

## ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРАТЕГИЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

С.К. Полумиенко<sup>1</sup>, Л.А. Рыбаков<sup>1</sup>, С.З. Савин<sup>2</sup>, С.Л. Турков<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт телекоммуникаций и глобального информационного пространства НАН Украины,  
Чоколівський бул. 13, г. Киев, 03186,  
e-mail: serge\_pol@ukr.net, leo\_ryb@ukr.net

<sup>2</sup>Вычислительный центр Дальневосточного отделения Российской академии наук,  
ул. Ким Ю Чена 65, г. Хабаровск, 680000,  
e-mail: savin.sersei@mail.ru, slturkov@gmail.com

*Рассматриваются основные концепции теоретико-игрового подхода к информационному моделированию задач нахождения стратегий устойчивого развития с использованием методов индикативного анализа. Изложена общая схема построения теоретико-игровой модели эколого-экономической системы «экономика-население-природа».*

**Ключевые слова:** устойчивое развитие, теоретико-игровой подход, индикативный анализ

Оценка возможных последствий непрерывно растущего негативного антропогенного воздействия на природу привела к принятию ООН «Повестки дня XXI века» [1], формулирующей задачи устойчивого развития цивилизации. Устойчивое развитие (sustainable development) понимается как процесс изменений, в котором эксплуатация природных ресурсов, направление инвестиций, ориентация научно-технического развития, развитие личности и институциональные изменения согласованы друг с другом и укрепляют нынешний и будущий потенциал для удовлетворения человеческих потребностей и устремлений [9]. Существуют и другие формулировки. Например, Всемирный банк определяет устойчивое развитие как управление совокупным капиталом общества в интересах сохранения и приумножения человеческих возможностей, а в законодательстве Российской Федерации устойчивое развитие определяется как гармоничное развитие производства, социальной сферы, населения и природной среды [2,5].

Хотя концепция устойчивого развития в целом была принята мировым сообществом, но до сих пор не вполне понятно, как достичь этой цели и оценить степень приближения к ней. Международные принципы устойчивого развития содержат только целевые установки на выполнение определенных действий и не предлагают конкретных моделей для обеспечения устойчивого развития. Выбор стратегии устойчивого развития является сложной фундаментальной задачей, решение которой требует нетривиальных подходов на государственном уровне. Не случайно в развитых странах появились собственные концепции устойчивого развития. В большинстве своем они направлены на реализацию экономических, социальных и экологических целей. Иначе говоря, устойчивое развитие представляет собой достижение этих трех сбалансированных целей. Эта триединая основа устойчивого развития создает трудности при выделении четких экономических, экологических и социальных его составляющих [10]. Например, проблема справедливого

распределения ресурсов лежит на пересечении социальных и экологических факторов устойчивого развития, проблема создания экологических чистых производств – на пересечении экономической и экологической составляющих и т.п. (рис.).

Сложность нахождения оптимального баланса совместной эволюции всех элементов системы «экономика – население – природа» на математическом уровне привела к тому, что в большинстве исследований практически отсутствуют эффективные модели нахождения стратегий сбалансированного развития. В исследованиях и разработках превалирует экологическая составляющая. Достаточно вспомнить количество появившихся за последние годы «зеленых» товаров, технологий и т.п. Эти «зеленые» средства зачастую не имеют ничего общего со сбалансированным развитием, не отражая эволюцию определенного региона и, тем более, целой страны. Они направлены на достижение более узких производственно-коммерческих целей. Это не является их недостатком, а лишь подчеркивает необходимость создания средств нахождения сбалансированного развития на региональном и национальном уровнях.

Хотя доминирование экологической составляющей позволяет найти частичное решение задачи нахождения устойчивости – сохраняя окружающую среду, мы тем самым обеспечиваем будущим поколениям ее текущее состояние, – но не решает проблемы сбалансированного развития. Нынешнее поколение также нуждается в рабочих местах, надлежащем уровне благосостояния, которые раньше или позже перестанут быть достижимыми за счет замораживания ресурсов, переноса производств в отдаленные от некоторого социума регионы и т.д. Последующие экологические и другие изменения в этих отдаленных регионах также потребуют решения исходной проблемы сбалансированности развития.

Это послужило причиной для исследования в определенном смысле новых средств нахождения стратегий сбалансированного развития системы «экономика – на-



*Рис. Структура составляющих устойчивого развития*

селение – природа». Заметим, что данная задача и ранее решалась в теории и практике сложных систем, имитационного и теоретико-игрового (информационного) моделирования, в исследованиях моделей и методов выработки стратегий устойчивого развития. Новизна предлагаемого подхода заключается в дополнении теоретико-игровых моделей информационными расширениями в описании поведения системы за счет использования методов индикативного анализа, получивших в последнее время широкое распространение.

Развитие информационных технологий позволяет отчасти снизить уровень угнетения природы, создав технологии, позволяющие добиться необходимой производительности в сочетании с меньшим отрицательным воздействием на природу. Но, с другой стороны, рост населения, энергопотребления и другие факторы все же не позволяют говорить об оптимальной взаимной эволюции производства, потребностей населения и состояния природы, которое и будем понимать как сбалансированное оптимальное развитие. Под оптимальностью, например, будем понимать оптимальность по Парето [5,6], заключающуюся не в ухудшении состояния одного из игроков стратегиями других игроков, участвующих в некоторой общей игре, которой будем описывать систему «экономика – население – окружающая среда».

Тогда, если в качестве (фиктивных) игроков рассматривать элементы этой системы, то оптимальная ситуация, описываемая набором выполняемых ими стратегий [3,4], будет заключаться в том, что все игроки не разрушают своим поведением состояния других игроков.

Будем полагать, что первый игрок – «экономика» преследует свои интересы в получении стабильных максимальных доходов, зависящие от внутреннего и внеш-

него рынка, включая рынки необходимых ресурсов, в том числе трудовых и природных. Стратегии первого игрока, направленные на достижение его интересов, заключаются тогда в производственно-коммерческой деятельности.

Население или второй игрок также стремится к реализации своих интересов, которые, помимо получаемых доходов или уровня благосостояния, характеризуются безопасностью, комфортом проживания, наличием продуктов питания, охраны здоровья и т.д. Стратегиями населения будем считать воспитание, обучение, работу, досуг и т.д.

Природе, как третьему игроку, в качестве интересов можно противопоставить улучшение или сохранение состояния биогеоценоза под воздействием стратегий остальных двух игроков, т.е. реакцию на их поведение, состоящую в разрушении или восстановлении элементов биогеоценоза. Для упрощения можно полагать, что без воздействия внешних игроков окружающая среда имеет только восстановительные стратегии [5].

Совокупность стратегий, выполненная игроками в определенный момент времени, образует ситуацию, которая и является характеристикой состояния всей системы. Тогда сбалансированное оптимальное развитие как раз и есть последовательность оптимальных ситуаций, образующихся за определенный период игры. Оптимальной как раз и будет ситуация, в которой игроки удовлетворены реализацией своих исходных интересов – полученными выигрышами. Для их оценки используются различные функции, отношения, предпочтения игроков и т.д.

Поскольку в подавляющем большинстве случаев увеличение выигрыша одного из игроков ведет к уменьшению выигрыша какого-либо другого, оптимальная ситу-

ация реализуется как некоторое компромиссное сочетание получаемых игроками выигрышей – это размер доходов, уровень благосостояния, состояние окружающей среды. Реализация такого компромисса как раз и выполняется государством. Его оптимальная стратегия, таким образом, и будет стратегией сбалансированного оптимального развития.

Построению и анализу подобных игр, точнее, теоретико-игровых моделей посвящены целые разделы теории игр, прежде всего, кооперативная теория, лежащая в основе рыночной экономики. Описанная модель в виде многоуровневой коалиционной игры рассматривалась, в частности, в [3–5].

Сложность этой и многих иных моделей упирается в проблемы алгоритмической разрешимости задач нахождения оптимальных стратегий, построения и интерпретации функций выигрыша [3, 5]. Также значительную сложность создает объем данных, необходимых для описания и анализа информационной модели системы, значительно увеличиваемый условиями неопределенности и противоречивости образующихся ситуаций. В совокупности это практически сводит на «нет» возможность непосредственного полноценного анализа и выбора оптимальной стратегии. Кризис в построении моделей устойчивого развития отмечается многими экспертами [1, 7].

В то же время (особенно сейчас) с развитием информационного общества получили дальнейшее распространение системы индикативного анализа, широко используемые ООН, Организацией экономического сотрудничества и развития, Всемирным банком, Международным союзом электросвязи и т.д. [6, 9].

Системы индексов, построенные на совокупностях агрегируемых элементарных индикаторов, позволяют оценивать как отдельные компоненты информационно-технологической инфраструктуры, так и общий уровень развития информационного общества [1, 4, 7, 8].

Отличие предлагаемого подхода состоит в том, что оценка устойчивости развития выполняется не в результате каких-либо операций с индексами, а как нахождение значений функций выигрыша, сопоставленных им игроков. Тем самым, интересы игрока заключаются в увеличении соответствующего ему индекса, а оптимальная ситуация реализуется как некоторый набор их значений. В действительности, с учетом многообразия индикаторов, обобщаемых одним индексом, а также динамики их взаимосвязей предполагается исследование стратегий коалиций игроков нижнего уровня (индикаторов), подчиненных каждому из игроков верхнего уровня (индексов).

В результате вместо игры трех лиц «экономика – население – природа», курируемой игроком высшего уров-

ня – государством, переходим к иерархической коалиционной игре многих лиц, в которой помимо внутренней коалиционной структуры имеется и выделенная структура трех игроков верхнего уровня. Выигрыш этих игроков может рассматриваться как сумма выигрышей входящих в коалицию игроков, получаемых в результате розыгрыша (партии) игры нижнего уровня и нахождения соответствующей ей оптимальной ситуации.

Такой подход позволяет перейти от обработки значительных объемов данных, характеризующих с помощью элементарных индикаторов текущее состояние и возможное поведение всей эколого-экономической системы, к агрегированным оценкам, что существенно снижает выборки, а также облегчает интерпретацию получаемых результатов.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Згуровский М. Украина в глобальных измерениях устойчивого развития // «Зеркало недели», №19, 2006.
2. О концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию. Указ Президента Российской Федерации от 1 апреля 1996 г. № 440. Электронный фонд нормативных документов «Кодекс». [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.kodeks.ru/document/9017665>.
3. Полумиенко С.К. Дескриптивное моделирование эколого-экономических систем // Проблемы информатики города, Киев, Наукова думка, 1991. С. 179–194.
4. Полумиенко С.К., Рибаків Л.О., Грінченко Т.О. За редакцією Довгого С.О. ІТ-проекція технологічного розвитку України. К.: Азимут–Україна, 2011. 184 с.
5. Полумиенко С.К., Савин С.З., Турков С.Л. Информационные модели и методы принятия решений в региональных эколого-экономических системах. Владивосток: Дальнаука, 2008. 356 с.
6. Словари и энциклопедии на Академике. [Электронный ресурс]. URL: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/econ\\_dict/21710](http://dic.academic.ru/dic.nsf/econ_dict/21710).
7. Hardi P., Pinter L. Models and methods of measuring sustainable development performance // International Institute for Sustainable Development, Canada, 1995.
8. Krajnc D., Glavic P. A model for integrated assessment of sustainable development // Resources, Conservation and Recycling. Vol. 43. 2005. P. 189–208.
9. The United Nations Website. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/agenda21.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/agenda21.shtml) (дата обращения: 12.07.2013).
10. Virtual Laboratory Wiki. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.wikia.com/finam.fm/archive-view/3026/> (дата обращения: 12.07.2013).

*In the article it is considered basic concepts of game-theoretic approach to the information modeling of the sustainable development strategies, by means of the indicative analysis techniques. A general scheme of the game-theoretic model for the ecological-economic system «economy-population-nature» is also described in the article.*

**Keywords:** sustainable development, game-theoretic approach, indicative analysis.