

Методология формирования многофакторных оценок и ограничений устойчивого развития социально-экономических систем

Харьковский национальный университет радиозлектроники (ХНУРЭ)

Изложены основные моменты несостоятельности современной концепции экономического роста и обоснована необходимость применения идей концепции устойчивого развития. Приведены общеметодологические основы построения многофакторных скалярных оценок для формирования информационно устойчивой обратной связи при управлении развитием социально-экономических систем высокого уровня. Описана инструментальная база построения полиномиальных функций, в частности обоснована необходимость применения полинома Колмогорова–Га бора.

Ключевые слова: концепция устойчивого развития, компараторная идентификация, агрегированный индикатор, обобщенный показатель, скалярная оценка, полиномиальная функция.

Введение

Глобальной целью любой социально-экономической системы (СЭС) и ее локальных элементов является максимизация степени удовлетворения запросов общества. Косвенным, но достаточно представительным количественным показателем этого процесса служит нормированный на душу населения валовой внутренний продукт (ВВП). ВВП представляет собой обобщенный количественный критерий, характеризующий в денежном выражении уровень развития производственно-экономического потенциала СЭС, произведенный валовой продукт и средний уровень потребления. Таким образом можно записать, что обобщенная оценка уровня удовлетворения запросов общества (Q) определяется как

$$Q = F(V_{ВВП}), \quad (1)$$

где $V_{ВВП}$ – объем ВВП.

Экономическая теория зиждется на двух аксиомах, которые определяют основную проблему экономики [1].

Аксиома 1. Материальные потребности общества, то есть материальные потребности составляющих его индивидов и институтов, безграничны.

Аксиома 2. Экономические ресурсы, то есть средства для производства товаров и услуг, ограничены.

Так как уровень потребления является ненасыщаемой функцией, то, как следует из (1), достижение глобальной цели СЭС возможно двумя путями.

Первый путь связан с максимизацией ВВП:

$$V_{ВВП} \rightarrow \max, \quad (2)$$

или более информативного показателя ВВП на душу населения:

$$\frac{V_{ВВП}}{N} \rightarrow \max, \quad (3)$$

где N – численность населения.

Второй путь связан с выбором эффективного оператора преобразования F (1), который определяет социально-экономическую структуру общества и концепцию его развития. Социальная структура более консервативна по сравнению с экономической. В этих условиях преобладающим, до недавнего времени, воззрениям общества соответствовала концепция экономического роста при минимизации государственного вмешательства в экономику, что соответствует максимизации ВВП.

Вместе с этим концепция экономического роста и, соответственно, критерий оценки роста ВВП имеют принципиальный методологический недостаток. Указанный подход не учитывает, что создание (производство) ВВП базируется на использовании природных (полезные ископаемые, климатические условия, экологические особенности, прочее) и социальных (труд) ресурсов, которые ограничены. Таким образом, с формальной точки зрения концепция экономического роста является задачей безусловной оптимизации. Это было допустимо на ранних стадиях развития мировой СЭС, когда объем хозяйственной деятельности и численность населения были сравнительно невелики.

В настоящее время в процесс производства ВВП вовлечены практически все виды мировых ресурсов. При этом часть ресурсов поглощаются безвозвратно и при нынешних темпах потребления быстро истощаются и становятся всё дороже (в частности полезные ископаемые). Ресурсы, которые относятся к возобновляемым либо к условно возобновляемым, в процессе создания ВВП теряют свои качественные характеристики. Это в значительной степени относится к воде, воздуху, плодородию земли.

Ущерб средствам производства и основным источникам ресурсов, наносимый производством продуктов потребления (товаров либо услуг), так велик, что становится соизмеримым с приростом ВВП. Выделяют виды наносимого ущерба: прямой (вырубка лесов, наводнения, оползни, подтопления), косвенный (здоровье население). Также можно выделить в отдельную группу последствий факторы, которые осуществляют как прямое, так и косвенное воздействие: глобальное потепление, смог, выбросы отравляющих и загрязняющих веществ.

В целом это означает, что все большая доля ВВП тратится не на развитие и потребление, а на ликвидацию прямых и косвенных последствий его производства и роста затрат на ликвидацию различного рода техногенных чрезвычайных ситуаций (например, катастрофа в Мексиканском заливе с разливом нефти), климатических изменений, стабилизацию индекса здоровья населения, компенсацию удорожания ископаемых ресурсов, восстановление качества экологических ресурсов. Обозначим эту долю $Z_{ВВП}$.

Формально, если воспользоваться функционально-стоимостным анализом, можно записать, что реальная целевая эффективность СЭС определяется как

$$R_{ВВП} = (V_{ВВП} - Z_{ВВП}). \quad (4)$$

В этих условиях основной особенностью концепции экономического роста на данный момент являются две взаимосвязанные проблемы.

Первая проблема связана с тем, что затраты ($Z_{ВВП}$) при производстве продуктов потребления в настоящее время имеют более высокую динамику роста по сравнению с ростом ВВП, т.е. может оказаться, что в обозримой перспективе

реальный ВВП перестанет возрастать, а степень удовлетворения потребностей общества начнет снижаться даже в развитых странах.

Вторая проблема заключается в том, что по многим ресурсам, особенно экологическим, мировая система вышла на критическую границу.

Климат Австралии, который считается одним из самых засушливых в мире, по сути, уже находящийся в экстремальном положении, стал ярчайшей демонстрацией влияния человеческой деятельности на окружающую среду. Потепление за последние 50 лет на $0,7^{\circ}\text{C}$ привело к засухе, нашествию саранчи, пожарам, – которые длятся уже 7 лет [2]. Таким образом, увеличение средней температуры на $0,7^{\circ}\text{C}$ стало критическим для климата целого континента.

Подводя итог, можно сделать однозначный вывод, что концепция неограниченного, неконтролируемого экономического роста СЭС исчерпала себя. Осознание этого факта привело к тому, что на конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 г. была сформулирована новая концепция получившая название концепции устойчивого развития. Принципиальное отличие новой концепции заключается в том, что она предлагает оценивать уровень развития СЭС не по достигнутому уровню ВВП, а по комплексному показателю, учитывающему экологические, социальные показатели и состояние экологии.

Концепция устойчивого развития предусматривает:

- поиски новых источников ресурсов и минимизацию уровня использования ресурсов в производстве продуктов потребления (пример: атомная и термоядерная, солнечная, гидро, ветровая и прочие виды энергии, новые материалы и энергоносители, энергосберегающие технологии);
- переход при решении задач развития СЭС от задач безусловной к задачам условной оптимизации;
- изменения оператора $F(1)$ за счет повышения роли и изменения задач, решаемых государством по управлению развитием СЭС, в частности путем формирования и контроля соблюдения экологических, социальных и экономических ограничений.

К сожалению, несмотря на остроту проблемы, концепция устойчивого развития в настоящее время носит более декларативный характер, чем у реального инструмента. К причинам такого положения можно отнести неготовность государственных структур взять на себя задачи глубокого регулирования экономики. Это было продемонстрировано на последнем саммите по регулированию выбросов в атмосферу углекислого газа в Брюсселе. По общему мнению, саммит завершился провалом [3].

Другая сторона проблемы является более научной, чем организационная, и заключается в отсутствии четкой нормативной универсальной методологии формирования системы ограничений, определяющих область устойчивого развития СЭС с учетом конкретных национальных, экономических, социальных, экологических, организационных особенностей, методов их контроля и межгосударственного согласования.

Такая работа в настоящее время проводится многими научными и общественными организациями, но проблема далека от исчерпывающего решения.

Целью настоящей статьи является рассмотрение и обсуждение общеметодологических задач формирования ограничений, определяющих допустимую область устойчивого развития и критерии оценки их выполнения.

Основная часть

Основным направлением развития социально ориентированных обществ стал учет групповых показателей, которые характеризуют уровень социальных, экологических и экономических процессов. Именно это направление получило отражение в концепции устойчивого развития, которая призвана сменить концепцию экономического роста. Использование концепции экономического роста было оправдано возможностью устранения последствий любого производства или воздействия при должном уровне финансовых затрат. Однако при увеличении нагрузки на экосистемы, с ростом уровня производства, интенсификации технологических процессов воздействие на экосистемы и человеческий организм, всё чаще приобретает необратимый характер, что, как следствие, приводит к социальной деградации. В этих условиях ведущие страны переходят к реализации концепции устойчивого развития. Это означает, что независимо от масштаба принимаемых решений руководство стремится комплексно учесть экономические, социальные и экологические факторы. При этом возникает проблема формирования скалярной универсальной метрики, в которой будут не только измеряться количественные значения отдельных факторов, но и формироваться обобщенные оценки различного уровня, вплоть до глобальной.

Система показателей имеет древовидную структуру (рис.1), где листьями являются первичные показатели, которые изменяются в собственных шкалах. Промежуточные или агрегированные показатели объединяют ряд показателей схожих по свойствам или характеризующих единый объект.

Основным инструментом при формировании системы многофакторного оценивания состояния СЭС регионов является определение индикаторов и индексов, которые могли бы характеризовать экологическое, социальное и экономическое положение. Самостоятельные индикаторы обычно входят в некоторую систему оценивания и отображают отдельные аспекты устойчивого развития. Ярким примером такой системы могут служить индикаторы устойчивого развития, разработанные Комиссией по устойчивому развитию ООН (CSD Indicators) [4].

Агрегированные индикаторы чаще всего называют индексами. Индекс – это интегральный агрегированный и/или взвешенный индикатор, полученный объединением других индикаторов. К ним, например, относятся такие индексы: уязвимости окружающей среды EVI-2005 [5], живой планеты LPI-2003 [6], устойчивого развития окружающей среды ESI-2005 [7], природоохранной эффективности EPI-2008 [8].

Институтом прикладного системного анализа НАН Украины и МОН Украины предложена система измерения устойчивого развития с помощью индекса устойчивого развития, который вычисляется как сумма индексов для трех измерений: экономического, экологического и социального с соответствующими весовыми коэффициентами [9,10,11].

На рис.1 i, j, k, n, m, r, l – переменные, отражающие количество индикаторов, индексов. Множества $\langle o_1, o_2, \dots, o_i \rangle$, $\langle c_1, c_2, \dots, c_j \rangle$ и $\langle \varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_k \rangle$, являются первичными натуральными показателями соответственно для экологического, социального и экономического критериев. Примером первичных множеств могут послужить: для экологического критерия – замеры выбросов углекислого газа, фенолов; для экономического критерия – объёмы продаж, размер налогообложения; для социального критерия – количество безработных, уровень доходов. Помимо

первичных множеств в структуре присутствуют промежуточные: $\langle O_1, \dots, O_n \rangle$, $\langle C_1, \dots, C_m \rangle$ и $\langle \mathcal{E}_1, \dots, \mathcal{E}_r \rangle$.

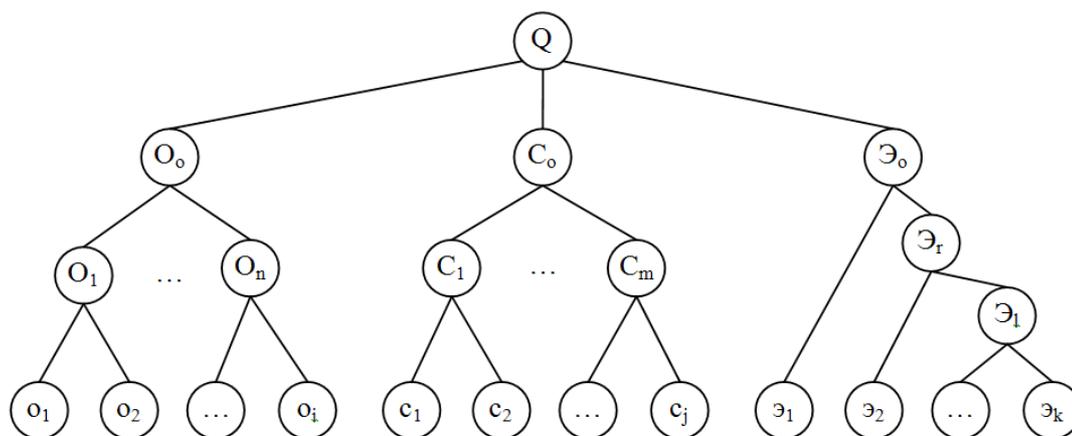


Рис. 1. Структура формирования многофакторной скалярной оценки

Примерами могут служить индекс здоровья населения, агрегированный показатель загрязнения воздуха, общий индекс физического объема товарооборота, индекс института менеджеров по снабжению (PMI) и т.д. O_o, C_o, \mathcal{E}_o – обобщённые показатели по критериям. Примером сложности формирования обобщенной оценки даже по одному из критериев может являться тот факт, что для оценки экономического потенциала используют далеко не единственный критерий: валовой внутренний продукт (ВВП) по доходам, по расходам, ВВП на душу населения, валовой национальный продукт (ВНП), национальный доход (НД). Тогда обобщенный скалярный многокритериальный показатель (1) примет следующий вид [9]:

$$Q = F[\Lambda, O_o, C_o, \mathcal{E}_o], \quad (5)$$

где Λ – кортеж параметров модели.

Как видно из приведенной структуры (см. рис.1), решать задачу многокритериального оценивания необходимо на самых ранних этапах формирования обобщенной оценки, когда работа осуществляется еще с первичными показателями. Таким образом, следует создать единую универсальную методологию синтеза адаптивных моделей многофакторного оценивания, которая должна подходить как для работы с первичными показателями, промежуточными оценками, так и для формирования единого обобщенного показателя. Адекватность методологии оценки объектов различного масштаба, будь то предприятия, город, регион или страна, достигается за счет единых принципов формирования обобщенных показателей и полной независимости от количественных и качественных характеристик самих показателей. Кроме того, модель оценивания должна позволять выявлять и учитывать скрытые (латентные) взаимосвязи отдельных характеристик и их групп.

Примером глубокой взаимосвязи показателей модели (5) является ситуация, сложившаяся в настоящее время с массовой гибелью пчел. По статистиче-

ским данным гибель пчел в США на 2006 год составляла 40–60% [12], а к 2010 году достигла 60–70%. Массовая гибель пчел происходит и в других странах: Канада (40–50%), Германия (до 60%), Швейцария, Испания, Португалия, Италия, Греция и Великобритания (60–75%). В качестве причины гибели пчел назывались отравления пестицидами, использование генномодифицированных культур, повышение солнечной радиации, снижение плодовитости маток, разъедание токсинами пищеварительной системы пчел, уничтожение их иммунитета, грибки, вирусы, дезориентация от излучения линий электропередач и мобильных телефонов. По мнению немецких ученых, плотность покрытия или мощность сигнала от сотовой связи могли превысить некоторый критический порог, что и привело к нарушениям ориентации пчел [13]. Гибель пчел – это катастрофа для сельского хозяйства, поскольку пчелы только в США ежегодно опыляют сельскохозяйственные культуры на 14 миллиардов долларов. Этот пример демонстрирует тесную взаимосвязь, между экономическими (прибыль от сельского хозяйства и пчеловодства), социальными (удобство связи, использование электроприборов, здоровье населения, наличие продуктов питания) и экологическими (гибель пчел, неспособность растений опыляться) факторами.

Требование, указанное выше, универсальности и адаптивности модели скалярного многофакторного оценивания можно обеспечить на основе теории полезности [14], в основе которой лежит гипотеза, что состояние любой системы $x \in X$, характеризуемой кортежем разнородных по семантике и размерности показателей $K(x) = \langle k_i(x) \rangle, i = \overline{1, n}$, может быть оценено обобщенным скалярным показателем (функцией полезности) вида

$$F(x) = \Theta[\Lambda, K(x)], \quad (6)$$

где Θ – функция, определяющая взаимосвязь коэффициентов и критериев, $\Lambda = \langle \lambda_i \rangle, i = \overline{1, n}$ – кортеж коэффициентов изоморфизма, приводящих показатели $k_i(x)$ к изоморфному виду.

В рамках теории полезности для создания конструктивной универсальной методологии многофакторного оценивания требуется решить задачи структурной и параметрической идентификации модели (6). Принципиальная трудность решения этих задач состоит в том, что оценивание является интеллектуальной процедурой. Это означает, что необходимую информацию можно получить только на основе интроспективного анализа, результаты которого по определению носят субъективный характер и отражают знания, опыт и предпочтения экспертов. Именно поэтому в настоящее время известно несколько альтернативных структур функции полезности. Наиболее широко используются две формы функции полезности [15]: аддитивная

$$F_K(x) = \sum_{i=1}^n \lambda_i k_i(x) \quad (7)$$

и мультипликативная

$$F_K(x) = \prod_{i=1}^n \lambda_i k_i(x). \quad (8)$$

Очевидно, наиболее информативной является ситуация, когда λ_i задана числовыми значениями. Поскольку λ_i – константа, то (8) примет вид

$$F_K(x) = \prod_{i=1}^n \lambda_i \prod_{i=1}^n k_i(x). \quad (9)$$

Из анализа формулы (9) видно, что мультипликативная форма не позволяет учитывать информацию о преимуществе частных критериев, потому что $\prod_{i=1}^n \lambda_i$ является постоянным масштабным множителем, а следовательно, все критерии становятся равнозначными. Кроме того, используется критерий Кобба–Дугласа

$$F_K(x) = \prod_{i=1}^n k_i^{\beta_i}(x). \quad (10)$$

Анализ приведенных структур функции полезности, показывает, что все они являются частным случаем (фрагментами) полинома Колмогорова–Габора.

$$F(x) = \lambda_0 + \sum_{i=1}^m \lambda_i k(x_i) + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \lambda_{ij} k(x_i) k(x_j) + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m \lambda_{ijk} k(x_i) k(x_j) k(x_k) + \dots \quad (11)$$

Таким образом, полином (11) можно принять в качестве универсальной базовой структуры функции полезности, в рамках которой идентифицируется функция оценивания на конкретном уровне и ситуации. Это обусловлено тем обстоятельством, что согласно теореме Вейерштрасса любую непрерывную на конечном интервале функцию можно со сколь угодно высокой точностью представить в виде полинома определенной степени. Сложность модели оценивания в таком случае будет определяться степенью и количеством членов фрагмента полинома Колмогорова–Габора.

Учитывая, что при $k_i(x) = 0, \forall i = 1, n$ полезность системы $F(x) = 0$, то $\lambda_0 = 0$. Кроме того, так как полезность системы является гладкой монотонной функцией целесообразно учитывать слагаемые не выше второй степени. Тогда в качестве универсальной структуры модели (6) можно применить усеченный полином Колмогорова–Габора вида

$$F(x) = \sum_{i=1}^m \lambda_i k_i(x) + \sum_{i=1}^m \sum_{j=i}^m \lambda_{ij} k_i(x) k_j(x). \quad (12)$$

Полином (12) является линейным по параметрам, поэтому его можно рассматривать в расширенном пространстве переменных как аддитивную функцию (7).

Модель (6) корректна только в том случае, если λ_i учитывают важность частных критериев и в то же время являются коэффициентами изоморфизма, т.е. приводят разнородные $k_i(x)$ к единым размерности и интервалу изменения. Идентификация таких параметров представляет серьезные трудности. Чтобы их избежать, представим (6) в виде

$$F(x) = \sum_{i=1}^n a_i k_i^H(x), \quad (13)$$

где $k_i^H(x)$ – нормализованные, т.е. приведенные к изоморфному виду частные критерии, a_i – относительные безразмерные весовые коэффициенты, для которых выполняются ограничения

$$0 \leq a_i \leq 1, \sum_{i=1}^n a_i = 1. \quad (14)$$

Нормализация и приведение частных критериев к виду $k_i^H(x)$ может быть осуществлена на основе функции локальной полезности вида

$$k_i^H(x) = \left(\frac{k_i(x) - k_{i_{\text{нх}}}}{k_{i_{\text{нл}}} - k_{i_{\text{нх}}}} \right)^{\beta_i}, \quad (15)$$

где $k_i(x)$ – значение частного критерия; $k_{i_{\text{нл}}}, k_{i_{\text{нх}}}$ – соответственно наилучшее и наихудшее значения частного критерия, которые он принимает в области допустимых решений $x \in X$.

В зависимости от вида экстремума (направления доминирования)

$$k_{i_{\text{нл}}} = \begin{cases} \max_{x \in X} k_i(x), & \text{если } k_i(x) \rightarrow \max, \\ \min_{x \in X} k_i(x), & \text{если } k_i(x) \rightarrow \min; \end{cases} \quad (16)$$

$$k_{i_{\text{нх}}} = \begin{cases} \min_{x \in X} k_i(x), & \text{если } k_i(x) \rightarrow \max, \\ \max_{x \in X} k_i(x), & \text{если } k_i(x) \rightarrow \min. \end{cases} \quad (17)$$

Параметр β_i (15) определяет вид зависимости: при $\beta_i < 1$ – выпуклая вверх; при $\beta_i = 1$ – линейная; при $\beta_i > 1$ – выпуклая вниз, соответственно. Характер зависимости при различных β_i показан на рис. 2.

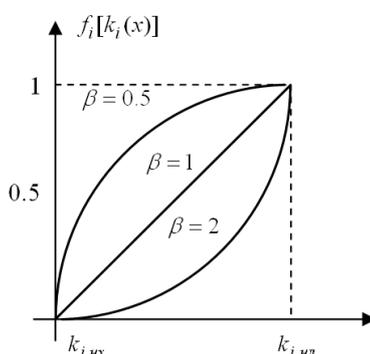


Рис. 2. Характер зависимости локальной полезности от β_i

Исходя из формул (6) и (12), необходимо решить две взаимосвязанные задачи: структурной и параметрической идентификации. Первая из них предусматривает определение значимых факторов, влияющих на выходные данные модели, а также установление характера их взаимодействия, т.е. определение вида оператора (Θ), описывающего связи между входными и выходными данными модели. Вторая задача заключается в определении конкретных количественных значений параметров модели.

Основным источником информации для решения задач структурной и параметрической идентификации многофакторного оценивания в столь трудноформализуемых системах, как социальная, окружающая среда или свободный рынок, являются экспертные оценки. Получение от экспертов информации о взаимосвязи и взаимной важности частных критериев в том или ином виде требует использования различных процедур экспертного оценивания. Стоит выделить две основные особенности, они же являются недостатками: любые экспертные оценки отражают субъективные представления конкретного лица или группы лиц о предпочтительности различных критериев и альтернатив; получение информации от экспертов связано с интроспективным анализом, т.е. субъективным осмысливанием процесса оценивания и основанием для принятия того или иного решения.

Все методы можно разделить на две группы: экспертные оценки, ориентированные на получение качественной информации (ранжирование, установление отношения частичного или полного линейного порядка, разбиение на классы эквивалентности) и количественной информации о взаимной важности ранжируемых альтернатив.

К методам качественного экспертного оценивания относят:

- парные сравнения [16]: эксперту предлагают сравнить пары альтернатив, основным недостатком является непоследовательность в ответах и связанное с этим нарушение транзитивности;
- множественные сравнения, отличающиеся от парного сравнения количеством рассматриваемых альтернатив;
- ранжирование: эксперту предъявляется весь набор альтернатив, подлежащих оцениванию, и предлагается упорядочить их по предпочтительности;

- гиперупорядочение: предполагается рассмотрение не только факторов, но и разностей оценок факторов и их ранжирование;
- кортежи предпочтений: эксперту предъявляется множество частных критериев $k_1(x), \dots, k_n(x)$, и для каждого $k_i(x), i = \overline{1, n}$ он должен указать число критериев, более значимых, чем данный, не указывая при этом, какие критерии являются более предпочтительными;
- классификация: если целью обращения к эксперту является разбиение альтернатив на классы, наряду с методом парных сравнений могут использоваться и другие способы классификации.

К методам количественного экспертного оценивания относят:

- непосредственную численную оценку важности альтернатив, которая является распространенным способом в практике получения экспертной информации;
- метод Черчмена–Акоффа, предполагающий последовательную корректировку оценок, указанных экспертами.

Теоретической основой формирования многокритериальных скалярных оценок является теория полезности, которая предполагает существование количественной оценки предпочтительности решений. Эксперты способны принять правильное решение путём попарного сравнения альтернатив без их предварительной структуризации, установив отношения строгого или нестрогого порядка [9, 17]:

$$x_1 \succ x_2 \succ x_3 \succ \dots, \quad (18)$$

$$x_1 \succ x_2 \sim x_3 \succ \dots, \quad (19)$$

где \sim и \succ – отношения эквивалентности и предпочтений.

Для каждой альтернативы из некоторого допустимого множества X существует количественная скалярная многофакторная оценка $P(x)$ (функция полезности). Для этих оценок выполняются следующие условия [9]:

$$\text{если } x_1, x_2 \in X \text{ и } x_1 \succ x_2, \text{ то } P(x_1) > P(x_2), \quad (20)$$

$$\text{если } x_1, x_2 \in X \text{ и } x_1 \sim x_2, \text{ то } P(x_1) = P(x_2). \quad (21)$$

На основе соотношений (18–21) можно построить формальную процедуру структурно-параметрической идентификации, известную как метод компараторной идентификации [15]. Рассмотрение теоретических основ и инструментальных средств реализации этого метода не входит в задачи настоящей статьи.

Выводы

Системологический анализ современных тенденций развития СЭС показал, что концепция неограниченного неконтролируемого экономического роста (максимизации ВВП) исчерпала себя и становится не только неэффективной, но и критически опасной для перспективы развития мировой СЭС в целом. На смену должна прийти концепция устойчивого развития, предусматривающая согласованное, гармоничное развитие экономических, социальных, экологических характеристик СЭС всех уровней.

Переход к концепции устойчивого развития связан с необходимостью решения серьезных социально-организационных и научных задач. Решение первой группы задач связано с повышением роли государственного регулирования, контроля и координации процессов устойчивого развития, как на национальном, так и мировом уровнях. Трудность решения таких задач связана с необходимостью изменения политико-идеологического и социального уклада общества.

Научные задачи базируются на формальном определении области устойчивого развития и ее границ, что связано с необходимостью разработки обобщенных оценок, достаточно полно характеризующих текущее состояние всех значимых аспектов СЭС. Комплекс таких оценок должен стать основой создания обобщенной системы математических моделей, учитывающих системную взаимосвязь всех переменных и позволяющих решать задачи планирования и оперативного управления процессами устойчивого развития на мировом, национальном, региональном и отраслевом уровнях.

Список литературы

1. Макконнелл, К.Р. Экономикс: принципы, проблемы и политика [Текст] / К.Р. Макконнелл, С.Л. Брю: пер. с англ. 11-го изд.- К., Хагар-Демос, 1993.–785 с.
2. Ученые прогнозируют Австралии небывалые засухи [Электронный ресурс] / Infox. – Режим доступа – http://infox.ru/science/planet/2010/03/15/Avstraliya_mozhyet_b.shtml – 16.11.2010 г. – Загл. с экрана.
3. Провал саммита по климату [Электронный ресурс] / Риановости. – Режим доступа – <http://eco.rian.ru/nature/20091228/201857052.html> – 16.11.2010 г. – Загл. с экрана.
4. Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies. 3rd Edition [Текст]. – Department of Economic and Social Affairs. – NY: UN, 2007. – 99 p.
5. The EVI in Summary [Электронный ресурс] / Environmental Vulnerability Index. – Режим доступа – <http://www.vulnerabilityindex.net> – 16.11.2010 г. – Загл. с экрана.
6. Живая планета 2006: Всемирный фонд дикой природы (Россия) [Текст]. – М.: WWF, 2006. – 44 с.
7. Environmental Sustainability Index. Main Report [Текст]. — USA: Yale Center for Environmental Law and Policy, 2005. – 63 с.
8. ENVIRONMENTAL PERFORMANCE INDEX 2010 [Электронный ресурс] / Environmental Performance Index. – Режим доступа – <http://epi.yale.edu> – 16.11.2010г. – Загл. с экрана.
9. Петров, К.Э. Компараторная идентификация модели формирования индекса устойчивого развития [Текст] / К.Э. Петров // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2009. – №1. – С.36–46.
10. Згуровский, М.З. Роль инженерной науки и практики в устойчивом развитии общества [Текст] / М.З. Згуровский, Г.А. Статюха // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2007. – №1. – С. 19–38.
11. Zgurovsky M. The Sustainable Development Global Simulations in Respect of Quality and Safety of Human Life [Текст] / M. Zgurovsky. – К.: Polytekhnika, 2007. – 218 p.
12. Гибель пчел в Северной Америке и Европе [Текст] // Пасека России. – 2007.–№5.–С.2–5.

13. Причины массовой гибели пчел [Электронный ресурс] / Svobodanews. – Режим доступа –<http://www.svobodanews.ru/content/article/388369.html> – 16.11.2010г. – Загл. с экрана.
14. Нейман, Дж., Теория игр и экономическое поведение [Текст] / Дж. Нейман, О. Моргенштерн. – М.: Наука, 1970.– 124 с.
15. Овезгельдыев, А.О. Синтез и идентификация моделей многофакторного оценивания и оптимизации [Текст] / А.О. Овезгельдыев, Э.Г. Петров, К.Э. Петров.– К.: Наук. думка, 2002. – 164с.
16. Девид, Г. Методы парных сравнений [Текст] / Г. Девид – М.: Статистика, 1978. – 144 с.
17. Ларичев О.И., Качественные методы принятия решений [Текст] / О.И. Ларичев, Е.М. Мошкович. – М.: Физматлит, 1996,– 275 с.

Рецензент: д.т.н., проф. Путятин Евгений Петрович,
Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков

Поступила в редакцию 19.11.2010

Методологія формування багатфакторних оцінок та обмежень стійкого розвитку соціально-економічних систем

Викладено основні моменти неспроможності сучасної концепції економічного зростання і обґрунтовано необхідність вживання ідей концепції стійкого розвитку. Наведено загальнометодологічні основи побудови багатфакторних скалярних оцінок для формування інформаційно-стійкого зворотного зв'язку при управлінні розвитком соціально-економічних систем високого рівня. Описано інструментальну базу побудови поліноміальних функцій, зокрема обґрунтовано необхідність вживання полінома Колмогорова–Габора.

Ключові слова: концепція стійкого розвитку, компараторна ідентифікація, агрегований індикатор, узагальнений показник, скалярна оцінка, поліноміальна функція

Methodology of formation of multiple-factor estimations and restrictions of a sustainable development of social and economic systems

Outlined the main points of failure of the modern concept of economic growth and the necessity of application of the ideas of sustainable development. Methodological bases of construction of multivariable scalar estimations are resulted for forming informatively of steady feed-back at a management development of the socio-economic systems high level. The instrumental base of construction of polynomial functions is described, the necessity of application of polynomial of Kolmogorova-Gabora is in particular grounded.

Keywords: conception of steady development, komparatornaya authentication, aggregated indicator, generalized index, scalar estimation, polynomial function