

УДК 005.412

## ИЕРАРХИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФАКТОРОВ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

© 2011 г. И. Г. Переяслова, А. И. Старовойтов

*Южно-Российский государственный технический университет (НПИ)*

*Рассмотрены вопросы оценки важности факторов в процессе развития производственной системы с использованием метода анализа иерархий. Анализируется система факторов, определяющая уровень развития производственного предприятия ООО «ДКЗ».*

Ключевые слова: *производственная система; факторы развития; иерархическая модель факторов развития.*

*The problem of factors' importance valuation during the production system's development, which valuation is being hold with the help of hierarchy analysis method is examined in the article. The factors' system, which determines «DKZ» Stock company's production enterprises level of development is analyzed.*

Key words: *production system; development factors; hierarchical model of the development factors.*

В процессе функционирования производственная система (ПС) подвергается воздействию большого числа различных факторов, в результате которого происходит изменение ее параметров. Оценка направленности и силы этого воздействия является сложной задачей многокритериального анализа. Причем, сложность усугубляется еще и тем, что необходимо определить вес, степень влияния каждого фактора, но объективная количественная информация отсутствует. Нам представляется, что для решения такой задачи целесообразно использовать метод анализа иерархий [1].

Как справедливо отмечается в [2], в конкурентных условиях и, соответственно, высокой неопределенности внешней среды, процесс достижения целей производственной системы (ПС) базируется, с одной стороны на конкурентоспособности ПС, а с другой — на многовариантности реакций системы управления, то есть устойчивое развитие производственных систем в условиях высокой неопределенности внешней среды определяется инновационностью и адаптивностью.

В [3] было показано, что развитие ПС мо-

жет быть обусловлено действием инновационного и адаптационного механизмов, присущих данной производственной системе.

Инновационный механизм может быть представлен следующим образом:

— анализ и оценка внешней среды, определение возможности рынка принять новую продукцию, исследовании вероятностей технологических прорывов, кризисных состояний рынка, появления замещающих товаров и т. д.;

— анализ и оценка готовности производственной системы к инновациям: оценивается вид деятельности, структура управления предприятием, ресурсный потенциал и финансовое состояние, анализируется структура источников финансирования капитала хозяйствующего субъекта, их роль формировании и развитии инновационного потенциала;

— определение критериев выбора инновационных проектов, при отборе проектов должны быть учтены основные факторы, повлиявшие на результат, а также объективность реализации в практике инновационных идей, концепций, технологий.

- разработка инновационно-ориентированного плана развития;
- формирование альтернативных вариантов инновационных проектов;
- выбор инновационного варианта;
- внедрение инновационного проекта в производственную систему;
- контроль реализации инновационного проекта;
- оценка результата от внедренных инноваций.

Необходимость использования адаптационного механизма является следствием того, что субъект управления производственной системой изначально строит идеальную базовую модель функционирования и развития предприятия с заданными параметрами (финансово-экономические, организационно-управленческие, производственные и так далее), которую затем сравнивает с текущими результатами деятельности организации.

Алгоритм адаптационного механизма представлен на рис. 1

На начальном этапе построения иерархической модели были определены факторы, определяющие развитие ПС, а затем была проведена их агрегация в иерархическую структуру: выделено четыре основных группы факторов, определяемых инновационным и три группы, определяемых адаптационным механизмом.

Все факторы, в той или иной степени, влияющие на достижение главной цели — развития производственной системы, были распределены по уровням в зависимости от характера их влияния. При этом каждый фактор представлен в строящейся иерархии вершиной, соединенной в итоге с вершиной предшествующего уровня.

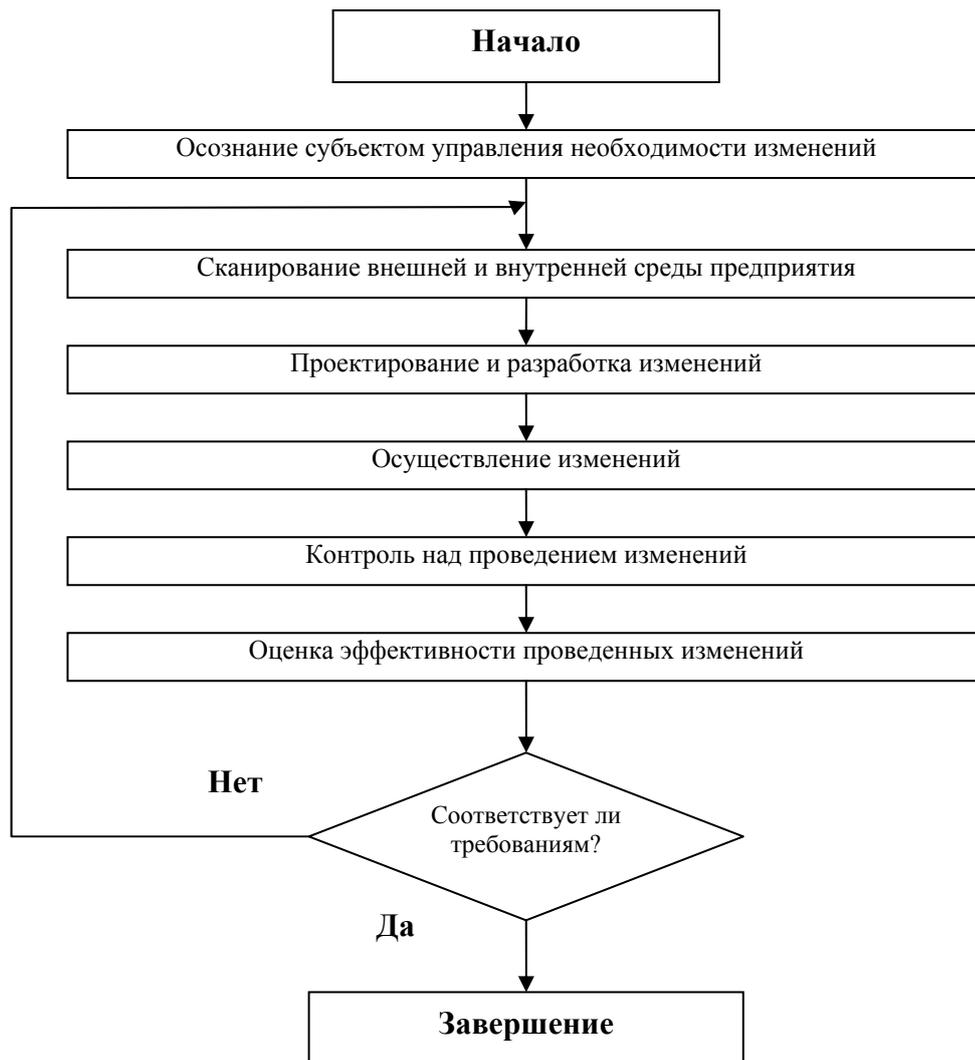
На первом уровне иерархии находится одна вершина — главная цель проводимого исследования, которая в данной работе определена как «факторы развития производственной системы».

Во второй уровень иерархии входят факторы, непосредственно влияющие на достижение главной цели. В соответствии с теорией полезности, необходимо выделить интегральные показатели (факторы) качества, влияющие на результат: факторы, определяемые инновационным и адаптационным механизмами.

Третий уровень образуют составляющие, от которых зависят вершины второго уровня. Инновационный механизм, его эффективность и влияние на результат определяют: экономическая, научно-техническая, социальная и экологическая составляющие. Адаптационный механизм должен учитывать изменения конъюнктуры рынка, нововведения технического, нововведения организационного характера и социально-политические условия.

Четвертый уровень представлен компонентами, влияющими на факторы третьего уровня, которые также являются и критериями оценки их текущего состояния. Было проведено детальное исследование влияния различных параметров (которые можно назвать показателями качества) на оценку каждого из представленных факторов, и выделены следующие кластеры для нижнего уровня иерархии.

1. Экономическая составляющая.
  - 1.1. Прирост объемов продаж.
  - 1.2. Уровень технологической эффективности.
  - 1.3. Оптимизация численности и структуры персонала.
  - 1.4. Уровень использования производственных мощностей.
2. Научно-техническая составляющая.
  - 2.1. Количество внедренных в производство собственных изобретений и рационализаторских предложений.
  - 2.2. Годовой экономический эффект от внедренных инноваций.
  - 2.3. Уровень автоматизации ПС.
3. Социальная составляющая.
  - 3.1. Уровень заработной платы.
  - 3.2. Условия труда.
  - 3.3. Уровень квалификации персонала.
  - 3.4. Уровень сопротивления изменениям.
4. Экологическая составляющая.
  - 4.1. Снижение выбросов вредных веществ в окружающую среду.
  - 4.2. Уровень повторно используемых материалов в производстве.
  - 4.3. Улучшение эргономичности выпускаемой продукции (услуг).
5. Изменения конъюнктуры рынка.
  - 5.1. Уровень использование системы маркетинга.
  - 5.2. Меры по продвижению продукции.



**Рис. 1.** Алгоритм адаптационного механизма развития производственной системы предприятия

- 5.3. Диверсификация производства.
  - 5.4. Освоение новых сегментов рынка.
  - 6. Нововведения технического и организационного характера.
    - 6.1. Совершенствование выпускаемой продукции.
    - 6.2. Использование новых технологий.
    - 6.3. Освоение новых видов материалов.
    - 6.4. Использование нового типа структуры управления.
  - 7. Социально-политические условия.
    - 7.1. Стабильность институциональной среды.
    - 7.2. Государственная поддержка.
    - 7.3. Стабильность социальной ситуации в стране (регионе).
- Иерархическая модель факторов пред-

ставлена на рис. 2.

По окончании построения иерархии для каждой «материнской» вершины была проведена оценка весовых коэффициентов, определяющих степень ее зависимости от влияющих на нее вершин более низкого уровня. Альтернативы сравниваются экспертами попарно по степени их воздействия на общую характеристику, а затем, в случае согласованности мнений экспертов, осуществляется обобщенная оценка.

Каждый эксперт заполняет матрицу парных сравнений  $\{a_{ij}\}$  альтернатив, руководствуясь шкалой отношений, предложенной Т. Саати [3]:

$a_{ij} = 1$ , если альтернативы  $A_i$  и  $A_j$  эквивалентны по значимости;

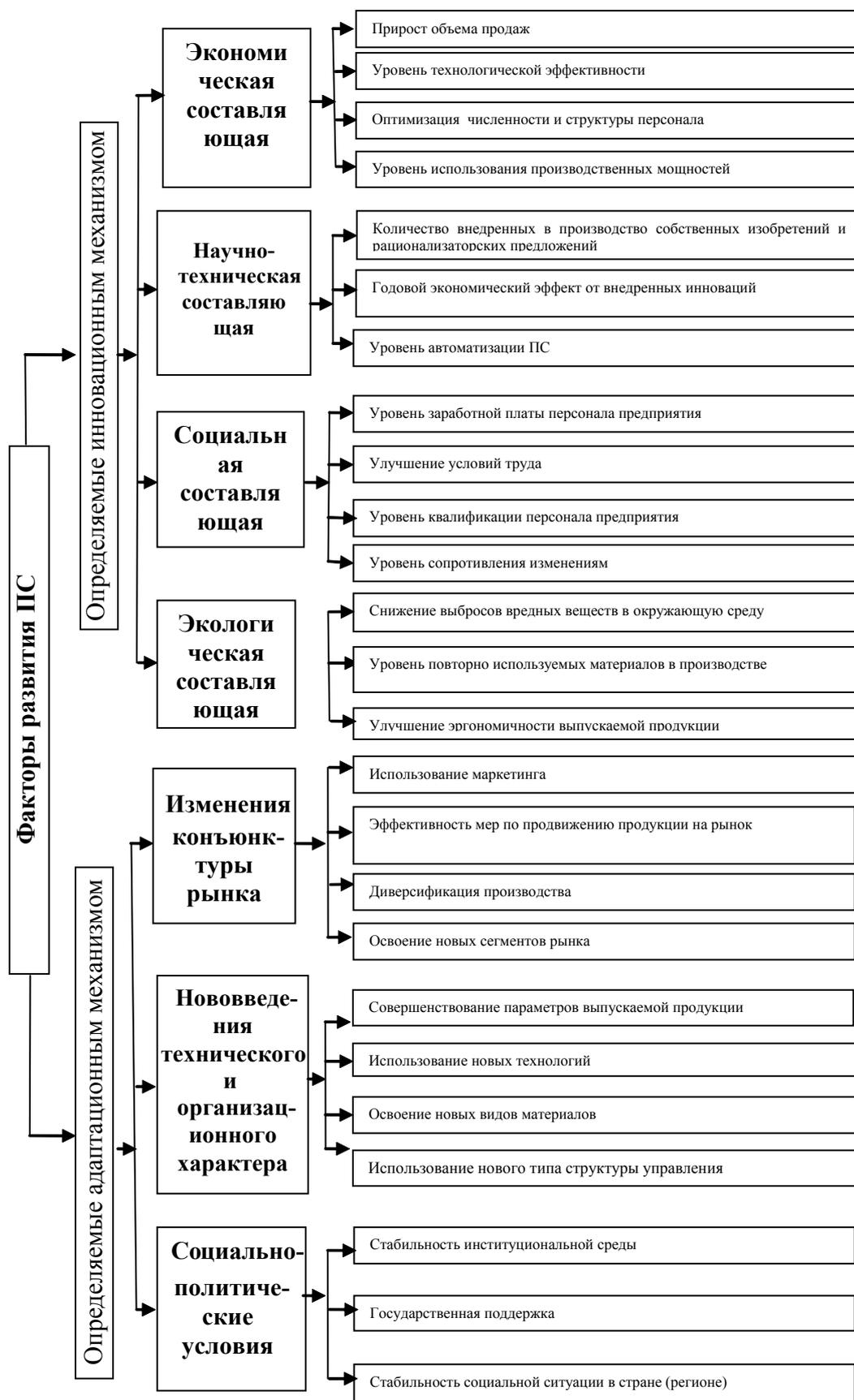


Рис. 2. Иерархия факторов развития производственной системы

$a_{ij}=3$ , если  $A_i$  слабо превосходит  $A_j$ ;  
 $a_{ij}=5$ , если  $A_i$  сильно превосходит  $A_j$ ;  
 $a_{ij}=7$ , если  $A_i$  значительно превосходит  $A_j$ ;  
 $a_{ij}=9$ , если  $A_i$  абсолютно превосходит  $A_j$ ;

Для обозначения промежуточных состояний эксперты присваивают  $a_{ij}$  значения 2, 4, 6 или 8.

Матрица парных сравнений формируется согласно правилу обратной симметрии  $a_{ij}=1/a_{ji}$ .

Такая шкала позволяет улавливать разницу в предпочтениях экспертов, и обеспечить приемлемую точность оценок. Матрицы формируются последовательно, начиная с нижнего уровня иерархии.

Объектом проведения эмпирического исследования является отечественное производственное предприятие ООО «Донской консервный завод». Важным моментом, который обеспечит обоснованность применения метод анализа иерархий, является уровень компетентности экспертов, принимающих участие в создании структуры модели принятия решения, то есть их способности давать правильную непротиворечивую информацию. Экспертная группа была определена, исходя из того, что должны были охвачены практически все сферы хозяйственной деятельности предприятия. В экспертную группу вошли начальник отдела маркетинга и рекламы, начальник технического отдела, главный технолог, начальник отдела продаж, начальник отдела материально-технического отдела, начальник отдела кадров, начальник отдела дистрибуции, начальник технического отдела, мастер производства.

Был выбран независимый метод оценки разными экспертами. Поэтому, в качестве коллективной оценки использовалось среднее геометрическое:  $a_{ij}^{гп} = \sqrt{a_j^1 a_j^2 \dots a_j^n}$ , где  $a_{ij}^{гп}$  — групповая оценка,  $a_{ij}^k$  — оценка, полученная от  $k$ -го эксперта.

После получения оценок от экспертов, производился расчет вектора приоритетов для каждой матрицы. С математической точки зрения — это вычисление нормализованного главного собственного вектора матрицы, т. е. если  $[A]$  — матрица парных сравнений, то  $W$  — главный собственный вектор, если выполняется соотношение:  $AW = \lambda_{\max} W$ , где  $\lambda_{\max}$  — максимальное собственное значение матрицы. При вычислениях был принят уро-

вень погрешности при расчете собственного вектора на уровне 0,01. Расчет сопровождался оценкой однородности суждений, для которой сравнивают  $\lambda_{\max}$  с порядком матрицы и вычисляют отношение однородности (ОС) [4]:

$$ИС = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}, \quad ОС = \frac{ИС}{M(ИС)}$$

где ИС — индекс согласованности, а  $M(ИС)$  — математическое ожидание индекса однородности случайным образом составленной матрицы парных сравнений. Значение ОС зависит от порядка матрицы. Известно, что для матрицы порядка 3  $M(ИС) = 0,58$ , для матрицы порядка 4  $M(ИС) = 0,9$  [1].

Если отношение согласованности  $> 0,1$ , то это свидетельствует о неадекватной оценке экспертом одного фактора по отношению к другим.

В таблице 1 приведен пример групповой оценки обусловленности факторами экономической составляющей инновационного механизма

Для полученной матрицы максимальное собственное значение  $\lambda_{\max} = 4,21$  и  $ОС = 7,7\%$ , главный собственный вектор  $\{0,929, 0,333, 0,078, 0,142\}$ , который после нормирования становится вектором приоритетов:  $\{0,627, 0,225, 0,053, 0,096\}$

Результаты анализа иерархии приведены в таблице 2.

Адаптационный механизм в большей степени обусловлен факторами, определяющими действия предприятия, направленными на повышение уровня использования системы маркетинга, продвижение продукции, освоение новых сегментов рынка, стабильностью институциональной среды, что, является очевидным. Но, кроме того, значительный вес имеет фактор «Совершенствование выпускаемой продукции». Это свидетельствует о понимании руководством предприятия основных тенденций, характерных для рынка плодовоовощной консервации.

Для инновационного механизма наиболее значимыми оказались экономическая и научно-техническая составляющая. Низкую степень значимости социальной составляющей, на наш взгляд, можно объяснить с одной стороны кризисными явлениями в экономике, а с другой — не в полной мере

Таблица 1

**Результаты групповой оценки обусловленности факторами экономической составляющей инновационного механизма**

Экономическая составляющая	Рост объема продаж	Уровень технологической эффективности	Оптимизация численности и структуры персонала	Уровень использования произв. мощностей
Рост объема продаж	1	4,737	6,584	7,12
Уровень технологической и аллокативной эффективности	0,21110	1	5,142	3,325
Оптимизации численности персонала	0,15188	0,1944	1	0,34554
Уровень использования произв. мощностей	0,14044	0,3007	2,894	1

осознанием важности человеческого капитала. Однако, как было показано в [5], разработка и осуществление инновационных проектов, обеспечивающих рост квалификационного уровня людей, участвующих в этих проектах (включая работников, эксплуатирующих созданные в ходе осуществления проекта производственные системы), способствует наращиванию человеческого капитала современной России и прекращению его деградации, обусловленной результатами изменений в экономике и обществе, происшедших за два последних десятилетия, и проводимой в стране промышленной политикой.

### Литература

1. *Саати Т.* Принятие решений. Метод анализа иерархий. — М.: Радио и связь, 1989. — 316 с.

2. *Воронов А. А., Катичев В. Ф.* Показатели и методы оценки организационно-

экономического механизма управления промышленным предприятием. // Менеджмент в России и за рубежом. — 2004. — №4. — С. 98–108.

3. *Старовойтов А. И.* Адаптационный и инновационный механизмы развития производственных предприятий овощной консервации в условиях мирового финансового кризиса. // Первый российский экономический конгресс. Сборник докладов участников. — М.: ИЭ РАН, 2009.

4. *Андрейчиков А. В., Андрейчикова О. Н.* Анализ, синтез, планирование решений в экономике. — М.: финансы и статистика, 2000. — 386 с.

5. *Колбачев Е. Б., Переяслова И. Г.* Параметры технико-экономической динамики и их использование при разработке и реализации инновационных проектов. // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Серия: «Наука и образование» (Инноватика). — 2011. — №3 (121). — С. 127–131.

Таблица 2

## Анализ иерархии

Факторы первого уровня иерархии	Вес	Факторы второго уровня иерархии	Вес	Факторы третьего уровня иерархии	Показатель	Вес	Итого	Наименование показателя
Факторы (инновационная составляющая)	0,24992	1	0,386	1	1.1	0,626	0,062	Рост объема продаж
					1.2	0,225	0,022	Уровень технологической эффективности
					1.3	0,053	0,005	Оптимизация численности персонала
					1.4	0,096	0,009	Уровень использования произв. мощностей
			0,386	2	2.1	0,279	0,027	Число внедренных в пр-во собственных изобретений и рац. предложений
					2.2	0,649	0,063	Уровень годового экономического эффекта от внедрения инноваций
					2.3	0,072	0,007	Уровень автоматизации ПС
			0,063	3	3.1	0,388	0,006	Уровень заработной платы
					3.2	0,356	0,006	Условия труда
					3.3	0,185	0,003	Уровень квалификации персонала
					3.4	0,071	0,001	Уровень недовольства сотрудников условиями труда
			0,165	4	4.1	0,670	0,028	Снижение выброса вредных веществ окружающую среду
					4.2	0,243	0,010	Уровень повторно используемых материалов в производстве
					4.3	0,088	0,004	Уровень эргономичности выпускаемой продукции (услуг)

Окончание таблицы 2

Факторы (адаптационная составляющая)	0,75008	2	0,669	5	5.1	0,192	0,096	Уровень использования системы маркетинга
					5.2	0,550	0,276	Эффективность мер по продвижению продукции
					5.3	0,182	0,091	Диверсификация производства
					5.4	0,076	0,038	Освоение новых сегментов рынка
			0,088	6	6.1	0,686	0,045	Совершенствование выпускаемой продукции
					6.2	0,092	0,006	Использование новых технологий
					6.3	0,137	0,009	Освоение новых видов материалов
					6.4	0,084	0,006	Использование нового типа структуры управления
			0,243	7	7.1	0,550	0,100	Стабильность институциональной среды
					7.2	0,240	0,044	Государственная поддержка
					7.3	0,210	0,038	Стабильность социальной ситуации в стране

Поступила в редакцию

10 июня 2011 г.



**Ирина Геннадиевна Переяслова** — кандидат социологических наук, доцент кафедры «Экономика и управление предприятием» ЮРГТУ (НПИ). Автор более 70 научных работ. Руководитель и участник исследований в области мониторинга развития производственных систем и бизнес-процессов.

**Irina Gennadievna Pereyaslova** — Ph.D., candidate of sociology, docent of SRSTU (NPI) «Economics and Management of Enterprise» department. Author of more than 70 scientific works. Leader and participant of researches, dedicated to production systems' and business-processes development monitoring.

346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132  
132 Prosveshcheniya st., 346428, Novocherkassk, Rostov reg., Russia  
Тел.: +7 (8635) 25-51-54, факс: +7 (8635) 25-56-66; e-mail: irinagp@mail.ru



**Александр Игоревич Старовойтов** — аспирант кафедры «Экономика и управление предприятием» ЮРГТУ (НПИ), ведущий инженер управления по стратегическому развитию ЮРГТУ (НПИ), действительный член Новой экономической ассоциации. Участник исследований по вопросам развития производственных систем.

**Aleksandr Igorevich Starovoirov** — postgraduate student of SRSTU (NPI) «Economics and Management of the Enterprise» department, SRSTU (NPI) leading engineer and strategic development manager, full member of New Economic Association. Participant of numerous researches, devoted to problems of economic development.

346400, г. Новочеркасск, ул. Троицкая, д. 98  
98 Troitskaya st., 346400, Novocherkassk, Rostov reg., Russia  
Тел.: +7 (8635) 25-54-06, +7 (918) 511-97-67; e-mail: Starovoirov\_85@mail.ru