

УДК 51-77, 004.422.8

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОГО СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ, КАЗАХСТАНА И ЯПОНИИ

Григорьева Кира Владимировна, аспирант кафедры устойчивого инновационного развития Международного университета природы, общества и человека «Дубна», член Международной научной школы устойчивого развития им. П.Г. Кузнецова

Аннотация

В статье описана концептуальная математическая модель, связанная с исследованием проблем устойчивого социально-экономического развития. Введены критерии устойчивого развития и принципы, на которых базируется модель устойчивого социально-экономического развития. Рассмотрено применение компьютерного моделирования на конкретных примерах на базе исходных данных по Российской Федерации, Казахстану и Японии за 2005-2011 год.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: мощность как инвариант, LT-система, величина [LT], пространственно-временные меры, закон сохранения мощности, «живые» системы, устойчивое социально-экономическое развитие.

COMPUTER MODELING OF SUSTAINABLE SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT FOR RUSSIA, KAZAKHSTAN AND JAPAN

Grigorieva Kira Vladimirovna, post-graduate student of Sustainable Innovative Development Department at the International University of Nature, Society & Man "Dubna", member of the International Scientific School of Sustainable Development named after P.G. Kuznetsov

Abstract

The article describes the conceptual mathematical model connected with research of problems of sustainable social and economic development. Criteria of sustainable development and the principles on which to base the model of sustainable social and economic development are entered. Application of computer modeling is considered on concrete examples based on the initial data across the Russian Federation, Kazakhstan and Japan for 2005-2011.

KEYWORDS: power as invariant, LT-system, value [LT], spatial-temporal measures, power conservation law, living systems, sustainable social and economic development.

Введение

В настоящее время, на пороге нового века и нового тысячелетия, самая главная проблема, которая стоит перед Наукой мира в целом, - это обеспечение устойчивого исторического будущего человечества. Все государства, так или иначе, столкнулись с тяжелейшими проблемами, такими, как, например, проблемы энергообеспечения, экологии и здравоохранения. Становится очевидным, что большинство проблем порождено прямым или косвенным, осознаваемым или неосознаваемым нарушением законов Природы [9].

Академик М.М. Лаврентьев

На сегодняшний день опубликовано много работ, посвященных проблеме устойчивого развития. Как правило, в этих работах рассматриваются различные аспекты устойчивого развития при отсутствии их измеряемой взаимосвязи. Следствием этого является невозможность надежно проектировать и управлять устойчивым развитием разнородных систем.

Крайне мало работ, в которых проблема проектирования и управления устойчивым развитием систем обсуждается в терминах универсальных системных мер, дающих возможность решения проблемы на основе математического моделирования.

Впервые удалось довести общепринятый мировым сообществом принцип устойчивого развития до максимальной конструктивности и рассматривать его в терминах целей, достижением которых можно управлять на основе общих законов сохранения и развития.

В настоящей статье рассмотрено компьютерное моделирование, связанное с исследованием проблем устойчивого социально-экономического развития на примере России, Казахстана и Японии.

1. Теоретические основы модели устойчивого развития социально-экономических систем

1.1. Требования и структура модели

Необходимость научного обеспечения устойчивого развития предъявляет определенные требования к модели. К их числу, прежде всего, следует отнести:

1. Универсальность величин, используемых в модели [2, 4, 8].
2. Возможность работы с разнородной информацией с соблюдением принципов соразмерности [5]. Принцип соразмерности требует наличие правила, удовлетворяющего П-теореме [4].
3. Возможность работы с информацией в условиях неопределенности – в условиях, когда понятия не выражены в терминах универсальных величин.

Структура математической модели

Элементами модели являются язык, правила вывода, следствия, проверка (рис. 1).

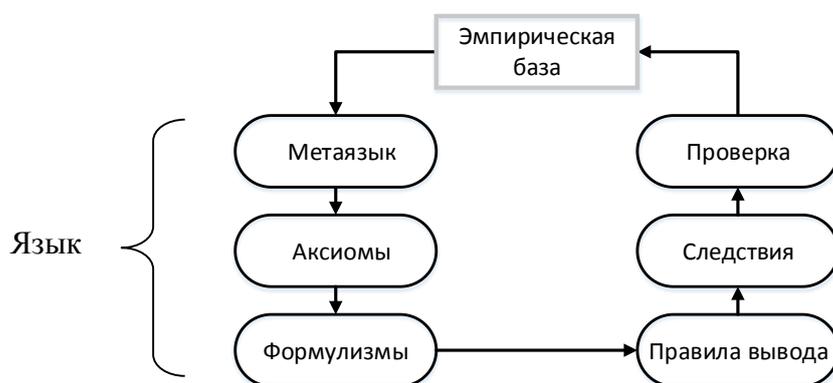


Рис. 1. Структура математической модели

1.1.1. Метаязык модели

Метаязык модели опирается на систему универсальных величин (определяющих язык исходных терминов модели), представленной в виде таблицы пространственно-временных

величин с формулой размерности $[L^R T^S]$, где L – длина (см), T – время (сек), R и S – целые числа (положительные и отрицательные) от минус до плюс бесконечности (рис. 2) [1, 2, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13].

$T^S \backslash L^R$	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
T^{-6}							$L^3 T^{-6}$	$L^4 T^{-6}$	Изменение мощности	Скорость передачи мощности
T^{-5}						Изменение давления	Поверхностная мощность	Скорость изменения силы	Мощность	Скорость передачи энергии
T^{-4}					Изменение плотности тока	Давление	Угловое ускорение массы	Сила	Момент силы Энергия	Скорость передачи действия
T^{-3}			Изменение углового ускорения	Массовая плотность Угловое ускорение	Плотность тока	Напряженность эл.маг. поля Градиент	Ток Массовый расход	Скорость смещения заряда Импульс	Момент количества движения Действие	Момент действия
T^{-2}			Изменение объемной плотности	Массовая плотность Угловое ускорение	Ускорение	Разность потенциалов	Масса Количество магнетизма Количество электричества	Магнитный момент	Момент инерции	
T^{-1}		$L^{-2} T^{-1}$	$L^{-1} T^{-1}$	Частота	Скорость	Объемность 2-х мерная	Расход объемный	Скорость смещения объема		
T^0	$L^{-3} T^0$	$L^{-2} T^0$	Изменение проводимости	Безразмерный константы	Длина Емкость Самоиндукция	Поверхность	Объем пространственный			
T^1	$L^{-3} T^1$	Изменение магнитной проницаемости	Проводимость	Период	Длительность расстояния	$L^2 T^1$				
T^2	$L^{-3} T^2$	Магнитная проницаемость	$L^{-1} T^{-2}$	Поверхность времени	$L^1 T^2$					
T^3	$L^{-3} T^3$	$L^{-2} T^3$	$L^{-1} T^3$	Объем времени						

Рис. 2. Система пространственно-временных величин Р. Баргини-П. Кузнецов (LT-система)

Каждая величина в LT-системе [2,5]:

- это качественно-количественная мера-определенность: качество определяется именем, пространственно-временной LT-размерностью и единицей измерения, а количество – численным значением величины.
- это скаляр, вектор, тензор;
- это инвариант в определенном классе систем [2,8].

LT-система является классификатором систем реального мира [2, 4, 8]. Каждая величина является инвариантом (мерой-законом сохранения) определенного класса систем [2, 4]. Границы одного класса систем определяются размерностью LT-величины [4, 6, 8]. Переход в другой класс систем означает изменение LT-размерности величины. Мерой-законом сохранения в LT-системе является утверждение о том, что величина $[L^R T^S]$ является инвариантом в определенной системе координат, определяемой размерностью LT-величины [2, 8].

Стандартная запись закона сохранения $[L^R T^S] = \text{const.}$ [1, 2, 8] Закон сохранения энергии, например, записывается как $[L^5 T^{-4}] = \text{const.}$ [2, 4, 5]. Закон сохранения мощности, являющийся базовым в теории устойчивого развития, записывается как $[L^5 T^{-5}] = \text{const.}$ [5, 8].

ЛТ-система является бесконечной. Это означает, что не существует ограничений на количество содержащихся в ней величин и мер-законов. В ходе развития научной мысли их список будет все время пополняться [4, 5, 8].

1.1.2. Аксиомы модели

Аксиома существования.

Объект существует, если он сохраняется и изменяется во времени-пространстве [1, 3, 4, 6, 7, 8].

Аксиома 1. Сохранение.

Аксиомой сохранения объекта является закон сохранения потока энергии или мощности (Лагранж, Д. Максвелл, В.И. Вернадский, Г. Крон, П. Г. Кузнецов), как общий закон Природы, лежащий в основе сохранения живых систем.

Полная мощность системы равна сумме полезной мощности и мощности потерь [4, 8]:

$$N = P + G, [L^5T^{-5}] \quad (1)$$

где $N = \frac{dE}{dt}$, $[L^5T^{-5}]$ – полная мощность или потоки энергии на входе в систему E ;

$P = \frac{dB}{dt}$, $[L^5T^{-5}]$ – полезная мощность на выходе или потоки превратимой энергии B ;

$G = \frac{dA}{dt}$, $[L^5T^{-5}]$ – мощность потерь или потоки связной, непревратимой энергии A ;

$\varphi = \frac{P}{N}$, $[L^0T^0]$ – эффективность использования полной мощности.

Аксиома 2. Изменение.

Аксиома изменения объекта описывается скалярным уравнением с разными граничными условиями [4, 5, 14]:

$$0 = P + G_1, \text{ где } G_1 = G - N, [L^5T^{-5}], \quad (2)$$

где

$G_1 > 0$ для процессов Р. Клаузиуса (диссипативные процессы) [4, 12, 14],

$G_1 < 0$ для процессов Э. Бауэра (антидиссипативные процессы) [3, 4, 14],

$G_1 = 0$ для процессов переходного типа [4, 14].

1.1.3. Формулизмы – параметры модели

Все социально-экономические системы, несмотря на их разнообразие, обладают общими свойствами и подчиняются общим законам. Любая система обладает мощностью, что и позволяет ей совершать работу во времени. Способность живых систем принимать и

расходовать потоки энергии обеспечивает возможность описания (формализации) любой системы в энергетических показателях. Такая формализация позволяет моделировать процессы, протекающие в сложных системах, и находить новые решения ранее проблемных задач.

На основе метаязыка и введенных аксиом выделяются формулизымы–параметры, с помощью которых описывается процесс сохранения развития систем любой природы. В таблице показано полнозаданное описание.

Таблица 1. Формулизымы-параметры модели

№ п/п	Название	Условное обозначение	Единицы измерения	Формулы	LT-размерность
Базовые индикаторы					
1	Полная мощность или суммарное потребление природных энергоресурсов за определенный период времени	$N(t)$	ватт (Вт, кВт, МВт, ГВт)	$N(t) = \sum_j^k \sum_{i=1}^3 N_{ij}(t)$ $N_{ij}(t), N_{j2}(t) \dots N_{j3}(t)$ - суммарное потребление j-го объекта управления в единицах мощности; N_{j1} – суммарное потребление продуктов питания; N_{j2} – суммарное потребление электроэнергии; N_{j3} – суммарное потребление топлива	$[L^5T^{-5}]$
2	Полезная мощность, совокупный произведенный или конечный продукт за определенный период времени	$P(t)$	ватт (Вт, кВт, МВт, ГВт)	$P(t) = N(t) \cdot \eta(t) \cdot \varepsilon(t)$ $\eta(t)$ – обобщенный КПД технологий $\varepsilon(t)$ – качество планирования	$[L^5T^{-5}]$
3	Потери мощности за определенный период времени	$G(t)$	ватт (Вт, кВт, МВт, ГВт)	$G(t) = N(t) - P(t)$	$[L^5T^{-5}]$
4	Эффективность использования ресурсов или полной мощности на определенный период времени	$\varphi(t)$	безразмерные единицы	$\varphi(t) = \frac{P(t)}{N(t)}$	$[L^0T^0]$
5	Совокупный уровень жизни	$U(t)$	ватт на человека	$U(t) = \frac{P(t)}{M(t)}$ $M(t)$ – численность населения	$[L^5T^{-5}]$
6	Качество окружающей природной среды	$q(t)$	безразмерные единицы	$q(t) = \frac{G(t - \tau)}{G(t)}$ $G(t)$ и $G(t - \tau)$ – мощность потерь текущего и предыдущего периода	$[L^0T^0]$
7	Качество жизни	$QL(t)$	ватт на человека	$QL(t) = T_A(t) \cdot U(t) \cdot q(t)$ $T_A(t)$ – нормированная продолжительность жизни; $T_A(t) = \frac{T_{cp}(t)}{100 \text{ лет}}$ где $T_{cp}(t)$ – средняя продолжительность жизни	$[L^5T^{-5}]$
8	Мощность валюты (мощность единицы валюты)	$W(t)$	ватт на денежную единицу	$W(t) = \frac{P(t)}{VP(t)}$	$[L^5T^{-5}]$
9	Реальный конечный продукт в денежных единицах	$P_p(t)$	денежные единицы, обеспеченные полезной мощностью	$P_p(t) = P(t) \cdot v_0$ v_0 – постоянная конвертации, полученная из условия единичной мощности валюты на t_0	LT-дизимензиальн о достаточные денежные единицы
10	Номинальный конечный продукт в текущих ценах	$VP(t)$	денежные единицы	$VP(t) = \sum_{j=1}^k VP_j(t)$ $VP_j(t)$ – стоимость реализованных товаров и услуг j-го объекта	не имеет LT-размерности
11	Спекулятивный капитал	$SK(t)$	денежные единицы, не обеспеченные полезной мощностью	$SK(t) = VP(t) - P_p(t)$	не имеет LT-размерности

1.1.4. Правила вывода

Рост – увеличение полезной мощности системы в основном за счет роста полной мощности, а не за счет увеличения эффективности ее использования.

$$\begin{cases} \frac{dP}{dt} > 0 \\ \frac{dN}{dt} > 0 \\ \frac{d\varphi}{dt} = 0 \end{cases}$$

Развитие – увеличение полезной мощности системы в основном за счет повышения эффективности использования полной мощности, а не за счет увеличения полной мощности.

$$\begin{cases} \frac{dP}{dt} > 0 \\ \frac{dN}{dt} \leq 0 \\ \frac{d\varphi}{dt} > 0 \end{cases}$$

При исследовании социально-экономических систем разного уровня иерархии (мир, группы стран, страна, область, регион, отрасль, предприятие) к базовым параметрам устойчивого развития (N, P, G, φ) для анализа добавляются дополнительные параметры, такие как уровень жизни $U = \frac{P}{M}$ и качество окружающей среды $q = \frac{G_0}{G_1}$.

Устойчивое развитие – это сохранение развития в длительной перспективе T в условиях негативных внутренних и внешних воздействий за счет неубывающего темпа роста эффективности использования полной мощности, повышения уровня жизни и качества окружающей среды при неувеличении темпов роста полной мощности: Негативные внутренние и внешние воздействия – это угрозы и воздействия, уменьшающие полную и полезную мощность.

$$\begin{cases} P(t) = P_0 + P_1t + P_2t^2 + P_3t^3 + \dots \geq 0 \\ N(t) = N_0 + N_1t + N_2t^2 + N_3t^3 + \dots < 0 \\ M(t) = G_0 + G_1t + G_2t^2 + G_3t^3 + \dots \geq 0 \\ U(t) = U_0 + U_1t + U_2t^2 + U_3t^3 + \dots \geq 0 \\ q(t) = q_0 + q_1t + q_2t^2 + q_3t^3 + \dots \geq 0 \end{cases} \quad (3)$$

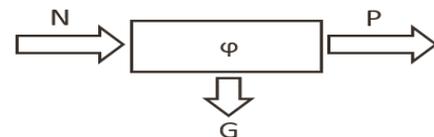


Рис. 3. Закон сохранения мощности

При исследовании социально-экономических систем разного уровня иерархии (мир, группы стран, страна, область, регион, отрасль, предприятие) были сформулированы возможные сценарии развития объекта управления. Они основаны на комбинации динамики 5 параметров: численность населения (M), совокупное производство (полезная мощность P), суммарное потребление (полная мощность N), совокупный уровень жизни (U) и качество окружающей среды (q).

Критерии опережающего устойчивого развития социально-экономической системы:

Вариант 1: 1) $\frac{dM}{dt} \geq 0$, 2) $\frac{dP}{dt} \geq 0$, 3) $\frac{dN}{dt} < 0$, 4) $\frac{dU}{dt} \geq 0$, 5) $\frac{dq}{dt} \geq 0$ (4)

Вариант 2: 1) $\frac{dM}{dt} \geq 0$, 2) $\frac{dP}{dt} \geq 0$, 3) $\frac{dN}{dt} < 0$, 4) $\frac{dU}{dt} \geq 0$, 5) $\frac{dG}{dt} < 0$ (5)

В данной статье показаны только скорости изменения показателей, но не их ускорение, рывок или более высокие производные.

1.1.5 Следствия модели

На основе пяти параметров $(\frac{dM}{dt}, \frac{dP}{dt}, \frac{dN}{dt}, \frac{dU}{dt}, \frac{dq}{dt})$ может быть сформировано дерево целей, которое является классификатором логически возможных типов целей:

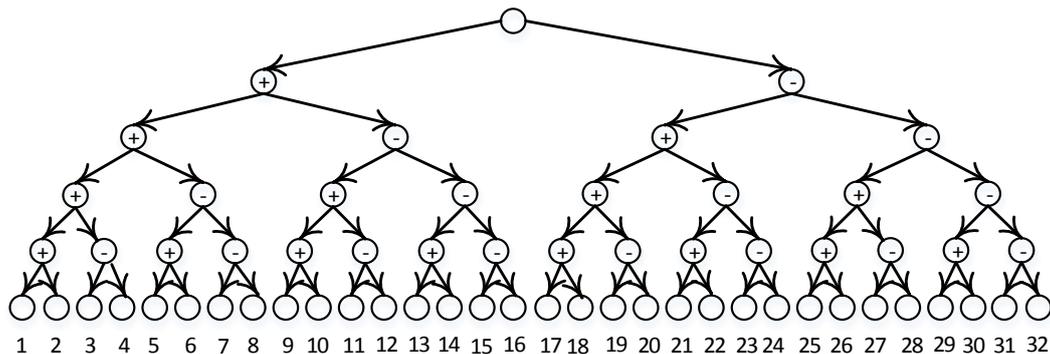


Рис. 4. Бинарное дерево целей, состоящее из 25=32 типов целей (конечные узлы)

Эти 32 типа цели могут быть сгруппированы следующим образом:

- 1) Энергосырьевой сценарий (2, 4, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 26, 28, 30, 32).
- 2) Индустриально-инновационное развитие (1, 3, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 25, 27, 29, 31).
- 3) Устойчивое инновационное развитие (6, 7, 8, 21, 22, 23, 24).
- 4) Устойчивое развитие / Опережающее устойчивое развитие (5).

Пример 1. Справочник «Идентификация текущего состояния»

Тип состояния	Динамика параметров	Сценарий	Характерные черты	Описание и негативные следствия
Энергосырьевой сценарий				
2	<ul style="list-style-type: none"> • Численность населения не убывает ($\Delta M \geq 0$) • Совокупное производство товаров и услуг (полезная мощность) не убывает ($\Delta P \geq 0$) • Суммарное потребление природных энергоресурсов не убывает ($\Delta N \geq 0$) • Совокупный уровень жизни не убывает ($\Delta U \geq 0$) • Качество окружающей природной среды убывает ($\Delta q < 0$) 	Энергосырьевой или экстенсивный	Экстенсивный рост за счет опережающего роста энергопотребления ($\Delta N \geq 0$), следствием которого могут быть экологические ($\Delta q < 0$), демографические ($\Delta M < 0$) и социально-экономические	Опережающий рост энергопотребления и, как следствие, угроза энергоэкологического кризиса ($\Delta q < 0$)
4	<ul style="list-style-type: none"> • Численность населения не убывает ($\Delta M \geq 0$) • Совокупное производство товаров и услуг (полезная мощность) не убывает ($\Delta P \geq 0$) • Суммарное потребление природных энергоресурсов не убывает ($\Delta N \geq 0$) • Совокупный уровень жизни убывает ($\Delta U < 0$) • Качество окружающей природной среды убывает ($\Delta q < 0$) 	Энергосырьевой или экстенсивный	Экстенсивный рост за счет опережающего роста энергопотребления ($\Delta N \geq 0$), следствием которого могут быть экологические ($\Delta q < 0$), демографические ($\Delta M < 0$) и социально-экономические	Опережающий рост энергопотребления, уменьшение совокупного уровня жизни ($\Delta U < 0$) и ухудшение качества
10	<ul style="list-style-type: none"> • Численность населения не убывает ($\Delta M \geq 0$) • Совокупное производство товаров и услуг (полезная мощность) убывает ($\Delta P < 0$) • Суммарное потребление природных энергоресурсов не убывает ($\Delta N \geq 0$) • Совокупный уровень жизни не убывает ($\Delta U \geq 0$) • Качество окружающей природной среды убывает ($\Delta q < 0$) 	Энергосырьевой или экстенсивный	Экстенсивный рост за счет опережающего роста энергопотребления ($\Delta N \geq 0$), следствием которого могут быть экологические ($\Delta q < 0$), демографические ($\Delta M < 0$) и социально-экономические ($\Delta U < 0$) угрозы	Опережающее экстенсивное энергопотребление ($\Delta N \geq 0$) с убывающей эффективностью производства ($\Delta P < 0$) и ухудшением качества
12	<ul style="list-style-type: none"> • Численность населения не убывает ($\Delta M \geq 0$) • Совокупное производство товаров и услуг (полезная мощность) убывает ($\Delta P < 0$) • Суммарное потребление природных энергоресурсов не убывает ($\Delta N \geq 0$) • Совокупный уровень жизни убывает ($\Delta U < 0$) • Качество окружающей природной среды убывает ($\Delta q < 0$) 	Энергосырьевой или экстенсивный	Экстенсивный рост за счет опережающего роста энергопотребления ($\Delta N \geq 0$), следствием которого могут быть экологические ($\Delta q < 0$), демографические ($\Delta M < 0$) и социально-экономические ($\Delta U < 0$) угрозы	Спад производства ($\Delta P < 0$), совокупного уровня жизни ($\Delta U < 0$) и ухудшение качества окружающей среды ($\Delta q < 0$)

Мерой интеллектуальной возможности является неубывающий темп роста изменения эффективности использования полной мощности.

$$\text{Интеллектуальная возможность равна } I_w(t) = \Delta\varphi = \Delta\varphi_0 + \Delta^2\varphi \cdot t + \Delta^3\varphi \cdot t^2 \geq 0. \quad [L^0T^0] \quad (6)$$

Интеллектуальный капитал (I_K) – это накопленная на время t интеллектуальная возможность.

$$\text{Интеллектуальный капитал равен } I_K(t) = \int_0^t \Delta\varphi dt. \quad (7)$$

2. Компьютерное моделирование

Любая социально-экономическая система может быть представлена в виде динамической системы, имеющую структуру, показанную на рис.5:

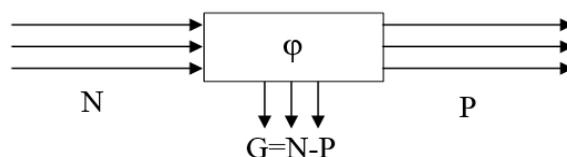


Рис. 5. Закон сохранения потоков энергии

На входе системы – потоки энергии N , которые в сумме дают полное потребление. Система обладает способностью преобразовывать энергию с некоторой эффективностью использования ресурсов ($\varphi = P/N$), выдавая на выходе потоки полезной энергии P и теряя потоки G ($G=N-P$). В самом простом случае, динамическая система в каждый момент времени представима совокупностью 3-х параметров $\{N, P, \varphi\}$, либо $\{N, P, G\}$, каждый из которых описывается для момента времени t_i состоянием $S = \{S_i, v_i, a_i, j_i\}$, где S_i – значение параметра в текущий момент времени i ; v_i, a_i, j_i соответственно скорость, ускорение, рывок в текущий момент времени i .

Вообще говоря, состояние параметра может быть описано так $S = \{S_i, \frac{dS}{dt}, \frac{d^2S}{dt^2}, \frac{d^3S}{dt^3}, \dots, \frac{d^n S}{dt^n}\}$.

Это означает, что если реальному физическому процессу можно поставить в соответствие некую гладкую математическую функцию времени $S(t)$, то в каждый момент времени могут быть измерены или вычислены значение $S(t_i)$, скорость $\dot{S}(t_i)$, ускорение $\ddot{S}(t_i)$ и более высокие производные по времени, которые и будут идентифицировать состояние процесса в текущий момент времени, характеризуя векторы направлений движения.

Реализована виртуальная онлайн-лаборатория, позволяющая автоматизировать процесс моделирования устойчивого социально-экономического развития систем разного уровня иерархии и доступная по адресу URL: <http://lfs.ip64.net>.

Рассмотрим применение компьютерного моделирования на конкретном примере для исследования устойчивости развития Российской Федерации, используя в качестве исходных данных таблицы суммарного потребления (ГВт), суммарного производства (ГВт) и

коэффициент использования ресурсов (безразмерная величина) по Российской Федерации за 2005-2011 год (Таблица 2).

Таблица 2. Базовые + дополнительные показатели по РФ, Японии и Казахстану

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	Численность населения(чел)					
Российская Федерация	142500000,00	142100000,00	141950000,00	141910000,00	142389000,00	142960000,00
Япония	127756000,000	127770750,00	127704040,00	127557958,00	127450459,00	127817277,00
Республика Казахстан	15308085,000	15484192,000	15673999,000	16093481,000	16323287,000	16558676,000

а) – численность населения

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	Полная мощность (ТВт)					
Российская Федерация	0,905	0,940	0,955	0,968	0,973	1,016
Япония	0,870	0,882	0,890	0,877	0,873	0,871
Республика Казахстан	0,063	0,059	0,064	0,066	0,073	0,080

б) – полная мощность

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	Полезная мощность (ТВт)					
Российская Федерация	0,271	0,281	0,286	0,289	0,292	0,305
Япония	0,280	0,285	0,285	0,283	0,281	0,283
Республика Казахстан	0,019	0,017	0,019	0,019	0,021	0,023

в) – полезная мощность

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	Совокупный уровень жизни					
Российская Федерация	1,904	1,980	2,013	2,038	2,053	2,130
Япония	2,195	2,228	2,234	2,216	2,205	2,210
Республика Казахстан	1,215	1,121	1,204	1,207	1,315	1,413

г) – совокупный уровень жизни

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	Качество среды					
Российская Федерация	-	0,963	0,983	0,986	0,997	0,958
Япония	-	0,987	0,988	1,018	1,003	1,006
Республика Казахстан	-	1,074	0,917	0,984	0,901	0,912

д) – совокупный уровень жизни

В результате получаем таблицу, в которой описано к какому сценарию развития соответствует объект управления, его характерные черты, а также его описание и негативные следствия. Результат работы автоматизированной системы проектирования показан на рис. 6.

А	В	С	Д	Е	Ф
Объект	Тип	Динамика параметров	Сценарий	Характерные черты	Описание и
1					
2	2	<ul style="list-style-type: none"> Численность населения не убывает ($\Delta M \geq 0$) Совокупное производство товаров и услуг (полезная мощность) не убывает ($\Delta P \geq 0$) Суммарное потребление природных энергоресурсов не убывает ($\Delta N \geq 0$) Совокупный уровень жизни не убывает ($\Delta U \geq 0$) Качество окружающей природной среды убывает ($\Delta q < 0$) 	Энергосырьевой или экстенсивный	Экстенсивный рост за счет опережающего роста энергопотребления ($\Delta N \geq 0$), следствием которого могут быть экологические ($\Delta q < 0$), демографические ($\Delta M < 0$) и социально-экономические ($\Delta U < 0$) угрозы	Опережающий рост энергопотребления и, как следствие, угроза энергоэкологического кризиса ($\Delta q < 0$)
3	Российская Федерация				
4					
5					
6					
7	1	<ul style="list-style-type: none"> Численность населения не убывает ($\Delta M \geq 0$) Совокупное производство товаров и услуг (полезная мощность) не убывает ($\Delta P \geq 0$) Суммарное потребление природных энергоресурсов не убывает ($\Delta N \geq 0$) Совокупный уровень жизни не убывает ($\Delta U \geq 0$) Качество окружающей природной среды не убывает ($\Delta q \geq 0$) 	Индустриально-инновационный	Интенсивный рост за счет повышения эффективности производства ($\Delta \varphi \geq 0$), возможными следствиями которого являются позитивные и негативные изменения параметров	Индустриально-инновационное развитие на фоне роста базовых параметров
8	Республика Казахстан				
9					
10					
11					
12	15	<ul style="list-style-type: none"> Численность населения не убывает ($\Delta M \geq 0$) Совокупное производство товаров и услуг (полезная мощность) убывает ($\Delta P < 0$) Суммарное потребление природных энергоресурсов убывает ($\Delta N < 0$) Совокупный уровень жизни убывает ($\Delta U < 0$) Качество окружающей природной среды не убывает ($\Delta q \geq 0$) 	Индустриально-инновационный	Интенсивный рост за счет повышения эффективности производства ($\Delta \varphi \geq 0$), возможными следствиями которого являются позитивные и негативные изменения параметров	Социально-экономический кризис на фоне сохранения неубывающей динамики численности населения ($\Delta M \geq 0$) и
13	Япония				
14					
15					
16					

Рис. 6. Результат работы автоматизированной системы проектирования.
Режим «Идентификация существующего состояния»

Заключение

Впервые предложена математическая модель, удовлетворяющая базовым требованиям научного обеспечения устойчивого развития, сформулированным в начале работы.

Впервые:

1) аксиоматика математической модели строится на фундаментальных законах сохранения и изменения, выраженных на универсальном и едином языке пространственно-временных величин.

2) параметры-формулизмы модели построены на фундаментальном законе сохранения мощности, выраженном на LT-языке.

3) правила вывода и критерии опережающего устойчивого развития выражены на фундаментальных законах изменения объектов управления.

Полученные новые результаты могут иметь большое практическое значение, так как дают возможность находить требуемые технологические решения и проектировать развитие систем различной природы на законной основе, рассматривая устойчивость развития как проекцию общих законов Природы.

Математическое и компьютерное моделирование устойчивого социально-экономического развития на языке пространственно-временных величин с инвариантом мощность будет способствовать лучшему пониманию причин неустойчивости, глобальных и региональных кризисов и конфликтов, проблем перехода к устойчивому инновационному развитию, методов и прорывных инновационных технологий, повышающих результативность на всех уровнях управления.

Для обеспечения адекватной оценки ситуации, мониторинга и анализа должны применяться автоматизированные средства проектирования устойчивого развития, которые могут, в том числе, выступать в качестве экспертных систем. Это позволяет быстро и эффективно приобрести знания и понимание процессов, протекающих в сложных социально-экономических системах.

Литература

1. Бартини Р.О. Некоторые соотношения между физическими константами // Доклады АН СССР: том 163, №4, 1965. — с. 861-864.
2. Бартини Р.О., Кузнецов П.Г. Множественность геометрий и множественность физик // Моделирование динамических систем. — Брянск, 1974. — с. 18-29.
3. Бауэр Э.С. Теоретическая биология. — СПб.: ООО «Росток», 2002. — 352 с.
4. Большаков Б.Е. Наука устойчивого развития. Книга I. Введение. — М.: РАЕН, 2011. — 272 с.
5. Большаков Б.Е. Система универсальных мер-законов в науке устойчивого развития. // Электронное научное издание «Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление»: том 7, вып. №4 (13) / 2011 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.rypravlenie.ru/?p=1080>, свободный.
6. Браун Г.Б. Теория размерности // Мир Бартини. — М.: Самообразование, 2009. — С. 203-221.
7. Кон П. Универсальная алгебра. — М.: Мир, 1969. — 352 с.
8. Кузнецов П.Г. Универсальный язык для формального описания физических законов // Материалы научного семинара «Семиотика средств массовой коммуникации». — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1973.
9. Лаврентьев М.М. Физические теории (математические модели), адекватные реальности, — необходимое условие прогресса естествознания XXI века // Избранные Труды Третьей Сибирской междисциплинарной конференции по математическим проблемам физики пространства-времени сложных систем (ФПВ-2000). — Новосибирск, 2000.
10. Лебег А. Об измерении величин. — М.: Либроком, 2009. — 115 с.
11. Лысенко В.И. Геометрические работы Якоба Германа // Историко-математические исследования. Вып. XVII. — М.: Наука, 1966. — С. 299-308.
12. Пенроуз Р. Новый ум короля: о компьютерах, мышлении и законах физики. — М.: УРСС: Издательство ЛКИ, 2011. — 402 с.
13. Петров А.Е. Тензорный метод двойственных сетей. — М.: ООО «Центр информационных технологий природопользования», 2007. — 496 с.
14. Шамаева Е.Ф. Методическое обеспечение мониторинга и оценки новаций в проектировании регионального устойчивого развития с использованием измеримых величин // Электронное научное издание «Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление»: том 7, вып. №3 (12) / 2011 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.rypravlenie.ru/?p=1041>, свободный.
15. Шамаева Е.Ф., Большаков Б.Е. Управление новациями: проектирование систем устойчивого инновационного развития. — Германия: Lambert Academic Publishing, 2013. — 301 с.