

УДК 332.14

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОГО УСТОЙЧИВОГО ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ НА РАЗНЫХ УРОВНЯХ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ

Борис Евгеньевич Большаков, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой устойчивого инновационного развития Международного университета природы, общества и человека «Дубна», действительный член РАЕН, вице-президент Международной академии экологической безопасности и природопользования, соруководитель Научной школы устойчивого развития

Екатерина Федоровна Шамаева, аспирант кафедры устойчивого инновационного развития Международного университета природы, общества и человека «Дубна»

### Аннотация

*В статье рассматриваются правила и процедуры проектирования регионального устойчивого инновационного развития на разных уровнях объектов управления (страна, федеральный округ, область, город) на основе методологии Научной школы устойчивого развития с использованием измеримых величин, включая расчет существующего состояния, расчет необходимого (целевого) состояния, расчет проблем, планирование решения проблем и контроль исполнения плана. Работа выполнена в рамках проекта РФФИ № 12-06-00286-а.*

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** региональное устойчивое инновационное развитие, этапы, правила и процедуры проектирования, универсальные измеримые величины.

## DESIGN OF REGIONAL SUSTAINABLE INNOVATIVE DEVELOPMENT AT DIFFERENT LEVELS OF CONTROL OBJECTS

Boris Evgenyevich Bolshakov, Doctor of Technical Sciences, professor, the chairman of the sustainable innovative development department of the International university of nature, society and man "Dubna", the full member of the Russian Academy of Natural Sciences, the vice-president of the International Academy of ecological safety and nature management, the co-supervisor of the Scientific school of sustainable development

Ekaterina Fedorovna Shamaeva, post-graduate student of the Sustainable Innovative Development Department (the International University of Nature, Society and Man "Dubna")

### Abstract

*The article considers the rules and procedures of regional sustainable innovative development at different levels of control objects (country, federal district, region, city) based on universal design principles of sustainable development of the Scientific school of sustainable development, including the calculation of the current state, the calculation of the required (target) state, the calculation of problems, planning and control of goal achievement.. The article was written as a part of the RFBR project № 12-06-00286-a.*

**KEY WORDS:** regional sustainable innovative development, stages, projecting rules and procedures, universal measurable quantities.

### Актуальность

В 1987 году по рекомендации ООН большинство государств мира, в том числе и Россия, приняли базовый принцип устойчивого развития, в соответствии с которым гражданское общество и государство берут на себя ответственность обеспечить социально-экономическую безопасность и возможность удовлетворять потребности, как настоящего, так и будущих поколений.

Необходимость обеспечения социально-экономической безопасности посредством перехода на устойчивый инновационный путь развития опирается на эффективное проектирование регионального развития на разных уровнях объектов управления (страна, федеральный округ, область, город) с применением новых, более совершенных и приносящих бóльший доход идей, проектов и технологий, обобщающей категорией которых является понятие «новация», которое на стадии практической реализации в ценность (продукт, товар, услуга) носит название инновация (Шумпетер, 1982 г.) [4].

Проведенный анализ состояния проблемы проектирования регионального развития показал, что международная и отечественная практика не располагает научно обоснованной методической системой проектирования устойчивого инновационного развития региональных объектов разного уровня управления (страна, федеральный округ, область, город) [3, 4].

Выбор методов проектирования осуществляется на основе критериев «адекватных конкретной ситуации»<sup>1</sup>, которые являются необходимыми в решении текущих задач, но не достаточными в проектировании устойчивого инновационного развития. Отсутствует процедура проверки соразмерности используемых мер<sup>2</sup>, что может негативно влиять на качество проектирования и управления в целом [3, 4, 5].

Проблема заключается в том, что регион как объект проектирования и новации как предмет проектирования описываются в разнокачественных, несопоставимых мерах, которые не дают возможность соразмерить и соизмерить объект и предмет проектирования.

Эффективность регионального объекта проектирования в рыночной экономике описывается в основном в денежных единицах (доход, рентабельность, прибыль и др.), а эффективность предмета проектирования (новации) описывается в мощностных единицах (КПД, коэффициент совершенства технологий и др.).

В Научной школе устойчивого развития [1, 2] фундаментальную основу принципа соразмерности составляет система универсальных пространственно-временных LT-величин<sup>3</sup> Б.Брауна – Р.Бартини – П.Г.Кузнецова, в которой все величины<sup>4</sup> являются инвариантами для того или иного класса систем.

---

<sup>1</sup> К числу таких критериев относятся: соответствие типу решаемой задачи (обоснованность); необходимость учитывать временные затраты (когнитивность); возможность проверки достоверности информации (исходных данных) и другие.

<sup>2</sup> Принцип соразмерности требует наличие правила, обеспечивающего работу с величинами разной физической размерности.

<sup>3</sup> LT-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>4</sup> Величина – это качественно-количественная определенность, где качество определяется именем, LT-размерностью и единицей измерения, а количество – численным значением величины как отношения измеряемой величины к единице её измерения. LT-величина 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.

Для решения проблем соразмерности и соизмеримости в проектировании регионального устойчивого инновационного развития, используется инвариантная мера «мощность» на основе закона сохранения потока энергии или полной мощности (Лагранж, Д.Максвелл, Г.Крон, П.Г.Кузнецов), принципа сохранения развития (С.А.Подолинский, В.И.Вернадский, Э.Бауэр, П.Г.Кузнецов, Б.Е.Большаков), принципа устойчивого развития в единицах мощности (П.Г.Кузнецов, Б.Е.Большаков) [1, 2, 3, 5].

**Закон сохранения потока энергии или мощности** – это утверждение о том, что в открытой для потоков энергии системе<sup>5</sup> полная мощность  $N$  равна сумме активной (полезной) мощности  $P$  и мощности потерь  $G$  (рис. 1):

$$\begin{aligned} N(t) &= P(t) + G(t), \\ P(t) &= N(t) \cdot \varphi(t), \\ \varphi(t) &= \eta(t) \cdot \varepsilon(t), \end{aligned} \quad (1)$$

где  $N(t)$  – суммарное потребление природных энергоресурсов или полная мощность;

$P(t)$  – совокупный конечный продукт или полезная мощность;

$G(t)$  – мощность потерь или потери мощности;

$\varphi(t)$  – эффективность использования ресурсов (ЭИР);

$\eta(t)$  – обобщенный коэффициент совершенства технологий (КСТ);

$\varepsilon(t)$  – коэффициент качества планирования, определяемый по наличию или отсутствию потребителя на произведенный продукт.



Рис. 1. Закон сохранения мощности

**Принцип сохранения развития** (С.А.Подолинский (1880), В.И.Вернадский (1935), Э.Бауэр (1936), П.Г.Кузнецов (1973)) – это утверждение о том, что развитие в открытой системе (и любой ее части) сохраняется в течение периода  $T$ , если имеет место выполнение необходимого и достаточного условий:

1. сохранение качества (класса систем) с размерностью мощности:

$$[L^5 T^{-5}] = \text{const}. \quad (2)$$

2. сохранение неубывающего роста полезной мощности на период  $T$ :

$$\dot{P} \cdot T \geq 0; \dot{\varphi} \cdot T \geq 0. \quad (3)$$

<sup>5</sup> К открытым для потоков энергии системам относятся системы, обладающие свойством неравновесности живых систем, включая биологические, экономические, социальные, технические и экологические системы, способные потреблять преобразовывать и производить потоки энергии, вещества и информации (П.Г.Кузнецов, О.Л.Кузнецов, Б.Е.Большаков).

**Принцип устойчивого развития** (П.Г.Кузнецов, О.Л.Кузнецов, Б.Е.Большаков) – это утверждение о том, что развитие сохраняется в долгосрочной перспективе, если выполняются условия [1]:

$$\begin{cases} \dot{P} \cdot T = \dot{P}_0 \cdot \tau + \ddot{P} \cdot \tau^2 + \dddot{P} \cdot \tau^3 > 0, \\ \dot{\Phi} \cdot T = \dot{\Phi}_0 \cdot \tau + \ddot{\Phi} \cdot \tau^2 + \dddot{\Phi} \cdot \tau^3 > 0, \\ \dot{G} \cdot T = \dot{G}_0 \cdot \tau + \ddot{G} \cdot \tau^2 + \dddot{G} \cdot \tau^3 < 0 \text{ (инверсное определени е)}, \\ \dot{N} \cdot T = \text{const} . \end{cases} \quad (4)$$

где  $\tau$  – шаг масштабирования;

$T$  – фиксированный период устойчивого развития,  $\tau < T \leq \tau^3$ .

Понятие «**устойчивое инновационное развитие**» определяется как процесс роста возможностей удовлетворять неисчезающие потребности системы, выраженные в единицах мощности, за счет реализации новаций, обеспечивающих неубывающий темп роста эффективности использования ресурсов и бóльший доход, уменьшение потерь в условиях негативных внешних и внутренних воздействий [1, 4, 5].

Величина находящейся в распоряжении общества мощности является **мерой возможностей** системы. **Потребность** – это требуемые возможности (мощности) системы, которые в данное время отсутствуют, но которые необходимо иметь для сохранения развития в будущем. **Проблема** – это разность между необходимыми и имеющимися мощностями системы.

**Устойчивое инновационное развитие** подразумевает проектирование потенциальных, реальных, реализованных, упущенных и интегральных возможностей социально-экономической системы, определяемых на основе закона сохранения мощности и его проекции – принципа сохранения развития [4].

**Потенциальная возможность  $N$**  – суммарное потребление за определенное время  $t$  (год, квартал, месяц и т.д.) всех видов продуктов питания, топлива, электроэнергии ( $N_i$ ), выраженных в единицах мощности (Вт, кВт, МВт, ГВт и т.д.) [3].

**Реальная возможность  $P$**  – это совокупный произведенный продукт<sup>6</sup> за время  $t$ , который определяется прямым суммированием произведений потребляемых за время  $t$  ресурсов ( $N_i$ ), выраженных в единицах мощности, на коэффициент совершенства технологий ( $\eta_i$ ) [3].

**Реализованная или экономическая возможность  $P$**  – это совокупный конечный (произведенный и реализованный) продукт за время  $t$ , который определяется произведением реальной возможности в единицах мощности ( $P$ ) на качество планирования ( $\epsilon$ ), где качество планирования – это доля произведённой продукции за время  $t$ , обеспеченная потребителем.

**Упущенная возможность  $G$**  – это потери мощности, которые определяются разностью между потенциальной реальной возможностями [3].

<sup>6</sup> Совокупный произведенный продукт ( $P$ ) включает в себя все продукты, товары и услуги, произведенные за определенное время  $t$ , включая вещественные, энергетические и информационные.

**Интегральная возможность QL** – это социально-экономико-экологическая возможность регионального объекта, которая характеризует качество жизни (QL), выраженное в единицах мощности на человека (кВт/чел.), и определяется как прямое произведение основных социальных, экономических и экологических показателей [3]:

$$QL(t) = T_A(t) \cdot U(t) \cdot q(t), \quad (5)$$

где  $T_A(t) = \frac{T_{cp}(t)}{100 \text{ лет}}$  – средняя нормированная продолжительность жизни в регионе;

$T_{cp}$  – средняя продолжительность жизни (лет);

$U(t) = P(t)/M(t)$  – совокупный уровень жизни;

$M$  – численность населения;

$q(t) = \frac{G(t - \tau_0)}{G(t)}$  – качество окружающей природной среды.

Указанные группы возможностей (мощностей) определяют базовые индикаторы состояния открытых систем любой природы и различного назначения, используемые в качестве объектов управления устойчивым развитием [3].

Значения имеющихся мощностей (с мерой полной, полезной и потерь мощности) для текущего времени определяют исходное состояние системы. Значения требуемых мощностей (полной, полезной и потерь мощности) для обеспечения роста и развития системы определяют конечное (требуемое) состояние системы, удовлетворяющее условиям устойчивого развития.

В терминах базового принципа устойчивого развития требуемое состояние системы является необходимым – определяющим потребности системы, выраженные 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) осуществляется преобразованием с инвариантом мощность, что дает возможность формализовать задачи управления новациями, включая их мониторинг, оценку и реализацию, на основе объективной информации с использованием закона сохранения мощности и сформулированных на его основе принципов сохранения устойчивого развития. Ниже представлена формализованная система базовых индикаторов устойчивого развития с использованием физической меры мощность (табл. 1) [3].

Табл. 1. Система базовых индикаторов устойчивого развития

№ п/п	Название	Условное обозначение	Единицы измерения	Формулы	ЛТ-размерность
1	Полная мощность или суммарное потребление природных энергоресурсов за определенный период времени	$N(t)$	ватт (Вт, кВт, МВт, ГВт)	$N(t) = \sum_j^k \sum_{i=1}^3 N_{ij}(t)$ $N_{j1}(t), N_{j2}(t) \dots N_{j3}(t)$ - 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	$[L^5T^{-5}]$
2	Полезная мощность или конечный продукт за определенный период времени	$P(t)$	ватт (Вт, кВт, МВт, ГВт)	$P(t) = N(t) \cdot \eta(t) \cdot \varepsilon(t)$ $\eta(t)$ – обобщенный КПД технологий $\varepsilon(t)$ – качество планирования	$[L^5T^{-5}]$
3	Потери мощности за определенный период времени	$G(t)$	ватт (Вт, кВт, МВт, ГВт)	$G(t) = N(t) - P(t)$	$[L^5T^{-5}]$
4	Эффективность использования полной мощности за определенный период времени	$\varphi(t)$	безразмерные единицы	$\varphi(t) = \frac{P(t)}{N(t)}$	$[L^0T^0]$

Структура первичных статистических показателей (параметров) статистической информации, необходимой для расчета индикаторов устойчивого развития, представлена в соответствии с данным Мирового банка ООН в таблице 2.

Табл. 2. Структура исходной 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.)

Проиллюстрируем правила оценки базовых индикаторов на примере. Для этого в таблице 3 приведена структура первичных показателей для оценки базовых индикаторов устойчивого развития в соответствии со статистическими данными ООН по странам.

**Табл. 3. Структура первичных показателей для оценки базовых индикаторов**

Наименование показателя (условное обозначение, единицы измерения)	Россия	Китай	США
<b>2005 год</b>			
Среднесуточное потребление продуктов питания на человека ( $C_c$ , ккал/чел. в сутки)	2 900	2 500	3 300
Годовое потребление топлива на душу населения ( $N_2^0$ , кг н.э. /чел.)	4 517	1 316	7 893
Годовое потребление электроэнергии на душу населения ( $N_3^0$ , кВт·час/чел.)	5785	1 781	13 648
Численность населения ( $M$ , человек)	143 150 000	1 304 500 000	296 507 000

Для пересчета разнородных единиц измерения первичных статистических показателей в единицы мощности используются специальные переводные коэффициенты:

- коэффициент перевода мощностных и энергетических единиц измерения:  
1 Вт = 20,64 ккал/сутки;
- коэффициент перевода одного килограмма нефтяного эквивалента:  
1 кг н.э. = 1,46 Вт;
- коэффициент перевода одного киловатт-часа электроэнергии:  
1 кВт · час = 0,114 Вт.

Тогда, годовое потребление продуктов питания  $N_1$  вычисляется по формуле:

$$N_1(t) [\text{Вт}] = C_c [\text{ккал/чел.} \cdot \text{сутки}] \cdot M [\text{чел.}] / (20,64 [\text{ккал/Вт} \cdot \text{сутки}]).$$

Годовое потребление продуктов питания  $N_1$  в России на 2005 год составит:

$$N_1(2005) = 2900 [\text{ккал/чел.} \cdot \text{сутки}] \cdot 143150000 [\text{чел.}] / (20,64 [\text{ккал/Вт} \cdot \text{сутки}]) = 20,11 \text{ ГВт.}$$

Годовое потребление топлива  $N_2$  вычисляется по формуле:

$$N_2(t) [\text{Вт}] = N_2^0(t) [\text{кг н.э./чел.}] \cdot M(t) [\text{чел.}] \cdot 1,46 [\text{Вт/кг н.э.}].$$

Годовое потребление топлива  $N_2$  в России на 2005 год составит:

$$N_2(2005) = 4517 [\text{кг н.э. на чел.}] \cdot 143150000 [\text{чел.}] \cdot 1,46 [\text{Вт/кг н.э.}] = 944,1 \text{ ГВт.}$$

Годовое потребление электроэнергии  $N_3$  вычисляется по формуле:

$$N_3(t) [\text{Вт}] = N_3^0(t) [\text{кВт} \cdot \text{час/чел.}] \cdot M(t) [\text{чел.}] \cdot 0,114 [\text{Вт/кВт} \cdot \text{час}].$$

Годовое потребление электроэнергии  $N_3$  в России на 2005 год составит:

$$N_3(2005) = 5785 [\text{кВт} \cdot \text{час/чел.}] \cdot 143150000 [\text{чел.}] \cdot 0,114 [\text{Вт/кВт} \cdot \text{час}] = 94,4 \text{ ГВт.}$$

Тогда, полная мощность в России на 2005 год составит:

$$N(2005) = N_1(2005) + N_2(2005) + N_3(2005) = 944,1 \text{ ГВт} + 94,4 \text{ ГВт} + 20,11 \text{ ГВт} = 1058,61 \text{ ГВт.}$$

Для определения полезной мощности на начальное время используется среднее значение коэффициентов совершенства технологии, рекомендованные Статистической комиссией ООН:

- для продуктов питания:  $\eta_1(t_0) = 0,05$ ;
- для топлива:  $\eta_2(t_0) = 0,25$ ;
- для электроэнергии:  $\eta_3(t_0) = 0,8$ .

На начальный 2005 год полезная мощность России составит (табл. 4):

$$P(2005) = N_1(2005) \cdot \eta_1(t_0) + N_2(2005) \cdot \eta_2(t_0) + N_3(2005) \cdot \eta_3(t_0) = 20,11 \text{ ГВт} \cdot 0,05 + 944,1 \text{ ГВт} \cdot 0,25 + 94,4 \text{ ГВт} \cdot 0,8 = 1,01 \text{ ГВт} + 236,03 \text{ ГВт} + 75,52 \text{ ГВт} = 312,56 \text{ ГВт}.$$

**Табл. 4. Базовые индикаторы региональных объектов странового уровня**

Наименование показателя	Наименование региональных объектов			
	<i>Россия</i>	<i>США</i>	<i>Китай</i>	<i>Норвегия</i>
Годовая полная мощность или суммарное потребление природных энергоресурсов на 2005 год, ГВт	1058,61	3926,54	2929,85	60,84
Годовая полезная мощность или конечный продукт на 2005 год, ГВт	312,56	1210,31	773,17	20,51
Годовые потери мощности на 2005 год, ГВт	746,05	2716,23	2156,68	40,33
Эффективность использования ресурсов на 2005 год, безразмерные единицы	0,3	0,31	0,26	0,34

Правила проектирования устойчивого инновационного развития распределены по пяти этапам, включая (рис. 2):

1. **Этап 1:** правила оценки возможностей (мощности) проектируемого регионального объекта, включающих определение численных значений его возможностей (мощностей) на начальное время;
2. **Этап 2:** правила оценки потребностей (возросшей мощности) проектируемого регионального объекта, определяющие необходимое значение возросших возможностей на проектируемый период времени;
3. **Этап 3:** правила оценки проблем, фиксирующие разность между численными значениями возможностей и потребностей для определенного периода;
4. **Этап 4 и этап 5:** правила планирования и контроля решения проблем, определяющие процедуры и реквизиты формирования плана и контроля его исполнения.

Методическими процедурами планирования решения проблем описывается процесс разработки сети работ (мероприятий), необходимых и достаточных для достижения поставленной цели (удовлетворения потребностей), где нет лишних (нет потребителя) и забытых (нет источника) работ, результатом которых являются возросшие возможности.



Реквизиты<sup>7</sup> плана используются для контроля выполнения плана с использованием предложенной в системе СКАЛАР (П.Г.Кузнецов) карты контроля хода реализации мероприятий.



Рис. 2. Логика проектирования объектов разного уровня управления

Анализ источников статистики выявил определенные проблемы в оценке возможностей проектируемых объектов разного уровня управления. Например, первичная статистическая информация по предложенной структуре доступна на страновом уровне, но полностью или частично отсутствует или недоступна для региональных объектов внутри страны: федеральный округ, область, район, муниципалитет. Складывается ситуация неполно заданной исходной информации, когда отсутствует хотя бы один первичный статистический параметр.

Модельные эксперименты показали зависимость между показателями в стоимостных и физических измерителях. В результате моделирования установлена пропорциональность между конечным продуктом в денежных единицах и конечным продуктом в единицах мощности (полезной мощностью). Степень линейности между  $P$  (конечным продуктом), выраженным в единицах мощности, и  $P$  (конечным продуктом), выраженным в денежных единицах, равна 0,95. Иллюстрация линейности между показателями представлена на примере СССР и России (рис. 3 – 5).

<sup>7</sup> Реквизитами работ плана являются: кто – лица, выполняющие работу; что – содержание работы; где – место выполнения работы; когда – время начала и окончания работы; как – используемая технология (новация); сколько – требуется времени и мощности на выполнение работы; зачем – какой прирост возможностей будет получен в результате выполнения работы.

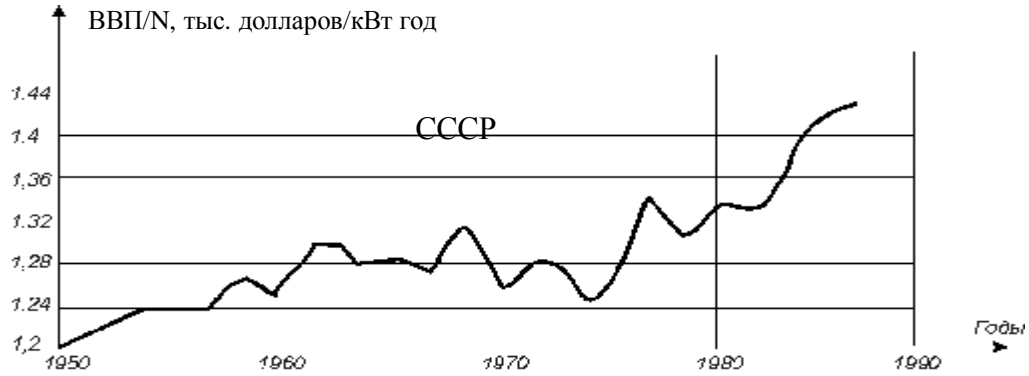


Рис. 3. Динамика соотношения между ВВП страны в денежных единицах и суммарным потреблением природных энергоресурсов в единицах мощности

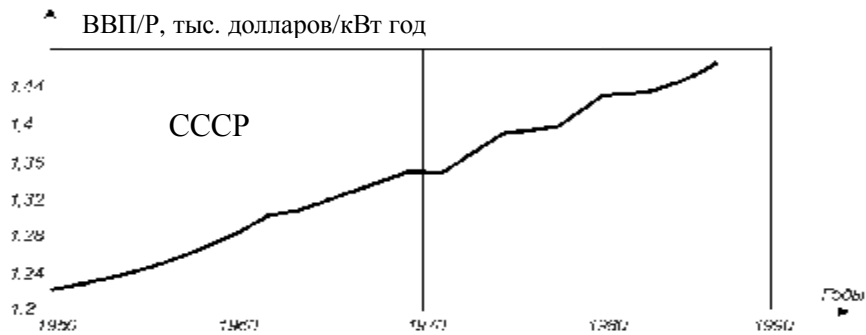
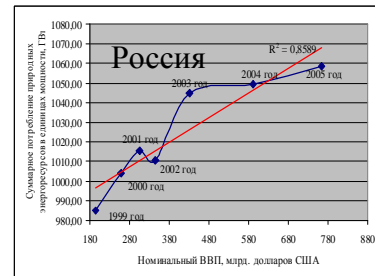
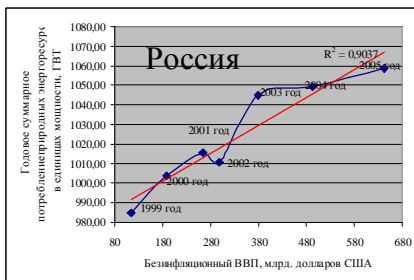
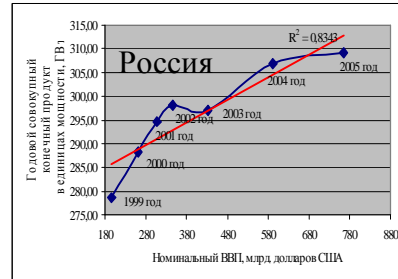
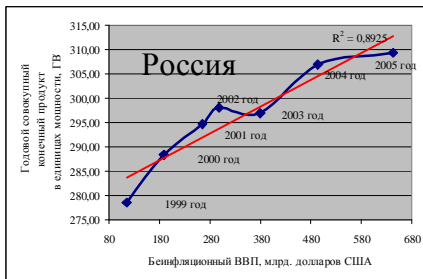


Рис. 4. Динамика соотношения между ВВП страны в денежных единицах и совокупным конечным продуктом в единицах мощности



а) годовое суммарное потребление ресурсов – номинальный и безинфляционный ВВП



б) годовой совокупный конечный продукт – номинальный и безинфляционный ВВП

Рис. 5. Динамика показателей в стоимостных и физических измерителях

Проведенные исследования дали основание предложить специальную процедуру расчета на начальное время существующего состояния (возможностей проектируемых объектов) в терминах базовых и специальных параметров устойчивого развития в условиях неполно заданной исходной информации в соответствии с предложенной структурой (рис. б):

**1. Известно;**

*Надсистема:* численность населения, среднесуточное потребление продуктов питания, потребление электроэнергии и топлива (нефть, газ, голь), валовой продукт.

*Региональный объект<sup>8</sup>:* численность населения, среднесуточное потребление продуктов питания, валовой продукт.

**2. Отсутствует;**

*Региональный объект:* потребление электроэнергии и топлива (нефть, газ, уголь).

**3. Правила расчета;**

*Правило 1.* Определение годового суммарного потребления природных энергоресурсов региональной надсистемы в единицах мощности  $N(t)$ , определенного на начальное время в условиях полно заданной исходной информации.

*Правило 2.* Определение годового совокупного конечного продукта региональной надсистемы в единицах мощности  $P(t)$  на начальное время в условиях полно заданной исходной информации.

*Правило 3.* Определение безразмерной доли  $V_i$  годового валового продукта  $i$ -го регионального объекта, входящего в надсистему, делением его валового продукта  $VP_i$  на валовой продукт надсистемы  $VP$ , выраженные в денежных единицах на начальное время:

$$V_i(t) = VP_i(t) / VP(t) < 1. \quad (6)$$

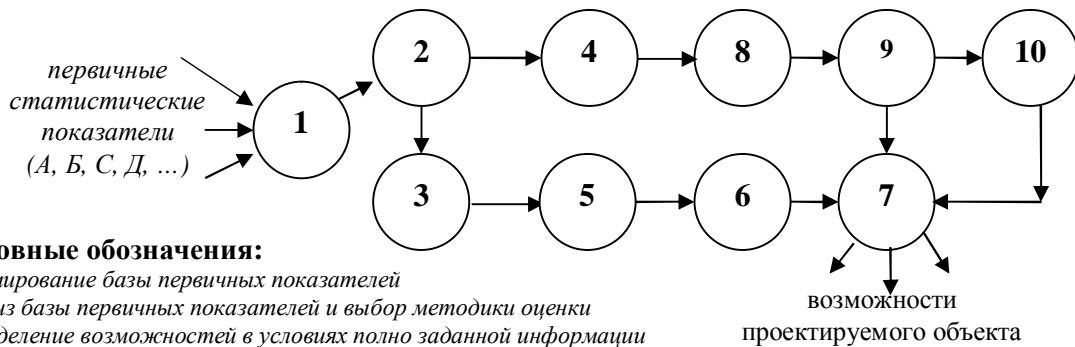
*Правило 4.* Определение годового валового конечного продукта  $i$ -го регионального объекта надсистемы в единицах мощности на начальное время  $t$  умножением полученной доли  $V_i$  на годовой совокупный конечный продукт надсистемы в единицах мощности:

$$P_i(t) = P(t) \cdot V_i(t). \quad (7)$$

*Правило 5.* Определение годового суммарного потребления природных энергоресурсов  $i$ -го регионального объекта в единицах мощности на начальное время  $t$  умножением полученной доли на годовое суммарное потребление природных энергоресурсов надсистемы в единицах мощности:

$$N_i(t) = N(t) \cdot V_i(t). \quad (8)$$

<sup>8</sup> Региональный объект – это ограниченная в пространстве часть (подсистема) системы «природа – общество – человек», имеющая природные ресурсы, население и систему управления, ведущие деятельность по жизнеобеспечению и управлению развитием. К региональным объектам относятся страна, округ, область, район и др.



**Условные обозначения:**

1. Формирование базы первичных показателей
2. Анализ базы первичных показателей и выбор методики оценки
3. Определение возможностей в условиях полно заданной информации
4. Определение возможностей в условиях неполно заданной информации
5. Пересчет исходных единиц измерения в единицы мощности
6. Арифметические вычисления для оценки показателей объекта по базовым формулам
7. Формирование системы показателей, характеризующей возможности проектируемого объекта
8. Определение показателей объекта, для оценки которого информация отсутствует
9. Подбор формул для расчета неизвестных показателей проектируемого объекта
10. Арифметические вычисления для оценки показателей объекта по специальным формулам

**Рис. 6. Процедуры оценки возможностей проектируемого регионального объекта**

Иллюстрация правил оценки возможностей различных региональных объектов в условиях неполно заданной исходной информации представлена в таблице 5.

**Табл. 5. Оценка возможностей региональных объектов разного уровня управления**

Наименование показателя	Наименование региональных объектов			
	Россия	Северо-Западный ФО	Ленинградская область	г.Санкт- Петербург
<b>Потенциальные возможности (2005 г.)</b>				
Годовое суммарное потребление ресурсов в единицах мощности, ГВт	1061,15	105,9	12,09	39,21
<b>Реальные возможности (2005 г.)</b>				
Годовой валовой конечный продукт в единицах мощности, ГВт	313,31	31,27	3,57	11,58
Реальный годовой валовой конечный продукт в денежных единицах, обеспеченных полезной мощностью, млрд. руб.	2 702,3	281,43	32,13	104,22
Номинальный годовой валовой продукт в денежных единицах (ВВП), млрд. руб.	18 034,39	1 799,78	205,42	666,4
Спекулятивный капитал, не обеспеченный реальной (полезной) мощностью, млрд. руб.	15 332,09	1 518,35	173,29	562,18
<b>Упущенные возможности (2005 г.)</b>				
Годовые потери мощности, ГВт	747,84	74,63	8,52	27,63
<b>Интегральные возможности (2005 г.)</b>				
Качество жизни, кВт/чел.	1,41	1,55	1,46	1,7
Качество жизни в денежных единицах, обеспеченных реальной мощностью, руб./чел.	12 690	13 950	13 140	15 300

Для визуализации (картирования) результатов проектирования регионального устойчивого развития разработан электронный атлас индикаторов устойчивого развития.

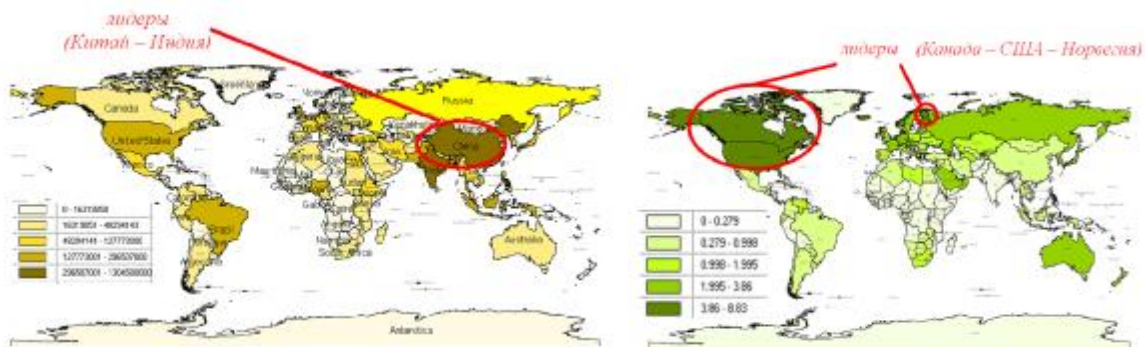
Атлас представляет собой проект, содержащий геопространственные и атрибутивные данные, объединенные в два главных тематических слоя [7]:

- **Мир** (включая значения индикаторов по 100 странам мира за период 1998 – 2010 годы);
- **Россия** (включая пять тематических слоев).

При создании электронного атласа использовалась геоинформационная система Arc View GIS – программный комплекс, являющийся универсальным средством для создания электронных карт, информационно-справочных и аналитических систем, оперирующих с информацией о региональных объектах [7].

Атрибутивная информация по каждой карте представляет собой значения базовых и специальных индикаторов устойчивого развития для определенного времени  $T$  (год). Каждый тематический слой отображает на карте Мира или России динамику определенного индикатора устойчивого развития в заданный момент времени [7].

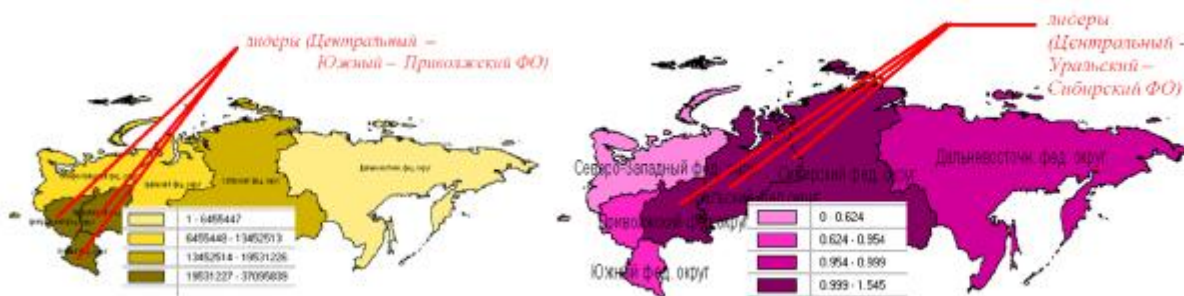
Примеры тематических слоев карты Мира и карты России по некоторым показателям устойчивого развития представлены ниже (рис. 7 – 9) [7].



а) численность населения (чел.),  
Мир – 2005 г.

б) совокупный уровень жизни (кВт/чел.),  
Мир – 2005 г.

Рис. 7. Карты индикаторов регионального устойчивого развития, Мир – 2005 г.



а) численность населения (чел.),  
Россия – 2010 г.

б) качество среды (безр. ед.),  
Россия – 2010 г.

Рис. 8. Карты индикаторов регионального устойчивого развития, Россия – 2010 г.

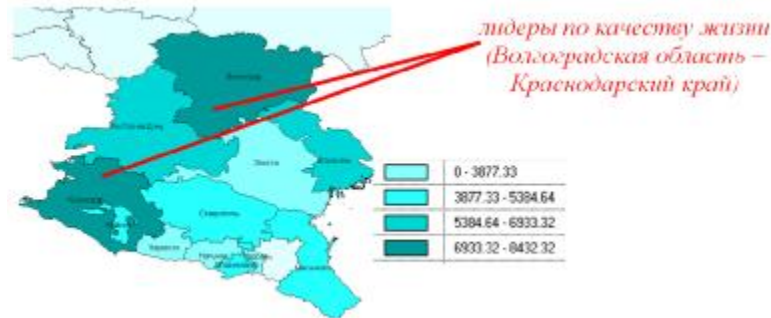


Рис. 9. Карта индикатора качества жизни (руб./чел.), Южный ФО РФ – 2008 г.

Электронный атлас дал возможность использовать геоинформационные технологии (на примере системы Arc View GIS) для проектирования регионального устойчивого развития, наглядно представить целостную картину пространственно распределенных значений базовых и специальных индикаторов (параметров) состояния региональных объектов в интересах управления региональным развитием, мониторинга и комплексной оценки новаций, повышающих эффективность использования мощностей (ресурсов) [7].

Правила и процедуры расчета необходимого состояния региональных объектов (потребностей) включают:

- построение классификатора возможных типов цели (рис. 10);
- анализ и сравнительная оценка вариантов цели;
- фиксация параметров цели (потребности).

Классификатор возможных типов цели отражает потребности проектируемого объекта и строится на основе параметров:

- численность населения (M);
- годовой совокупный конечный продукт в единицах мощности (P);
- годовое суммарное потребление природных энергоресурсов (N);
- совокупный уровень жизни в единицах мощности (U);
- качество окружающей природной среды (q).

Выделенные параметры могут изменяться в двух направлениях:

1. возрастают, то есть  $\Delta X > 0$ <sup>9</sup>;
2. не возрастают или убывают, то есть  $\Delta X \leq 0$ ;

<sup>9</sup>  $\Delta X$  – изменение показателя X за время  $\tau$ . Годовые темпы изменения рассчитываются по формуле  $\Delta X(t+\tau) = \frac{X(t+\tau) - X(t)}{\tau}$   
или в безразмерном виде  $\Delta X(t+\tau) = \frac{X(t+\tau) - X(t)}{X(t)}$ , где  $\tau = 1$  год; t – начальный год.



Рис. 10. Классификатор возможных типов целей (потребностей)

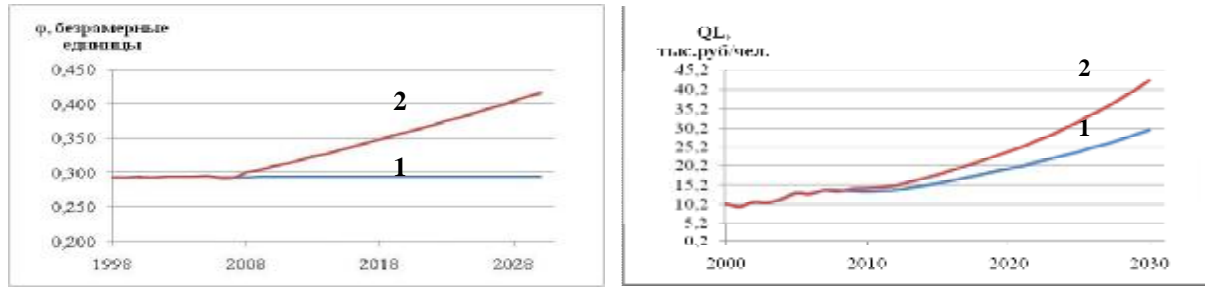
Таким образом, получено 32 типа цели: рост, ускоренный рост, устойчивое инновационное развитие, стагнация, деградация и другие. Внутри каждого типа в соответствии с выбранным направлением фиксируются количественные изменения параметров (варианты цели), определяемые для каждого проектируемого объекта.

Правила оценки проблем включают процедуры определения величины и состава проблем, последствий от их не решения.

Величина проблемы определяется как разность между целевым значением (то есть потребностью) на определенное проектное время и фактическим значением параметра (то есть возможностью) для текущего времени (рис. 11).

В состав проблем регионального объекта входит:

1. сохранение или увеличение численности населения (M);
2. сохранение или увеличение продолжительности жизни населения ( $T_{cp}$ );
3. сохранение или увеличение суммарного потребления природных энергоресурсов в единицах мощности (N);
4. сохранение или увеличение совокупного конечного продукта в единицах мощности и денежных единицах (P);
5. уменьшение потерь потребляемой мощности (G);
6. повышение обобщенного коэффициента совершенства технологий и эффективности использования ресурсов ( $\eta, \varphi$ );
7. повышение качества окружающей природной среды (q);
8. повышение уровня и качества жизни (U, QL).



1 – возможности с учетом сложившихся темпов изменения;

2 – потребности с учетом требуемых проектом устойчивого развития (целевых) темпов изменения;

а) эффективность использования ресурсов (φ)

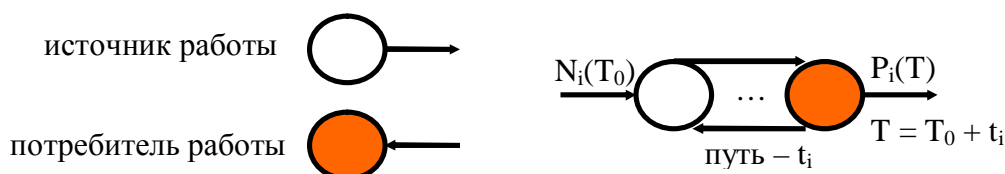
б) качество жизни (QL)

**Рис. 11. Проектирование возможностей и потребностей на примере Ленинградской области**

Для устранения проблем регионального объекта необходимо осуществлять планирование решения проблем посредством мониторинга и оценки новаций – новой идей, проектов, технологий. Сформировать план решения проблем – значит разработать сеть работ (мероприятий), необходимых и достаточных для достижения поставленной цели (удовлетворения потребностей). План – это сеть, в которой не должно быть лишних (нет потребителя) и забытых (нет источника) работ, результатом которых являются возросшие возможности. Реквизитами работ плана являются:

1. кто – лица, выполняющие работу;
2. что – содержание работы;
3. где – место выполнения работы;
4. когда – время начала и окончания работы;
5. как – используемая идея, технология, новация;
6. сколько – требуется времени и мощности на выполнение работы;
7. зачем – какой прирост возможностей будет получен в результате выполнения работы.

Любая работа – это действие, которое требует затрат времени и мощности (кВт, МВт и т.д.). На входе каждой работы – потребляемая мощность, на выходе произведенная мощность и мощность потерь. Реквизитами связей между работами является путь от источника к потребителю работы (рис. 12).



**Рис. 12. Путь от источника работы к потребителю**



Результатом работы являются возросшие возможности объекта, мерой которых является возросшая мощность, обеспеченная потребителем. Если нет потребителя работы, то данная работа является лишней. Если нет источника работы, то данная работа является забытой.

Реквизиты плана могут быть представлены в форме портрета работы, имеющего форму сети (рис. 13).



Рис. 13. Реквизиты плана

Соединенные между собой указанные реквизиты плана образуют сеть-проекцию плана на плоскости. Полученная сеть рассматривается как план достижения цели.

Цель – это конечный результат выполнения работ, предусмотренных планом действий. Он складывается из результатов каждой частной работы, предусмотренной планом.

План имеет определенные характеристики или параметры, которые и являются предметом оценок в процессе проектирования. Среди них характеристики:

- Длина плана – «расстояние до цели», определяемая временем от начала и до полной реализации плана.
- Ширина плана – это максимальное количество параллельно выполняемых работ в ходе реализации плана.
- Реализуемость плана – определяется обеспеченностью работ ресурсами, предусмотренных планом (кадрами, мощностью, технологиями).
- Эффективность плана – определяется отношением совокупного конечного продукта, получаемого в результате реализации плана к суммарному потреблению природных энергоресурсов на входе.

В процессе реализации и контроля исполнения плана строится карта хода выполнения плана, в которой выделены стандартные типы решений:

1. Кто – решение по лицу, ответственному за ту или иную часть плана.
2. Что – решение по содержанию части плана, по вопросу, что именно должно быть сделано.

3. Когда – решение по срокам завершения того или иного элемента общего плана, то есть, когда именно работа должна быть сделана.
4. Где – решение по месту, где должна быть выполнена работа.
5. Сколько – решение по изменению материально-технического или трудового обеспечения, то есть, сколько именно средств отпущено на решение задачи.
6. Как – решение по изменению метода достижения цели (выбор идеи, технологии, новации); это такое решение, которое сохраняет цель, но изменяет метод ее достижения.

Контроль хода разработки представляет собой карту (структуру) из соподчиненных раскрашенных контрольных точек (рис. 14)<sup>10</sup>:

1. Распределение персональной ответственности за выполнение темы (кто) — красный сектор.
2. Конструктивная структура комплекса (что) – зеленый сектор.
3. Структура сроков выполнения темы (когда) – синий сектор.
4. Структура кооперации по выполнению темы (где) – коричневый сектор.
5. Структура сметы на выполнение темы (сколько) – желтый сектор.
6. Структура плана выполнения темы (как) – черный сектор.

Карта хода разработки по теме отображает состояние реализации проекта в целом. Дефекты плана изображаются на карте незакрашенными секторами соответствующих контрольных точек. Полностью заполненная план-таблица контрольных точек представляет собой полный план на достижение цели, то есть полный план реализации проекта. Пустые графы плана-таблицы контрольных точек свидетельствуют о наличии «дефектов» плана, которые необходимо устранить (заполнить) для достижения поставленной цели.

---

<sup>10</sup> Впервые карта контроля хода разработки была реализована в 1966 году в системе «СКАЛАР» (Система Контроля Акций Лиц Акций Разработки) под руководства П.Г.Кузнецова [61]. В дальнейшем идеи системы «СКАЛАР» были реализованы в системах управления проектами различного назначения в Японии, Германии и США. В последние годы система «СКАЛАР» активно развивается в Международной Научной школе устойчивого развития.

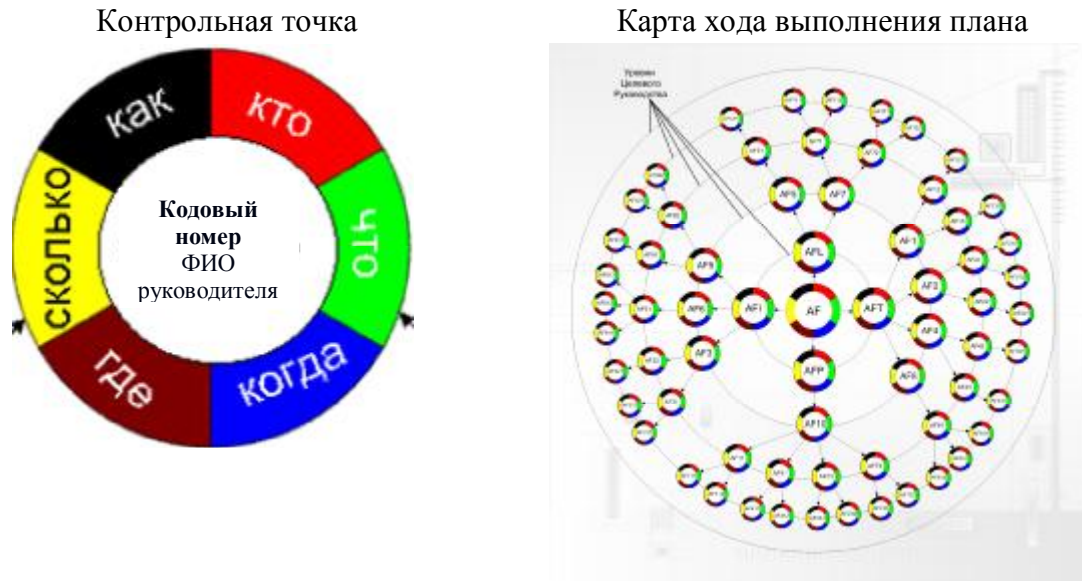


Рис. 14. Карта хода разработки плана

Правила реализации и контроля исполнения плана предусматривают оценку параметрической эффективности плана, включая следующие виды параметрической эффективности:

1. демографическая эффективность – разность в численности населения проектируемого регионального объекта;
2. экономическая эффективность – разность в совокупном конечном продукте за год, выраженном в мощностных и денежных единицах (P);
3. технологическая эффективность – разность в обобщенном коэффициенте совершенства технологий ( $\eta$ ) и эффективности использования ресурсов ( $\phi$ );
4. энергетическая эффективность – разность в потери полной мощности (G);
5. экологическая эффективность – разность в качестве среды (q);
6. социальная эффективность – разность в уровне жизни, выраженном в единицах мощности (U);
7. социально-экономическая эффективность – разность в уровне жизни, выраженном в денежных единицах ( $U_{руб.}$ );
8. социально-природная эффективность – разность в качестве жизни, в единицах мощности (QL);

Параметрическая эффективность рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_X = X(T) - X(T_0) \quad (9)$$

где  $\mathcal{E}_X$  – параметрическая эффективность плана;

X – параметр эффективности;

T – период завершения работ по реализации плана;

$T_0$  – период начала работ по реализации плана.

Пример расчета параметрической эффективности на примере России (2012 – 2020 гг.) представлен в таблице 6.

Табл. 6. Оценка эффективности планов по достижению разных типов цели (Россия, 2012-2020 гг.)

№ п/п	Эффективность (Э)	Параметр (X)	Тип цели «Экстенсивный рост»	Тип цели «Интенсивный рост или развитие»	Тип цели «Инновационное развитие»	Тип цели «Устойчивое инновационное развитие»
1	Демографическая	М, млрд. чел.	5,52	5,52	5,52	5,52
2	Экономическая	Р, ГВт	33,49	81,74	157,67	222,55
		Р, млрд. руб.	301,45	735,65	1419,06	2002,93
3	Технологическая	$\eta$ (φ), безр. ед.	0	0,04	0,1	0,15
4	Энергетическая	G, ГВт	77,50	29,35	-46,58	-111,45
5	Экологическая	q, безр. ед.	0	0,01	0,03	0,06
6	Социальная	U, кВт/чел.	0,14	0,47	0,99	1,43
7	Социально-экономическая	U, тыс.руб./чел.	1,26	4,23	8,91	12,87
8	Социально-природная	QL, тыс.руб./чел.	0,18	0,44	0,88	1,30

Проведенные исследования позволяют предложить структуру информационно-аналитической системы управления устойчивым инновационным развитием (рис. 15), которая включает следующие модули [7]:

1. *Методический модуль*, включая систему базовых и специальных индикаторов, правила преобразования входной информации о региональных объектах, правила оценки текущего и требуемого состояния региональных объектов управления.
2. *Базы данных*, включая базы состояний региональных объектов управления.
3. *Вычислительно-аналитический модуль*, включая оценки состояний региональных объектов управления.
4. *Геоинформационный (ГИС) модуль*, включая карты состояний региональных объектов управления.

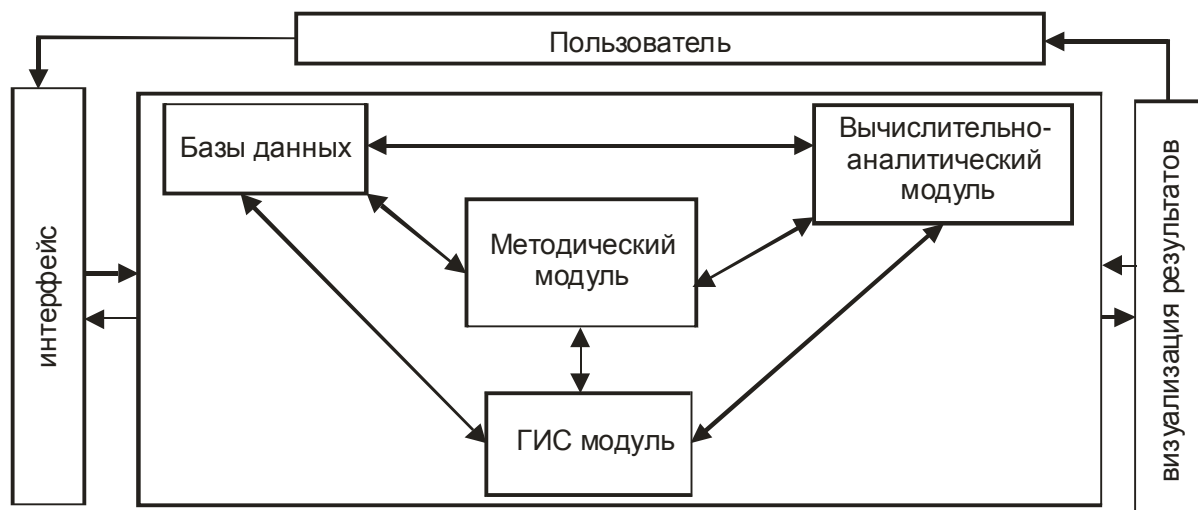


Рис. 15. Функциональная структура ИАС управления УИР

### Выводы

1. Определена система понятий, выраженных в терминах измеримых величин, удовлетворяющих научным требованиям устойчивого развития в системе природа – общество – человек, включая требование соразмерности с общим законом – инвариантом сохранения полной мощности и его проекцией – принципом сохранения развития социально-экономических систем.
2. Предложенная система индикаторов удовлетворяет требованию соразмерности с принципом устойчивого развития, выраженным в терминах универсальных пространственно-временных величин.
3. Предложены научно-обоснованные методические основы проектирования регионального устойчивого инновационного развития с использованием универсальных измеримых величин, дающих возможность осуществлять проектирование на всех этапах и уровнях объектов управления в условиях неопределенности целевой функции и неполно заданной входной информации.
4. Построенный электронный атлас индикаторов дал возможность наглядно представить целостную картину пространственно распределенных значений индикаторов состояния региональных объектов разного уровня управления, а также перейти к решению задач мониторинга и оценки новаций в интересах повышения эффективности использования мощностей (ресурсов) в процессе управления инновационным развитием.
5. Создание информационно-аналитической системы управления устойчивым инновационным развитием позволит повысить качество управления региональными системами различного уровня и адаптировать полученные результаты к работе государственных и муниципальных служб, отвечающих за мониторинг регионального развития.

### Литература

1. Большаков, Б.Е. Наука устойчивого развития. Книга I. Введение. – М.: РАЕН, 2011.
2. Большаков, Б.Е. Система универсальных мер – законов в науке устойчивого развития//Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление: том 7(4), 2011)/Электронное научное издание (журнал). URL: <http://www.rypravlenie.ru/?p=1080> (дата обращения: 27.02.2012).
3. Большаков, Б.Е., Шамаева, Е.Ф. Технологические основы управления региональным и отраслевым устойчивым инновационным развитием с использованием измеримых величин: уч.-мет. пособие//Библиотека учебно-методических ресурсов Федерального портала

Министерства образования и науки РФ «Российское образование».

URL: [http://window.edu.ru/window/library/pdf2txt?p\\_id=52042](http://window.edu.ru/window/library/pdf2txt?p_id=52042) (дата обращения 27.02.2012).

4. Большаков, Б.Е., Шамаева, Е.Ф. Мониторинг и оценка новаций в проектировании устойчивого инновационного развития с использованием измеримых величин//Научно-технические ведомости СПбГПУ: вып. №5. – Санкт-Петербург: СПбГПУ, 2011.
5. Большаков, Б.Е., Шамаева, Е.Ф. Научно-методические основы управления новациями с использованием пространственно-временных величин//Системный анализ в науке и образовании: вып. №1, 2010/Электронное научное издание (журнал). URL: <http://sanse.ru/archive/15> (дата обращения 27.02.2012).
6. Большаков, Б.Е., Шамаева, Е.Ф. Управление новациями в интересах устойчивого развития//Вестник РАЕН: том 11 вып. №4. – М.: РАЕН, 2011.
7. Кирпичева, Е.Ю., Шамаева, Е.Ф. Применение геоинформационных технологий для визуализации индикаторов устойчивого развития//Геоинформатика: вып. № 1 (2012). – М: ВНИИГеосистем, 2012.
8. Шамаева, Е.Ф. Методическое обеспечение мониторинга и оценки новаций в проектировании регионального устойчивого развития с использованием измеримых величин//Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление: том 7 вып. 3 (12)/Электронное научное издание (журнал). URL: <http://www.rypravlenie.ru/?p=1041> (дата обращения: 27.02.2012).

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