

УДК 332.14

ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МОНИТОРИНГА НОВАЦИЙ В ПРОЕКТИРОВАНИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ НА ОСНОВЕ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ МЕР, ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ

Борис Евгеньевич Большаков, доктор технических наук, профессор, действительный член РАЕН, заведующий кафедрой устойчивого инновационного развития Международного университета природы, общества и человека «Дубна» (Университет «Дубна»), руководитель Научной школы устойчивого развития.

Екатерина Фёдоровна Шамаева, кандидат технических наук, доцент кафедры устойчивого инновационного развития Международного университета природы, общества и человека «Дубна» (Университет «Дубна»).

Аннотация

В статье дается обзор системы естественнонаучных индикаторов устойчивого развития, иллюстрируется методика расчета индикаторов на примерах Республики Казахстана, раскрываются возможности их картирования. Представлен параметрический образ новаций, правила сбора и анализа семантической информации о новациях. Статья выполнена в рамках проекта РФФИ №12-06-00286-а.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: устойчивое инновационное развитие, проектирование и управление, новации, параметрический образ, правила сбора и анализа семантической информации.

BASICS OF MATHEMATICAL MODEL OF MONITORING OF INNOVATIONS IN DESIGN OF THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT ON THE BASIS OF NATURAL-SCIENCE MEASURES, INDICATORS AND CRITERIA

Boris Evgenievich Bolshakov, Doctor of Technical Sciences, professor, full member of RANS, head of Sustainable Innovative Development Department at the International University of Nature, Society and Man “Dubna”, head of Scientific school of sustainable development.

Ekaterina Fedorovna Shamaeva, Candidate of Technical Sciences, docent of Sustainable Innovative Development Department at the International University of the Nature, Society and Man “Dubna”.

Abstract

In article the review of system of natural-science indicators of a sustainable development is given, the method of calculation of indicators on examples of the Republic of Kazakhstan is illustrated, possibilities of their mapping reveal. The parametrical image of innovations, rules of collecting and the analysis of semantic information on innovations is presented. The article was written as a part of the RFBR project №12-06-00286-a.

KEYWORDS: sustainable innovative development, design and management, innovations, parametrical image, rules of collecting and analysis of semantic information.

Постановка проблемы

В настоящее время государства мира, в том числе страны СНГ, столкнулись с необходимостью перехода на устойчивый инновационный путь развития, обеспечивающий сохранение развития общества во взаимодействии с окружающей средой в долгосрочной перспективе и защиту от кризисов в условиях негативных внутренних и внешних воздействий [1, 3, 4, 5, 10], следствием которых являются:

- низкое качество образования и науки [5, 12, 15];
- неэффективность управления [10, 12, 15, 16];

- неэффективность экономики [1, 3, 7, 12, 15, 16];
- рост бедности [12, 13, 14];
- рост смертности [12, 13, 14];
- загрязнение окружающей среды [7, 10, 12, 13, 14, 17].

В политику понятие «устойчивое развитие» вошло в 1987 году, когда на 42-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН был принят базовый принцип устойчивого развития, который включает две группы понятий [10, 16]: возможность и потребность, необходимые для сохранения и развития систем любой природы и любого назначения.

Сохранению подлежит рост возможности удовлетворять неисчезающие потребности за счет изменения КПД технологий и качества управления.

То, что за видимостью изменений сохраняется, то есть остается неизменным, принято называть инвариантами, которые начали открывать со времен Н. Кузанского, Н. Коперника, И. Кеплера, когда впервые понятие «наука» было связано с понятием «измерение».

В различных предметных областях существует своя мера:

- мера в философии — синтез качества и количества;
- мера в математике (мера множества) — длина и ее обобщения: точка, отрезок, площадь, объем на множества более общей природы;
- мера в физике: величина (система СИ, CGS и др.);
- мера в экологии: выбросы (т/год; ккал/год);
- мера в экономике: деньги.

В начале 1990-х годов устойчивое развитие стали рассматривать через взаимодействие следующих предметных компонентов: экологической целостности, экоэффективности экономической деятельности, справедливости государства, бизнеса и общества [13, 14], а для измерения мировым сообществом предложен набор индикаторов, характеризующий экологическое (26 индикаторов), экономическое (39 индикаторов), социальное (41 индикатор) и устойчивое (14 индикаторов) развитие (рис.1).

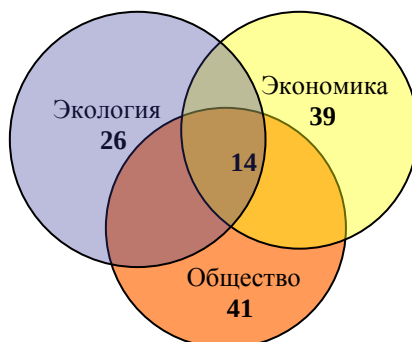


Рис.1. Индикаторы устойчивого развития.

В предложенной совокупности индикаторов не указана мера потребностей и возможностей, не ясна связь с базовым принципом устойчивого развития.

Методология построения индикаторов устойчивого развития базируется на разнородных, несоразмерных мерах, а для осуществления операций используется процедура нормирования, но нормированные индикаторы также разнородны, так как за ними стоят разнородные величины, выраженные в несопоставимых измерителях-мерах, что порождает ложные оценки и, как следствие, неэффективное управление (табл. 1).

Таблица 1. Индикаторы устойчивого развития и их измерители-меры.

Индикаторы для устойчивого развития (примеры)	Измерители – меры
Экологические индикаторы, Запасы ресурсов Занимаемые площади, Потребление/производство ресурсов в год	м ³ , литры, тонны га, км ² тонн/год
Социальные индикаторы, Плотность населения, Продолжительность жизни, Рождаемость/смертность в год	чел./км ² годы, % в год
Организационные индикаторы, Наличие национальной Стратегии устойчивого развития, Наличие информационной базы по устойчивому развитию, Число специалистов, получивших образование по устойчивому развитию	да/нет да/нет кол-во человек

Источник: Indicators of sustainable development, UN Department for Policy Coordination and Sustainable Development, December, 1994.

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, предназначенных, по мнению авторов, для оценки социальных, экологических и экономических аспектов устойчивого развития (табл. 2).

Таблица 2. Выборка показатели устойчивого развития в концепции ООН.

	Показатели	Единицы измерения
Социальные	население	количество человек
	продолжительность жизни	лет
	уровень образования	безразмерные
	уровень рождаемости	количество человек
Экологические	концентрация загрязняющих газов	мг/см ³
	пахотные земли	гектары
	эмиссия CO ₂	тонны
	территория, подверженная опустыниванию	гектары
	водные ресурсы	м ³ , литры

	Показатели	Единицы измерения
Экономические	ВВП на душу населения	денежные единицы
	задолженность	денежные единицы
	производительность труда	произведенная продукция в единицу времени
	стоимость единицы труда	денежные единицы
	валовой национальный доход (ВНД)	денежные единицы
	потребление энергии	ккал, тонны условного топлива, ватты

Как видно, 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 (табл. 3).

Таблица 3. Индикаторы устойчивого развития.

Показатели	Тема	Индикаторы
Социальные	Благосостояние	Доля населения с доходом ниже уровня бедности
	Здравоохранение	Средняя продолжительность жизни
	Образование	Уровень получения высшего образования
	Демография	Уровень рождаемости
Экологические	Атмосфера	Концентрация загрязняющих газов
		Эмиссия CO ₂
	Почва	Доля пахотных земель
	Пресная вода	Доля используемых водных ресурсов
Экономические	Экономическое развитие	ВВП на душу населения
		Отношение задолженность/ВВП
		Производительность труда, стоимость единицы труда
		Валовой национальный доход (ВНД)
	Потребление и производство	Годовое потребление энергии на душу населения

В предложенном списке нет совместимости мер, поэтому невозможно судить об устойчивом развитии, что порождает иллюзию устойчивого развития, особенно, в предкризисных и кризисных условиях.

Для оценки конкурентоспособности и продвижения страны к устойчивому развитию используются различные системы рейтингов. Среди них можно выделить:

- Индекс конкурентоспособности Всемирного экономического форума;
- Рейтинг конкурентоспособности Международного института развития менеджмента.

Системы рейтингов включают множество разнородных несопоставимых показателей – факторов – параметров [10, 12, 14].

Индекс конкурентоспособности Всемирного экономического форума (ВЭФ) содержит более 100 индикаторов, объединённых в 13 секций:

- Институты (21 индикатор);
- Эффективность рынка товаров и услуг (15 индикаторов);
- Развитость бизнеса (9 индикаторов);
- Инновационный потенциал (7 индикаторов) и другие.

Рейтинг конкурентоспособности Международного института развития менеджмента содержит более 300 «показателей», объединённых в группы:

- Макроэкономические показатели (76 показателей);
- Эффективность правительства (71 показатель);
- Эффективность бизнеса (67 показателей);
- Инфраструктура (113 показателей).

Многие показатели конкурентоспособности Международного института развития менеджмента сформулированы в виде утверждений без указания единиц измерения.

Полный перечень индикаторов конкурентоспособности Всемирного экономического форума и Международного института развития менеджмента приведены в Приложении А – Б.

Анализ показал, что показатели международных рейтингов для оценки конкурентоспособности выражены в большом количестве разнообразных, несопоставимых мер, при этом большой вес имеют показатели, выраженные в безразмерных коэффициентах, получаемых на основе обобщения субъективных мнений экспертов и ненадежных денежных единиц. Для итоговой калькуляции рейтинга применяются методики согласования мнений тысяч экспертов, которые закладывают дополнительную неточность.

Кроме того, состав показателей итоговых оценок постоянно меняется при построении рейтингов с учётом рекомендаций экспертов. Так, например, в 2007-м году состав показателей Индекса конкурентоспособности ВЭФ был существенно расширен с присвоением показателям новых весов. Это привело к тому, что в отчёте 2005 года Казахстан занимал 61-е место, а по методике 2006-го года по итогам пересчета в том же 2005-м году Казахстан занимает 51-е место.

Однако, если отсутствует единый законный фундамент (Закон Природы), который невозможно отменить ни при каких обстоятельствах, то ни количество учитываемых параметров, ни тщательный отбор экспертов, ни сложность математических формул не могут

обеспечить объективную оценку конкурентоспособности и возможностей страны в продвижении к устойчивому развитию [2, 5, 7, 9, 10, 12, 15, 17].

В проектировании устойчивого инновационного развития большой интерес и поддержку научного сообщества вызывают работы Научной школы устойчивого развития, основанные на выдающихся открытиях Русской научной школы (С.А. Подолинский (труд в энергетическом измерении), Э.С. Бауэр (принцип устойчивой неравновесности), В.И. Вернадский (принципы эволюции живой и косной материи), П.Г. Кузнецов (инварианты сохранения и развития) и др.), дающие возможность эффективно проектировать и управлять глобальным, региональным и локальным развитием в системе «природа – общество – человек» [2, 3, 4, 7, 9, 10, 16, 17].

В работах [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 16] показано, что мощность является мерой возможностей системы действовать во времени.

Выделено 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 $G [L^5 T^{-5}]$;

Указанные три группы возможностей системы с мерой мощность определяют базовые параметры состояния открытых социально-экономических систем любой природы и различного назначения. Значения имеющихся возможностей (с мерой мощность) для текущего времени определяют исходное (существующее) состояние системы.

Значения требуемых возможностей (с мерой мощность) 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 мощность (возможность) является указанием на удовлетворенную потребность.

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.

В рамках Научной школы устойчивого развития разработаны мировоззрение, теория, методология и технология проектирования и управления устойчивым развитием в системе «природа – общество – человек» [9, 10]. Технология проектирования и управления устойчивым инновационным развитием предполагает оценку существующего и требуемого для перехода к устойчивому развитию состояний, мониторинг и оценку проблем и их решений (новаций и инноваций), составление плана мероприятий, обеспечивающих переход к устойчивому инновационному развитию, и контроль хода его выполнения. Исследования Научной школы устойчивого развития позволяют сформулировать специальные естественнонаучные требования устойчивого развития к выбранной мере и критерию развития, существенно влияющие на точность результатов проектирования. Среди них [7, 10, 16]:

- **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.

Возникает необходимость формирования нормативной базы проектирования и управления устойчивым инновационным развитием, которая продиктована сложившейся проблемной ситуацией, крайне затрудняющей переход к устойчивому инновационному развитию, например:

- управление развитием опирается на информационную базу и нормативы, которые не удовлетворяют специальным требованиям устойчивого инновационного развития;
- отсутствует система сбора, комплексной обработки и использования статистических показателей, необходимых для формирования нормативной базы при решении управленческих задач в области устойчивого инновационного развития, что особенно важно в переходный период не только к устойчивому, но и ускоренному социально-экономическому развитию.

Разработана отвечающая перечисленным требованиям нормативная база на основе универсальных естественнонаучных измерителей социальных, экологических и экономических процессов, формализованная в систему базовых и специальных параметров

устойчивого инновационного развития с использованием физической меры «мощность» (табл.4) [3, 4].

Таблица 4. Формализованная система естественнонаучных индикаторов устойчивого развития.

№ п/п	Название	Условное обозначение	Единицы измерения	Формулы
1	Суммарное потребление природных энергоресурсов за определенный период времени (полная мощность)	$N(t)$	ватт (Вт, кВт, МВт, ГВт)	$N(t) = \sum_j^k \sum_{i=1}^3 N_{ij}(t),$ $N_{j1}(t), N_{j2}(t) \dots N_{j3}(t)$ - 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.
2	Конечный продукт за определенный период времени (полезная мощность)	$P(t)$	ватт (Вт, кВт, МВт, ГВт)	$P(t) = N(t) \cdot \eta(t) \cdot \varepsilon(t),$ $\eta(t)$ – обобщенный КПД технологий; $\varepsilon(t)$ – качество планирования; $\varepsilon(t) = 1$ (есть потребитель на произведенный продукт); $\varepsilon(t) = 0$ (отсутствует потребитель на произведенный продукт).
3	Потери мощности	$G(t)$	ватт (Вт, кВт, МВт, ГВт)	$G(t) = N(t) - P(t)$
4	Эффективность использования природных энергоресурсов	$\varphi(t)$	безразмерные единицы	$\varphi(t) = \frac{P(t)}{N(t)}$
5	Совокупный уровень жизни	$U(t)$	ватт/ человека	$U(t) = \frac{P(t)}{M(t)};$ $M(t)$ — численность населения.
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.
7	Качество жизни	$QL(t)$	ватт/ 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.

Проведенные исследования показывают, что использование естественнонаучных индикаторов обеспечивает единство языка субъекта и объекта управления устойчивым инновационным развитием и дает возможность соразмерять и соизмерять возможности и потребности систем любой природы и различного назначения, определять показатели устойчивого развития в терминах универсальных устойчивых мер.

Методики и технология проектирования устойчивого развития

Выделяются семь масштабных уровней социально-экономических объектов в системе «общество — природа» (рис. 2).

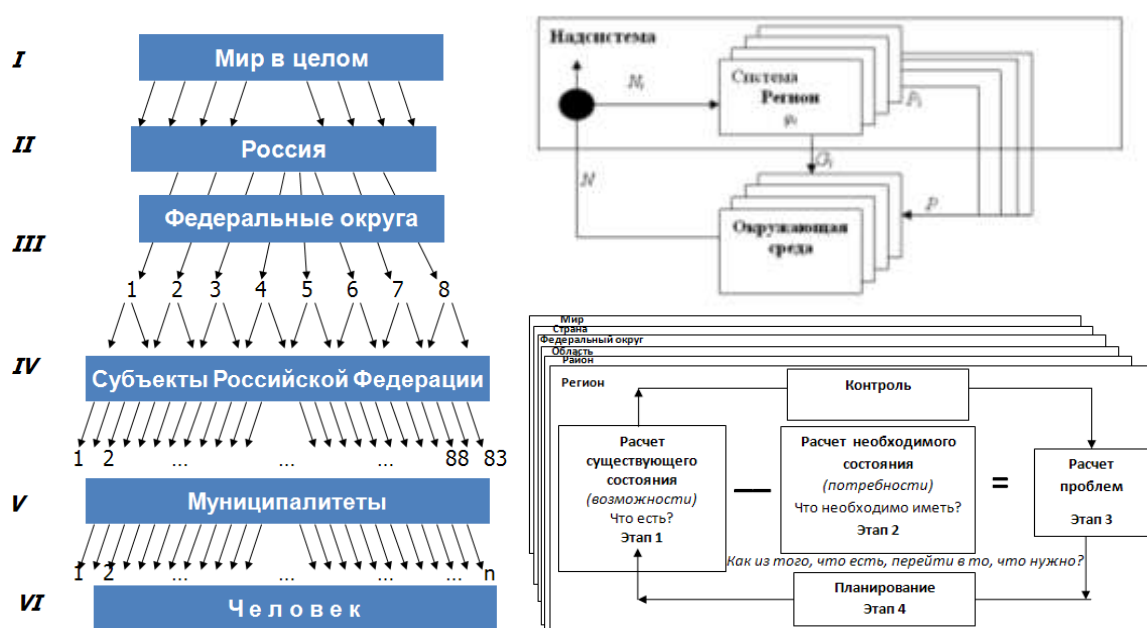


Рис. 2. Уровни и связи социально-экономических объектов в системе «общество — природа».

На основе базы первичных статистических данных (табл. 7.) рассчитываются базовые и специальные индикаторы устойчивого инновационного развития.

Таблица 5. Структура информации в соответствии с данными Мирового банка ООН.

№ п/п	Наименование параметра (условное обозначение)	Единицы измерения (условное обозначение)
1	Среднесуточное потребление продуктов питания на человека (C_c)	килокалории на человека в сутки (ккал/чел. в сутки)
2	Годовое потребление топлива (нефть, газ, уголь) на душу населения (N_2^0)	килограмм нефтяного эквивалента на человека в год (кг н.э. /чел.)
3	Годовое потребление электроэнергии на душу населения (N_3^0)	киловатт-час на человека в год (кВт·час/чел.)
4	Численность населения (M)	человек (чел.)

Анализ открытых источников международной и национальной статистики показал, что для расчета базовых показателей устойчивого развития, включая суммарное потребление

энергоресурсов (потребление мощности или полная мощность) и совокупный произведенный продукт в единицах мощности (производство мощности или полезная мощность), потери мощности, эффективность использования энергоресурсов (ЭИР), качество окружающей природной среды, уровень и качество жизни в единицах мощности, необходима статистическая информация по следующей структуре (табл. 6).

Таблица 6. Структура статистической информации (выборка).

№ п/п	Наименование показателя	Требования к единицам измерения	Источники международной и национальной статистики
1	Численность населения на конец год	человек	• Статистический сайт ООН • Годовые отчеты Всемирного Банка
2	Средняя продолжительность жизни на конец года	количество лет	• Статистический сайт ООН • Отдел статистики экономического и социального комитета ООН для стран Азии и Тихоокеанского региона (ЭСКАТО ООН) • Годовые отчеты Всемирного Банка
3	Валовой внутренний продукт (ВВП) на конец года	национальные денежные единицы (рубль)	• Статистический сайт ООН • Отдел статистики экономического и социального комитета ООН для стран Азии и Тихоокеанского региона (ЭСКАТО ООН) • Годовые отчеты Всемирного Банка
4	Суммарное потребление электроэнергии на душу населения за год	кВт·час/человек-год	• Статистический сайт ООН • Годовые отчеты Всемирного Банка
5	Суммарное потребление топлива (нефть, газ, уголь) за год	килограмм нефтяного эквивалента на человека в год тонны условного топлива/год	• Статистический комитет СНГ • Статистический сайт ООН • Годовые отчеты Всемирного Банка
6	Среднесуточное потребление продуктов питания на человека	ккал/человек-сутки	• Статистический сайт ООН • Базы данных Продовольственной организации при ООН • Годовые отчеты Всемирного Банка

Для иллюстрации технологии проектирования приведем методический пример оценки базовых показателей устойчивого развития (N , P , G , φ) на примере Республики Казахстан.

Первичная статистическая информация, используемая для оценки годового потребления топлива в единицах мощности, представлена в таблице 7.

Таблица 7. Годовое потребление топлива, тыс. т.у.т.

	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Республика Казахстан	100098	102805	115978	118693	125879

Годовое потребление топлива в единицах мощности получено с учетом коэффициент 1 тонна условного топлива (т.у.т.)/год = 929,1 Вт и представлено в таблице 8.

Таблица 8. Годовое потребление топлива в единицах мощности, ГВт.

	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Республика Казахстан	93,00	95,52	107,76	110,28	116,95

Первичная статистическая информация, используемая для расчета годового потребления электроэнергии в единицах мощности, представлена в таблице 9.

Таблица 9. Годовое потребление электроэнергии, млн. кВт·час.

	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Республика Казахстан	49849,00	48567,90	48268,20	51016,80	65193,30

Годовое потребление электроэнергии в единицах мощности получено с учетом коэффициента $1 \text{ кВт} \cdot \text{час/год} = 0,114 \text{ Вт}$ и представлено в таблице 10.

Таблица 10. Годовое потребление электроэнергии в единицах мощности, ГВт.

	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Республика Казахстан	5,68	5,54	5,50	5,82	7,43

Первичная статистическая информация, используемая для расчета годового потребления продуктов питания в единицах мощности, представлена в таблице 11.

Таблица 11. Численность населения, тыс. человек.

	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Республика Казахстан	15 074	15 219	15 396	15 671	15 776

По данным Комитета по статистике ООН и Всемирного банка для Республики Казахстан среднесуточное потребление продуктов питания на человека в сутки составляет: $C_c = 2720 \text{ ккал/чел. в сутки}$.

Годовое потребление продуктов питания в единицах мощности получено с учетом коэффициента $1 \text{ Вт} = 20,64 \text{ ккал/сутки}$ и представлено в таблице 12.

Таблица 12. Годовое потребление продуктов питания в единицах мощности, ГВт.

	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Республика Казахстан	1,99	2,01	2,03	2,07	2,08

Годовое суммарное потребление энергоресурсов в единицах мощности или потребление мощности (полная мощность) для Республики Казахстан за 2004 – 2008 гг. представлено в таблице 13.

Таблица 13. Годовое суммарное потребление энергоресурсов, ГВт.

	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Республика Казахстан	100,67	103,06	115,29	118,16	126,47

Для расчета на начальный период годового совокупного произведенного продукта в единицах мощности (производство мощности или полезная мощность) используются рекомендованные Статистической комиссией ООН средние значения коэффициентов полезного использования энергоресурсов: топливо — 0,25; электроэнергия — 0,8; для продукты питания — 0,05 (табл. 19).

Таблица 14. Годовой совокупный произведенный продукт, ГВт.

	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Республика Казахстан	27,90	28,41	31,44	32,33	35,29

Зная численные значения полной и полезной мощности, нетрудно эффективность использования энергоресурсов (табл. 15).

Таблица 15. Эффективность использования энергоресурсов.

	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Республика Казахстан	0,277	0,276	0,273	0,274	0,279

Анализируя расчеты, представим показатели устойчивого развития для Республики Казахстан в соответствии с Концепцией перехода Республики Казахстана к устойчивому развитию и в соответствии с реальными (расчетными) значениями индикаторов (установочных параметров) устойчивого развития в соответствии с данными Агентства Республики Казахстан по статистике на 2006 – 2008 гг. [12] (табл. 16).

Таблица 16. Показатели устойчивого развития (Республика Казахстан, 2006 – 2008 гг.) [12].

№ п/п	Показатели устойчивого развития	2006 г.		2007 г.		2008 г.	
		Данные в соответствии с Концепцией	Реальные (расчетные) данные	Данные в соответствии с Концепцией	Реальные (расчетные) данные	Данные в соответствии с Концепцией	Реальные (расчетные) данные
1	Численность населения, млн. человек	15,2	15,4	15,35	15,67	15,5	15,78
2	Средняя продолжительность жизни, лет	66,86	66,2	67,2	66,3	67,53	67,1
3	Годовое суммарное потребление энергоресурсов в единицах мощности (потребление мощности или полная мощность), ГВт	104,33	115,29	114,77	118,16	122,3	126,47
4	Годовой совокупный произведенный продукт в единицах мощности (производство мощности или полезная мощность), ГВт	32,34	31,44	35,58	32,33	39,14	35,29
5	Годовые потери мощности (мощность потерь), ГВт	71,99	83,84	79,19	85,83	83,16	91,18
6	Эффективность использования энергоресурсов, безразмерные единицы	0,31	0,2727	0,31	0,2736	0,32	0,279
7	Качество окружающей природной среды, безразмерные единицы	0,91	0,89	0,91	0,98	0,95	0,94
8	Совокупный уровень жизни в единицах мощности, кВт/человека	2,13	2,04	22,32	2,06	2,52	2,24
9	Качество жизни в единицах мощности, кВт/человека	1,29	1,2	1,42	1,34	1,62	1,41

Для визуализации (картирования) результатов проектирования регионального устойчивого развития российско-казахстанским научным коллективом (Научная школа устойчивого развития, Международный университет природы, общества и человека «Дубна», Казахский национальный университет им. аль-Фараби) разработан электронный атлас индикаторов устойчивого развития (<http://lt-gis.ru/>), который содержит геопространственные данные, объединенные в тематические слои [8, 11]:

- **Мир** (включая значения индикаторов по 100 странам мира за период 1998 – 2010 годы);
- **Россия** (тематические карты по федеральным округам, областям и районам);
- **Казахстан** (в региональном и отраслевом разрезе).

Примеры тематических слоев карты Мира, карты России и Казахстана по некоторым индикаторам устойчивого развития представлены ниже (рис. 3 — 6).

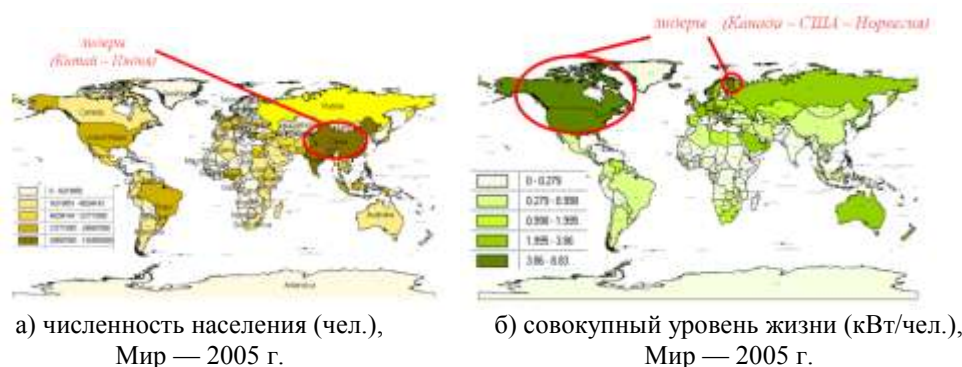


Рис. 3. Карты индикаторов регионального устойчивого развития, Мир — 2005 г.

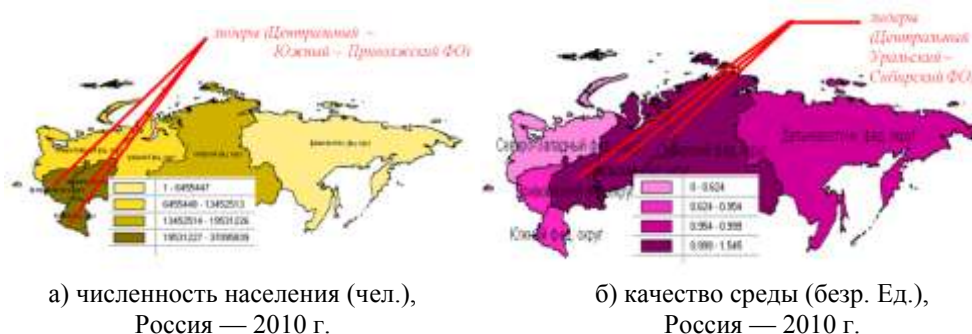


Рис. 4. Карты индикаторов регионального устойчивого развития, Россия — 2010 г.



Рис. 5. Карта индикатора качества жизни (руб./чел.), Южный ФО РФ — 2008 г.



Рис. 6. Таблицы индикатора устойчивого развития Республики Казахстан (региональный и отраслевой уровни), <http://lt-gis.ru/>.

Расчет и анализ системы естественнонаучных индикаторов устойчивого инновационного развития показал [7, 8, 11, 12], что на 2007 год по годовому суммарному потреблению энергоресурсов в единицах мощности Республика Казахстан занимает 20-е место среди 48 стран мира (табл. 17).

Таблица 17. Рейтинг стран по суммарному потреблению энергоресурсов, 2007 г.

Место	Страна	Значение годового суммарного потребления энергоресурсов в единицах мощности на 2007 год, ГВт
1	США	3933,42
2	Китай	3365,33
3	Россия	1103,62
4	Индия	1070,51
5	Япония	891,74
6	Германия	564,17
7	Канада	462,44
8	Франция	449,81
9	Бразилия	418,22
10	Великобритания	360,82
...	...	...
20	Казахстан	118,16
...	...	...

В тоже время по эффективности использования энергоресурсов на 2007 г. Республика Казахстан занимает 43-е место среди рассмотренных 48 стран (табл. 18).

Таблица 18. Рейтинг стран по эффективности использования энергоресурсов, 2007 г.

Место	Страна	Значение эффективности использования энергоресурсов на 2007 год, безразмерные единицы
1	Швеция	0,34
2	Финляндия	0,33
3	Швейцария	0,33
4	Канада	0,32
5	Япония	0,32
...	...	...
10	США	0,31
...	...	...
43	Казахстан	0,27

Прогноз целевых параметров на примере Республики Казахстан

Президент Республики Казахстан Н.А. Назарбаев назвал устойчивое развитие «формулой выживания Человечества», обратив внимание на то, что «Казахстан будет страной, брэндом которого станет устойчивое развитие. Будущее свободной страны — в фундаментальном образовании и передовой науке». Своим Указом №216 от 14.XI.2006 г. одобрил Концепцию устойчивого развития Казахстана, конкретизированную в глобальной энергоэкологической Стратегии устойчивого развития на XXI век.

Проведенный анализ показал, что сценарий устойчивого развития Республики Казахстан до 2030 года является наиболее сбалансированным и эффективным для обеспечения условий перехода к устойчивому развитию и вхождения страны в число 50 стран-лидеров.

Реализация стратегии устойчивого инновационного развития предполагает наличие новаций, а значит их мониторинг, оценку и реализацию с экономическим эффектом.

Мониторинг новаций: параметрический образ

Мониторинг идей и технологий представляет собой технологическое средство обнаружения новых идей, появляющихся в обществе. Понятие «мониторинг» (от английского monitoring, в переводе — «отслеживание», на базе латинского корня monitor — «напоминающий, предостерегающий») стало общепризнанным как в науке, так и в других областях общественной практики. В настоящее время он изучается и используется и в технических, в социальных науках, и в различных сферах практической деятельности.

Сложность мониторинга новаций заключается в том, что новации описаны на разных, как правило, неформализованных языках, не согласованных с формализованным принципом (критерием) устойчивого развития.

Проведенный анализ показал, что существующие Интернет-базы и подобные специализированные ресурсы обладают рядом недостатков, которые мешают созданию эффективной системы мониторинга и управления новациями: в них отсутствует целостный семантико-параметрический образ новаций; отсутствует фильтрация новаций с позиций требований устойчивого развития. Как убедительно показано в отечественных и зарубежных публикациях, существующие банки новаций не дают возможность осуществлять научную экспертизу новаций в среде объектов управления устойчивым инновационным развитием.

Для решения этих проблем разработан классификатор новаций, учитывающий параметры устойчивого развития и удаленность от эффекта (табл. 24).

Таблица 19. Классификатор новаций.

Классы новаций	N (1)	η (2)	ε (3)
Нематериализованные новации (класс А): есть описание новации, отсутствует опытный и промышленный образец	A1	A2	A3

Материализованные новации (класс В): существует опытный или промышленный образец, отсутствует потребитель(и), который(ые) используют производимый с использованием новации продукт для удовлетворения потребностей	В1	В2	В3
Реализованные новации (инновации) (класс Е): существует опытные или промышленный образец, есть потребитель(и), который(ые) используют производимый с использованием новации продукт для удовлетворения потребностей	Е1	Е2	Е3

Выделены три крупных класса новаций:

- А1, В1, Е1 — классы новаций, связанных с новыми носителями энергии (N).
- А2, В2, Е2 — классы новаций, связанных с повышением обобщенного коэффициента совершенства технологии;
- А3, В3, Е3 — классы новаций, связанных с повышением качества планирования (коэффициента наличия (отсутствия) потребителя).

Формализация задачи мониторинга новаций построена на основе обобщенного коэффициента потенциальной эффективности новаций (κ), который связан с технологическими возможностями регионального объекта (ϕ) и вычисляется по формуле:

$$\kappa(t) = \frac{b_{ji}(t)}{g_{ji}(t)} \quad (1)$$

где i — производственные процессы в проектируемом объекте $i = 1, 2, \dots, m$;

$b_{ji}(t)$ — расход энергии на производство единицы j -ой продукции в единицу времени в i -м производственном процессе с учетом существующих технологических возможностей в проектируемом региональном объекте;

$g_{ji}(t)$ — расход энергии на производство единицы j -ой продукции в единицу времени в i -м производственном процессе с учетом технологических возможностей новации в том же проектируемом объекте.

Обобщенный коэффициент потенциальной эффективности новации (κ) показывает, во сколько раз можно уменьшить фактический расход ресурсов на производство единицы j -й продукции с заданными свойствами с использованием новации в проектируемом региональном объекте.

В качестве примера рассмотрим комбинированные силовые установки, которые специалисты НТЦ «РЭЭТ» предлагают использовать на автомобилях разного назначения, а также железнодорожном транспорте (рис. 7) [4, 5].

100%		100%	
36% энергия отработавших газов	22% тепловая энергия, потерянная через стенки цилиндров в охлаждающую воду	36% энергия отработавших газов	22% тепловая энергия, потерянная через стенки цилиндров в охлаждающую воду
	7% потери на трение		7% потери на трение
33% тепловая энергия, потерянная через стенки цилиндров в охлаждающую воду	71% энергия на коленчатом валу	22% тепловая энергия, потерянная через стенки цилиндров в охлаждающую воду	71% энергия на коленчатом валу
7% потери на трение		7% потери на трение	
24% энергия на коленчатом валу		35% энергия на коленчатом валу	
A		B	

A — бензиновый двигатель до и после модернизации B — дизельный двигатель до и после модернизации

Схема комбинированной установки: двигатель внутреннего сгорания небольшой мощности, работающий в постоянном режиме, вращает генератор, который питает тяговый электромотор. Излишки энергии, вырабатываемой генератором при разных режимах движения, поступают в ёмкость-накопитель и затем, по мере надобности, расходуются при разгонах или затяжных подъемах.

Рис. 7. Распределение потока энергии, сгорающего в двигателе топлива (до и после модернизации).

Рассмотрим значение обобщенного коэффициента потенциальной эффективности комбинированной установки на условном примере работы дизельного двигателя до и после модернизации для времени t :

До модернизации: После модернизации:

- Суммарное потребление топлива: $N(t) = 1$ ватт; $N(t) = 1$ ватт;
- Потери в процессе сгорания топлива: $G(t) = 0,65$ ватт; $G(t) = 0,23$ ватт;
- Поток энергии на коленчатом валу за время t : $P(t) = 0,35$ ватт; $P(t) = 0,71$ ватт;

Таким образом, для производства 1 ватта, используемого на коленчатом валу, за время t суммарное энергопотребление в дизельном двигателе равно 2,86 ватта и 1,4 ватта соответственно до и после модернизации. Коэффициент потенциальной эффективности комбинированной силовой установки для дизельного двигателя составит:

$$\kappa = 2,86 \text{ ватта} / 1,4 \text{ ватт} \approx 2.$$

Это означает, что фактический расход топлива в дизельном двигателе может быть сокращен в два раза.

Ниже в таблице 20 показаны обобщенные коэффициенты потенциальной эффективности новаций, рассчитанные по методике Научной школы устойчивого развития [4, 5].

Таблица 20. Параметрические образы новаций и инноваций.

№ п/п/	Новации - инновации	Обобщенный коэффициент потенциальной эффективности новаций ¹
1	Энергоэффективные (гибридные) технологии жизнеобеспечения (экожилье)	6 — 7
2	Технология струнного транспорта (СТЮ)	6 — 7
3	Технология управления параметрами воды	3 — 4
4	Волновые технологии повышения нефтеотдачи	3 — 5

Правила сбора и анализа семантической информации о новациях

Информация о новациях представляет собой словесное описание в форме семантического образа. Для обработки словесной информации существуют разные подходы. Как правило, они связаны с методами нечеткой логики, цель которых заключается в том, чтобы определить количественное значение выходных переменных. При таком подходе, как правило, не обеспечивается физическая соразмерность и соизмеримость входных и выходных параметров, что может приводить к нежелательным последствиям.

По этой причине предлагается использовать методику многоуровневой семантико-параметрической фильтрации по трем этапам (рис. 8):

1. Автоформализация – процесс заполнения семантического образа новаций по предложенной структуре;
2. Многоуровневая фильтрация – формирование параметрического образа новации в среде конкретного региона;
3. Проектирование проблемно-ориентированных баз новаций.

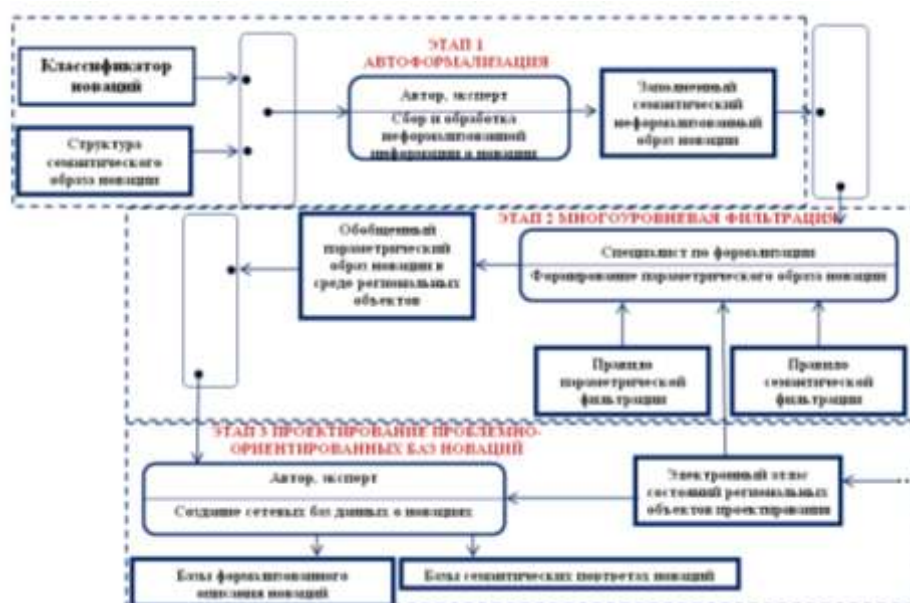


Рис. 8. Общая схема и этапы формализации задачи мониторинга новаций.

¹Обобщенный коэффициент потенциальной эффективности новаций показывает, во сколько раз можно уменьшить фактическое потребление ресурсов (выраженных в единицах мощности) на производство единицы продукции с использованием новации, то есть показывает потенциальный эффект, выраженный в универсальной мере «мощность» [4, 5].

Правила сбора информации в сети Интернет предполагают поиск ответов на вопросы, формирующие семантический образ новации, содержащий численные значения параметрического образа и его обоснование, включая разделы (рис. 9):

- *Цель: Зачем?* Указание на решение конкретных проблем.
- *Причина: Почему?* Какие негативные тенденции (проблемы) явились причиной новации?
- *Субъект: Кто?* Автор(ы) новации. Правообладатель.
- *Объект: Что?* С какими производственными процессами связана новация? Технологические возможности новации в *i*-м производственном процессе.
- *Место: Где?* Где уже применяется новация? Потребители новации.
- *Время: Когда?* Существует ли опытный или промышленный образец новации? Сколько времени требуется для создания опытного или промышленного образца и внедрения новации в производственный процесс на одном производственном объекте?
- *Технология: Как?* По каким правилам происходят изменения в производственном процессе?
- *Стоимость: Сколько?* Расходы на производство и реализацию новации на одном производственном объекте?

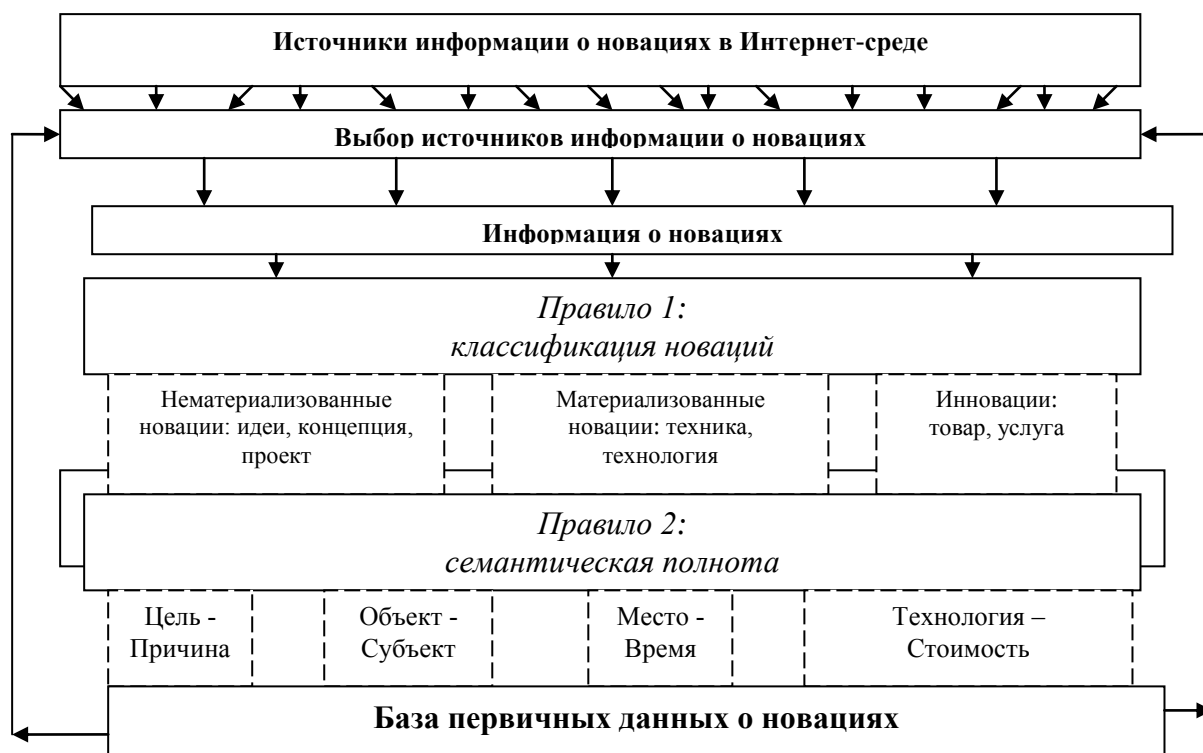


Рис. 9. Общая схема сбора информации.

Семантическая фильтрация информации о новациях отражает требования со стороны предмета (новации) и объекта проектирования [4, 5, 7]. Рассмотрим особенности семантической фильтрации информации на примере условного объекта с диапазоном планирования 5 лет, включая новации (табл. 21):

- Информационная технология частотно-резонансной синхронизации в области индивидуального здоровья «DETA»;
- Система управления параметрами воды под воздействием электрического тока и напряжения В.В. Устюгова;
- Проект «Энергоэффективный дом на базе автономных систем энергообеспечения и возобновляемых источников энергии» В.Т. Тайсаевой.

Проведенный анализ показал, что ни одна из рассмотренных новаций не попала в группу не рекомендованных к реализации новаций.

Таблица 21. Примеры семантической фильтрации информации о новациях.

	(1) Существует ли промышленный или опытный образец новации?		(2) Существует потребитель, который использует производимый с использованием новации продукт для удовлетворения своих потребностей или решения проблем?		(3) Время реализации новации находится в установленном диапазоне планирования (5 лет)?		(4) Удовлетворяет требованиям устойчивого инновационного развития: • продукт, производимый с использованием новации, востребован и доступен в процессе жизнедеятельности	
	ДА	НЕТ	ДА	НЕТ	ДА	НЕТ	ДА	НЕТ
Информационная технология «DETA»	+		+					
Система управления параметрами воды	+		+					
Проект «Энерго-эффективный дом»		+			+			+

Заключение

1. Технология проектирования регионального устойчивого развития с использованием универсальных мер—величин дает возможность проектировать устойчивое развитие на всех уровнях и этапах с визуализацией результатов в рамках ГИС.
2. Разработаны параметры, правила сбора и анализа информации о новациях в целях мониторинга и оценки новаций в проектировании устойчивого развития.
3. Предложенная модель мониторинга новаций дает возможность осуществлять сбор, обработку и структуризацию неформализованной информации, многоуровневую фильтрацию и проектирование проблемно-ориентированных баз новаций в среде проектируемого объекта с использованием универсальных системных мер.
4. Факт наличия идей является необходимым, но не достаточным условием развития. Механизм реализации идей имеет свои специфические организационные формы и систему функций: мониторинг; экспертиза идеи и технологий; капитализация и внедрение.

Литература

1. Байзаков С.Б. Вопросы и ответы: может ли энергия стать мерой валют//Экономика. Финансы. Исследования (ЭФИ): вып. № 2(18). – Астана, 2010. – с. 49 – 61.
2. Большаков Б.Е. Законы сохранения и изменения в биосфере – ноосфере. – М.: ВНИИСИ, 1990.
3. Большаков Б.Е. Наука устойчивого развития. Книга I. Введение. — М.: РАЕН, 2011. — 256 с.
4. Большаков Б.Е., Кузнецов О.Л. Инженерия устойчивого развития. – М.: РАЕН, 2012. – 507 с.
5. Большаков Б.Е., Сальников В.Г. Проблема соизмерения безопасности и устойчивого развития на основе общих законов природы: идолы и идеалы//Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление: том 8 вып. №1(14) (2012), с. 20-66. URL: <http://rypravlenie.ru/>.
6. Большаков Б.Е., Шамаева Е.Ф. Мониторинг и оценка новаций в проектировании регионального устойчивого инновационного развития с использованием измеримых величин//Научно-технические ведомости СПбГПУ. — 2011. — № 5. – С. 133 — 142.
7. Большаков Б.Е., Шамаева Е.Ф. Мониторинг и оценка новаций: формализация задач в проектировании регионального устойчивого инновационного развития. – Palmarium Academic Publishing (Германия), 2012. – 216 с.
8. Кирпичева Е.Ю., Шамаева Е.Ф. Применение геоинформационных технологий для визуализации индикаторов устойчивого развития//Геоинформатика: вып. №1 (2012). — М.: ВНИИГеосистем, 2012. – с. 29 – 35.
9. Кузнецов О.Л., Большаков Б.Е. Научные основы проектирования в системе природа – общество – человек. Часть 1. Мировоззрение устойчивого развития: учебное пособие. — М.: РАЕН, 2013. — 217 с.
10. Кузнецов О.Л., Большаков Б.Е. Устойчивое развитие: научные основы проектирования в системе «природа-общество-человек»: учебное пособие. — Санкт – Петербург: Гуманистика, 2002. – 616 с.

11. Сальников В.Г., Шамаева Е.Ф. Электронный атлас энергоэкологических показателей устойчивого развития стран Евразийского пространства//Устойчивое развитие: наука и практика: вып. №1(8) (2012), с. 20-49. URL: <http://yrazvitie.ru/?p=1046>.
12. Слажнева Т.И., Брагин А.Г., Большаков Б.Е. и др. Показатели и индикаторы устойчивого развития РК. Навстречу Третьему Всемирному Саммиту по устойчивому развитию. — Астана: ЦОЗиЭП, 2011. — 294 с.
13. Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies. Second edition. - United Nations, 2001. — 320 p.
14. Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies. Third edition. – New York: United Nations, 2007. — 93 p.
15. Kuznetsov O.L., Bolshakov B.E. Russian Cosmism, Global Crisis, Sustainable Development // Устойчивое развитие: наука и практика: вып. №1 (13). – [Электронный ресурс], URL: www.yrazvitie.ru/?p=1169, свободный. — 2013.
16. Kuznetsov O.L., Bolshakov B.E. Sustainable development: natural and scientific principles. – St. Petersburg – Moscow – Dubna, 2002 – 639 p.
17. Kuznetsov O.L., Bolshakov B.E. Sustainable development: natural and scientific principles. Summary. – Dubna, 2002 – 40 p.

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