁ (денежные доходы в среднем на душу населения в месяц, руб.) на у (количество малых предприятий, ед.). Проведя анализ зависимости между данными показателями

(табл. 5), делаем вывод, что наиболее точно отражает имеющуюся взаимосвязь модель линейной регрессии $y = -787,65 + 521,73 \cdot x_1$, которая говорит о том, что при увеличении денежных доходов населения на 1 руб. количество малых предприятий в среднем увеличивается на 521 ед.

Таблица 5

Модели регрессии с коэффициентом детерминации, характеризующие зависимость количества малых предприятий от денежных доходов на душу населения

Тип тренда	Уравнение	R ²
Линейный	$y = -787,65 + 521,73 \cdot x_1$	0,81
Полиномиальный 2 порядка	$y = -33,773 + 347,59 \cdot x_1 + 7,86 \cdot x_1^2$	0,80
Логарифмический	$y = 4849,80 \cdot \ln(x_1) - 6109,60$	0,76
Степенной	$y = 145,28 \cdot x_1^{1,43}$	0,64
Экспоненциальный	$y = 763,02 \cdot e^{0,14 \cdot x_1}$	0,945

Для того чтобы спрогнозировать количество малых предприятий при определенном доходе, необходимо подставить в модель заданное значение x_1 . Средний абсолютный прирост показателя x_1 составляет $\bar{u}_1 = \frac{18,67 - 4,08}{18} = 0,81$ руб. Тогда при сохраняющейся тенденции, к 2016 г. доходы населения в среднем на душу населения в месяц составят $18,67 + 6 \cdot 0,81 = 23,53$ руб. Поставляя это значение в уравнение регрессии, получаем, что количество малых предприятий к 2016 г. должно достигнуть 11 500 ед. Наглядно это продемонстрировано на рис. 3.



Рис. 3. Зависимость количества малых предприятий от денежных доходов населения

На наш взгляд, интересно будет рассчитать, какой должна быть величина фактора x_1 , чтобы получить определенное значение y . Часто для анализа уровня развития малого бизнеса используется такой показатель, как критическая масса, т. е. количество малых предприятий на количество жителей в регионе (по международной практики такое значение должно быть из расчета: одно предприятие на 30–50 жителей).

Количество жителей по состоянию на начало 2011 г. в Архангельской области составляет 1 228,10 тыс. чел. [5]. На основе расчетов критическая масса малых предприятий (из расчета одно предприятие на 50 жителей) должна составлять 24 500 единиц. В настоящее время на одного жителя области приходится практически в три раза меньше предприятий.

Рассчитаем, сколько должны составить доходы на душу населения, чтобы достигнуть мировых нормативов по количеству малых предприятий. Поставим значение $y = 24500$ в модель $y = -787,65 + 521,73 \cdot x_1$. В результате получаем, $x_1 = 48,47$ руб., т. е. реальные доходы должны возрасти почти в три раза (фактически должны достигнуть 60 000 руб.), что явно в ближайшее время не произойдет в связи с достаточно сложной экономической ситуацией в РФ и регионах.

Построим однофакторную модель регрессии влияния показателя x_2 (инвестиции в основной капитал малых предприятий, млн руб.) на y (количество малых предприятий, ед.).

Проведенное исследование (табл. 6), позволяет сделать вывод, что наилучшей моделью является логарифмическая $y = 1471,70 \cdot \ln(x_2) + 6587,30$.

Таблица 6

Модели регрессии с коэффициентом детерминации, характеризующие зависимость количества малых предприятий от инвестиций в основной капитал

Тип тренда	Уравнение	R ²
Линейный	$y = 1575,10 + 3182,30 \cdot x_2$	0,30
Полиномиальный 2 порядка	$y = 1831,70 + 6701,7 \cdot x_2 + 1831,7 \cdot x_2^2$	0,64
Логарифмический	$y = 1471,70 \cdot \ln(x_2) + 6587,30$	0,69
Степенной	$y = 6225,10 \cdot x_2^{0,44}$	0,60
Экспоненциальный	$y = 2271,50 \cdot e^{0,45 \cdot x_2}$	0,24

Для того чтобы спрогнозировать количество малых предприятий при определенной сумме инвестиций, необходимо подставить в модель заданное значение x_2 . Так, если инвестиции в основной капитал малых предприятий составят 10 млн руб., то количество предприятий малого бизнеса достигнет 10 000 ед. (рис. 4).

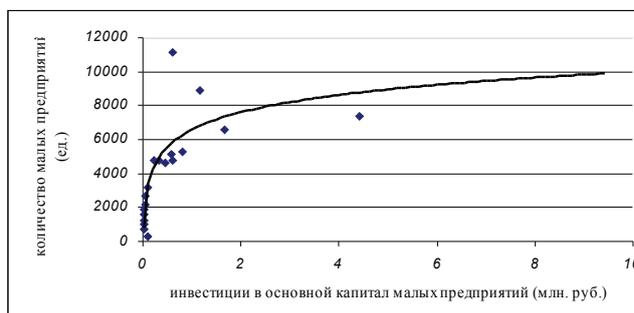


Рис. 4. Зависимость количества малых предприятий от инвестиций в основной капитал

Таким образом, для увеличения количества малых предприятий до заданной величины 24 500 ед., необходимо увеличить объем инвестиций больше чем в 10 раз.

Построим однофакторную модель регрессии влияния показателя x_3 (численность экономически активного населения, тыс. чел) на y (количество малых предприятий, ед.).

Таблица 7

Модели регрессии с коэффициентом детерминации, характеризующие зависимость количества малых предприятий от численности экономически активного населения

Тип тренда	Уравнение	R ²
Линейный	$y = 2761,00 + 33,23 \cdot x_3$	0,18
Полиномиальный 2 порядка	$y = 1832633 - 463,03 \cdot x_3 + 0,30 \cdot x_3^2$	0,20
Логарифмический	$y = -24162,00 \cdot \ln(x_3) + 162619,00$	0,18

Все построенные модели имеют маленький коэффициент детерминации (табл. 7), что говорит об отсутствии зависимости количества малых предприятий от численности экономически активного населения, поэтому использовать данные модели для анализа и прогнозирования не представляется возможным. Проанализируем, как же изменится количество малых предприятий, если изменятся два фактора одновременно x_1 (денежные доходы в среднем на душу населения в месяц, руб.) и x_2 (инвестиции в основной капитал малых предприятий, млн руб.). Построим степенную модель $y = a \cdot x_1^{\beta_1} \cdot x_2^{\beta_2}$ влияния доходов населения и размера инвестиций на количество создаваемых предприятий. Используя надстройку Microsoft Excel – Анализ данных, найдем параметры данного уравнения (табл. 7).

Таблица 7

Значение коэффициентов уравнения регрессии

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика
$\ln \alpha$	6,45	1,12	5,78
β_1	0,90	0,43	2,08
β_2	0,21	0,14	1,51

Таким образом, построена модель $y = 634,41 \cdot x_1^{0,90} \cdot x_2^{0,21}$, где $\alpha = e^{6,45} = 634,41$. Проведем анализ качества построенной модели (табл. 8).

Таблица 8

Регрессионная статистика

Множественный R	0,83
R-квадрат	0,68
Нормированный R-квадрат	0,65
Стандартная ошибка	0,56
Наблюдения	19,00
F	17,39

Полученные данные позволяют сделать вывод, что связь между количеством предприятий малого бизнеса, доходами населения и инвестициями в основной капитал малых предприятий тесная. При этом изменение количества

малых предприятий на 68 % зависит от изменения доходов населения и инвестиций в основной капитал малых предприятий, влияние же остальных факторов, которые не включены в рассмотрение, составляет 32 %. Проверку значимости уравнения регрессии произведем на основе F-критерия Фишера. Табличное значение критерия при доверительной вероятности 0,95 и степенях свободы 2 и 16 составляет 3,63. Фактическое значение – 17,39. Так как фактическое значение F-критерия больше табличного, то построенное уравнение регрессии является в целом статистически значимым. Предположим, что и денежные доходы в среднем на душу населения в месяц и инвестиции в основной капитал малых предприятий в среднем будут увеличиваться на 10 % ежегодно. Тогда к 2016 г. доходы населения достигнут 33,08 руб., инвестиции в основной капитал – 7,81 млн руб. Подставляя эти данные в уравнение регрессии, получаем: $y = 634,41 \cdot 33,08 \cdot 7,81^{0,21}$ ед. малых предприятий к 2016 г. может быть достигнуто при заданных условиях.

Таким образом, мы видим, что методы прогнозирования могут быть использованы в целях управления развитием систем, а также расчета возможных последствий реализации каждой из имеющихся альтернатив для последующего выбора одной из них в качестве оптимального по выбранным критериям или наиболее рационального решения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рогожин С. В., Рогожина Т. В. Исследование систем управления. М.: Экзамен, 2005. 288 с.
2. Даль В. И. Толковый словарь живого великорусского языка. М.: Росса, 2010. Т. 2. 624 с.
3. Универсальный энциклопедический словарь. М.: Большая Российская энциклопедия, 1999.
4. Клейнер Г. Развитие теории экономических систем и ее применение в корпоративном и стратегическом управлении. Центральный экономико-математический институт, Российская академия наук. Препринт #WP/99/2010, Москва 2010 (рус.)
5. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2011 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.gks.ru/bgd/regl/b11_14s/IssWWW.exe/Stg/sev-zap/axhang.htm (дата обращения: 12.04.2012).
6. Жура С. Е. Управление инновационной деятельностью в целях развития малого инновационного бизнеса // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2012. № 2 (19). С. 126–131.

REFERENCES

1. Rogozhin S. V., Rogozhina T. V. Research of management systems: M.: Ekzamen, 2005. 288p.
2. Dal' V. I. Explanatory Dictionary of the Living Great Russian Language. M.: Rossa, 2009. Volume 2. 624 p.
3. Universal Encyclopedic Dictionary. M.: Great Russian Encyclopedia, 1999.
4. Kleyner G. Development of the Economic Systems Theory and Its Application in the Corporate and Strategic Management. Central Economic Mathematical Institute, the Russian Academy of Sciences. Pre-print # WP/99/2010, Moscow 2010 (Rus.).
5. Regions of Russia. The main characteristics of the Russian Federation subjects. 2011 [Electronic resource] Access mode: http://www.gks.ru/bgd/regl/b11_14s/IssWWW.exe/Stg/sev-zap/axhang.htm (date of viewing: 12/04/2012).
6. Zhura S. E. Management of innovation activity in order to develop small innovation business // Business. Education. Law. Bulletin of Volgograd Business Institute. 2012. # 2 (19) P. 126–131.