

УДК 332.14

## СИСТЕМА ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ИНДИКАТОРОВ УСТОЙЧИВОГО ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ НА ПРИМЕРЕ РОССИИ И РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Большаков Борис Евгеньевич, доктор технических наук, профессор, академик РАЕН, заведующий кафедрой устойчивого инновационного развития ГБОУ ВО МО «Университет «Дубна», со-руководитель Международной научной школы устойчивого развития им. П.Г. Кузнецова

Шамаева Екатерина Федоровна, кандидат технических наук, доцент кафедры устойчивого инновационного развития ГБОУ ВО МО «Университет «Дубна», член Международной научной школы устойчивого развития им. П.Г. Кузнецова

### Аннотация

*В статье дается постановка проблемы разработки системы естественнонаучных индикаторов устойчивого развития, иллюстрируется методика расчета индикаторов на примерах России и Казахстана, раскрываются возможности их картирования. На основе прогнозных сценариев строятся модели индустриально-инновационного, устойчивого инновационного и устойчивого развития страны. Отмечаются перспективы развития технологии проектирования устойчивого развития регионов, отраслей и предприятий посредством подготовки компетентных кадров в области устойчивого инновационного развития и автоматизации проектирования.*

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** устойчивое инновационное развитие, проектирование и управление в системе «природа – общество – человек», естественнонаучные индикаторы устойчивого развития, Научная школа устойчивого развития.

## SYSTEM OF NATURAL-SCIENCE INDICATORS OF SUSTAINABLE INNOVATIVE DEVELOPMENT ON THE EXAMPLE OF RUSSIA AND THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Bolshakov Boris Evgenievich, Doctor of Technical Sciences, professor, full member of RANS, head of Sustainable Innovative Development Department of “Dubna” University, co-head of International scientific school of sustainable development n.a. P.G. Kuznetsov

Shamaeva Ekaterina Fedorovna, Candidate of Technical Sciences, docent of Sustainable Innovative Development Department of “Dubna” University member of International scientific school of sustainable development n.a. P.G. Kuznetsov

### Abstract

*The article states a problem of development of the system of natural-science indicators of sustainable development, as well as provides the method of calculation of indicators on the example of Russia and Kazakhstan. It also reveals the possibilities of indicators' mapping. The article contains models of industrial, innovative, sustainable innovative and sustainable development of the countries based on scenario prognosis. The work also notes the prospects of devising the sustainable development design technology for regions, branches and enterprises by means of preparation of competent specialists in the field of sustainable innovative development and CAD systems.*

**KEYWORDS:** sustainable innovative development, design and management “nature – society – human” system, natural-science indicators of sustainable development, Scientific school of sustainable development.

### 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).

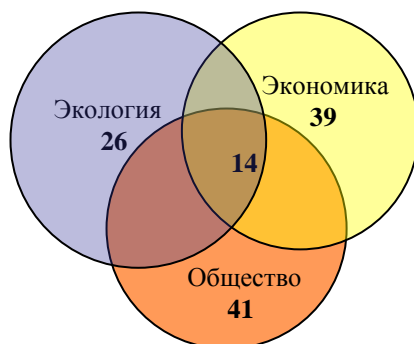


Рис. 1. Индикаторы устойчивого развития

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 <sup>3</sup> , литры, тонны га, км <sup>2</sup> тонн/год
Социальные индикаторы, Плотность населения, Продолжительность жизни, Рождаемость/смертность в год	чел./км <sup>2</sup> 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 <sup>3</sup>
	пахотные земли	гектары
	эмиссия CO <sub>2</sub>	тонны
	территория, подверженная опустыниванию	гектары
	водные ресурсы	м <sup>3</sup> , литры
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 <sub>2</sub>
	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.

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.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.



Система универсальных естественнонаучных индикаторов устойчивого развития нашла применение и на практике. Так в соответствии с Концепцией перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007 – 2024 гг., которую среди множества разработанных в мире концепций и стратегий управления устойчивым развитием отличают научная обоснованность и измеримость параметров, было предложено использование установочных параметров: численность населения (табл. 5—6), средняя продолжительность жизни, средняя нормированная продолжительность жизни, суммарное потребление энергоресурсов страны в мире (потребление мощности), совокупное производство товаров и услуг страны в мире и ее регионов (в пересчете на единицы мощности — производство мощности), эффективность использования (преобразования) природных энергоресурсов в процессе производства в регионах, отраслях и предприятиях и др.

Кроме того, один из важных параметров устойчивого развития — это численность населения как показатель социального могущества страны в мире. Динамика численности населения на примере России, Республики Казахстан и Индии представлена в таблицах 5—6.

Таблица 5. Численность населения, человек

	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.
Россия	146303000	145949580	145299690	144599447	143849574
Республика Казахстан	14865610	14851059	14 866 837	14 951 200	15 074 767
Индия	1015923000	1032473426	1048640721	1064398612	1079721194

Таблица 6. Годовые темпы роста (убыли) населения, в процентах к предыдущему году

	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.
Россия	-0,0041	-0,24157	-0,44528	-0,48193	-0,51859
Республика Казахстан	-0,09788	0,106242	0,5674576	0,8264688	0,9587147
Индия	1,69236	1,629102	1,56588	1,502697	1,439553

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).

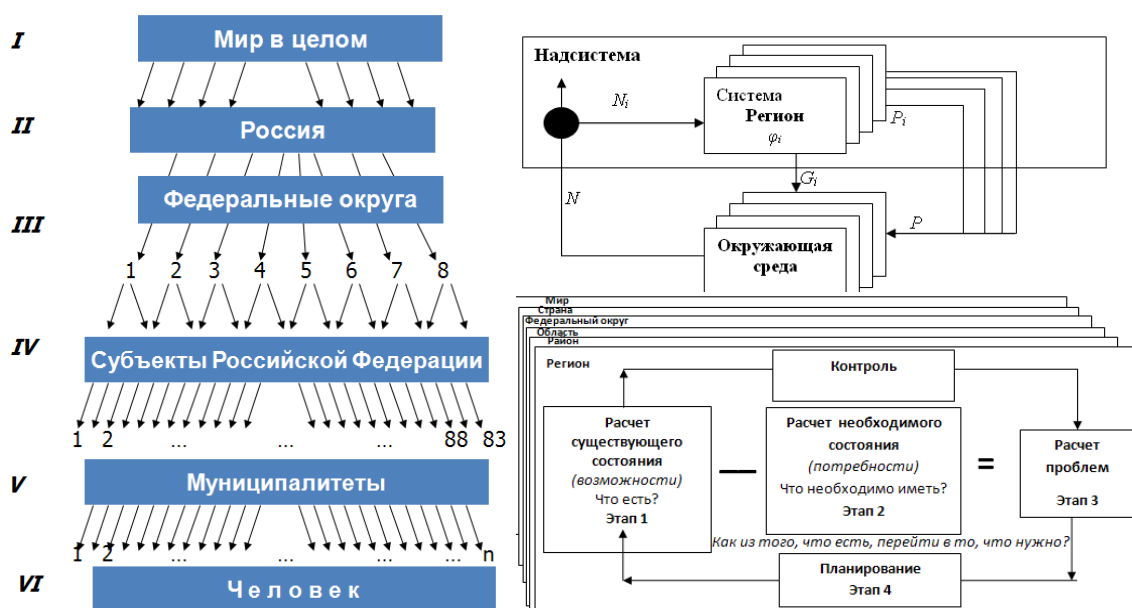


Рис. 2. Уровни и связи социально-экономических объектов в системе «общество — природа»

На основе базы первичных статистических данных (табл. 7) рассчитываются базовые и специальные индикаторы устойчивого инновационного развития (табл. 8).

Таблица 7. 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 ( $N^0_2$ )	килограмм нефтяного эквивалента на человека в год (кг н.э. /чел.)
3	Годовое потребление электроэнергии на душу населения ( $N^0_3$ )	киловатт-час на человека в год (кВт·час/чел.)
4	Численность населения ( $M$ )	человек (чел.)

Приведем пример расчета полной мощности на условном примере, включив в состав потребляемых разнородных ресурсов: продукты питания, электроэнергию, топливо для машин, корм для скота и растений.

Результаты расчетов показаны в таблице 8.

Таблица 8. Расчет полной мощности на условном примере

Потребляемый ресурс	Кол-во/ед.измер./	Переводные коэффициенты	Полная мощность в МВт
<b>Продукты питания</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Хлеб;</li> <li>• Мясо;</li> <li>• Рыба;</li> <li>• Овощи.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 400 гкал</li> <li>• 600 гкал</li> <li>• 800 гкал</li> <li>• 600 гкал</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 Вт = 20 ккал/сутки</li> <li>1 кВт = 1000 Вт</li> <li>1 МВт — 1000 кВт</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>20 МВт</li> <li>30 МВт</li> <li>40 МВт</li> <li>30 МВт</li> </ul> <p style="text-align: right;"><b>Итого: 120 МВт</b></p>
<b>Топливо для машин</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Нефть;</li> <li>• Газ;</li> <li>• Уголь;</li> <li>• Электроэнергия;</li> <li>• Ядерная;</li> <li>• Солнечная;</li> <li>• Ветреная.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1000 тонн;</li> <li>• 2000 тонн;</li> <li>• 5000 тонн;</li> <li>• 1000 тонн;</li> <li>• 300 тонн;</li> <li>• 100 тонн;</li> <li>• 10 тонн.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 т = <math>11 \cdot 10^6</math> ккал</li> <li>1 т = <math>11 \cdot 10^6</math> ккал</li> <li>1 т = <math>3 \cdot 10^6</math> ккал</li> <li>1 Вт · час = 0,9 ккал</li> <li>1 Вт = 1 джоуль/сек</li> <li>1 Вт · час = 3600 Дж</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>110 МВт</li> <li>200 МВт</li> <li>150 МВт</li> <li>100 МВт</li> <li>30 МВт</li> <li>10 МВт</li> <li>1 МВт</li> </ul> <p style="text-align: right;"><b>Итого: 601 МВт</b></p>
<b>Корм для животных и растений</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Биокорма;</li> <li>• Вода;</li> <li>• Удобрения.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1000 тонн</li> <li>10000 литров</li> <li>100 тонн</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 т — 4 МВт</li> <li>1 Вт = <math>2 \cdot 10^{-2}</math> л/сутки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 МВт</li> <li>10 МВт</li> <li>0,4 МВт</li> </ul> <p style="text-align: right;"><b>Итого: 14,4 МВт</b></p>
$N = 120 \text{ МВт} + 601 \text{ МВт} + 14,4 \text{ МВт} = 735,4 \text{ МВт}$			

В данном примере хорошо видно, что разнородные ресурсы, приведенные к единицам мощности, могут складываться и выражаться одним числом, что очень важно в ситуации сравнения несопоставимых (разнородных) показателей, численные значения которых не подлежат операции суммирования.

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. 9).

Таблица 9. Структура статистической информации (выборка)

№ п/п	Наименование показателя	Требования к единицам измерения	Источники международной и национальной статистики
1	Численность населения на конец год	человек	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Статистический сайт ООН</li> <li>• Годовые отчеты Всемирного Банка</li> </ul>
2	Средняя продолжительность жизни на конец года	количество лет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Статистический сайт ООН</li> <li>• Отдел статистики экономического и социального комитета ООН для стран Азии и Тихоокеанского региона (ЭСКАТО ООН)</li> <li>• Годовые отчеты Всемирного Банка</li> </ul>

№ п/п	Наименование показателя	Требования к единицам измерения	Источники международной и национальной статистики
3	Валовой внутренний продукт (ВВП) на конец года	национальные денежные единицы (рубль)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Статистический сайт ООН</li> <li>• Отдел статистики экономического и социального комитета ООН для стран Азии и Тихоокеанского региона (ЭСКАТО ООН)</li> <li>• Годовые отчеты Всемирного Банка</li> </ul>
4	Суммарное потребление электроэнергии на душу населения за год	кВт·час/человек-год	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Статистический сайт ООН</li> <li>• Годовые отчеты Всемирного Банка</li> </ul>
5	Суммарное потребление топлива (нефть, газ, уголь) за год	килограмм нефтяного эквивалента на человека в год тонны условного топлива/год	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Статистический комитет СНГ</li> <li>• Статистический сайт ООН</li> <li>• Годовые отчеты Всемирного Банка</li> </ul>
6	Среднесуточное потребление продуктов питания на человека	ккал/человек-сутки	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Статистический сайт ООН</li> <li>• Базы данных Продовольственной организации при ООН</li> <li>• Годовые отчеты Всемирного Банка</li> </ul>

Приведем пример, дающий возможность увидеть динамику изменения базовых и специальных параметров устойчивого инновационного развития.

В таблице 10 показано суммарное потребление энергоресурсов (полная мощность) на примере России.

**Таблица 10. Россия, суммарное потребление энергоресурсов (1998-2004 гг.)**

Россия		1998 г.	2000 г.	2002 г.	2004 г.
Потребление топлива (кг н.э на душу населения)	$N$ (топл), исх.	3957	4196	4252	4424
Потребление электроэнергии (кВт·час/чел)	$N$ (эл.энер), исх.	4874	5209	5305	5480
Потребление продуктов питания (ккал/чел в сутки)	$N$ (н.н), исх.	2900	2900	2900	2900
Потребление топлива в единицах мощности	$N$ (топл), ГВт	848,67	896,28	902,01	936,69
Потребление электроэнергии в единицах мощности	$N$ (эл.энер), ГВт	81,62	86,88	87,87	92,52
Потребление продуктов питания в единицах мощности	$N$ (н.н), ГВт	20,64	20,56	20,42	20,21
Годовое суммарное потребление энергоресурсов в единицах мощности	$N$ , ГВт	950,9	1003,7	1010,3	1049,4

Здесь очень хорошо видны доли разных ресурсов в полной мощности страны. При полной мощности, равной 1049,4 ГВт в 2004 г., доля электроэнергии составила около 9,1 %, топлива — 89,3 %, пищи — около 1,6 %.

В то же время само по себе потребление ресурсов еще ничего не говорит об эффективности производства — его реальных возможностях.

По этой причине рассмотрим меру совокупного произведенного продукта за определенное время (например, за год), выраженного в единицах мощности.

Зная суммарное потребление природных энергоресурсов объекта и принимая рекомендуемые статистической комиссией ООН средние значения КПД технологий в производстве электроэнергии за 80%, в производстве всех видов топлива для машин и механизмов за 25% и в производстве продуктов питания за 5%, можно определить произведенную объектом полезную мощность на начальный год, т.е. год, принятый в качестве исходного.

В таблице 11 представлены результаты расчета совокупного производства в России в единицах мощности (полезная мощность).

**Таблица 11. Совокупное производство (полезная мощность) России (2007-2012 гг.)**

Россия		2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Годовое суммарное потребление энергоресурсов в ед. мощности	$N, ГВт$	1092,9	1110,4	1099,3	1088,3	1105,7	1123,4
Годовое совокупное производство в ед. мощности	$P, ГВт$	320,6	326,3	323,1	319,8	325,3	330,8
Мощность потерь	$G, ГВт$	772,4	784,1	776,2	768,5	780,5	792,6
Эффективность использования ресурсов (энергоэффективность)	$\varphi$ , безр. Ед.	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29

Для иллюстрации технологии проектирования приведем еще один методический пример оценки базовых показателей устойчивого развития ( $N$ ,  $P$ ,  $G$ ,  $\varphi$ ) на примере Республики Казахстан.

Первичная статистическая информация, используемая для оценки годового потребления топлива в единицах мощности, представлена в таблице 12.

Таблица 12. 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 13.

Таблица 13. 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 14.

Таблица 14. 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 кВт · час/год = 0,114 Вт и представлено в таблице 15.

Таблица 15. 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 16.

Таблица 16. 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:  $C_c = 2720$  ккал/чел. в сутки.

Годовое потребление продуктов питания в единицах мощности получено с учетом коэффициента 1 Вт = 20,64 ккал/сутки и представлено в таблице 17.

Таблица 17. 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 18.

Таблица 18. Годовое суммарное потребление энергоресурсов, ГВт

	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
<b>Республика Казахстан</b>	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 продуктов питания — 0,05 (табл. 19).

Таблица 19. Годовой совокупный произведенный продукт, ГВт

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

Зная численные значения полной и полезной мощности, нетрудно эффективность использования энергоресурсов (табл. 20).

Таблица 20. Эффективность использования энергоресурсов

	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
<b>Республика Казахстан</b>	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. 21).

**Таблица 21. 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).

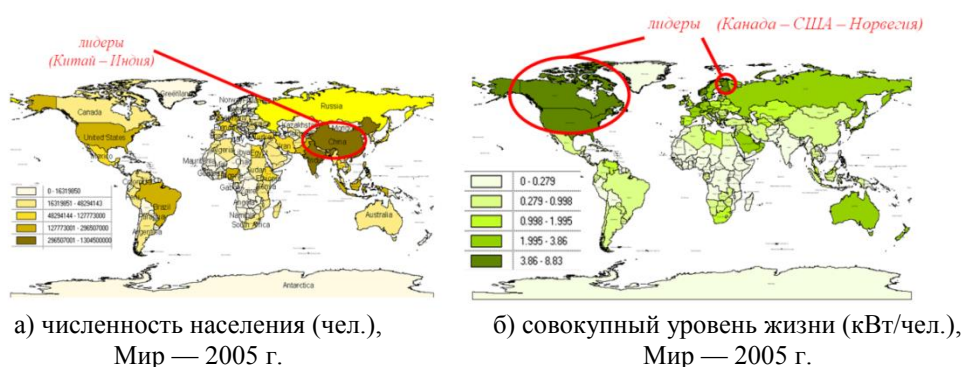


Рис. 3. Карты индикаторов регионального устойчивого развития, Мир — 2005 г.

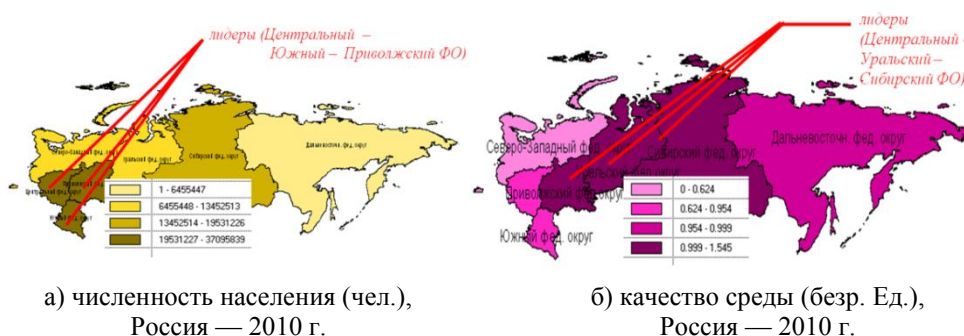


Рис. 4. Карты индикаторов регионального устойчивого развития, Россия — 2010 г.



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

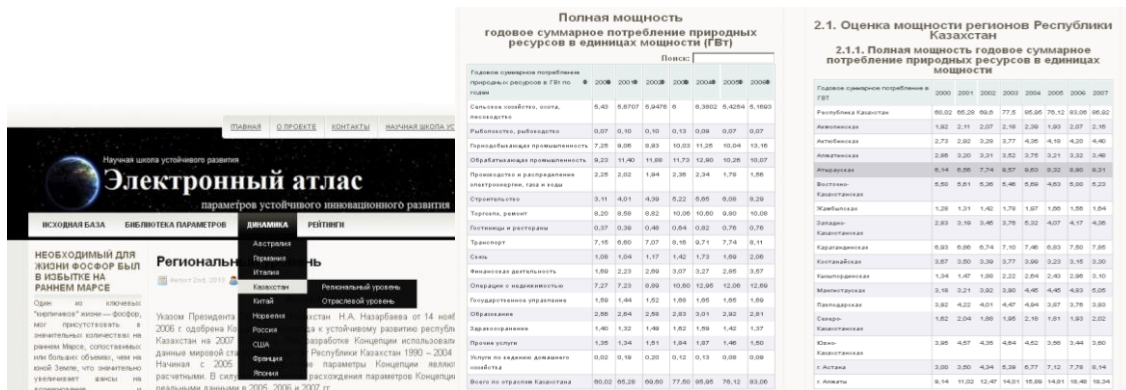


Рис. 6. Таблицы индикатора устойчивого развития Республики Казахстан (региональный и отраслевой уровни), <http://lt-gis.ru/>

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. 22).

Таблица 22. 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 то же время по эффективности использования энергоресурсов на 2007 г. Республика Казахстан занимает 43-е место среди рассмотренных 48 стран (табл. 23).

Таблица 23. 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

В целях проектирования устойчивого инновационного в долгосрочной перспективе можно выделить три сценария, характеризующиеся определенными граничными условиями [11, 12, 16]:

- Сценарий 1 – Индустриально-инновационное развитие;
- Сценарий 2 – Устойчивое инновационное развитие;
- Сценарий 3 – Устойчивое развитие.

Прогноз целевых показателей устойчивого развития для Республики Казахстан в соответствии с выделенными сценариями представлен на рисунках 7—9.



Рис. 7. Прогнозная модель индустриально-инновационного развития Казахстан до 2020 г.

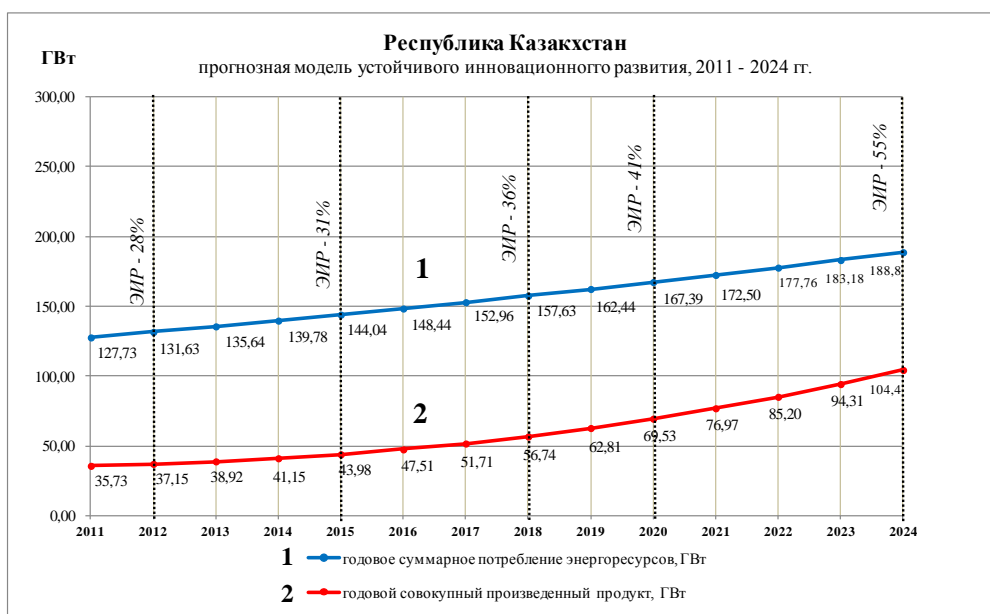


Рис. 8. Прогнозная модель устойчивого инновационного развития Казахстан до 2024 г.



Рис. 9. Прогнозная модель устойчивого развития Казахстан до 2030 г.

### Заключение

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 энергоэкологическая 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.

Концепция и Стратегия требуют устойчивости инновационного развития страны в окружающем мире, что особенно важно в условиях глобального системного кризиса. Устойчивость развития страны, ее регионов, отраслей и предприятий не может быть достигнута без подготовленных кадров, способных и реализующих свою способность обеспечить неубывающий рост эффективности использования ресурсов, уменьшение их потерь, разработку и реализацию новых, более совершенных технологий, повышение качества управления во всех сферах жизнедеятельности, и, прежде всего, в социальной сфере, экономике и экологии.

Требуется не только наличие подготовленных кадров, обладающих фундаментальными и прикладными знаниями науки устойчивого развития, но и специальные программные продукты для автоматизации проектирования систем

регионального и отраслевого устойчивого инновационного развития. Среди них особую значимость имеют разработки:

- **Система ведения отчетности предприятий в области устойчивого развития в двух режимах: создание отчетности по GRI и проектное управление устойчивым развитием;**

Международные компании ведут отчетность в области устойчивого развития по методике GRI для подготовки открытых нефинансовых отчетов. К 2007 году предоставляющих отчетность GRI уже насчитывалось более 3 000 компаний из 100 стран, а также более 700 общественных и профсоюзных организаций. Сейчас число их увеличилось почти в 2 раза.

Требуется создание автоматизированной системы и методических рекомендаций с учетом специфики и особенностей для российских и казахских предприятий, что предполагает развитие форм отчетности, увеличение научной обоснованности принимаемых решений в области устойчивого развития.

- **Система поддержки принятия решений управления новациями и инвестициями в проектировании регионального устойчивого инновационного развития (уровень предприятия, региона, отрасли).**

Реализация стратегии инновационного развития предполагает наличие новаций, их оценку и реализацию с экономическим эффектом. Для этого требуется специальная ИТ-система поддержки принятия решений по управлению новациями и проектирования систем регионального устойчивого инновационного развития.

В настоящее время автоматизированные системы проектирования, удовлетворяющим требованиям устойчивого инновационного развития, отсутствуют. Такие ИТ-системы необходимо разрабатывать.

### **Литература**

1. Байзаков С.Б. Вопросы и ответы: может ли энергия стать мерой валют // Экономика. Финансы. Исследования (ЭФИ): вып. № 2 (18). — 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. — 272 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.
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: №5, 2011. — С. 133-142.
7. Большаков Б.Е., Шамаева Е.Ф. Мониторинг и оценка новаций: формализация задач в проектировании регионального устойчивого инновационного развития. — Саарбрюккен: Palmarium Academic Publishing, 2012. — 216 с.
8. Кирпичева Е.Ю., Шамаева Е.Ф. Применение геоинформационных технологий для визуализации индикаторов устойчивого развития // Геоинформатика: вып. №1, 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. — СПб.: 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.
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), 2013 [Электронный ресурс], URL: [www.yrazvitie.ru/?p=1169](http://www.yrazvitie.ru/?p=1169), свободный.
16. Kuznetsov O.L., Bolshakov B.E. Sustainable development: natural and scientific principles. — St. Petersburg, 2002. — 639 p.
17. Kuznetsov O.L., Bolshakov B.E. Sustainable development: natural and scientific principles. Summary. — Dubna, 2002. — 40 p.