

На правах рукописи

РОХАМ МЕХРДАД

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ АНАЛИЗА
РАЗВИТИЯ МАЛЫХ И СРЕДНИХ ПРЕДПРИЯТИЙ
(НА ПРИМЕРЕ ИРАНА)**

Специальность: 08.00.13 – Математические и инструментальные методы
экономики

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2006

Работа выполнена на кафедре «Информационные системы в экономике и менеджменте» государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет».

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ: кандидат технических наук, профессор
Барабанова Ираида Михайловна.

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ: кандидат технических наук,
доктор экономических наук, профессор
Бабкин Александр Васильевич.

кандидат экономических наук, доцент
Козлов Андрей Владимирович.

ВЕДУЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ:

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет экономики и финансов».

Защита состоится « 23 » ноября 2006 г. в 14.00 часов на заседании Диссертационного Совета Д 212.229.23 в ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет» по адресу:

195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29, III уч.корпус, ауд. 506.

С диссертацией можно ознакомиться в Фундаментальной библиотеке, с авторефератом в Фундаментальной библиотеке и на сайте ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет».

Автореферат разослан « 23 » октября 2006 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор экономических наук, профессор

Сулоева С.Б.

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования.

Экономический рост любой страны, в том числе и Ирана, обуславливается экономическим ростом ее регионов. При этом неравномерность в развитии регионов приводит к социально – экономическим проблемам, таким как безработица и увеличение разницы в доходах между социальными слоями населения. Одним из важнейших факторов для решения этих проблем является развитие малых и средних предприятий (МСП) в регионе.

На начало 1382 (2003/2004) года в Иране зарегистрировано 442,4 тыс. предприятий, из них 426,1 тыс. предприятий относятся к предприятиям с численностью работников менее 10. Численность занятых на промышленных МСП, включая работников всех категорий, составила 1,5 млн. человек.

Для промышленных предприятий доля МСП от общей численности предприятий в Иране составляет 85,2 %, доля занятости- 29,2 %, доля рынка в общем объеме выручки в промышленности- всего 13,3 %. Отсутствие именно МСП негативно отражается на возможности экспортировать продукцию и быть конкурентоспособными.

Научные исследования в экономике МСП широко представлены трудами российских ученых по проблемам становления, организации управления, зарубежных - по проблемам экономико-математического моделирования степени влияния МСП на экономику страны. Однако, эти исследования, практически не учитывают проблемы, которые связаны, в первую очередь, с особенностями исследуемых объектов, сложностью их математической формализации, отсутствием четкой, достоверной информации об их функционировании, неясных представлений о составе, величине, взаимосвязях факторов, влияющих на развитие МСП.

В представленной работе обосновываются теоретические возможности и эффективность применения теории нечеткой логики для анализа развития МСП в регионах Ирана в условиях неопределенности и неполноты информации.

Целью диссертационного исследования является разработка экономико-математических моделей и метода исследования развития малых и средних предприятий в условиях неопределенности, их теоретического обоснования, а также их реализации в виде математических, информационных и компьютерных моделей.

Достижение поставленной цели потребовало постановки и решения следующих **научно-практических задач**:

1. Определить особенности функционирования МСП в экономике Ирана и его регионах.
2. Выявить факторы, определяющие функционирование МСП в регионах Ирана и их взаимосвязь.
3. Исследовать способность разработанных нечетких моделей идентифицировать нелинейные зависимости на реальных данных.
4. Разработать и реализовать метод комплексной оценки деловой активности региона.
5. Разработать модели оценки и классификации социально-экономического состояния, развития МСП в регионе.
6. Разработать действующий прототип экспертной системы комплексной оценки и классификации деловой активности региона.

Объектом диссертационного исследования является деятельность малых и средних предприятий.

Предмет исследования - методологические, теоретические, методические и практические проблемы математического моделирования МСП, функционирующих в условиях существенной информационной неопределенности.

Методологической и теоретической основой исследования послужили труды российских и зарубежных ученых по проблемам экономико-математического моделирования, теории искусственного интеллекта, системного анализа, исследований в области экономики малых и средних

предприятий (Рубе В., Шулус А., Заде Л., Недосекин А.О., Ротштейн А.П., Аудреш Д., Иванова Н.Ю. и многих других).

Методы исследования. В процессе изучения экономических отношений, связанных с функционированием МСП, применялись такие методы, как сравнительный и кластерный анализ, построение классификаций и системное моделирование, методы имитационного моделирования, методы эконометрики, методы “интеллектуальных вычислений”- методы теории нечетких множеств, нечеткое моделирование, искусственные нейронные сети.

Информационной базой исследования являются официальные публикации Государственного комитета Исламской Республики Иран по статистике (Госкомстат Ирана) за 1375(1996/1997)-1381(2001/2002) годы.

Наиболее существенные результаты и научная новизна заключается в разработке математических и инструментальных методов анализа, идентификации и экономической оценке развития МСП в условиях неопределенности, а именно:

1. На основе выделения основных функций МСП определены их особенности в условиях экономики Ирана.
2. Сформирован набор макроэкономических показателей, влияющих на развитие МСП в регионах Ирана, позволивший провести классификацию и разбиения множества факторов и МСП на устойчивые классы однородных элементов, выявлен вид и направление связи между ними.
3. Впервые разработаны экономико-математические модели оценки факторов, влияющих на развитие МСП в регионах Ирана в условиях неопределенности, определены взаимосвязи между ними с помощью методов нечеткого моделирования, нейро-нечеткого моделирования, нечеткого регрессионного анализа.
4. Выполнен кластерный (алгоритмом с-средних: четкий и нечеткий; горный; нейронные сети) анализ, получены нечеткие правила, позволяющие охарактеризовать типичные регионы - представители той или иной группы;

5. Обоснованы теоретические возможности применения теории нечетких множеств для анализа развития МСП в регионах Ирана, доказана эффективность идентификации деятельности МСП для регионов Ирана с помощью нечетких моделей.
6. Разработан метод комплексной оценки деловой активности региона, который реализован в:
 - модели оценки и классификации социально-экономического состояния региона;
 - модели оценки и классификации общего интегрального состояния развития МСП в регионе, позволяющей определить вклад, уровень развития, производительность МСП.
7. Разработана информационная система поддержки принятия решения "МАСТЕР ОЦЕНКИ деловой активности регионов", позволяющая получить лингвистическую оценку факторов, влияющих на развитие МСП для каждого региона и проследить их динамику по периодам времени.
8. Разработан прототип экспертной системы баз знаний для комплексной оценки деловой активности региона.

Практическая значимость исследования заключается в том, что разработанные теоретические и методические положения доведены до практических моделей и алгоритмов, в результате чего появляется возможность организовать наблюдения, получение достоверной и объективной информации о протекании в регионе социально-экономических процессов, развитии в нем МСП, проводить системный анализ получаемой информации, выявлять причины, вызывающие тот или иной характер социально-экономических процессов. Это позволит обеспечить органы управления, потенциальных инвесторов, предприятия информацией для своевременного выявления факторов, вызывающих экономические и социальные угрозы.

Апробация результатов исследования. Основные положения диссертации и отдельные результаты обсуждались и получили положительную оценку на международных, российских конференциях за период с 2002-2006 год. В том числе: XI Международной конференции молодых ученых-экономистов “Предпринимательство и реформы в России”, СПбГУ, 2005; XXXII-XXXIV Всероссийских межвузовских научно-технических конференциях студентов и аспирантов, СПбГПУ, 2003-2005; VII научно-практической конференции “Экономика и управление: теория и практика.”, СПбГПУ, 2006; VII-X Международных научно-практических конференциях “Системный анализ в проектировании и управлении”, СПб, 2003-2006;; 8th International Conference on Changing Foresight Practices in Regional Development-Global Pressures and Regional Possibilities, Finland Futures Research Centre and Finland Futures Academy, Finland, 2006; 18th International Conference on Multiple Criteria Decision Making, Greece, 2006; 3-d Hellenic workshop on productivity and efficiency measurement (HE.W.P.E.M.): Industry Dynamics, Productivity, Entrepreneurship and Growth, Greece, 2006.

Автор был награжден дипломами второй степени:

- за доклад, представленный на XI Международной конференции молодых ученых-экономистов “Предпринимательство и реформы в России”;
- за высокие достижения в научно-исследовательской работе по итогам Всероссийской научно-технической конференции “XXXIV Неделя науки СПбГПУ”.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 15 научных работ.

Структура и объем диссертации. Диссертационное исследование состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка и приложения. Работа содержит 196 страниц основного текста, 47 таблиц, 58 рисунков и включает список литературы из 182 наименований.

Выполненное исследование соответствует п.п. 1.2; 2.4; 2.8 Паспорта специальности 08.00.13 – “Математические и инструментальные методы экономики”.

II. СОДЕРЖАНИЕ И ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследования, описаны объект, предмет, методы и теоретико-методологическая база исследования, раскрыта научная новизна работы, ее практическая значимость и степень апробации.

В первой главе рассмотрены современные научные подходы к анализу сущности и роли МСП в макроэкономической среде, проведен анализ структуры, сравнительный анализ размерных категорий хозяйствующих субъектов Ирана и экономически развитых стран, исследованы основные подходы к определению МСП. Исследованы состояние, основные направления и перспективы использования потенциала этих предприятий в экономике наиболее экономически развитых стран. Проведен SWOT-анализ МСП, как модели экономической деятельности, и анализ состояния субъектов малого и среднего предпринимательства, оценен их вклад в основные экономические показатели Ирана. Исследованы территориальная дифференциация уровня развития МСП. Оценена плотность распространения МСП по регионам Ирана. Приведена динамика основных показателей МСП в региональном разрезе.

Во второй главе на основе выделения основных функций МСП предложены характеристики МСП как экономической системы, проведен анализ существующей теории и практики в области экономико-математического моделирования МСП, выявлены факторы, влияющие на развитие МСП. Выделены источники неопределенности в экономике и бизнесе, проведено сравнение математических подходов к формализации неопределенности и обоснована необходимость применения теории нечетких множеств при моделировании экономических систем в условиях неточности и неполноты информации.

В третьей главе проанализированы методы, алгоритмы и представлены результаты нечеткого моделирования развития МСП в регионах Ирана. Проведен анализ существующих программных средств для построения

нечетких моделей, обоснованы преимущества и недостатки того или иного метода.

Экономико-математические модели оценки факторов, влияющих на развитие МСП в регионах Ирана

Анализ исследований по экономико-математическому моделированию МСП показал, что на развитие МСП преимущественно влияют факторы, представленные в таблице 1.

Таблица 1.

Факторы, влияющие на развитие МСП

Факторы		Обозначения
Y	SMECAP	Количество малых и средних предприятий с 10-99 с работниками на 100000 жителей региона, ед.
X_1	VALADDCAP	Добавленная стоимость предприятий с 10-99 работниками в ценах 1376 года на 100000 жителей региона, млн.риал.
X_2	UNEMP	Уровень безработицы в регионе, %.
X_3	URBRATE	Степень урбанизации региона (отношение городского к общему населению региона), %.
X_4	HUMCAP	Человеческий капитал – доля студентов среди жителей региона, %.
X_5	PRODUCT	Производительность – добавленная стоимость на одного работника на предприятии с 10-99 работниками, млн.риал.

Оценка и характеристика факторов, влияющих на развитие МСП в регионах Ирана различными методами нечеткого моделирования, нейро-нечеткого моделирования, нечеткой регрессии состояла из следующих этапов исследования:

1. Выбор лингвистической шкалы для оценки всех показателей – на основе анализа целевой функции, полученной для разного количества кластеров (состояний)- выбрано пять состояний.
2. Нечеткое моделирование развития МСП различными методами (дефаззификации, агрегирования подусловий, аккумуляции заключений правил) – 10 моделей.
3. Определение параметров классической линейной модели множественной регрессии (КЛММР).

4. Определение центров объектов кластеризации или типичных представителей той или иной группы, правил (синтезированная база знаний), параметров и критериев множественных уравнений регрессии отдельных кластеров методами:

- четкой кластеризации алгоритмом с-средних с последующей множественной регрессией для каждого кластера (ЧКСМР);
- нейронной кластеризации с последующей множественной регрессией для каждого кластера (ННМР);
- нечеткой кластеризации алгоритмом с-средних с последующей множественной регрессией для каждого кластера (НКСМР);
- нечеткой классификации с последующей множественной регрессией для каждого класса выходной переменной (НКМР);
- нейро-нечеткого моделирования с помощью субтрактивной кластеризации (ННСК).

5. Анализ качества и значимости построенных моделей - выбрана наилучшая модель для идентификации развития МСП.

Уравнение модели с представляемыми факторами можно представить:

$$SMECAP = \beta_0 + \beta_1 ValAddCAP + \beta_2 UNEMP + \beta_3 UrbRate + \beta_4 HumCAP + \beta_5 Pr oduct$$

Для каждого кластера (класса) по параметрам уравнения регрессии в диссертации приводится характеристика влияния каждого фактора на развитие МСП в типичном регионе.

Сравнение различных подходов к моделированию и их оценки представлены в таблице 2. При проверке качества и значимости построенных моделей анализируются среднеквадратичная ошибка прогнозирования (RMSE), относительная средняя по модулю ошибка (MAPE), сумма квадратов отклонений (RSS) и критерий Акайке (AIC), мера сходства.

**Сравнительный анализ оценки моделирования развития МСП
различными методами**

Критерий сравнения	Модель						
	НКМР	НКСМР	КЛММР	ННСК	ННМР	ЧКСМР	Нечеткая модель
	Fuzzy klass+OLS	FCM+OLS	OLS	Neuro-Fuzzy	Neuro-cluster+OLS	HCM+OLS	Fuzzy max-min
RSS	596.18	1217.84	3289.99	744.44	1159.71	1696.74	3845.12
MAPE, %	11.84	16.25	27.45	12.81	14.41	16.92	14.82
AIC	4.16	4.88	5.87	4.39	4.83	5.21	6.12
RMSE,%	1.88	2.69	4.43	2.11	2.63	3.18	4.78
Мера сходства	0.95	0.92	0.90	0.95	0.94	0.93	0.91

Лучшие результаты получены для нечеткой классификационной модели с последующей множественной регрессией для каждого класса состояний SMECAP- средняя квадратичная ошибка прогноза составила -1,88 %, а средняя по модулю относительная ошибка для исходных (1375-1380г.) и прогнозируемых данных (1381 г.) -11.84 % и 15.52 % соответственно.

Таким образом, мы на практических моделях показали эффективность использования нечеткого моделирования для идентификации и оценки развития МСП в Иране – выбор того или иного метода может быть обусловлен количеством данных, числом переменных, необходимостью быстрой идентификации или трудоемкостью процесса.

В качестве рабочей среды на разных этапах исследования использовались пакеты SPSS 13.0, Matlab 7.01, FuzzyTech 5.5.

В четвертой главе сформулированы принципы лингвистического моделирования экспертных систем, разработана математическая модель оценки деловой активности региона и методика моделирования информационных системы на базе нечеткой логики. Представлена созданная информационная система и прототип экспертной системы, предназначенные для оценки деловой активности региона, социально-экономического состояния и интегрального показателя развития МСП в регионе. На их основе проводится анализ всех показателей регионов (на примере одного из 28 регионов Ирана).

Метод и модель комплексной оценки деловой активности региона.

Этот метод позволяет провести более комплексный, детальный анализ сектора МСП, выделить факторы, определяющие его развитие, оценить динамику развития МСП, проанализировать зависимости развития МСП от общего уровня деловой активности и социально-экономического развития регионов, оценить эффективность комплекса мер политики по его поддержке и стратегическому развитию и управлению, как МСП, так и региона в целом.

Математически модель оценки деловой активности региона, далее именуемая RBAM-моделью (Region Business Activity Model), можно представить следующим образом:

$$RBAM = \langle G, L, F \rangle, \quad (1)$$

где G - древовидная иерархия факторов состояния региона, L - набор качественных оценок уровней каждого фактора в иерархии, F - система отношений предпочтения одних факторов другим для одного уровня иерархии факторов.

При этом:

$$L = \{\text{Очень Низкий уровень (ОН), Низкий уровень (Н), Средний уровень (СР), Высокий уровень (В), Очень высокий уровень (ОВ)}\}, \quad (2)$$

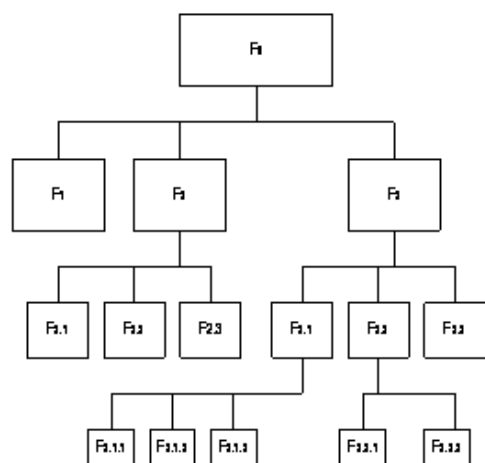
$$F = \{F_i(\varphi)F_j | \varphi \in (\succ, \approx)\}, \quad (3)$$

где \succ - отношение предпочтения, \approx - отношение безразличия.

Древовидная иерархия G может быть описана ориентированным графом без циклов, петель, горизонтальных ребер в пределах одного уровня ранжирования, содержащим одну корневую вершину:

$$G = \langle \{F_i\}, \{V_{ij}\} \rangle, \quad (4)$$

где $\{F_i\}$ - множество вершин факторов, $\{V_{ij}\}$ – множество дуг, F_0 – корневая вершина, отвечающая состоянию региона в целом. При этом в древовидном графе дуги расположены так: началу дуги соответствует вершина нижнего уровня иерархии (ранга), а концу дуги – вершина ранга, на единицу меньшего (рис. 1).



{связь вершин в графе отображается нумерацией вершин, в соответствии с занимаемым вершиной уровнем иерархии}.

*. Процедура нормировки введена для того, чтобы устранить влияние величины конкретного региона на оценку

G = <

- F₀** – уровень состояния деловой активности региона (**Business Activity**);
- F₁** – доля валового регионального продукта в ВВП (**GRPSHARE**);
- F₂** – социально-экономическое состояние региона (**Humancrit**);
- F₃** – уровень общего интегрального состояния развития МСП (**SMEcrit**);
- F_{2.1}** – уровень безработицы в регионе (**UNEMP**);
- F_{2.2}** – уровень урбанизации региона (**UrbRate**);
- F_{2.3}** – уровень человеческого капитала-уровень образования в регионе (**HumCAP**);
- F_{3.1}** – уровень развития МСП (**SMEDEVELOP**);
- F_{3.2}** – вклад МСП в экономику региона (**SMESHARE**);
- F_{3.3}** – уровень производительности труда для МСП (**Product**);
- F_{3.1.1}** – количество МСП, нормированное на 100000 населения-плотность распространения МСП (**SMECAP**)*;
- F_{3.1.2}** – добавленная стоимость МСП, нормированная на 100000 населения (**ValAddCAP**)*;
- F_{3.1.3}** – количество занятых на МСП, нормированное на 100000 населения (**WorkCAP**)*;
- F_{3.2.1}** – доля общей численности занятых на МСП в общем числе занятых промышленных предприятий (**WorkSHARE**);
- F_{3.2.2}** – доля добавленной стоимости МСП в общей добавленной стоимости промышленных предприятий (**ValAddSHARE**)*>

Рис.1. Древоподобная иерархия F

Математические взаимосвязи описываются соотношениями:

$$F_0 = f(F_1, F_2, F_3), \quad (5)$$

$$F_2 = f(F_{2.1}, F_{2.2}, F_{2.3}), F_3 = f(F_{3.1}, F_{3.2}, F_{3.3}), F_{3.1} = f(F_{3.1.1}, F_{3.1.2}, F_{3.1.3}), F_{3.2} = f(F_{3.2.1}, F_{3.2.2}),$$

$$F_i = \{F_1 \approx F_2 \approx F_3; F_{2.1} \approx F_{2.2} \approx F_{2.3}; F_{3.1} \approx F_{3.2} \approx F_{3.3}; F_{3.1.1} \approx F_{3.1.2} \approx F_{3.1.3}; F_{3.2} \succ F_{3.2.1}\}$$

Рассмотрены этапы и общие принципы исследования, которые используются при построении модели RBAM.

Этап 1. Построение дерева выводов и фаззификация влияющих факторов.

По всем количественным носителям исходных данных проводится лингвистическое распознавание и строятся пятиуровневые классификаторы. Любой количественной оценке фактора сопоставляется вектор из пяти значений соответствующих функций принадлежности классификатора:

$$Z_*(a) = \{\mu_{*1}(a), \mu_{*2}(a), \mu_{*3}(a), \mu_{*4}(a), \mu_{*5}(a)\}, \text{ где } a - \text{ количественное значение}$$

фактора, подлежащего распознаванию, а $\mu_{*i}(a)$ - степень принадлежности к нечеткому множеству. Сумма всех компонент вектора $Z_*(a)$ равна единице (непротиворечивость серой шкалы в смысле Пospelова), при этом от трех до четырех значений вектора – нули (уровень принадлежит максимум двум

качественным описаниям со своими степенями принадлежности, сумма которых равна единице).

Этап 2. Оценка интегральных показателей и лингвистическое распознавание. Для оценки деловой активности региона количественно и качественно производится агрегирование данных, собранных в рамках древовидной иерархии; при этом агрегирование совершается по направлению дуг графа иерархии. Для агрегирования применяется ОWA-оператор Ягера (OWA - Ordered Weighted Averaging – осреднение с упорядоченными весами), причем весами в свертке выступают коэффициенты Фишберна.

Производится свертка всех векторов $Z_*(x_*)$ в иерархии G с весами P по формуле:

$$\sum_{i=1}^N p_i \times \{\mu_{i,1}, \mu_{i,2}, \mu_{i,3}, \mu_{i,4}, \mu_{i,5}\} = \left\{ \sum_{i=1}^N p_i \times \mu_{i,1}, \sum_{i=1}^N p_i \times \mu_{i,2}, \sum_{i=1}^N p_i \times \mu_{i,3}, \sum_{i=1}^N p_i \times \mu_{i,4}, \sum_{i=1}^N p_i \times \mu_{i,5} \right\}$$

Результирующий показатель состояния региона – это тоже вектор из пяти значений функций принадлежности $Z_0 = \{\mu_{0i}\}$, сумма которых равна единице. Определяется скалярный фактор, характеризующий состояние предприятия, по правилу:

$$\text{BusinessActivity} = \sum_{i=1}^5 (0.2i - 0.1) \times \mu_{0i}, \text{ где } (0.2i - 0.1) = (0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9) -$$

узловые точки стандартного пятиуровневого нечеткого классификатора. Далее проводится распознавание значения BusinessActivity на основе стандартного пятиуровневого классификатора, результатом которой является лингвистическая оценка состояния региона.

Этап 3. Построение нечетких матриц знаний. Иерархический характер дерева вывода предусматривает необходимость построения нечетких матриц знаний для всех нетерминальных вершин и корня этого дерева.

Нечеткое знание о соотношении (5) представляется следующим образом: *ЕСЛИ* доля валового регионального продукта в ВВП (GRPSHARE) $F_1 = (OH, H, CP, B, OB)$, *И* социально-экономическое состояние региона (Humancrit) $F_2 = (OH, H, CP, B, OB)$, *И* общее состояние развития МСП (SMEcrit)

$$F_3=(OH,H,CP,B,OB), \text{ } TO \text{ уровень деловой активности региона (BusinessActivity)}$$
$$F_0=(OH, H,CP,B,OB). \quad (6)$$

Для каждой вершины иерархии формируется матрица знаний, и в результате получаем матрицу знаний для модели (1), которая и будет служить базой знаний для последующей классификации, прогноза, анализа, мониторинга деловой активности региона и др.

Информационная система "МАСТЕР ОЦЕНКИ деловой активности регионов".

Метод оценки деловой активности, социально-экономического состояния, развития МСП был реализован в информационной системе "МАСТЕР ОЦЕНКИ деловой активности регионов", которая относится к классу "открытых" систем и реализована средствами пакета Microsoft Excel для Windows.

Основными направлениями анализа и оценки, проводимых с помощью информационной системы " МАСТЕР ОЦЕНКИ деловой активности регионов ", являются расчет интервалов значений функций принадлежности различных показателей модели при различной глубине уверенности эксперта, оценка показателей по заданным лингвистическим термам, классификация показателей, динамика изменения всех состояний в модели по регионам и годам исследования, лингвистическая оценка, ранжирование по всем состояниям деловой активности, социально- экономической среды и развития МСП в модели по регионам и годам исследования.

Прототип экспертной системы баз знаний для комплексной оценки деловой активности региона.

Прототип экспертной системы баз знаний для комплексной оценки деловой активности региона разработан на основе предложенных моделей на базе нечеткой логики. Он позволяет проводить имитационное моделирование для получения прогнозных оценок и данных, учитывать модальные характеристики суждения о процессе (возможность, уверенность,

правдоподобие), проследить и оценить динамику изменения состояний региона, социально-экономической среды и развития МСП, а также провести классификацию регионов по всем показателям и состояниям. Система также позволяет получать визуальные поверхности нечеткого вывода.

В заключении сформулированы основные выводы и результаты исследования.

В приложениях рассмотрены определения и положения теории нечетких множеств, не вошедшие в основное содержание диссертации, даны результаты оценки деловой активности, развития МСП в регионах.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время необходимость учета неопределенностей при моделировании и оптимизации реальных процессов уже ни у кого не вызывает сомнений. В то же время, осознание ограниченности классического теоретико-вероятностного подхода к интерпретации неопределенности, особенно при рассмотрении сложных экономических систем, привело к появлению в последние три десятилетия большого количества альтернативных теорий и методов. Среди них можно выделить теорию нечетких множеств, построенные на ее основе теорию возможностей и нечеткую логику, прикладной интервальный анализ, теорию приближенных множеств. При этом новые подходы отнюдь не отрицают классическую теоретико-вероятностную методологию, а скорее дополняют и расширяют ее, позволяя путем адекватного синтеза методов наиболее эффективно решать практические проблемы.

Предложенный метод решения задачи по оценке развития малых и средних предприятий, деловой активности региона, может быть применен при оценке и классификации различных проектов, диагностике и мониторинге социально-экономических систем.

Разработанные системы реализуют интуитивно очевидную логику решения человеком аналитических задач оценки, прогнозирования и классификации, которая хорошо согласовывается с общепринятыми

принципами исследования сложных систем, и поэтому могут рассматриваться как инструмент для решения широкого круга системных задач.

IV. СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕТАЦИИ

1. **Рохам М.** Разработка математической модели оценки деловой активности региона в условиях неопределенности (на примере регионов Ирана). // Научно – технические ведомости СПбГТУ. – 2006. – №4. – С 354-356.
2. **Рохам М.** Габриелян А.Р., Барабанова И.М. Нечеткий регрессионный анализ как метод идентификации малых и средних предприятий Ирана. // Системный анализ в проектировании и управлении: Труды X Международной научно-практической конференции. СПб.: Изд-во Политехнического университета. 2006. – С.189-198.
3. **Рохам М.,** Барабанова И.М. Анализ роли и места малых и средних предприятий в экономике Ирана. // Экономика и управление: теория и практика: Труды VII научно-практической конференции. СПб.:СПбГПУ. – 2006. – С.104-112.
4. **Рохам М.,** Габриелян А.Р., Барабанова И.М. Разработка экспертной системы знаний оценки и классификации социально-экономических систем. // Становление информационной экономики: теория и практика. Сб. науч. трудов/ Под ред.Б.В. Корнейчука. – СПб.: Нестор. – 2006. – С.103-106.
5. **Рохам М.** Проектирование системы оценки развития малых и средних предприятий в среде FuzzyTech. //Предпринимательство и реформы в России: Материалы работы XI Международной конференции молодых ученых-экономистов. – СПб.: ОЦЭиМ. – 2005. – С. 262-264.
6. **Рохам М.,** Габриелян А.Р., Барабанова И.М. Разработка информационной системы мониторинга развития малых и средних предприятий. // XXXIV неделя науки СПбГПУ: Материалы Всероссийской межвузовской научно-технической конференции (ФЭМ). – СПб.: СПбГПУ. – 2005. – С.138-140.

7. **Рохам М.**, Габриелян А.Р., Барабанова И.М. Методологические основы построения нечетких баз знаний при многокритериальной оценке регионов Ирана. //Системный анализ в проектировании и управлении: Труды IX Международной. научно-практической конференции.– СПб.: Изд-во Политехнического университета. – 2005. – С. 337-342.
8. **Рохам М.**, Габриелян А.Р., Барабанова И.М. Оценка и характеристика факторов, влияющих на работу малых и средних предприятий в регионах Ирана. // Системный анализ в проектировании и управлении: Труды IX Международной. научно-практической конференции.– СПб.: Изд-во Политехнического университета. – 2005. – С. 126-128.
9. **Рохам М.**, Барабанова И.М. Управление предприятиями малого и среднего бизнеса как социально-экономической системой. // Системный анализ в проектировании и управлении: Труды VIII Международной научно- практической конференции. – СПб.: Изд-во Политехнического университета. – 2004. – С. 216-217.
- 10.**Рохам М.**, Барабанова И.М. Стартовые условия, развитие малых и средних предприятий в Иране и России. // XXXIII неделя науки СПбГПУ: Часть VII. Материалы Всероссийской межвузовской научно- технической конференции (ФЭМ). – СПб.: СПбГПУ. – 2004. – С.14-15.
- 11.**Рохам М.**, Барабанова И.М. Современные средства системного анализа для моделирования малого бизнеса. // XXXI неделя науки СПбГПУ: Часть VIII. Материалы Всероссийской межвузовской научно-технической конференции (ФЭМ). – СПб.: СПбГПУ. – 2003. – С.139-141.
- 12.**Рохам М.**, Барабанова И.М. Разработка информационной системы предприятия малого бизнеса (частное предпринимательство). // XXX неделя науки СПбГПУ: Часть IX. Материалы Всероссийской межвузовской научно- технической конференции (ФЭМ). – СПб.: СПбГПУ. – 2002. – С.66-67.
- 13.**Roham M.**, Gabrielyan A. A knowledge-based fuzzy system for regional small and medium enterprises develepment. // The 8th International Conference on

Changing Foresight Practices in Regional Development, Book of abstracts, Finland, –2006. P.33-34.

14. **Roham M.**, Gabrielyan A. SME regional formation and development via fuzzy c-means clustering algorithm. // The 18th International Conference on Multiple Criteria Decision Making, Book of abstracts on MCDM, Greece, June 19-23, 2006, – P.72.
15. **Roham M.**, Gabrielyan A. SME development for Iranian regions: fuzzy logic and neuro-fuzzy approach. // 3-d Hellenic workshop on productivity and efficiency measurement (HE.W.P.E.M.): Industry Dynamics, Productivity, Entrepreneurship and Growth, Greece, 2006, [Электронный ресурс], http://hewpem.econ.upatras.gr/pdf/roham_gabrieilyan_hewpem.pdf.