

**Большаков Борис Евгеньевич**

**Boris Bolshakov**

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московской области «Международный университет природы, общества и человека «Дубна»

International University of Nature, Society and Man “Dubna”

Заведующий кафедрой устойчивого инновационного развития

Head of Sustainable Innovative Development Department

Доктор технических наук

E-Mail: [bb@uni-dubna.ru](mailto:bb@uni-dubna.ru)

**Шамаева Екатерина Федоровна**

**Ekaterina Shamaeva**

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московской области «Международный университет природы, общества и человека «Дубна»

International University of Nature, Society and Man “Dubna”

Старший преподаватель кафедры устойчивого инновационного развития

Senior lecturer of Sustainable Innovative Development Department

E-Mail: [shamef-kate@yandex.ru](mailto:shamef-kate@yandex.ru)

08.00.00.Экономика и менеджмент,  
управление в социальных и экономических системах

## **Системный анализ методов проектирования и управления устойчивым развитием**

System analysis of sustainable development projecting and governing methods

**Аннотация:** В работе осуществляется обоснование требований к качеству методов проектирования и управления устойчивым развитием, проводится анализ группы методов с позиции требований Научной школы устойчивого развития. Статья выполнена в рамках проекта РФФИ №12-06-00286-а.

**The Abstract:** The work provides justification for the requirements to quality of projecting and governing methods of sustainable development and includes the analysis of these methods from the standpoint of Scientific School of sustainable development. The article was written as a part of the RFBR project № 12-06-00286-a.

**Ключевые слова:** Проектирование и управление; устойчивое развитие; системные требования; Научная школа устойчивого развития

**Keywords:** Projecting and governing; sustainable development; system requirements; Scientific school of sustainable development

\*\*\*

В 1987 году на Пленарном заседании 42-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН был принят базовый принцип устойчивого развития, в соответствии с которым общество и государство берут на себя ответственность обеспечить **возможность удовлетворять неисчезающие потребности** как настоящего, так и будущих поколений [12, 13]. Возникает естественный вопрос, в каких единицах измерять возможности и потребности, по каким критериям судить, удовлетворяются они или нет, и если да, то насколько? Что и как измерять, чтобы эффективно управлять устойчивым развитием общества?

Вопрос об измерении устойчивого развития чрезвычайно важен. В настоящее время для измерения устойчивого развития в мире существует несколько вариантов:

- первый – построение интегрированного индикатора, выражающего суть устойчивого развития системы в целом.
- второй – построение набора индикаторов, отражающих отдельные аспекты устойчивого развития исследуемой системы.

Наиболее яркий пример второго подхода – это комплекс из 134 показателей [26], предназначенных, по мнению авторов, для оценки социальных, экологических и экономических аспектов устойчивого развития.

Для измерения устойчивого развития используются разнородные, не аддитивные и не соразмерные показатели, с которыми нельзя осуществлять арифметические операции, в том числе и в ситуации, когда эти показатели нормированы и приведены к условно безразмерному виду, то есть к условным долям, за которыми стоят те или иные физически разнородные величины.

В предложенном авторами списке показателей отсутствуют какие-либо меры потребностей и возможностей. По этой причине отсутствует связь показателей с базовым принципом устойчивого развития. Это обстоятельство порождает ложные оценки и иллюзию устойчивого развития, особенно, в предкризисных и кризисных условиях.

Тот факт, что индикаторы устойчивого развития постоянно подвергаются изменению и дополнению, говорит о том, что этого набора недостаточно для эффективного проектирования и управления устойчивым развитием. Так на Международной конференции ООН «РИО+20» (июнь 2012 года) перед научным сообществом был поставлен вопрос выработки научных основ стратегии устойчивого развития и глобального индекса устойчивого развития.

Странами мира активно разрабатываются стратегии выхода из кризисов, обеспечения безопасности, ускоренного роста и устойчивого развития, в которых используются различные индикаторы, индексы и показатели (например, индикатор жизнеустойчивости, индексы развития и другие). При этом большинство используемых индикаторов, индексов и показателей не отвечают требованиям измеримости и соразмерности, что негативно отражается на эффективности и качестве управления развитием.

Созданы научные центры, выполняющие теоретические и прикладные исследования проблемы перехода к устойчивому развитию и разрабатывающие соответствующие программы действий. В их числе:

- **Институт мировых ресурсов** (World Resources Institute), США – исследует состояние природных ресурсов на планете и систематически выпускает обзоры по проблемам ресурсообеспечения мира, континентов, регионов и стран;
- **Институт наблюдения за мировыми процессами** (Worldwatch Institute), США – осуществляет междисциплинарные исследования по глобальным проблемам;

- **Международный институт по устойчивому развитию** (International Institute for Sustainable Development), Канада – занимается научными разработками теории устойчивого развития;
- **Центр исследований мира** (Centro de Investigacion para la Paz – CIP), Испания – проводит исследования в области экологических проблем;
- **Научная школа устойчивого развития** (действует на базе РАЕН и Международного университета природы, общества и человека «Дубна») – кардинально отличается от других центров принципиально иным подходом к проблеме устойчивого развития, поскольку ее идеология основана на использовании методов, в основе которых лежат общие законы Природы, выраженные в универсальных пространственно-временных мерах. Тематика работ Научной школы охватывает теоретические и методологические исследования, а также прикладные разработки по технологии проектирования и управления устойчивым развитием в различных областях: политика, экономика, экология, образование, наука, технологии, социальная сфера и др. Выпускает периодические электронные научные и образовательные издания по тематике устойчивого развития;
- **Институт системного анализа Российской академии наук** (ИСА РАН) – проводит системные исследования в области осуществления социально-экономического развития (важное место в этих исследованиях занимает проблематика глобальных изменений и динамики экосистем);
- **Исследовательский совет Норвегии** (The Research Council of Norway), Норвегия – поддерживает практическую деятельность НГО в области устойчивого развития;
- **Международная академия окружающей среды** (International Academy of the Environment), Швейцария – поддерживает проекты в области устойчивого развития;
- **Институт развивающихся экономик** (Institute of Developing Economies – IDE), Япония – проводит исследования в области устойчивого развития;
- и другие.

Особое место в направлении проектирования регионального устойчивого развития занимают работы **Научной школы устойчивого развития**, выполняемые в Институте системного анализа и управления Международного университета природы, общества и человека «Дубна», которые позволяют создать **систему соразмерных индикаторов** устойчивого развития, выраженных в терминах и единицах универсальных пространственно-временных ЛТ-величин.

Фундаментальную основу принципа соразмерности составляет система **универсальных пространственно-временных ЛТ-величин**<sup>1</sup> Р.Бартини – П.Г.Кузнецова, в которой все величины являются инвариантами для того или иного класса систем, ограниченных определенной ЛТ-размерностью<sup>2</sup>. В рамках одной ЛТ-размерности все объекты принадлежат к одно-

---

<sup>1</sup> ЛТ-система впервые опубликована Р.Бартини в Докладах Академии Наук СССР (том 163 №4, стр. 861-864) в 1965 году по представлению академика АН СССР Б.М.Понтекорво и при поддержке академиков АН СССР М.В.Келдыша и Н.Н.Боголюбова.

<sup>2</sup> Величина – это качественно-количественная определенность, где качество определяется именем, ЛТ-размерностью и единицей измерения, а количество – численным значением величины как отношения измеряемой величины к единице её измерения. ЛТ-размерность определяется как произведение целочисленных степеней R и S длины L и времени T, где R и S – целые положительные и отрицательные числа от минус до плюс бесконечности. Величина «мощность», например, имеет ЛТ-размерность  $[L^5T^{-5}]$ .

му классу систем, то есть однородны. Разнородность – это принадлежность объектов к классам систем с разной LT-размерностью.

Использование универсальных LT-величин дает возможность:

1. определять и устанавливать границы действия разнородных систем, их законов сохранения и изменения;
2. соразмерять и соизмерять возможности и потребности систем любой природы и различного назначения;
3. определять индикаторы устойчивого развития в терминах устойчивых универсальных мер.

В LT-системе закон – это утверждение о том, что некоторая величина является инвариантом в определенном классе систем с определенным качеством – LT-размерностью данной величины. Стандартная форма записи общего закона сохранения систем выглядит так:  $[L^R T^S] = \text{const}$ .

Например, величина энергия является инвариантом в классе систем с определенным качеством LT-размерностью величины энергии  $[L^5 T^{-4}] = E$ . На LT-языке закон сохранения энергии записывается так:  $[L^5 T^{-4}] = \text{const}$ .

Как известно, закон сохранения энергии действует в условиях отсутствия притоков энергии в систему и оттоков из системы, так как  $\dot{E} = 0$ .

Закон сохранения энергии является замкнутым для потоков энергии (мощности – энергии в единицу времени).

В то же время объектом управления устойчивым развитием являются все живые (включая социальные, технические, экономические, экологические) системы – открытые для потоков энергии, обладающие определенными возможностями действовать во времени, относящиеся к классу систем с размерностью LT-величины мощность  $[L^5 T^{-5}]$ .

Величина мощность  $[L^5 T^{-5}]$  является инвариантом в классе открытых для потоков энергии систем.

На LT-языке закон сохранения мощности записывается так:  $[L^5 T^{-5}] = \text{const}$ .

Структура общего закона сохранения мощности:  $N = P + G$ , где  $N$  – полная мощность на входе в систему  $[L^5 T^{-5}]$ ;  $P$  – полезная (активная) мощность на выходе из системы  $[L^5 T^{-5}]$ ;  $G$  – мощность потерь как пассивная мощность на выходе из системы  $[L^5 T^{-5}]$ .

В работах Научной школы устойчивого развития [3, 4, 12, 13 и др.] показано, что мощность является мерой возможностей системы действовать во времени. Выделяют три группы возможностей системы с мерой мощность:

- потенциальная возможность – определяется мерой полной мощности на входе в систему  $N [L^5 T^{-5}]$ ;
- реальная возможность – имеет меру полезной (активной) мощности на выходе из системы  $P [L^5 T^{-5}]$ ;
- упущенная возможность – имеет меру потерь (пассивной) мощности на выходе из системы  $G [L^5 T^{-5}]$ ;

На языке системного анализа указанные три группы возможностей системы с мерой мощность определяют базовые параметры состояния открытых систем любой природы и различного назначения, используемые в качестве объектов управления устойчивым развитием.

Значения имеющихся возможностей (с мерой полной, полезной и потерь мощности) для текущего времени определяют исходное состояние системы.

Значения требуемых возможностей (полной, полезной и потерь мощности) для обеспечения роста и развития системы определяют конечное (требуемое) состояние системы.

В терминах базового принципа устойчивого развития требуемое состояние системы является необходимым – определяющим потребности системы, выраженными в терминах возросшей мощности. Всякая удовлетворенная потребность есть возросшая возможность – мощность. Справедливо и обратное утверждение, возросшая определенным образом мощность (возможность) является указанием на удовлетворенную потребность. На языке системного анализа переход из исходного состояния системы в конечное (требуемое принципом устойчивого развития) осуществляется преобразованием с инвариантом мощность, то есть переходом от начальной мощности к конечной, обеспечивая соизмеримость и соразмерность возможностей и потребностей систем любой природы в процессе развития.

Таким образом, для обеспечения соразмерности используемых мер в проектировании устойчивого инновационного развития необходимо использовать класс систем с ЛТ-размерностью мощности<sup>3</sup>. Универсальной пространственно-временной мерой этого класса систем является общий закон сохранения мощности (Дж.Максвелл, Г.Крон, П.Г.Кузнецов) и его проекции в частные системы координат – принцип сохранения развития (С.А.Подолинский, В.И.Вернадский, Э.Бауэр, П.Г.Кузнецов), а также принцип устойчивого развития в системе природа – общество – человек, выраженный в терминах единиц мощности (П.Г.Кузнецов, Б.Е.Большаков).

Мы подошли к постановке проблемы выбора методов проектирования и управления устойчивым развитием. Проектирование устойчивого развития на стадии планирования решения проблем (минимизации разности между потребностями и возможностями) тесно связано с управлением знаниями и новациями.

Можно констатировать, что сегодня выбор методов проектирования и управления знаниями не связан с требованиями устойчивого развития и осуществляется на основе критериев, адекватных конкретной ситуации, к которым относят [27]:

1. Обоснованность. Метод должен соответствовать типу решаемой задачи.
2. Когнитивность. Необходимо учитывать временные затраты лица, принимающего решения (ЛПР), необходимые для применения метода.
3. Эффективность. Метод должен предоставлять возможность выполнения максимального числа операций на ЭВМ и приводить к конечному результату.
4. Проверимость. Метод должен допускать возможность проверки достоверности информации, которую ЛПР предоставляет в качестве исходных данных.
5. Чувствительность. Для операций, выполняемых ЛПР, метод должен быть нечувствительным по отношению к изменениям количества критериев и альтернатив, то есть в слу-

---

<sup>3</sup> Мощность – это энергия в единицу времени или поток энергии или работоспособность системы в единицу времени – ее возможность действовать во времени [3].

чае добавления или удаления критериев и альтернатив участие ЛПР в применении метода требуется только в отношении этих изменений.

Перечисленные требования являются необходимыми в решении текущих задач управления, но не достаточными в проектировании и управлении устойчивым развитием. В представленном списке требований отсутствует указание на необходимость представления информации и знаний в терминах устойчивых универсальных мер, что является обязательным требованием науки устойчивого развития.

### Системный анализ методов проектирования и управления устойчивым развитием с позиции требований Научной школы устойчивого развития

На языке системного анализа исходная система координат – это исходное состояние объекта проектирования или вход в систему. Конечная система координат – это необходимое, требуемое принципом состояние или выход из системы. Правила преобразования из исходного состояния в требуемое базовым принципом есть метод проектирования и управления устойчивым развитием. Метод – это правила вывода в процессе решения задач [12].

Задача – это система с тремя элементами – «вход», «процесс», «выход», где «вход» – это исходная система координат, «процесс» – это правила решения задач, «выход» – это конечная (требуемая) система координат (рис. 1).

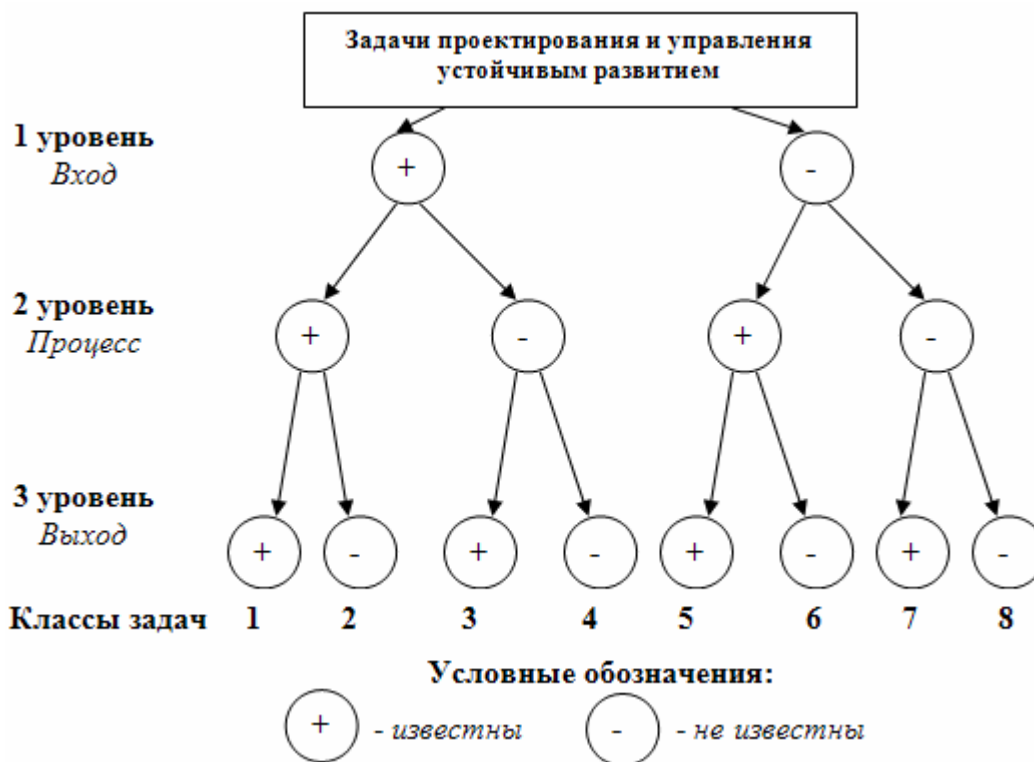


Рис. 1. Дерево логически возможных задач [12]

Выделены следующие классы задач:

- Класс 1 – класс решенных задач;
- Класс 2 – класс задач прогнозирования;
- Класс 3 – класс задач проектирования;
- Класс 4 – класс не поставленных задач (не известны цель и метод);

- Класс 5 – класс задач распознавания;
- Класс 6 – класс не поставленных задач (не известны цель и причина);
- Класс 7 – класс не поставленных задач (не известны причина и метод);
- Класс 8 – класс нерешенных задач;

Задача поставлена, когда заданы 2 элемента системы. Задача не поставлена, если не известны более двух элементов. Решенная задача – есть результат преобразования исходной в конечную (требуемую) систему координат. Формализовать задачу – значит выразить в терминах принципа устойчивого развития исходную систему координат и процедуры решения задачи [12].

Можно констатировать, что сегодня выбор методов проектирования устойчивого развития не связан с системой показателей и критериев устойчивого развития и осуществляется на основе критериев «адекватных конкретной ситуации»<sup>4</sup>, которые являются необходимыми в решении текущих задач, но не достаточными в проектировании устойчивого развития.

Для решения задач исследования проведен анализ методов, применяемых в проектировании и управлении устойчивым развитием, включая:

- методы многокритериальной оценки;
- методы многоцелевого математического программирования;
- статистические методы;
- методы динамического моделирования;
- методы имитационного моделирования;
- методы организации сложных экспертиз.

Анализ указанных методов по отечественным и зарубежным источникам [5, 6, 7, 8, 10, 16, 19, 22, 23, 25, 28, 30 и другие] с рассмотрением исходных предпосылок, основных понятий, используемых правил (алгоритмов) позволил систематизировать их основные достоинства и недостатки.

#### *Достоинства*

- возможность работы со слабо формализованными задачами;
- возможность учитывать множество неформализованных критериев при оценке множества неформализованных альтернатив;
- возможность формирования и оценки множества альтернатив;
- задавая различные альтернативы поведения, меняя уравнения и структуру модели, можно получить наборы результатов, характеризующих поведение моделируемой системы и последствия, к которым приводят те или иные решения.
- позволяет отразить нелинейные связи между элементами и динамику изменения каждого элемента;

---

<sup>4</sup> К числу таких критериев относятся: соответствие типу решаемой задачи (обоснованность); необходимость учитывать временные затраты (когнитивность); возможность проверки достоверности информации (исходных данных) и другие.

- позволяет передавать результаты моделирования, используемые для принятия управленческих решений, из модели в базы данных информационных систем;

#### *Недостатки*

- отсутствует процедура определения целевой функции, критериев и альтернатив в терминах устойчивых универсальных измерителей, отсюда субъективный характер целевой функции, который может наводить систему на ложные результаты.
- отсутствует процедура проверки критериев и альтернатив на соразмерность;
- методы динамического моделирования живых систем опираются на законы замкнутых (а не открытых для потоков энергии) систем, что с необходимостью порождает пределы роста и ложный вывод о невозможности дальнейшего развития системы.
- отсутствуют правила определения границ применимости метода;
- отсутствуют критерии эффективности работы экспертов;
- отсутствует процедура объективной оценки компетентности экспертов;

#### **Уточним системные требования с позиции науки устойчивого развития:**

1. Возможность работы с разнородной информацией с соблюдением принципов соразмерности и соизмеримости [3, 12].

Под разнородной информацией понимается информация, которая представлена в принципах и понятиях естественных, технических, социальных, экономических, экологических знаний с разной пространственно-временной размерностью [12]. Принцип соразмерности требует наличие правила, удовлетворяющего П-теореме [3]. Принцип соизмеримости требует соблюдения принципа соразмерности и целочисленного соотношения значений величин [3].

2. Возможность разделения на части и возможность объединения частей в целое на основе системы устойчивых универсальных мер.

3. Требования к границам применимости метода:

- возможность работы с информацией в условиях неопределенности
- a. в условиях неопределенности на входные знания.

В условиях, когда начальные данные и информация не выражены в терминах устойчивых универсальных величинах.

- b. в условиях неопределенности алгоритма оценки знаний.

В условиях, когда структура знания не определена.

- c. в условиях неопределенности на выходные знания.

В условиях, когда неизвестна целевая функция управления знаниями.

- возможность работы с информацией в условиях нелинейности.

Здесь три или более параметров изучаемой системы не зависимы или связаны нелинейной зависимостью [3, 11]. При этом следует обратить внимание на то, что многие нелинейные эффекты, зачастую связаны с тем, что неправильно понимается взаимосвязь и взаимозависимость изучаемых явлений друг от друга.



Умение довести нелинейную задачу до линейной, означает в переводе на математический язык линеаризовать нелинейную задачу. Можно предположить, что для всякой нелинейной задачи существует расширение пространственно-временной размерности, которое позволит линеаризовать задачу.

С позиции изложенных требований авторами проведен системный анализ методов, результаты которого представлены в таблице 1.

**Табл. 1. Системный анализ методов с позиции системных требований науки устойчивого развития**

№ п/п	Рассматриваемый метод	Обеспечивает ли метод работу с разнородной информацией с соблюдением принципа соизмеримости и соразмерности? 0 – не обеспечивает 1 – обеспечивает	Существуют ли в методе правила разделения на части на основе устойчивых универсальных мер? 0 – не существуют 1 – существуют	Существуют ли в методе правила объединения частей в целое на основе устойчивых универсальных мер? 0 – не существуют 1 – существуют	Границы применимости метода			
					Обеспечивает ли метод работу с информацией в условиях неопределенности? 0- не обеспечивает 1 – обеспечивает			Обеспечивает ли метод работу с информацией в условиях нелинейности?  0 – не обеспечивает 1 – обеспечивает
			на входе			в процессе	на выходе	
1	Методы многокритериальной оценки	0	0	0	0	0	1	0
2	Методы многоцелевого математического программирования	0	0	0	0	0	1	0
3	Статистические методы	0	0	0	0	0	1	0
4	Методы динамического моделирования	0	0	0	0	0	1	1
5	Методы имитационного моделирования	0	0	0	1	0	1	1
6	Методы организации сложных экспертиз	0	0	0	1	0	1	0

Проведенный анализ показывает, что рассмотренные методы не полностью удовлетворяют сформулированным требованиям. Существует потребность в развитии методов с целью обеспечения:

- возможности работы с разнородной информацией с соблюдением принципа соизмеримости и соизмеримости;
- возможности разделения и объединения знаний на основе устойчивых универсальных величин;
- возможности работы в условиях неопределенности и нелинейности.

### **Выводы и перспективы развития**

Анализ методов, применяемых в проектировании устойчивого развития, показал, что большинство применяемых методов не удовлетворяют специальным требованиям устойчивого развития к выбранной мере и критерию развития, существенно влияющие на точность результатов проектирования, усиливающие достоинства рассмотренных методов и ослабляющие их недостатки:

- **Требование 1:** в проектировании устойчивого развития должны использоваться измеримые величины, приведенные к единой мере (единице измерения) для систем, открытых на входе и выходе по потокам энергии (мощности).
- **Требование 2:** проектирование устойчивого развития должно осуществляться в соответствии с законом сохранения мощности и принципом (критерием) устойчивого развития, выраженным в терминах измеримых величин.

Перспективы развития методов проектирования и управления знаниями заключаются в возможности преобразования исходной системы координат в требуемую базовым принципом устойчивого развития посредством использования и развития идей методологии тензорного анализа двойственных сетей [21] на основе теории пространственно-временных размерностей Р.Бартини-П.Г.Кузнецова [2, 3, 13, 14].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Баранчеев В. Управление знаниями//Маркетинг: спец. вып. № 29. – М.: Центр маркетинговых исследований, 2005.
2. Бартини Р. Система кинематических величин//Доклады Академии Наук. – М., 1965.
3. Большаков Б.Е. Закон природы. – Москва-Дубна: РАЕН-МУПОЧ, 2002.
4. Большаков Б.Е., Кузнецов О.Л. Устойчивое развитие: универсальный принцип синтеза естественных, технических и социальных знаний//Сборник трудов кафедры устойчивого инновационного развития Университета «Дубна» [Электронный ресурс], режим доступа: <http://www.uni-dubna.ru/>, свободный. – 2007.
5. Вагнер Г. Основы исследования операций. – М.: Мир, 1973.
6. Волкова В.Н., Денисов А.А. Методы организации сложных экспертиз: учебное пособие. – СПб: СПб ГТУ, 1998.
7. Гришин В.К. Статистические методы анализа и планирования экспериментов. – М.: МГУ, 1975.
8. Емельянов А.А. Имитационное моделирование экономических процессов. – М.: Финансы и статистика, 2002.
9. Калихман И.Л., Войтенко М.А. Динамическое программирование. – М.: Высшая школа, 1979.
10. Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. М.: Радио и связь, 1981, 597 с.
11. Корн Г. Справочник по математике. – М.: Наука, 1973.
12. Кузнецов О.Л., Большаков Б.Е. Устойчивое развитие: научные основы проектирования в системе природа-общество-человек. – СПб: Гуманистика, 2002.
13. Кузнецов О.Л., Кузнецов П.Г., Большаков Б.Е. Система природа-общество-человек: устойчивое развитие. – М.: Ноосфера, 2000.
14. Кузнецов П.Г. Искусственный интеллект и разум человеческой популяции//Е.А.Александрова Основы теории эвристических решений. – М., 1975.
15. Лабоцкий В.В. Управление знаниями: учебное пособие. – Минск, 2006.
16. Литвак Б.Г. Экспертная информация: методы получения и анализа. – М.: Радио и связь, 1982.
17. Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., Рэндерс Й., Беренс В. Пределы роста – М.: МГУ, 1991.
18. Мильнер Б.З. Управление знаниями. – М.: ИНФРА-М, 2003.
19. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. – М., 1981.
20. Образцова Р.Н., Кузнецов П.Г., Пшеничников С.Б. Инженерно-экономический анализ транспортных систем. – М., 1996.
21. Петров А.Е. Тензорный метод двойственных систем. – М., 2007.
22. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1993.

23. Ферстер Э., Ренц Б. Методы корреляционного регрессионного анализа. – М.: Финансы и статистика, 1983.
24. Forrester J. *Way Industrial Dynamics*. – New York, 1961.
25. Hobbs B.F., Chankong V., Hamadeh W., Stakhiv E. Z. Does Choice of Multicriteria Method Matter? An Experiment in Water Resources Planning//Water Resources Research. 1992. Vol. 28. Issue 7. p. 1767-1779.
26. *Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies*. Third edition. October 2007. United Nations, 2007. 99 p. URL: <http://www.un.org/> (дата обращения: 21.08.2009)
27. Miettinen K. M. *Nonlinear Multiobjective Optimization*. Boston: Kluwer, 1999. 298 p.
28. Roy B. *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*. London: Kluwer Academic Publishers, 1996.
29. Sorokin Y., Bolshakov B. Sustainable Development and ODS Phase-Out: Strengthening the Interlinks//Proceedings of 5-th International Conference “EMAN 2009: Environmental Accounting Sustainable Development Indicators”. 23-24 April, 2009, Prague, Czech Republic. – Usti nad Labem: J.E. Purkune University, 2009. H13\_INDIC, -P. 1-12.
30. Stewart R. E. A Critical Survey on the Status of Multiple Criteria Decision Making Theory and Practice // *Omega*. 1992. Vol. 20. Issue 5-6. p. 569-586.

**Статья выполнена в рамках проекта РФФИ №12-06-00286-а.**

**Рецензент:** Петров Андрей Евгеньевич, доктор технических наук, профессор кафедры САПР, Московского государственного горного университета