

## **СИНТЕЗ ПРОГНОЗНОЙ ИНФОРМАЦИИ В ПРАКТИКЕ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА**

М.Д. Молев, И.А. Занина, Н.И. Стуженко

Устойчивое социально-экономическое развитие как России, так и отдельных её регионов обусловлено решением комплекса разноплановых проблем, связанных с факторами различной природы и масштаба. В первом приближении любая эколого-экономическая система (ЭЭС) может быть представлена в виде многомерного объекта с определённым набором подсистем (население, производство, природа и инфраструктурная компонента), в пределах которого взаимодействуют составляющие его элементы и протекают внутренние процессы [1, 2]. Теория устойчивости подобных систем описывается системой факторных уравнений, включающих показатели экологического характера, которые отражают значимость экосистемы в глобальном процессе.

Очевидно, что разработка стратегии регионального развития должна опираться на научно обоснованный долгосрочный прогноз, позволяющий правильно оценить все последствия реализации социально-экономической программы, в том числе результаты изменения природной среды. Цели комплексного эколого-экономического прогнозирования состоят в определении негативных последствий хозяйственной деятельности, рационализации природопользования и получения полной достоверной информации для минимизации нежелательных экологических последствий. Особенность комплексного прогноза заключается в максимально достоверной оценке факторов, определяющих взаимодействие и взаимное влияние различных элементов ЭЭС, что позволяет поставить указанный вид прогнозирования на более высокое место в общей классификации прогнозных методов. Актуальность дальнейших научных исследований в сфере эколого-экономического прогнозирования в направлении его

совершенствования определяется необходимостью повышения качества информации, используемой при разработке стратегии развития региона, в современных сложных условиях жизнедеятельности общества.

Эффективность прогнозного обеспечения формирования региональной стратегии определяется тремя основными условиями: качеством исходной информации, возможностями методов получения данных, уровнем обработки информации и совершенствованием методологии прогнозирования (качеством интерпретации и формирования прогнозного экспертного заключения). Необходимо подчеркнуть, что наиболее эффективным инструментом разработки прогнозов на современном этапе развития прогнозистики является полномасштабное моделирование всех стадий процесса [3, 4]. Подобное «сквозное» моделирование с использованием общего логического алгоритма прогнозирования позволяет на каждом этапе оценить результаты операций, используя измеримые критерии и планировать последующие действия в нужном стратегическом направлении.

С выбором прогностического инструмента логически связан процесс определения основной парадигмы, то есть методологии решения научной проблемы прогнозирования. Имитационная парадигма экологического прогнозирования индуцирована применением эффективного инструмента системного анализа – имитационного моделирования сложных систем, к которым можно отнести региональную эколого-экономическую систему [5, 6]. Имитационное моделирование позволяет получить оценку целостных характеристик ЭЭС при достаточно широком спектре воздействия и в ситуациях, которые нельзя осуществить на практике. При имитационном моделировании в предикторе (модели) сквозь призму цели исследования достаточно полно отображаются "глубинные" свойства экосистемы – множество ее структур и механизм функционирования. В дополнение к указанному необходимо отметить, что в процессе моделирования:

- в модели учитывается представительный массив параметров

экосистемы;

- имитируется множество явлений различной физической природы;
- большинство коэффициентов модели имеет физический смысл;
- предиктор служит для изучения совокупности целостных характеристик и используется как средство системного экспериментирования.

Вышеуказанные основы получения достоверного прогноза взаимосвязаны, поэтому в развитие их необходимо указать, что при прогнозировании должен соблюдаться принцип соответствия, а именно: чем сложнее объект прогнозирования, тем совершеннее необходимо использовать прогнозные методы и аппарат интерпретации. Природа объекта при выборе методов прогнозирования определяет их специфику и состав, т.е. специальные приемы, которые характерны для области соответствующего объекта. Таким образом, природа и масштабность объекта задают специфику подходов. ЭЭС и её подсистемы – это объекты сложной разнонаправленной природы и методологической основой их развития служит теория «больших» систем. Основываясь на результатах теоретических и экспериментальных исследований, логично сделать фундаментальный вывод: надёжный прогноз состояния и динамики подобных систем можно построить только при использовании комплекса методов получения фактических данных и комплексной интерпретации материалов [7, 8]. В данном контексте правомерно говорить о тотальной комплексации методов и результатов на всех этапах прогнозирования.

Формирование оптимального коллектива прогнозов развития отдельных процессов системы может быть осуществлено путем их комплексации. Реализация указанной методологии в практике системного прогнозирования обуславливает решения трех взаимосвязанных задач: расчёт параметров моделей и оценка их качества по соответствующим критериям, разработка методов и методик комплексирования, формирование объединенного (синтезированного) прогноза и оценка его качества. Под

комплексацией (синтезом) некоторого ряда прогнозов автор понимает процесс разработки общего оптимального прогноза развития системы и являющегося функцией исходных прогнозов.

Подобный коллективный прогноз должен быть построен так, чтобы реализовались в результате три условия:

- принцип системности;
- принцип робастности;
- принцип элиминации.

Первое условие определяет эффект системности: целое больше суммы его частей – надежность комплексного прогноза должна быть выше надежности любого из индивидуальных прогнозов. Данный теоретический подход подтверждается многолетней практикой прогнозирования авторов, в рамках которой установлено, что, как правило, надёжность коллектива прогнозов на 10-15% выше, надёжности его исходных составляющих [9,10]. Во-вторых, комплексные прогнозы должны быть робастными, то есть ошибки малой доли индивидуальных прогнозов не должны оказывать влияния на итоговую надёжность коллективного экспертного заключения. Условие элиминации определяет необходимость включения в комплексный документ самых различных между собой индивидуальных прогнозов. Последний принцип обуславливает применение в процессе экспериментальных исследований методов, использующих поля и модели различной природы.

Таким образом, процесс анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований логично подводит к мысли о необходимости разработки системы прогнозирования и синтеза прогнозов.

По нашему мнению, сложившемуся в результате многолетних экспериментально-теоретических исследований в области геолого-геофизического и геоэкологического прогнозирования, прогнозная система должна включать следующие подсистемы (блоки):

- формирование и оценка априорной информации об объекте

прогнозирования;

- определение комплекса прогнозных задач;
- формирование системы функций, обеспечивающих решение поставленных задач;
- выбор и определение оптимального комплекса средств выполнения заданных функций;
- формирование комплекса критериев предпочтения альтернативных вариантов объекта;
- синтез совокупности предпочтительных обликов объекта прогнозирования [11].

Система прогнозирования должна реализовывать основные принципы, определяющие надежность и эффективность комплексного (синтетического) прогноза:

- взаимоувязанность и соподчиненность прогнозов иерархических уровней конкретного объекта прогнозирования, различных аспектов его развития и внешней среды;
- взаимоувязанность нормативных и поисковых прогнозов;
- непрерывность прогнозного процесса.

При этом эффективная система должна обладать следующими характеристиками:

- способностью учитывать влияние факторов, определяющих исследуемые экологические и экономические показатели;
- свойством обучаемости, т.е. реагировать на изменение внешних факторов;
- способностью учитывать изменение параметров процесса в течение прогнозируемого периода;
- возможностью реализации специального алгоритма, предназначенного для решения задач, сущность которых заключается в нахождении оптимума функции нескольких переменных.

В контексте изложенного, по мнению авторов, основанного на

результатах теоретических и экспериментальных исследований, наиболее совершенной системой получения, обработки и интерпретации эколого-экономических данных является региональная эколого-экономическая мониторинговая система, которая обладает всеми перечисленными свойствами. При этом необходимо подчеркнуть важное достоинство данной системы – информирование всех заинтересованных организаций в режиме реального времени и представление информации в формате ГИС (географической информационной системы) с использованием постоянно действующих экологических и экономических моделей. Реализация описанного так называемого «генетического» алгоритма позволяет существенно повысить точность прогнозирования.

В рамках комплекса задач геоэкологического прогнозирования логично определить синтез прогнозов как реализацию поставленной цели путём объединения отдельных выводов в совокупность согласованных суждений на основе фундаментальных принципов прогнозирования. К указанным принципам относятся следующие положения:

- принцип системности, требующий взаимоувязанности и соподчиненности прогнозов объекта;
- принцип, обуславливающий согласование нормативных и поисковых прогнозов;
- принцип вариантности, требующий разработки определённого количества вариантов;
- принцип непрерывности, указывающий на необходимость корректировки прогнозов по мере поступления новой информации об объекте прогнозирования;
- принцип верифицируемости, требующий определения достоверности и надёжности прогноза;
- принцип рентабельности, определяющий необходимость сравнительной оценки по уровню затрат на разработку прогноза и его качество.

Основная задача синтеза прогнозов состоит именно в том, чтобы на основе знаний, полученных в результате разработки ряда вариантов прогноза, создать их оптимальное сочетание, которое обладает максимальной достоверностью, точностью и обоснованностью и в то же время характеризуется оптимальным соотношением «затраты-качество».

При построении коллективных прогнозов развития сложных объектов целесообразно в качестве общенаучного метода применять эвристический синтез, что позволяет наиболее эффективно достигнуть поставленной цели. Из группы методов эвристического синтеза, которые могут быть применены для поиска оптимального сочетания частных прогнозов, специалисты рекомендуют следующие методы:

- методы направленного синтеза решений, основанные на алгоритмах творческого поиска;
- метод мозгового штурма;
- метод фокальных объектов;
- метод экспертных оценок.

В процессе объединения прогнозных оценок из отдельных альтернатив возникает необходимость решить две основные задачи. Первая задача состоит в установлении интервала, внутри которого прогнозные результаты, полученные с помощью различных способов, можно считать согласованными между собой. Решение второй задачи представляет установление соотношения между прогнозными данными, максимально адекватно отражающего их связь с наиболее вероятными результатами прогнозирования.

При синтезе индивидуальных прогнозов следует обязательно проводить логический анализ их совместного использования. Данная процедура осуществляется с помощью критерия Стьюдента. В процессе анализа оценивается соотношение между расчетным и табличным значением критерия. Если расчетная величина не превышает табличное значение, то частные сравниваемые прогнозы определяются как непротиворечивые. При

описанном расчете предварительно задается уровень надёжности прогнозов. Процедура оценки непротиворечивости может выполняться для достаточно большого количества индивидуальных прогнозных результатов. Согласованность частных прогнозов между собой является обязательным условием возможности выполнения их синтеза.

Сущность объединения отдельных прогнозов в общую логическую конструкцию заключается в получении средневзвешенной оценки из ряда прогнозных результатов с учетом их достоверности. Следовательно, чем менее результат, полученный каким-либо методом, достоверен, тем меньше его вклад в синтезированный результат. Синтезированная оценка прогноза строится в виде линейной комбинации индивидуальных прогнозов. При этом вес отдельного прогноза следует выбирать по критерию минимума ошибок частных результатов. Вычисление весов индивидуальных прогнозов производится на основе решения задачи Лагранжа, а именно минимизации функции Лагранжа посредством решения системы соответствующих уравнений.

Неотъемлемой процедурой синтеза прогнозных результатов, по мнению автора, является оценка точности комбинированного прогноза, поскольку данный параметр предельно важен для принятия управленческого решения. При прогнозировании развития динамических объектов, к которым относится региональная эколого-экономическая система, учёные рекомендуют применять процедуру, основанную на теории обучения [12]. Суть процесса состоит в том, что построение прогнозной модели представляет собой обучение на основе некоторой обучающей выборки или исходного временного ряда. При этом качество обучения на практике характеризует так называемую «близость» расположения реальных и расчётных величин, оцениваемую с помощью заранее заданного критерия. Наиболее приемлемым критерием для указанной цели является критерий Вальда, который позволяет решить, принять или не принять гипотезу относительно искомого параметра. В результате выполнения процедуры,

осуществляемой по стандартной математической схеме, строится доверительный интервал, который характеризует точность прогноза.

Таковы основные теоретические и экспериментальные положения синтеза прогнозов развития сложных природно-экономических систем. Научная обоснованность и практическая значимость изложенных результатов подтверждается многолетними научными исследованиями авторов, апробацией основных положений на международных конференциях и внедрением разработанной методики в практику прогнозирования эколого-экономической ситуации на территории Российского Донбасса.

### **Литература**

1. Молев, М.Д., Меркулова М.А., Молев А.М. Основные аспекты развития региональной социально-эколого-экономической системы [Текст] //Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2012. – N 8. – С. 290-293.

2. Лосевская Е.А., Россинская М.В. Мониторинг как инструмент регулирования устойчивого развития региона [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2012, №2. – Режим доступа: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2012/838> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

3. Молев, М.Д. Геофизическое прогнозирование горно-геологических условий подземной разработки угольных пластов: монография [Текст] /М.Д.Молев. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2000. – 138 с.

4. Рабочая книга по прогнозированию [Текст] /под ред. И.В. Бестужева-Лада. – М.: Мысль, 1982. – 430 с.

5. Hecker, R.L. Predictive modeling of surface roughness in grinding [Text] // R.L. Hecker, S.Y. Liang. – International Journal of Machine Tools and Manufacture. – 2003. – V. 43, Iss. 8. – P. 755-761.

6. Антонова А.С., Аксенов К.А. Многокритериальное принятие решений в условиях риска на основе интеграции мультиагентного,

имитационного, эволюционного моделирования и численных методов [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2012, №4. – Режим доступа: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n4y2012/1466> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

7. Молев, М.Д. Теория и практика управления региональной экологической безопасностью: монография [Текст] /М.Д. Молев, А.М. Молев. – Шахты: Изд-во ЮРГУЭС, 2006. – 84 с.

8. Molev, M.D. Geophysical Prediction of Mining-Geological Conditions for Underground Coal Exploitation [Text] //M.D. Molev – Extended Abstracts Book of EAGE 61<sup>st</sup> Conference (Helsinki, Finland, 7-11 June 1999). – Houten, The Netherlands: EAGE. – Vol. 2. – P. 603-606.

9. Молев, М.Д. Эффективная сфера услуг в системе базовых факторов устойчивого развития региона: монография [Текст] /М.Д. Молев, Е.В.Дуванская, Е.С.Алехина. – Шахты: ГОУ ВПО ЮРГУЭС, 2009. – 133 с.

10. Молев, М.Д. Оценка условий затопления углепородного массива геофизическими методами [Текст] //Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2006. – № 9. – С. 110-112.

11. Молев, М.Д. Методологические принципы и аспекты реализации мониторинга экологической безопасности угледобывающих регионов [Текст] /М.В. Россинская [и др.]; под ред. д.э.н., проф. М.В. Россинской; Федер. гос. бюдж. образоват. учреждение высш. проф. образования «Южно-Рос. гос. ун-т экономики и сервиса» (ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС»). – Шахты: ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС», 2012. – С. 162-172.

12. Чуев, Ю.В. Прогнозирование количественных характеристик процессов [Текст] /Ю.В. Чуев – М.: Мысль, 1985. – 259 с.