

В. Г. Родионов

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Постановка задачи

Характеризуя важнейшие черты современной динамики поведения социально-экономических систем (СоцЭС) и на уровне отдельных стран, и в глобальном масштабе, ее определяют как время бифуркаций¹. Количество бифуркаций в социально-экономическом развитии существенно возросло уже в XX в., что связано с достижением определенного периода «зрелости» и с продолжающимся ускоренным развитием человеческой цивилизации. В связи с этим традиционный подход к управлению – стратегическое управление, предполагающее предсказуемую реакцию управляемой системы, возможность прогнозирования ее поведения на основе цикличности, становится недостаточен. Проиллюстрировать данный тезис можно на примере бифуркационного перехода от производственной к маркетинговой фазе развития социально-экономических систем, который сопровождается, как и все бифуркации, сжатым по времени (скачкообразным) изменением вектора стратегического управления, в данном случае от снижения затрат и массового выпуска к единичному, индивидуальному производству и росту затрат пропорционально качеству.

Результаты последних 15 лет проводимых реформ в России дают уникальную информацию для выявления бифуркационных закономерностей ее развития. На наш взгляд, проводимые реформы более точно следовало бы назвать *экспериментом*: в масштабах крупной социально-экономической системы в чрезвычайно сжатые сроки осуществлялись весьма жесткие воздействия на входе, перерабатывались системой и на выходе получались результаты (реакция). Обобщение полученных результатов (отрицатель-

Вячеслав Георгиевич РОДИОНОВ — канд. экон. наук, доцент кафедры управления и планирования социально-экономических процессов экономического факультета СПбГУ. В 1971 г. окончил экономический факультет Ленинградского политехнического института. В 1991 г. защитил кандидатскую диссертацию. Более 20 лет работал в отраслевом НПО электронной промышленности, из них более 10 лет в должности главного экономиста НПО. Автор более 40 научных работ, в том числе одной монографии. Сфера научных интересов — управление социально-экономическими системами.

© В. Г. Родионов, 2007

ных в том числе) может позволить отрегулировать действующий механизм управления СоцЭС России, обеспечивающий, наряду с устойчивостью социальной самоорганизации, поддержание высокой динамичности ее поступательного развития. Прорыв в изучении сложных динамических явлений (синергетика) привел к осознанию объективности роста неравновесности СоцЭС в целях повышения их чувствительности как реакции приспособления на быстроменяющиеся условия внешней среды (век бифуркаций). При этом снижается управляемость системы, растет непредсказуемость ее поведения.

Такие динамические, «переходные» процессы в системах, возникающие при быстром изменении «внешних» условий, являются наиболее трудными для формального описания, при этом традиционные подходы оказались неэффективны, поскольку сама структура пространства состояний системы меняется во времени. В теории управления такие модели для описания сложных динамических процессов появились недавно и системы данного типа называют «гибридными». В этом названии подчеркивается двухуровневая специфика описания. Один уровень – динамика описания в некотором зафиксированном пространстве состояний («быстрый» процесс), а другой уровень – динамика изменения структуры пространства состояний («медленный» процесс). В моделировании экономического поведения СоцЭС этот факт реализуется в «парадоксе планировщика» – то, что хорошо для СоцЭС на одном горизонте прогнозирования, может быть плохо на другом. Например, высокие темпы роста экономики на горизонте времени 5–10 лет, обеспечиваемые без должного внимания к экологическим последствиям, на более длительных горизонтах ведут к экономическим потерям, значительно превышающим достигнутый ранее результат. В связи с указанными обстоятельствами фокус внимания управленческой науки стал перемещаться от стимулирования динамики СоцЭС к поддержанию оптимальных границ функционирования в целях сохранения их качественной определенности. Экспериментальные наблюдения за протеканием неравновесных процессов в естественных науках выявили зарождение в системе новых структур мезоскопического (промежуточного между микро- и макро-) масштаба, которые в значительной степени и определяют динамическое изменение типа (качества) системы. Примерами такого рода структурообразования могут служить иерархии структур в живых системах, кластеризация в потоках концентрированных дисперсных смесей, образование многомасштабных вихревых структур в турбулентных течениях жидкости и т. д. В настоящее время известно, что синергетические процессы формирования динамических структур мезоскопического масштаба в открытых системах связаны с возникновением информационно-управленческой обратной связи, внутреннего управления. Вместе с внешним управлением через наложенные на систему граничные условия и происходит дискретизация пространства и времени неравновесной системы. При этом физическими носителями информации являются элементы динамических структур.

Учет данных факторов в регулировании динамики СоцЭС может быть реализован с помощью представленной ниже схемы активного управления (рис. 1). Идеальная модель (Прогноз) – это эталон, прообраз будущего в настоящем, к достижению которого стремится управляемая система. Идеальная модель, зафиксированная в определенный момент времени и описанная с помощью конкретных показателей (нормативов), представляет нормативную модель. Рассогласования между нормативной моделью и реальным объектом (P_1) формируют блок проблем и блок типовых решений. Блок проблем – это блок диагностики, в котором выявляются отклонения фактического состояния объекта от нормы. Под нормой предлагается принимать предельные допустимые значения нежелательных отклонений между параметрами нормативной модели и реальным объ-

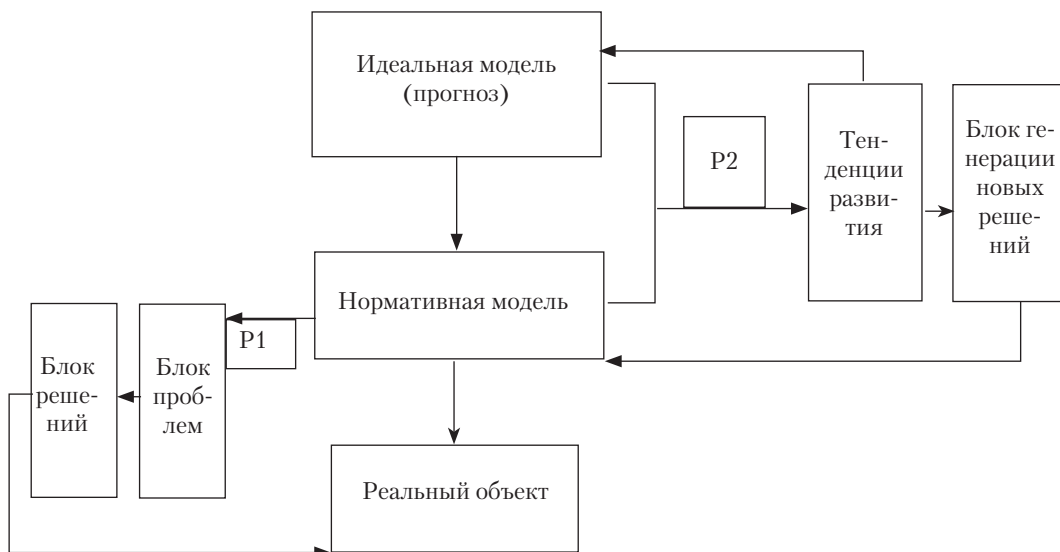


Рис. 1. Схема активного управления.

ектом. В случае неблагоприятной динамики – рост нежелательных отклонений и приближение к установленному пределу – в блоке проблем формируется необходимая информация, которая своевременно передается в блок типовых решений. Блок типовых решений – это предлагаемый управляющему набор апробированных на практике и рекомендуемых решений, которые должны позволить на наиболее ранних стадиях, т. е. с максимальной эффективностью, замедлить или переломить неблагоприятные тенденции. Таким образом, обеспечивается эффективная динамика управления по принципу в нужное время (на наиболее ранних стадиях) и в нужном месте, с образованием замкнутого контура (нижний контур: нормативная модель ... реальный объект). Нижний контур реализуется в основном действующими возможностями стратегического управления. Схема активного управления – динамичная модель. В ней идеальная модель (прогноз) подобна горизонту, который мы наблюдаем, описываем, пытаемся достичь, но никогда не достигаем. По мере движения к нему он удаляется, меняя свои очертания. Уточняем под новый образ идеала прогноз, формируем нормативы. Осуществляем сравнение их с реальным объектом. Вновь получаем и оцениваем отклонения. Выводим реальный объект на нормативный уровень и т. д. Изучение направленности этих изменений (P2) позволяет прогнозировать тенденции (аттракторы) развития СоцЭС и формировать, с учетом прогнозов, ожидаемые проблемы, а следовательно, и намечать пути их разрешения в настоящем, а не в будущем (верхний контур: идеальная модель ... блок генерации новых решений – нормативная модель). Этот контур и обеспечивает эффективное выявление динамических трендов и реализуется на основе предлагаемых в исследовании подходов.

Наблюдаемые нами социально-экономические системы как динамичные объекты сочетают в себе элементы прошлого, настоящего и будущего. Это дает потенциальную возможность выявления очертаний образа будущего в настоящем, т. е. принципиально возможно построение вектора управленческих решений, учитывающих не только

сегодняшние, но и будущие проблемы, а значит, и реализация траектории развития СоцЭС (аттрактора) в более эффективном, активном режиме. Так как элементы будущего СоцЭС находятся в скрытом, «зачаточном» состоянии, необходимо их «проявить». Результатом такого проявления будет система превентивных мер, прокладывающих дорогу в будущее благоприятным тенденциям и ослабляющих, с целью не дать реализоваться, неблагоприятным. Рассматривая с позиций теории детерминированного хаоса поведение СоцЭС, в частности иерархическую вертикаль трансформации хаоса на микроуровне в закономерности макроуровня, по предложенной нами методике², получаем информацию о хаотичности (неравновесности) структурных элементов системы в режиме мониторинга. Так, например, при анализе иерархии СоцЭС «Россия» при переходе с регионального на муниципальный уровень динамика меняется резким скачком в сторону снижения. Отсюда становится очевидным узкое место, нарушающее вертикальные потоки в иерархии управления России. При анализе обращаем внимание на формирование и динамику структур мезоскопического масштаба – кластеров, как возможных источников возникновения масштабных динамических изменений (например, зона нестабильности на Кавказе). Применительно к ним формируем активную систему внутреннего управления, реализующую возможности и минимизирующую угрозы прогнозируемому аттрактору развития СоцЭС страны.

Практическая реализация

Для составления прогноза сформируем модель прогнозируемого объекта и обоснуем параметры ее порядка.

Формальное описание динамических, «переходных» процессов в системах, возникающих при быстром изменении «внешних» условий, является наиболее трудным. Однако успешные достижения последних лет в этой области настраивают на оптимистический лад. Так, в современной литературе успешно смоделирован прогноз численности населения Земли³. При этом специалисты-физики, используя знания и умения формализации изучаемых явлений микромира, успешно применили их на макроуровне. Отметим основные этапы такой формализации, которой будем придерживаться и мы при разработке модели прогноза СоцЭС.

1. Определение геометрической формы, отражающей динамику процесса.
2. Обоснование параметров порядка (главных переменных).
3. Исследование эволюции поведения системы и выявление фрактальности (внутреннего подобия) в ее развитии.
4. Построение математической модели динамики поведения прогнозируемого объекта и прогнозирование.

Определение геометрической формы, отражающей динамику процесса. Имея дело с процессами, которые разворачиваются во времени и пространстве, мы сталкиваемся с новым элементом реальности – формой возникающих структур⁴. Именно через форму (странный аттрактор) Э. Лоренц смог идентифицировать и описать динамический хаос как класс природных явлений. Попытаемся и мы охарактеризовать упрощенную модель глобальной кооперации. Назовем эту модель по принципу ее действия – «затратная пирамида». По форме ее можно представить как многослойную пирамиду, где каждый горизонтальный слой – технологический передел (рис. 2). В основании пирамиды – начальные технологические переделы (добыча и переработка исходного сырья), а на вершине, по цепочке создания стоимости, заключительные – торговля и финансы.

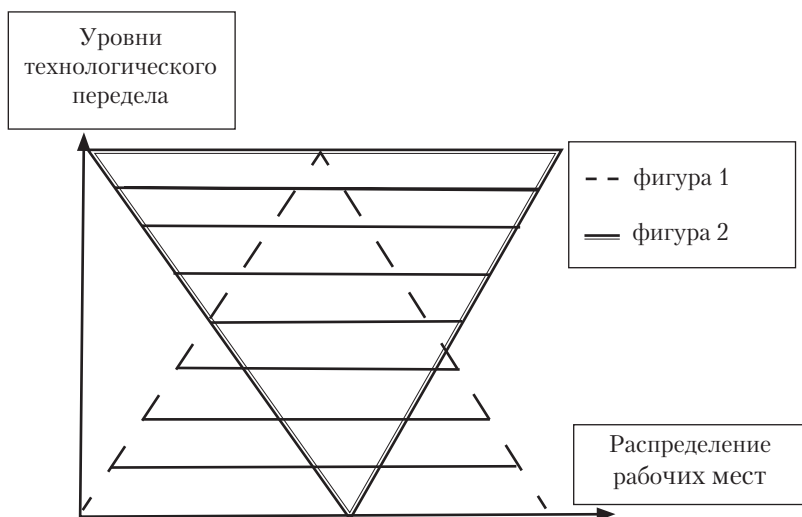


Рис. 2. Упрощенная модель кооперации.

Продукция более низких слоев технологических переделов является исходным полуфабрикатом для последующих, более высоких слоев. При этом стоимость товара (исходного полуфабриката для последующего передела) на каждом технологическом переделе формируется по затратному принципу. Это означает, что величина прибыли, включаемой в цену произведенного товара, определяется по нормативу ко всем произведенным затратам, к полной себестоимости продукции, т. е. с учетом затрат «прошлого труда». В результате чем выше уровень технологического передела, тем больше в себестоимости продукции затрат прошлого труда и поэтому больше масса прибыли на единицу затрат живого труда, т. е. его эффективность. Следовательно, структура занятости населения страны отражает эффективность ее экономики. В условиях складывающейся международной кооперации и разделения труда верхние слои пирамиды (рабочие места в наукоемких технологиях, маркетинге и финансах) с высоким уровнем добавленной стоимости сосредоточены в богатых странах. Структура занятости в этих странах по форме напоминает перевернутую пирамиду и обеспечивает им получение сверхприбылей. Фигура 1 и фигура 2 – отражение крайних форм структуры занятости. В реальной практике структура занятости конкретных стран – это сочетание этих фигур, принимающее самые разнообразные формы. Чем ближе форма к фигуре 1, тем выше сырьевая ориентация и ниже эффективность занятости, и наоборот. Переход к фигуре 2 отражает объективную закономерность роста эффективности общественного воспроизводства, создание из минимального исходного сырья и энергии максимального объема предметов потребления. Такая структура занятости может стать доминирующей уже в обозримом будущем. Например, при овладении термоядерным синтезом и нанотехнологиями, преобразующими энергию непосредственно в требуемые виды материальных благ. Современные цепочки создания стоимости включают сотни звеньев. При этом простые расчеты показывают, что при равных затратах живого труда и нормы прибыли в цепочке из десяти уровней технологического передела эффективность занятости на 10-м уровне превышает ее значение на 1-м более чем в 20 раз (расчет для нормы прибыли в 15%). Не

акцентируя внимание на очевидном факте вытеснения России в процессе глобализации на «задворки», к так называемым развивающимся странам – поставщикам сырья и полуфабрикатов, следует констатировать не менее очевидный факт, что подобная глобализация воспроизводит дальнейший разрыв уровня жизни, а значит, и нестабильность.

Обоснование параметров порядка модели (главных переменных). Человек в системе общественного воспроизводства является, с одной стороны, его целью, а с другой – средством, важнейшим фактором – рабочей силой. Эта двойственность всегда генерировала в обществе противоречия по поводу соотношения меры труда и меры потребления. Уже в ближайшем будущем на основе дальнейшего развития научно-технического прогресса, характеризующегося глобализацией производства, т. е. кооперацией без границ и переходом к шестому технологическому укладу (полной автоматизацией производства), можно ожидать глобального сокращения численности традиционных рабочих мест при продолжающемся в мире росте численности населения. Это, по нашему мнению, становится одним из наиболее активных факторов, формирующих глобальную нестабильность в мире в форме перманентного глобального перераспределения как численности рабочих мест, так и создаваемого прибавочного продукта. При этом политическая и географическая диспропорции численности рабочих мест и численности проживающего населения в трудоспособном возрасте будут становиться все более неблагоприятными.

За примерами социально-экономических и политических последствий данного процесса далеко ходить не надо. Исследование экономических факторов кризисного функционирования российской экономики выявило в качестве основного параметра, коррелируемого с темпами ВВП, занятость населения⁵. А это, другими словами, создание новых, эффективных и высокодоходных рабочих мест. Важность решения проблемы создания на территории России адекватного ее потенциалу числа эффективных, высокодоходных рабочих мест трудно переоценить. Очевидна диспропорция, после распада СССР, территории России и численности проживающего в ней населения, которое ежегодно сокращается. Превышение предложения труда над имеющейся в стране численностью рабочей силы есть активный экономический фактор ускоренного роста численности населения России, не обеспечив который нам не решить острых экономических, социальных и политических проблем в настоящем и будущем.

С учетом складывающихся внешних и внутренних факторов функционирования СоцЭС «Россия» формирование положительной динамики увеличения численности работающих, с прогрессивным одновременным изменением структуры занятости, обеспечивающей рост благосостояния страны и ее населения, является важнейшей целью управления. А как мы знаем, правильная постановка цели – это основа успеха. Параметром, объединяющим структурную составляющую экономики и занятость, в модели является показатель эффективности занятости, предложенный нами. Эффективность занятости определим на основе соотношения затрат овеществленного и живого труда. Это соотношение одновременно и мультипликатор вторичной занятости, т. е. численность рабочих мест в смежных отраслях, создаваемых одним рабочим местом в данной отрасли. Снижение данного показателя косвенным образом отражает сокращение кооперации, технического уровня производства в отрасли, падение производства и численности занятых работников. За счет роста сырьевой ориентации промышленности и уменьшения степени переработки сырья соотношение живого и овеществленного труда сокращается с передачей вторичной занятости из России за рубеж. Численность рабочих мест в стране, а вслед за ней и численность населения, сокращаются. Таким образом, предложенные в модели параметры порядка – численность занятых работников и эффективность

занятости — не только в стратегическом, но и в тактическом плане отражают базовые цели (аттракторы) развития СоцЭС «Россия». Их можно декомпозировать в качестве подцелей регионально-отраслевого развития.

Динамика поведения показателя эффективности занятости рассчитывается по данным действующей статистики, и фрагмент расчета приведен в таблице.

Динамика эффективности занятости по отраслям экономики

Соотношение затрат овещественного и живого труда в себестоимости продукции	Годы								
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Всего в экономике	4,4	4,3	3,8	3,6	4,0	3,9	3,8	3,7	3,7
В том числе:									
промышленность	5,8	5,3	5,0	4,7	5,2	5,0	4,5	4,4	4,6
сельское хозяйство	3,9	4,6	4,6	4,8	4,5	4,3	4,0	3,4	3,5

Рассчитано по: Россия в цифрах. 2005: Стат. сб. М., 2005. С. 329.

Достижение нового качества занятости возможно на основе победы в глобальной конкурентной борьбе, где решающее значение имеют три ключевых элемента систем международного производства: корпоративное управление, глобальные цепочки создания стоимости и географическая конфигурация. Организовать работу по реализации и эффективному использованию имеющихся конкурентных преимуществ в этих элементах и является обеспечивающей задачей.

Исследование эволюции поведения системы и выявление фрактальности (внутреннего подобия) в ее развитии. Активное управление подразумевает возбуждение «цепной реакции» СоцЭС через воздействие на точки роста и должно сопровождаться четко организованной системой диагностики, позволяющей обеспечить достаточный уровень контроля и корректировки управленческих решений, а также возможность оперативно, в активном режиме, вносить необходимые изменения. Это предполагает исследование эволюции поведения системы и текущий мониторинг в ее развитии. Так как нас интересует исследование нестабильности, то оно классически отображается амплитудно-фазо-частотными критериями. При расчете амплитуды колебаний в соответствии с системным подходом она рассматривается как совокупность составляющих ее подсистем более низкого уровня. Так, амплитуда для России – это колебания между федеральными округами. Для федеральных округов – это колебания между субъектами Федерации. Для субъектов Федерации – это колебания между муниципальными образованиями. Для муниципальных образований – это колебания между поселениями в их составе. В поведении социально-экономических систем преобладание положительных обратных связей на этапе кризиса должно отражаться в росте дифференциации между составляющими ее подсистемами. И наоборот, преобладание отрицательных обратных связей снижает амплитуду колебаний и стабилизирует систему. Сегодня общепризнанным в мире показателем, оценивающим сравнительный уровень экономического развития СоцЭС, является показатель годового валового внутреннего продукта на душу населения. Тогда под флагом (сигналом) кризисного развития СоцЭС можно принять

рост во времени амплитуды колебаний по этому параметру. Амплитуду колебаний можно рассчитать несколькими путями, например по формуле

$$A = \frac{\left| \sum \left(\frac{Y_i}{Y_{icp}} - 1 \right) \cdot 100 \right|}{N}, \quad (1)$$

где A – годовое значение амплитуды колебаний системы; Y_i – фактическое годовое значение ВВП (ВРП) i -й подсистемы; Y_{icp} – расчетное годовое значение ВВП (ВРП) i -й подсистемы;

$$Y_{icp} = X_{cp} \cdot \mathcal{C}_i, \quad (2)$$

где X_{cp} – среднее годовое значение ВВП (ВРП) на одного жителя по системе в целом; \mathcal{C}_i – численность населения, проживающего в i -й подсистеме (регионе); N – количество подсистем одного уровня иерархии, входящих в данную систему.

На основе полученных результатов расчетов, проведенных автором, можно сделать вывод о тенденции устойчивого роста амплитуды колебаний СоцЭС «Россия»⁶. Этот факт отражает преобладание в динамике ее поведения положительных обратных связей, что является признаком кризисного развития системы. Насколько это критично? Приведем следующие данные. При распаде СССР в 1990 г. амплитуда колебаний СоцЭС «СССР» в разрезе Союзных республик составляла 26,1% (наши расчеты по формуле (1)). В образовавшемся после распада СССР Союзе Независимых Государств амплитуда колебаний составила 39,3%, т. е. выше, чем в СССР, за счет стран, не вошедших в СНГ. А уже к 2000 г. она увеличилась до 45,2%. В СоцЭС «Россия» она также увеличилась с 20,3% в 1995 г. до 30,7% в 2003 г., т. е. усиление в управлении СоцЭС «Россия» отрицательных обратных связей является настоятельно необходимым. При рассмотрении действующей иерархической структуры управления СоцЭС «Россия» на основе фрактального подхода становятся очевидными такие ее недостатки, как:

- слабое представительство нижестоящих уровней иерархии СоцЭС в вышестоящих, что ведет к межуровневым противоречиям интересов и целей и ослабляет властную вертикаль;
- нарушение баланса прав и ответственности как следствие нарушения внутреннего подобия (важный признак фрактальности) иерархической структуры (например, структура управления федеральными округами).

Построение математической модели динамики поведения прогнозируемого объекта и прогнозирование. В качестве инструмента математического моделирования мы использовали нейронные сети. Выбранная для прогнозирования конфигурация сети представляет собой два элемента на входе (параметры порядка модели); один промежуточный слой с двумя элементами и один элемент на выходе (темп роста ВВП). В качестве передаточной выбрана логистическая (сигмоидная) функция. После обучения сети получена модель, дающая среднюю ошибку годового прогноза 0,1% и максимальную ошибку прогноза 0,5%. Исходная выборка представлена данными статотчетности с 1991 г. (года распада СССР и образования независимой России) по 2005 г. За этот период Россия не преодолела последствия экономического спада 1990-х годов. ВВП в 2005 г. составил 91% от уровня 1990 г. Параметр занятости и параметр эффективности занятости также еще не достигли докризисного уровня. По численности занятых этот уровень составил в 2005 г. чуть более 90% к уровню 1990 г., а по эффективности занятости — около 85%.

При этом, если показатель численности занятых начиная с 1999 г. устойчиво растет, то эффективность занятости остается неустойчивой, и при росте, имевшем с 2003 г., вновь падает в 2005 г.

В полученной модели вес параметра занятости значительно превосходит вес эффективности занятости, так как устойчивой положительной динамики по эффективности занятости за этот период не происходило. Это подтверждает вывод об экстенсивном развитии экономики страны и позволяет прогнозировать усиление роли эффективности занятости как точки роста, предопределяющей темпы развития российской экономики в будущем. При этом ближайший ориентир – уровень 1995 г. со значением эффективности занятости 4,4. Возможности нейронных сетей как инструмента прогнозирования позволяют с учетом новых фактических данных дообучать сеть и тем самым уточнять веса параметров математической модели прогнозирования столь сложного и нестабильного объекта, как социально-экономические системы. При этом шаг прогноза в модели – год. Прогноз на более длительный период происходит по принципу авторегрессии, когда полученное значение прогноза на год принимается как фактическое и делается следующий шаг. Таким образом, управление осуществляется не только исходя из текущей информации, ее анализа и оценки, но и на основе результатов прогноза, что должно улучшить качество принимаемых управленческих решений.

Использование данной технологии требует минимальных капитальных вложений и может с успехом применяться как на государственном, так и на региональном и муниципальном уровнях при управлении социально-экономическими системами.

¹ Бифуркация – раздвоение, разделение; разветвление чего-либо; в экономике – разветвление структуры экономической системы, раздвоение траектории, характера функционирования социально-экономической системы (Современный экономический словарь / Под ред. Б. А. Райзберга, Л. Ш. Лозовского, Е. Б. Стародубцева. М., 2003).

² Родионов В. Г. Организация эффективного управления социально-экономическим развитием регионов России на основе «активного подхода». СПб., 2002.

³ Капица С. П., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Синергетика и прогнозы будущего. М., 2003.

⁴ Там же. С. 38.

⁵ Клавдиенко В. Инвестиции и экономический рост // Инвестиции в России. 2002. № 7. С. 40–45.

⁶ Более подробно с результатами расчетов можно ознакомиться в работе: Родионов В. Г. Применение анализа амплитудно-частотной динамики в управлении социально-экономическими системами // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 5: Экономика. 2005. Вып. 1. С. 151–155.

Статья поступила в редакцию 31 января 2007 г.