

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ГОРОДА В НЕФТЕГАЗОВОМ РЕГИОНЕ РОССИИ

Белобородова Н.А.

*Институт управления, информации и бизнеса,  
г. Ухта, Республика Коми, email: velbest@mail.ru*

*Рассматривается проблема усиления потенциала функции управления – прогнозирования развития муниципального образования на примере города в нефтегазовом регионе страны. Предлагаемая технология расчетов с использованием искусственных нейронных сетей позволяет объективно решать задачи анализа факторов, определяющих рост производства в анализируемом периоде, определять варианты роста производства в экономике муниципального образования с учетом выпуска основных видов продукции.*

Ключевые слова: *прогнозирующие модели, прогнозирование вариантов роста производства*

### Постановка задачи

Механизм управления муниципальным образованием (МО) на территории города представляет совокупность форм, методов, инструментов реализации функций управления с целью создания эффективной экономической базы улучшения качества жизни населения. Стандартный перечень функций управления МО включает: прогнозирование, планирование, программирование, организацию, регулирование, контроль (мониторинг) [1, 2, 3].

В настоящее время в муниципалитетах особенно востребованы инструменты управления, использование которых могло бы дать информацию о предвидении неблагоприятных тенденций и факторов развития территории, о возможных “точках роста” и перспективных производствах – в связи с этим необходимо усиление потенциала функции прогнозирования.

Современные кризисные условия развития экономики, характеризующиеся нестабильностью экономических процессов, неравномерностью темпов развития производства, небольшой продолжительностью, а также неполнотой и противоречивостью знаний о происходящих экономических явлениях, обуславливают поиск и применение адекватных инструментов прогнозирования социально-экономического развития муниципального образования.

Анализ существующих методов прогнозирования показал, что в настоящее время все большее распространение получают модели прогнозирования на основе методов искусственного интеллекта – аппарата искусственных нейронных сетей, нечетких множеств, генетических алгоритмов. Их использование в структуре управления способствует формированию новых знаний о состоянии и развитии территориальных социально-экономических систем, дает возможность местным властям объективно оценить состояние социально-экономических процессов, сформировать информационную базу для принятия оптимальных управленческих решений по вопросам текущей ситуации и приоритетам перспективного развития отдельных предприятий и всей территории в целом.

В данной статье рассматривается методика построения моделей экономического роста на примере МО “Городской округ “Ухта” (Республика Коми).

Методический аппарат моделирования экономического роста МО имеет следующие основные характеристики:

— представляет собой развитие экономико-математического аппарата моделирования динамики социально-экономических процессов МО;

— направлен на построение комплекса прогнозных моделей для анализа и исследования роста производства в отраслях экономики МО, имеющих наибольшие показатели в динамике за анализируемый период, обеспечивающих наибольший эффект по занятости населения и сокращению безработицы, росту доходов населения и снижению уровня бедности, а также максимальный вклад в бюджетный потенциал МО;

— предполагает выявление и учет зависимостей роста налоговых поступлений в бюджет МО, сокращения безработицы, увеличения доходов и сокращения бедности населения МО от роста производства в отраслях экономики МО;

— основан на методах современной информационной;

— в настоящее время имеет все большее распространение в связи с особенностями и условиями развития рыночной экономики на современном этапе;

На основании нормативных документов определяются показатели, характеризующие рост производства. В табл. 1 приведены наименования показателей производства, а также перечень переменных, поставленных в соответствие каждому из них; значения показателей изменяются с окончанием очередного периода

наблюдения; каждый показатель из данного списка может рассматриваться как фактор роста производства в экономике МО.

Таблица 1

## Кодирование переменных

Показатель	Наименование переменной
объем производства (оборот организаций)	$Y$
добыча нефти	$X1$
производство бензина автомобильного	$X2$
производство дизельного топлива	$X3$
первичная переработка нефти	$X4$
производство мазута	$X5$
производство пиломатериалов	$X6$
производство стеновых материалов	$X7$
производство электроэнергии	$X8$
производство теплоэнергии	$X9$
производство мяса и мясопродуктов АПК	$X10$
производство хлеба и хлебобул. изделий АПК	$X11$
производство молока и мол. продуктов АПК	$X12$
производство скота и птицы: сельское хоз-во	$X13$
производство молока: сельское хоз-во	$X14$
капитальные вложения в производственную сферу	$X15$
производство услуг	$X16$

Пусть в соответствии с задачами моделирования экономического роста МО  $Y$  – прогнозируемый показатель, характеризующий рост производства на территории МО, представлен в денежном выражении.  $Y$  рассматривается как зависимая переменная от остальных переменных, обозначенных  $X_i$ , характеризующих производство основных видов продукции в базовых отраслях экономики МО:

$$Y = f(X),$$

где  $X$  – вектор входных параметров, характеризующий объем производства в отраслях хозяйства МО;  $Y$  – вектор выходных параметров;  $f(X)$  – преобразующая функция.

В ходе анализа и исследования динамики ключевых муниципальных показателей, предварительно определяются факторы роста производства, также рассчитываются их количественные и качественные характеристики.

Методика построения моделей роста включает последовательность следующих вычислительных процедур:

- исчисление прироста показателя  $Y$  за анализируемый период;
- определение пороговых значений показателя  $Y$ ;
- преобразование абсолютных значений показателя  $Y$  к бинарному виду (квантование показателей, бинаризация) на основе расчетных пороговых значений;
- преобразование абсолютных значений каждого показателя  $X_i$  к бинарному виду (квантование, бинаризация) на основе рассчитанных пороговых значений;
- определение количества ошибок на классифицированной последовательности  $Y$  путем сравнения значений каждого  $X_i$  с данными  $Y$  за анализируемый период;
- определение предварительно списка факторов, определяющих рост производства путем выявления тех показателей, которые имеют наименьшее количество ошибок на классифицированной последовательности данных  $Y$  за анализируемый период.

В предлагаемой методике используется следующий алгоритм преобразования (бинаризации, квантования) входных данных в диапазон значений  $[0,1]$ .

Предварительно вычисляется величина ускорения  $a_i$  для каждого из элементов выборки статистических данных за анализируемый период:

$$a_i = y_i - y_{(i-1)}, \text{ при } i = 1, \dots, n,$$

где  $y_i$  – изменение (прирост) значения показателя  $Y$  за анализируемый период. Далее вычисленные значения  $a_i$  располагаются в убывающем порядке. Это необходимо для того, чтобы определить пороговую величину  $a^*$ , при которой число интервалов  $N_0$  с величиной ускорения  $a_i < a^*$  отличалось бы от числа интервалов  $N_1$ , для которых  $a_i \geq a^*$  не более чем на 1:

$$a^* : |N_0 - N_1| \leq 1, \text{ для нечетного } n = N_0 + N_1;$$

$$a^* : |N_0 - N_1| = 0, \text{ для четного } n.$$

Выполним вычислительные процедуры.

Таблица 2

## Классификация интервалов роста производства

№ мес	Прирост, млн. руб.	Ускорение	Индикатор
1	5543,55	–	0
2	6249,61	+706.06	1
3	6509,39	+259.78	1
...	...	...	...
28	9701,76	+71,213	0
29	9422,59	–279,167	0

Для каждого из шестнадцати показателей также определим величину порога, превышение которого должно совпадать со значением “1” индикатора и “0” в противном случае.

Сравнивая с  $Y$  данные классифицированной последовательности  $X_i$ ,  $i = 1, \dots, m$ , определяем количество расхождений или ошибок. Анализ исходных данных выявил высокую степень зависимости роста производства в экономике МО (в денежном выражении) от показателей производства мазута, стеновых материалов, инвестиций в производственную сферу, производства мяса и мясопродуктов в агропромышленном комплексе, производства хлеба и хлебобулочных изделий в агропромышленном комплексе, а также производства скота и птицы на убой в сельском хозяйстве. Соответственно для переменных  $X_5$ ,  $X_7$ ,  $X_{10}$ ,  $X_{11}$ ,  $X_{13}$ ,  $X_{15}$  количество ошибок минимально, соответственно – 10, 12, 14, 10, 14, 14.

Таким образом, в результате выполнения процедур обработки данных выявляются те показатели  $X_i$ , которые влияют на рост  $Y$  (т.е. определяют значение “1”); формируется предварительно совокупность факторов производства, определяющих рост производства.

Результатом применения данной методики являются (предварительные) модели роста производства в экономике МО.

Далее производится анализ и исследование предварительно полученных моделей роста, их количественных и качественных характеристик, уточнение параметров моделей, выбор моделей, наиболее адекватных исследуемому объекту. На данном этапе используются средства Neuro Pro 0.25.

Методика включает следующие операции:

- формирование обучающего множества;
- конструирование нейронной сети с помощью программы-нейросимуля-

тора (выбор архитектуры ИНС);

- обучение ИНС;
- тестирование нейронной сети;
- определение значимости показателей;
- выбор модели роста, адекватной исследуемому объекту.

Результатом является обученная нейронная сеть, на основе которой уточняются параметры исследуемой модели и определяются прогнозные варианты экономического роста МО.

Для уточнения параметров модели роста производства используем искусственную нейронную сеть (ИНС); генерация ИНС выполнена средствами нейросимулятора NeuroPro 0.25, среди основных функций нейросимулятора имеется функция оценки значимости исследуемых параметров ИНС, которую используем для уточнения параметров модели роста производства. С помощью инструмента NeuroPro 0.25 построены, обучены и исследованы 22 ИНС различной конфигурации (одно-и-двухслойные) с учетом требований нейросимулятора и основных теоретических положений ИНС. Результаты расчета параметров модели роста производства приведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты нейросетевого расчета параметров модели роста производства

№ п/п	Оценка значимости	Конфигурация ИНС	Характ-ка функции активации	Число циклов обучения	Средняя ошибка тест-я
1	ИНС 1				
		4-9-1	0.1	14	0,08
	$X5 = 0,9955$				
	$X7 = 0,8868$				
	$X11 = 1,0$				
	$X13 = 0,8706$				
2	ИНС 2				
		4-9-1	0.3	13	0,06
	$X5 = 0,4344$				
	$X7 = 0,5234$				
	$X11 = 1,0$				
	$X13 = 0,4573$				
3	ИНС 3				
		4-9-1	0.7	18	0,08
	$X5 = 0,4090$				
	$X7 = 0,5013$				
	$X11 = 1,0$				
	$X13 = 0,5074$				

Результаты нейросетевых расчетов позволили уточнить параметры модели роста производства.

Согласно расчетам по ИНС совокупность показателей, определяющих рост производства (показатель оборота организаций) на территории МО ГО “Ухта” в анализируемом периоде, представлена переменными *X5, X7, X11, X13*.

Исследование модели с использованием ИНС показало, что факторами роста производства в анализируемом периоде на территории города Ухты являются: производство мазута, производство стеновых материалов, производство хлеба и хлебобулочных изделий в агропромышленном комплексе, производство скота и птицы на убой в сельском хозяйстве, причем доходы от производства будут устойчиво расти не менее, чем на 247 тыс. рублей в месяц при условии, что производство мазута будет увеличиваться не менее, чем на 1,8 тыс. тонн в месяц, производство стеновых материалов должно расти не менее, чем на 0,19 млн. штук усл. кирпичей ежемесячно; рост производства хлеба и хлебобулочных изделий в агропромышленном комплексе (АПК) – не менее, чем на 0,3 тонны в месяц, производство скота и птицы на убой в сельском хозяйстве – не менее, чем на 15,2 тонны в месяц.

Методика построения прогнозных вариантов роста производственной сферы экономики МО с использованием обученной нейронной сети имеет следующие характеристики:

- использует обученную ИНС;
- направлена на построение прогнозных вариантов роста производства.

Методика осуществляется поэтапно, включает следующие операции:

1 этап: проверка прогнозной способности ИНС; подготовку данных в виде контрольного множества значений, учитывающих возможные варианты развития экономики – варианты роста и спада производства в отраслях экономики; опрос обученной ИНС и получение прогнозных значений;

2 этап: анализ и исследование полученных прогнозных вариантов роста производства.

3 этап: интерпретация полученных результатов.

В результате формируются прогнозные варианты роста производства; анализ и исследование моделей выявляет количественные, качественные характеристики экономического роста на территории МО.

ИНС, обученная для прогнозирования вариантов роста производства, имеет следующие характеристики:

— значимость показателей:

$$X5 = 0,9955; X7 = 0,8866; X11 = 1,0; X13 = 0,8706;$$

— конфигурация ИНС:

4-9-1; входной слой включает 4 нейрона, промежуточный слой состоит из 9 нейронов; выходной нейрон – один;

— функция активации – сигмоидная;

— алгоритм обучения – обратное распространение ошибки, число циклов обучения – 14, средняя ошибка тестирования – 0,075;

Для построения прогнозной модели предусмотрим возможные сочетания факторов роста производства, подготовим данные в виде контрольного множества значений для обученной нейронной сети, получим путем опроса сети прогнозируемые значения  $Y$ . Основываясь на данных опроса обученной ИНС, протестированной и проверенной на прогнозную способность, определяем варианты роста производственной сферы МО, с учетом выпуска основных видов продукции – табл. 4.

Таблица 4

Прогнозные варианты роста производства

№ п/п	$X5$	$X7$	$X11$	$X13$	$Y$
1	0	0	1	1	1,2
2	1	0	1	1	1,04
3	1	1	1	1	1,08

В табл. 4 представлены “лучшие” варианты развития производственной сферы экономики МО; наиболее предпочтительный тот, который не предусматривает спада производства в отдельных отраслях экономики МО. При этом рост дохода территории от производства (прогноз) составляет не менее, чем на 247 тыс. рублей в месяц при условии, что производство мазута ( $X5$ ) будет увеличиваться не менее, чем на 1,8 тыс. тонн в месяц, производство стеновых материалов ( $X7$ ) должно увеличиваться не менее, чем на 0,19 млн. штук усл. кирпичей ежемесячно.



но; рост производства хлеба и хлебобулочных изделий в агропромышленном комплексе (АПК, *XII*) не менее, чем на 0,3 тонны в месяц, производство скота и птицы на убой (*XI3*) – не менее, чем на 15,2 тонны в месяц.

Рост производства можно прогнозировать даже если в отдельных отраслях производства будет наблюдаться спад (варианты 1 - 2 табл. 4).

Выбор из полученных вариантов, обеспечивающих ежемесячный прирост в отраслях производства остается за лицом, принимающим решения, исходя из предпочтений, отдаваемых тому или иному варианту с точки зрения его реализуемости.

Методика также использовалась для построения прогнозных моделей роста доходной части бюджета МО, роста доходов населения, сокращения безработицы.

Полученные на основе прогнозной модели варианты роста производства могут быть использованы для выработки управляющих решений.

Таким образом, предлагаемая технология способствует повышению потенциала прогнозирования за счет:

- определения значимых факторов роста производства в экономике города;
- определения перспективных производств (“точек роста”);
- отслеживания структурных изменений в экономике города.

Результаты применения технологии на реальных данных социально-экономического развития МО ГО “Ухта” в анализируемом периоде выявили параметры и факторы, определяющие рост производства, их взаимосвязь, количественные характеристики.

## **Литература**

1. Белобородова Н.А. Модели прогнозирования развития экономики муниципального образования “Город Ухта” с использованием нейронных сетей: Материалы научно-технической конференции, 16-18 апреля 2001 г. / УГТУ. Ухта, 2002. – С. 176-180
2. Белобородова Н.А. Методика и модели прогнозирования развития экономики муниципального образования “Город Ухта”/ УГТУ. Ухта, 2002. – 50 с.

3. Белобородова Н.А. Модели прогнозирования роста производства с использованием нейронных сетей // Известия вузов. Сер. Нефть и газ. 2002. № 4. С. 110-117.
4. Джонс М.Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях / Пер. с англ. А.И. Осипова. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 312 с.
5. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы, нечеткие системы / Пер. с польск. – И.Д. Рудинского. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 452 с.
6. Усков А.А., Кузьмин А.В. Интеллектуальные технологии управления. Искусственные нейронные сети и нечеткая логика. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 143 с.
7. Емельянов В.В., Курейчик В.М., Курейчик В.В. Теория и практика эволюционного моделирования. – М.: Физматлит, 2003. – 432 с.
8. Щетинин В.Г. Анализ факторов экономического роста региона // Вопросы статистики. 1996. № 3. С. 40-46.
9. Щетинин В.Г., Костюнин А.В. Принятие решений на нейронных сетях оптимальной сложности // Автоматизация и современные технологии. 1998. № 4. С. 38-43.
10. Щетинин В.Г. Самоорганизация минимальной нейронной сети // Нейроинформатика и ее приложения: Тезисы докладов III всероссийского семинара. – Красноярск: СО РАН, 1996. С. 103-104.