

УДК 911.3

Е.Ф. Шамаева¹,
К.В. Григорьева²,
Е.Б. Попов³

***Разработка и перспективы развития
геоинформационной базы данных
«параметры моделирования устойчивого
инновационного развития стран мира,
России и ее регионов»***

¹Кафедра устойчивого инновационного развития Института системного анализа и управления Международного университета природы, общества и человека «Дубна», г. Дубна

e-mail: shamef-kate@yandex.ru

²Кафедра устойчивого инновационного развития Института системного анализа и управления Международного университета природы, общества и человека «Дубна», г. Дубна

e-mail: job_hobby@inbox.ru

³Кафедра устойчивого инновационного развития Института системного анализа и управления Международного университета природы, общества и человека «Дубна», г. Дубна

e-mail: mc.insekt@gmail.com

Аннотация. В настоящее время разработка наукоёмких геоинформационных моделей и программного обеспечения на их основе, имеющего возможности работы с разнородной, разноуровневой и разномасштабной информацией, является приоритетной, востребованной задачей проектирования и управления региональным устойчивым развитием. В этой связи в работе дается обзор проблемно-ориентированных геоинформационных баз, позволяющих анализировать различные аспекты развития стран мира, России и ее регионов.

На примерах представлены этапы разработки и перспективы развития геоинформационной базы данных «Параметры моделирования устойчивого развития стран мира, России и ее регионов». Приводится система естественнонаучных параметров устойчивого инновационного развития региона, возможности их картирования.

Показано применение базы данных в образовании для устойчивого развития с использованием геоинформационных систем и технологий в междисциплинарной деловой игре по моделированию регионального устойчивого инновационного развития.

Ключевые слова: управление устойчивым развитием, параметры моделирования, геоинформационные модели, проблемно-ориентированные базы данных, системы автоматизированного проектирования.

Введение

Для поддержки принятия решений в области проектирования и управления устойчивым развитием геоинформационные базы являются необходимым и эффективным инструментом.

Существует множество геоинформационных баз данных, как в России, так и по всему миру, например [1]:

- Федеральная служба государственной статистики, в которой содержится официальная статистическая информация о разных аспектах развития страны и ее регионов, информационно-аналитические материалы, характеризующие состояние экономики и социальной жизни России (ВВП, ВРП, производительность труда, численность населения и др.); полные тексты аналитики «Россия в цифрах» (2001 г. – н.в.);
- Центральный банк России — объем макроэкономических показателей, социально-экономическая статистика, привязанная к геоинформационным объектам разного уровня;
- Показатели достижения целей в области развития, сформулированных в «Декларации тысячелетия» ООН — официальный веб-сайт ООН представляет данные по более чем 60 показателям, связанным с качеством и уровнем жизни в различных регионах, численностью населения, площадью охраняемых районов моря и др.

С практической точки зрения можно констатировать, что в глобальной сети Интернет существует группа специализированных сайтов в разной степени предоставляющих информацию о состоянии стран мира и отдельных регионов, включая параметры: численность населения, ВВП, ВРП, продолжительность жизни и другие.

Проведенный анализ отечественных и зарубежных публикаций выявил работы, в которых рассматриваются теоретические и методические аспекты геоинформационного обеспечения задач устойчивого развития, в том числе вопросы разработки и создания различных локальных геоинформационных систем и геоинформационных технологий, создания баз данных и геосервисов. При этом отсутствует единая геоинформационная система проектирования и управления устойчивым развитием стран мира, России и ее регионов, необходимая для эффективного управления территориальным развитием. Системы сбора и анализа данных по отдельным видам объектов управления разрознены, что не позволяет эффективно взаимодействовать при принятии и обосновании управленческих решений.

Однако нет ни одного источника, на котором были бы представлены естественнонаучные параметры устойчивого развития (табл. 1), которые представляют собой стратегически важную информацию для лиц, принимающих решение. В связи с этим задача создания геоинформационной базы данных о параметрах моделирования устойчивого инновационного развития стран мира, России и ее регионов, особенностями которой будет интеграция и анализ метаданных о естественнонаучных параметрах устойчивого развития, является актуальной. Кроме того, это будет способствовать реализации основных положений государственной стратегии Российской Федерации, определенных постановлением Правительства Российской Федерации от 16 января 1995 г. «Об

организации работ по созданию геоинформационной системы органов государственной власти».

Описание предметной области

Рассмотрим некоторые прикладные задачи поддержки принятия решений в области проектирования и управления устойчивым развитием.

Устойчивое развитие – это развитие, не только порождающее экономический рост, но и справедливо распределяющее его результаты, восстанавливающее окружающую среду в большей мере, чем разрушающее ее, и увеличивающее возможности людей... (ООН, доклад «О развитии человеческого потенциала», 1994 г.).

Устойчивое развитие – это стабильное социально-экономическое развитие, не разрушающее своей природной основы («Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию», утверждена Указом Президента РФ №440 от 01.04.1996 г.).

Практические решения по реализации стратегии устойчивого развития базируются на фундаментальных и прикладных научных исследованиях. Именно наука не только добывает новые знания о мире и его общих законах, но и способна сформулировать так необходимую человечеству новую стратегию развития и методы ее реализации на основе фундаментальных законов в системе «природа – общество – человек».

И в самом деле, чтобы перейти к устойчивому развитию в системе «природа – общество – человек», нужно изучить, понять и описать связи между различными областями человеческой деятельности, социальными институтами и природными объектами.

Возникают предметы и объекты проектирования и управления устойчивого инновационного развития в системе «природа – общество – человек».

Объектами проектирования и управления устойчивым развитием являются системы различного назначения (отраслевые, региональные, производственные, социальные и т.д.). Среди них можно выделить региональные системы – социально-экономические объекты, занимающие ограниченную площадь, ведущие хозяйственную деятельность и существующие в системе «природа – общество – человек» (рис. 1), включая уровни:

- Мир;
- Страна;
- Регион;
- Федеральный округ;
- Область;
- Район;
- Муниципалитет (город).

Проектирование и управление устойчивым развитием, в первую очередь, связано с параметрами, которые характеризуют изменения в направлении к устойчивому развитию.

Вопрос об измерении устойчивого развития чрезвычайно важен. Можно выделить несколько методов, предложенных для измерения устойчивого развития:

- построение интегрированного индикатора, выражающего суть развития системы в целом;
- построение набора индикаторов, отражающих отдельные аспекты развития исследуемой системы.

Яркий пример построения набора показателей – это комплекс из 134 показателей, предназначенных для оценки социальных, экологических и экономических аспектов устойчивого развития [2]. Это экологические показатели (26 индикаторов): водные ресурсы, эмиссия CO₂, и др.; экономические показатели (39 индикаторов): ВВП на душу населения, потребление энергии, и др.; социальные показатели (41 индикатор): уровень рождаемости, численность населения, и др.; и показатели устойчивого развития (14 индикаторов): социальные, экологические и экономические (рис. 2, табл. 1).

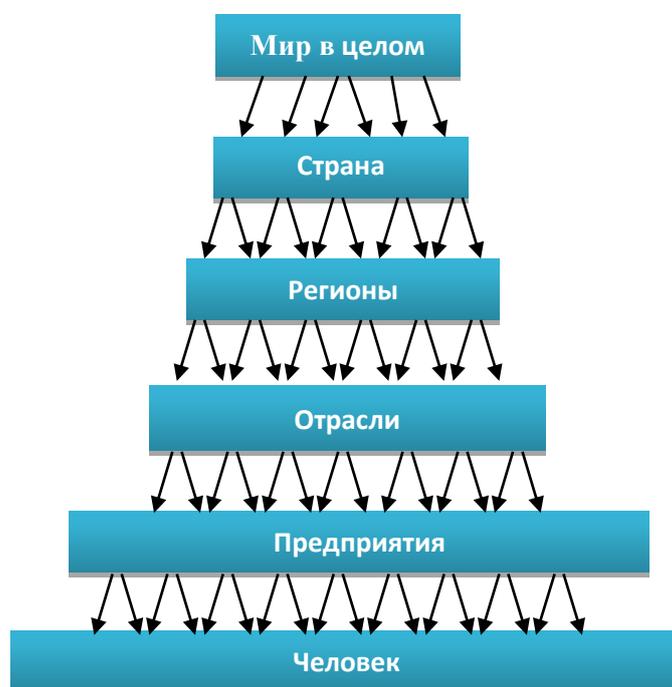


Рис. 1. Иерархия региональных объектов проектирования устойчивого развития



Рис. 2. Комплекс показателей устойчивого развития в методологии ООН

Таблица 1.

Выборка показателей устойчивого развития

	Показатели	Единицы измерения
Социальные	численность населения	количество человек
	средняя продолжительность жизни	лет
	доля населения с доходом ниже уровня бедности	безразмерные

Экологические	концентрация загрязняющих газов	мг/см ³
	эмиссия CO ₂	тонны
	доля пахотных земель	безразмерные
	территория, подверженная опустыниванию	гектары
	водные ресурсы	м ³ , литры

Экономические	ВВП на душу населения	денежные
	отношение задолженности к ВВП	безразмерные
	потребление энергии	тонны условного топлива

Примечание: Составлено по [3]

Построение интегрированного индекса базируется на процедуре нормирования, но нормированные показатели (индексы) также разнородны, а следствием процедуры нормирования является потеря социально-экономического смысла (интерпретации и распознавания тенденций).

Приведем пример индекса развития человеческого потенциала, который определяется формулой:

$$I = I_1 \cdot I_2 \cdot I_3 \quad (1)$$

где I_1 – индекс ожидаемой продолжительности жизни, % (время); I_2 – индекс достигнутого уровня образования, % (численность); I_3 – индекс уровня жизни, % (рубли); I_0 – индекс человеческого потенциала, %.

Показателем пример расчета «истинных сбережений»¹ (ИС), определяемый формулой (все показатели берутся в процентах ВВП):

$$ИС = ВН - КА - Иу - Ил - У_{CO_2} - Узд + Ро \quad (2)$$

где ИС – истинные сбережения; ВН – валовые накопления; КА – амортизация капитала; Иу – истощение запасов угля; Ил – истощение лесных ресурсов; $У_{CO_2}$ – ущерб от выбросов CO₂; Узд – ущерб здоровью населения от экологического фактора; Ро – расходы на образование.

¹ Истинные сбережения – это скорость накопления национальных сбережений после надлежащего учета истощения природных ресурсов и ущерба от загрязнения окружающей среды.

Таким образом, для измерения устойчивого развития в большинстве случаев используются неустойчивые стоимостные или разнородные 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.

Отметим, что над проблемами повышения эффективности проектирования и управления устойчивым развитием в мире работает не один десяток институтов. Среди них:

- Институт наблюдения за мировыми процессами (Worldwatch Institute), США – осуществляет междисциплинарные исследования по глобальным проблемам;
- Международный институт по устойчивому развитию (International Institute for Sustainable Development), Канада – занимается научными разработками теории устойчивого развития;
- Центр исследований мира (Centro de Investigacion parala Paz – CIP), Испания – проводит исследования в области экологических проблем;

Особое место в направлении проектирования регионального устойчивого развития занимают работы Международной Научной школы устойчивого развития им. П.Г. Кузнецова, выполняемые в Институте системного анализа и управления Государственного университета «Дубна», которые позволяют создать систему соразмерных индикаторов устойчивого развития, выраженных в терминах и единицах универсальных пространственно-временных LT-величин² [1, 4].

В рамках Научной школы устойчивого развития разработана, отвечающая требованиям соразмерности, уникальная нормативная база на основе естественнонаучных измерителей социальных, экологических и экономических процессов, формализованная в систему базовых и специальных параметров устойчивого развития с использованием меры «мощность» (табл. 2) [5].

Рассмотрим пример расчета показателей устойчивого развития, выполненный в рамках проекта «Разработка целевых показателей устойчивого развития для Республики Казахстан и отдельных областей», выполненный в рамках Международной Научной школы устойчивого развития им. П.Г.Кузнецова на кафедре устойчивого инновационного развития Института системного анализа и управления государственного университета «Дубна».

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, средняя продолжительность жизни, средняя нормированная продолжительность жизни, суммарное потребление энергоресурсов страны в мире (потребление мощности),

² LT-система – универсальный язык, который представлен в виде системы пространственно-временных величин (Р. Бартини – П.Г. Кузнецов, 1965 г.).

L^RT^S-величина – это универсальная мера свойств реального мира, определяется произведением целочисленных степеней при L и T.

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.

Таблица 2.

Система базовых терминов принципа (критерия) устойчивого развития

№ п/п	Название	Условное обозначение	Единицы измерения	Формулы	ЛТ-размерность
1	2	3	4	5	6
1	Суммарное потребление природных энергоресурсов за определенный период времени или полная мощность	$N(t)$	Ватт	$N(t) = \sum_j^k \sum_{i=1}^3 N_{ij}(t)$ $N_{j1}(t), N_{j2}(t) \dots N_{j3}(t) -$ 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	Совокупное производство товаров и услуг (конечный продукт или полезная мощность)	$P(t)$	Ватт	$P(t) = N(t) \cdot \eta(t) \cdot \varepsilon(t)$	$[L^5T^{-5}]$
3	Потери мощности	$G(t)$	Ватт	$G(t) = N(t) - P(t)$	$[L^5T^{-5}]$
4	Эффективность использования природных энергоресурсов	$\varphi(t)$	безразмерные единицы	$\varphi(t) = \frac{P(t)}{N(t)}$	$[L^0T^0]$
5	Качество окружающей природной среды	$q(t)$	безразмерные единицы	$q(t) = \frac{G(t - \tau)}{G(t)}$	$[L^0T^0]$
6	Совокупный уровень жизни	$U(t)$	Ватт на человека	$U(t) = \frac{P(t)}{M(t)}$	$[L^5T^{-5}]$
7	Качество жизни	$QL(t)$	Ватт на человека	$QL(t) = TA(t) \cdot U(t) \cdot q(t)$	$[L^5T^{-4}]$
8	Сводная производительность труда в регионе	$PL(t)$	Киловатт на работника	$PL(t) = \frac{P(t)}{M_{раб}(t)}$	$[L^5T^{-5}]$

Примечание: Составлено по [3, 5, 6,]

Пример расчета параметров устойчивого развития Республики Казахстан и их сравнительная оценка с данными концепции представлен в таблице 3 и на рисунке 4.

Таблица 3.

Динамика годового суммарного потребления природных ресурсов в единицах мощности на примере Республики Казахстан

Годовое суммарное потребление природных ресурсов в ГВт по годам:	2005 г.	2006 г.	2007 г.
Данные концепции УР Республики Казахстан	94,85	104,33	114,77
Данные Госстат Республики Казахстан (реальность)	76,12	83,06	86,92

Примечание: Составлено по [3]

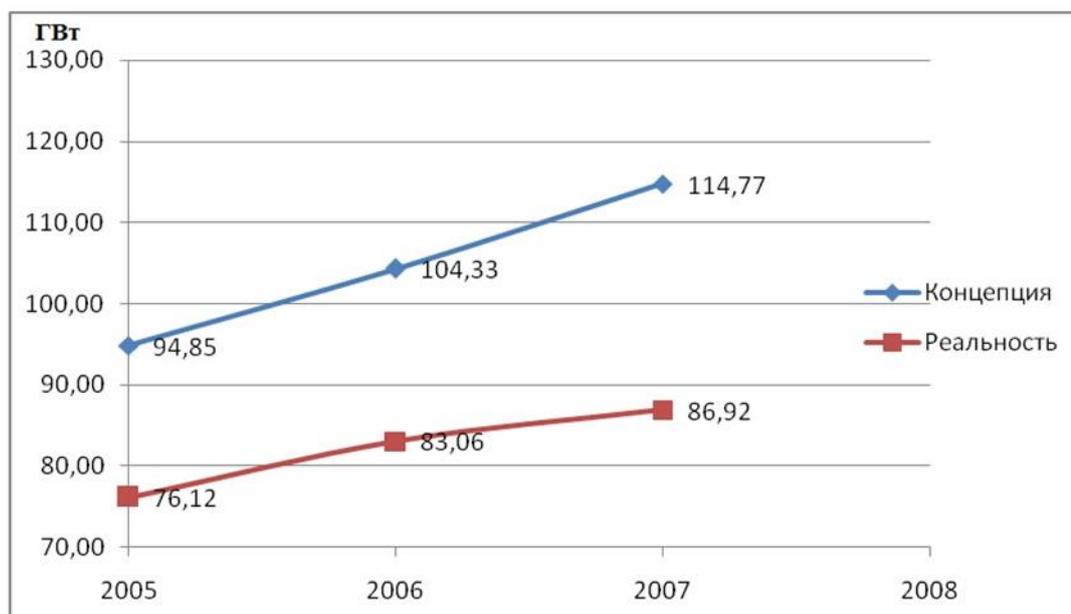


Рис. 3. Динамика годового потребления природных энергоресурсов на примере Казахстана [3]

На этой основе составлен социально-экономический межрегиональный баланс мощности Республики Казахстан (рис. 4), составлена карта мощностей региона, представленная на рисунке 4 и 5.

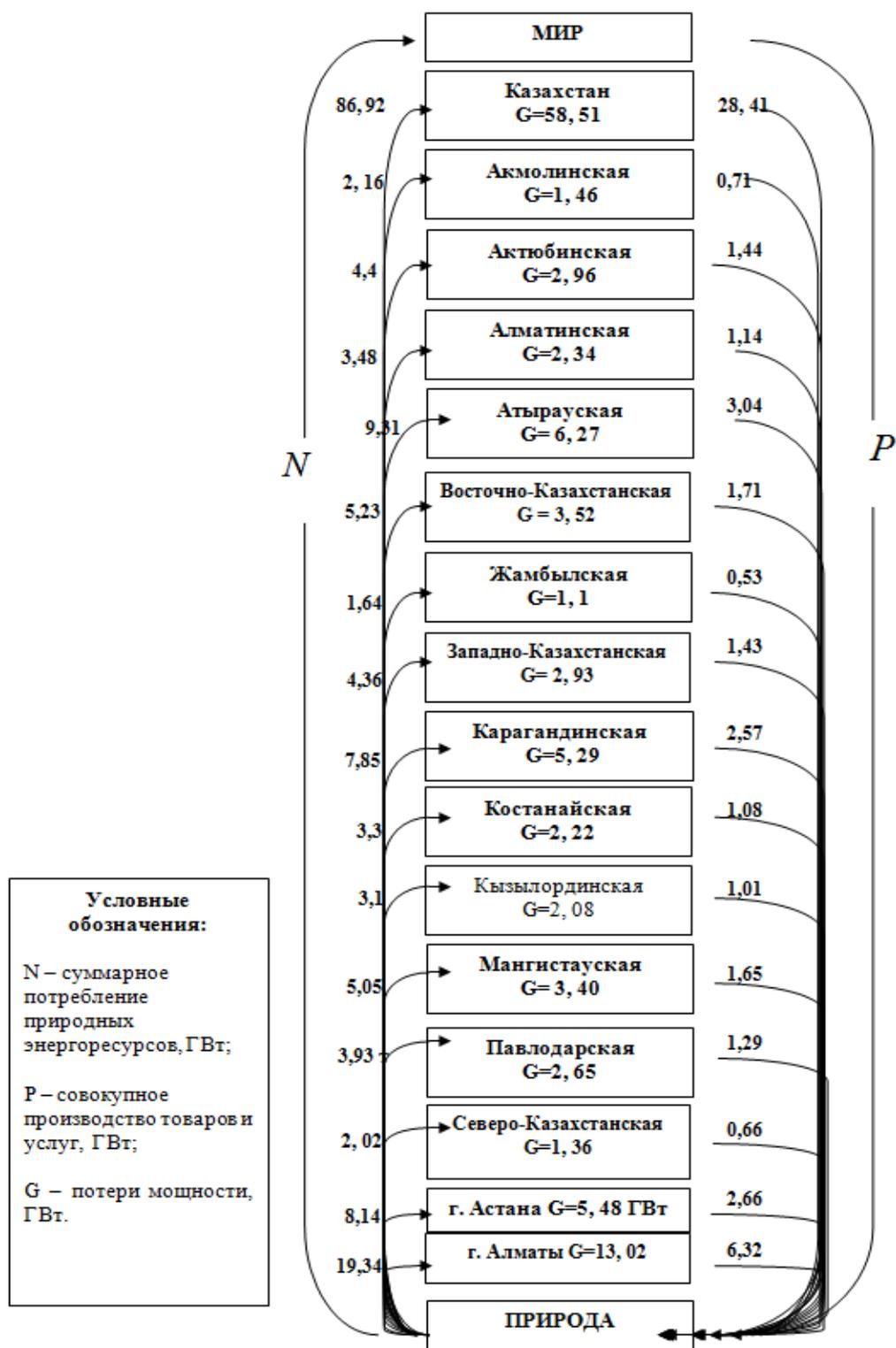
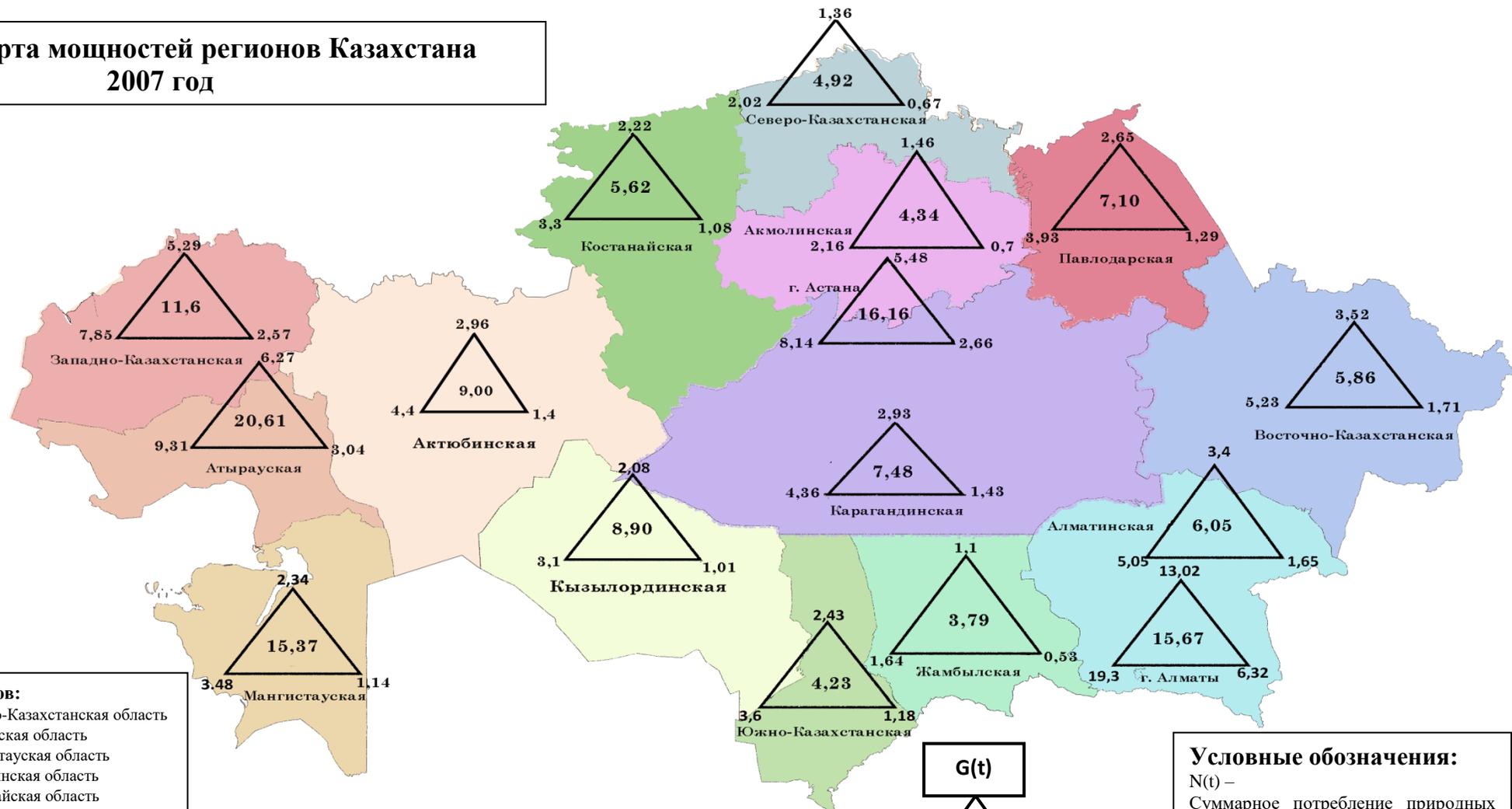


Рис. 4. Социально-экологический межрегиональный баланс мощности на примере Казахстана (2007 г.)

Карта мощностей регионов Казахстана 2007 год



Список объектов:

- Западно-Казахстанская область
- Атырауская область
- Мангистауская область
- Актюбинская область
- Костанайская область
- Кызылординская область
- Северо-Казахстанская область
- Акмолинская область
- г.Астана
- Павлодарская область
- Карагандинская область
- Восточно-Казахстанская область
- Алматинская область
- г.Алматы
- Жамбылская область
- Южно-Казахстанская область

Условные обозначения:

$N(t)$ – Суммарное потребление природных энергоресурсов, ГВт;
 $P(t)$ – Совокупное производство, ГВт;
 $G(t)$ – Потери мощности, ГВт;
 Π – Сводная производительность, кВт/работника.

Рис. 5. Карта мощностей регионов Республики Казахстан

На основе результатов, изложенных в работах [1, 4, 5, 7], представлен формализованный принцип устойчивого развития:

$$\begin{cases} P = P_0 + \Delta P \cdot t + \Delta^2 P \cdot t^2 + \Delta^3 P \cdot t^3 > 0, \\ \varphi = \varphi_0 + \Delta \varphi \cdot t + \Delta^2 \varphi \cdot t^2 + \Delta^3 \varphi \cdot t^3 > 0, \\ \Delta G < 0, \\ \Delta N = const. \end{cases} \quad (3)$$

где P_0 – поток свободной превратимой энергии, полезная мощность системы;
 $\Delta P = dP/dt$ – рост (изменение) полезной мощности системы за время t ;
 $\Delta^2 P = d^2P/dt^2$ – скорость роста полезной мощности системы за время t^2 ;
 $\Delta^3 P = d^3P/dt^3$ – ускорение роста полезной мощности системы за время t^3 ;
 $\Delta \varphi$ – изменение эффективности за время t ;
 $\Delta^2 \varphi$ – скорость изменения эффективности за время t^2 ;
 $\Delta^3 \varphi$ – ускорение изменения эффективности за время t^3 ;
 τ – шаг масштабирования;
 T – фиксированный период устойчивого развития, $\tau < T \leq \tau 3$.

С учетом требований формализованного принципа устойчивого развития построена геоинформационная модель проектирования устойчивого развития, которая включает процедуры (рис. 6) [4, 5, 7,]:

- процедуры расчета существующего состояния;
- процедуры расчета необходимого состояния;
- процедуры расчета проблем;
- процедуры планирования;
- процедуры контроля.

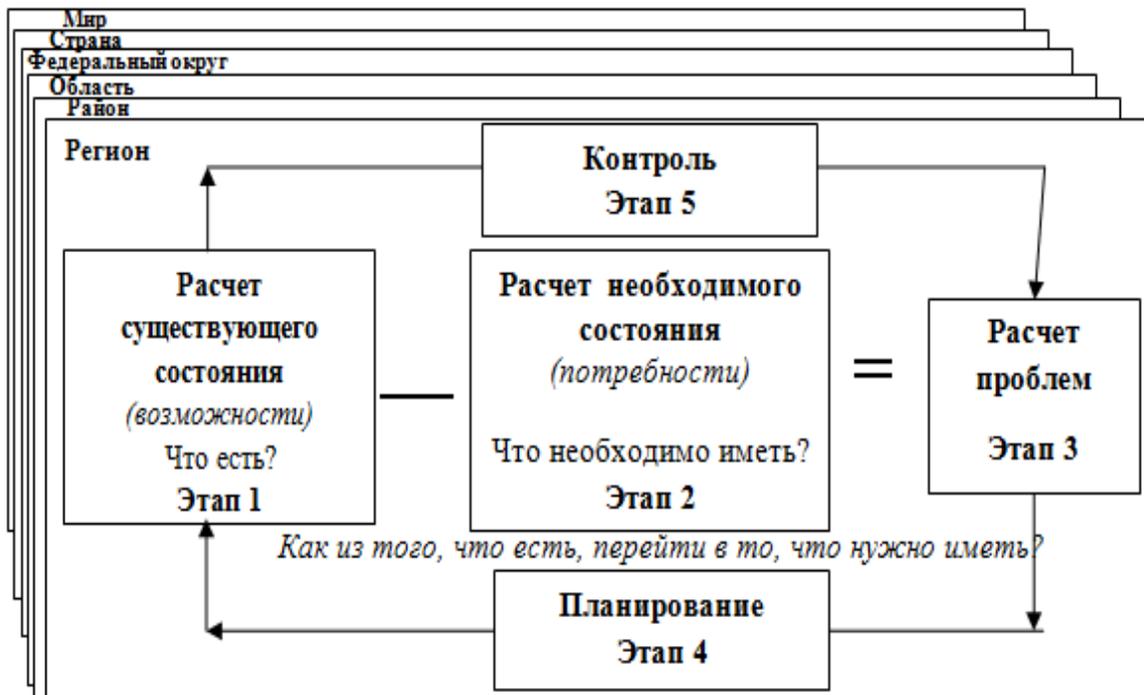


Рис. 6. Геоинформационная модель проектирования устойчивого развития

На основе формализованного принципа и этапов проектирования сформулированы требования к входным данным проектирования устойчивого развития (табл. 4).

Таблица 4.

Статистические данные, необходимые для расчета параметров-терминов устойчивого развития

№ п/п	Наименование показателя	Единицы измерения
1	Среднесуточное потребление продуктов питания на человека на конкретный год (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 на конкретный год (M)	человек (чел.)
5	Валовый региональный продукт	рубль/доллар

В соответствии с выделенными требованиями важную функцию приобретает мониторинг геоинформационных данных и их преобразование для расчета существующего и необходимого состояния.

Геоинформационная база данных

В целях эффективного мониторинга и обеспечения возможности автоматизированного проектирования развития региональных объектов разработана база параметров моделирования устойчивого инновационного развития стран мира, России и ее регионов (рис. 7).

При создании базы использовалась платформа. NET Framework 3.5/C#, сервер с СУБД PostgreSQL 9+ [11].

База параметров включает иерархию объектов:

- **мир** (включая геоинформационные данные в области устойчивого развития по 157 странам мира за период 1998 – 2013 годы);
- **субъекты государств;**
- **Россия** (страна в целом);
- **федеральный округ** (Центральный федеральный округ, Сибирский федеральный округ и др.);
- **области** (Амурская область, Московская область и др.);
- **районы** (Талдомский район, Дмитровский район и др.);
- **муниципалитеты** (Москва, Дубна, Дмитров и др.).

Объектами базы являются субъекты государств (федеральные округа, области), отдельные государства, группы государств и мир.

Каждый региональный слой содержит набор параметров, отражающих динамику изменения регионального объекта.

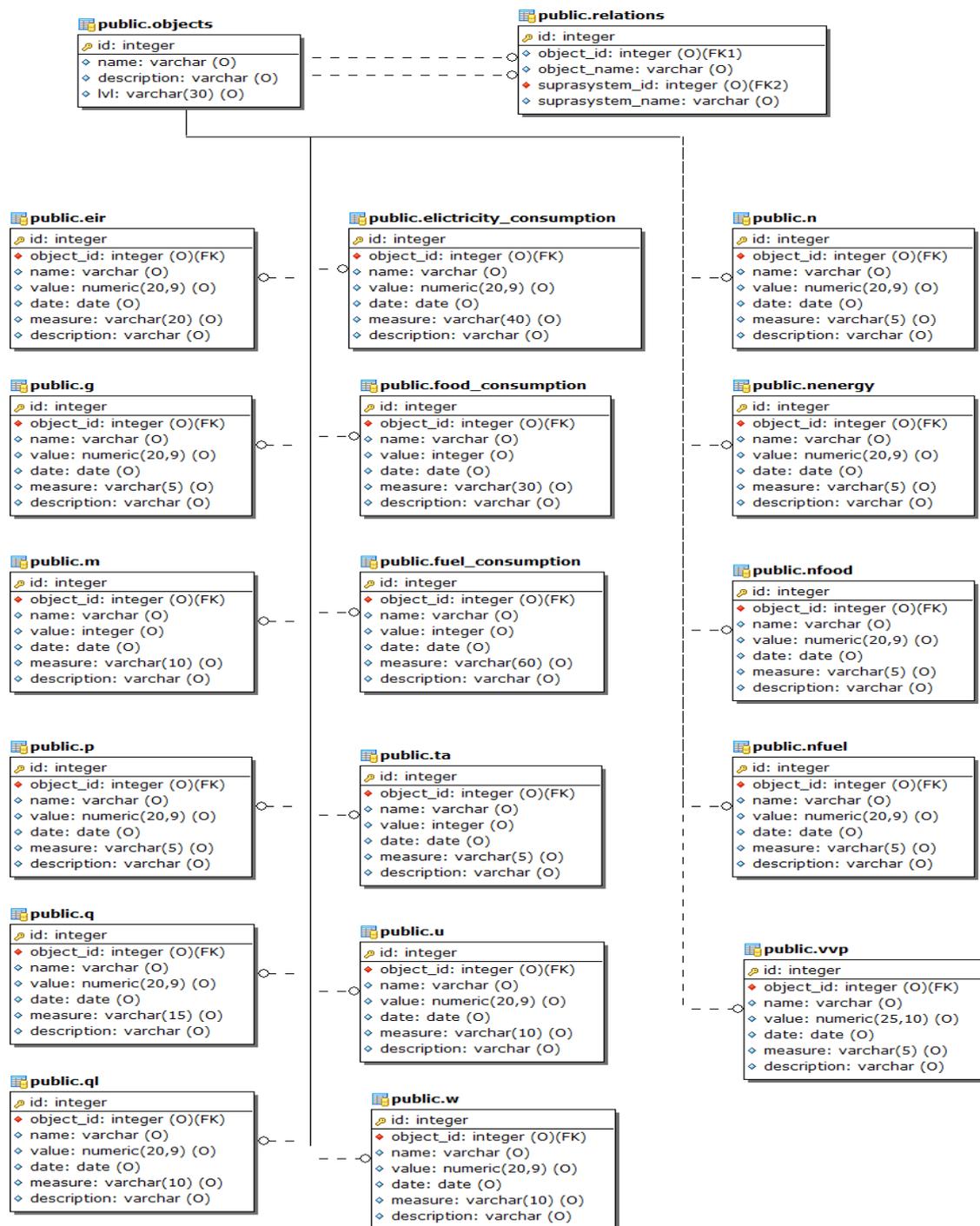


Рис. 7. Структурная схема базы данных

База выводит данные в формате Microsoft Excel и предоставляет пользователю возможность дальнейшего моделирования параметров (рис. 8).

Цель создания базы – информационно-аналитическая работа, оценки социально-экономических тенденций, мониторинг и управление развитием региональных объектов.

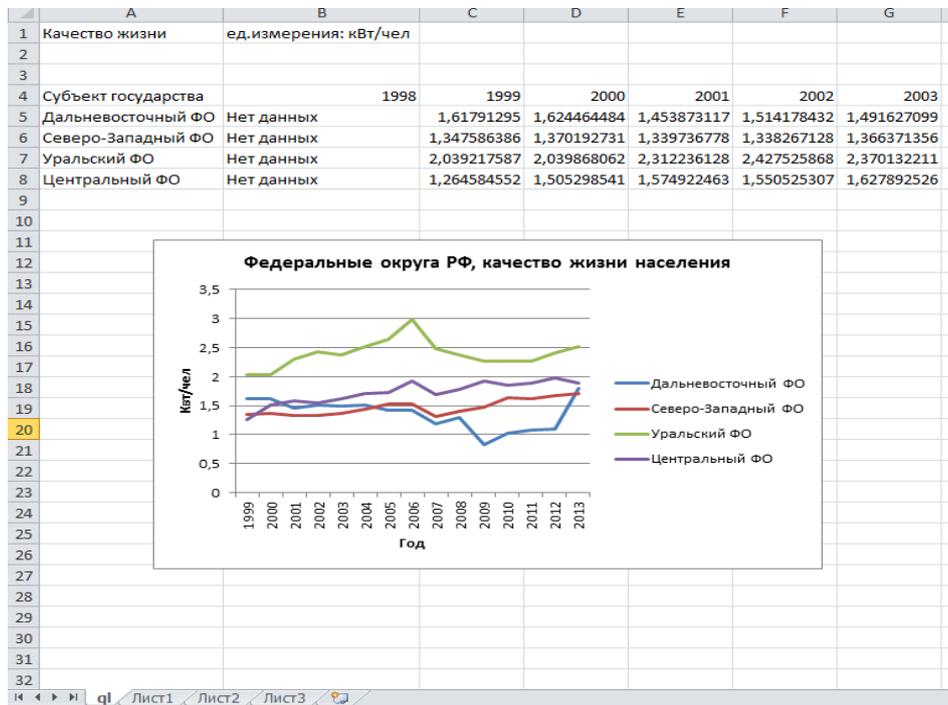


Рис. 8. Динамика изменения параметра «качество жизни»

База содержит сведения о 17 естественно-научных параметрах устойчивого развития: суммарное потребление природных энергоресурсов; совокупный произведенный продукт в регионе; эффективность использования энергоресурсов; масштаб потерь в регионе; мощность национальной валюты страны в мире и ее регионах; уровень и качество жизни населения; средняя продолжительность жизни в регионе; качество окружающей природной среды и др. В базе представлены значения выделенных параметров по странам мира, федеральным округам, областям, районам РФ за период 1998 – 2013 годы.

База может быть использована в создании геоинформационных и экспертных систем управления устойчивым инновационным развитием (рис. 9); в работе бизнес-структур для оценки рисков и устойчивости развития в регионе; в научно-образовательном процессе [5, 7].

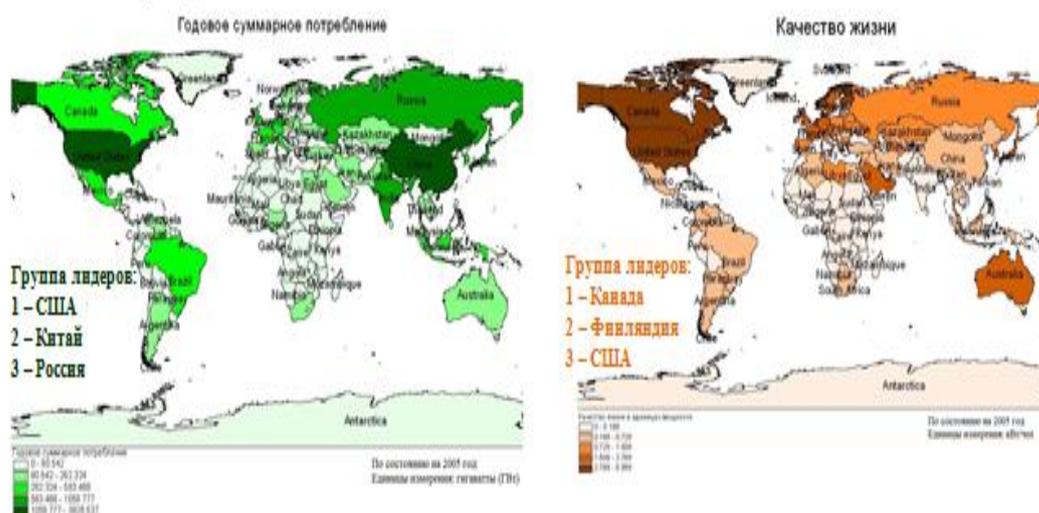


Рис. 9. Примеры картирования параметров устойчивого развития

Характеристика, структура и функциональное описание программного обеспечения

Геоинформационная база данных «Параметры моделирования устойчивого инновационного развития стран мира, России и ее регионов» (свидетельство Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам РФ № 2014621256 от 09.09.2014г.) является неотъемлемой частью перспективного в сфере IT-индустрии программного продукта «Система проектирования и управления устойчивым инновационным развитием: мир, регион, отрасль». Разработаны геоинформационные модели, сценарии, алгоритмы, которые легли в основу наукоемкого программного обеспечения, имеющего компонентную структуру (рис. 10) [4].

				M 1998	M 2000	M 2005	T ср. 98	T ср. 00	T ср. 05	ВВП 98
5	1 Aruba	Аруба нет								
6	2 Antigua and Barbuda	Антигуа и Барбуда нет								
7	3 Afghanistan		9	19837114	20737253	25023600	42	42	42	3.0695276
8	4 Algeria		5	29646427	30509054	32854159	70	70	72	48.187777024
9	5 Azerbaijan		3	7913000	8048535	8391850	71	72	72	4.446396416
10	6 Albania		4	3088133	3080066	3153731	75	75	76	2.727745536
11	7 Armenia		8	3118913	3082000	3017661	71	71	71	1.893726464
12	8 Andorra	нет								
13	9 Angola		6	13257098	13930006	16095214	41	41	42	6.445192192
14	10 American Samoa	Американское Самоа нет								
15	11 Argentina		7	36101962	36895712	38747148	74	74	75	298.94836224
16	12 Australia		1	18711000	19153000	20399836	79	79	81	381.806116864
17	13 Austria		2	7982461	8011561	8233300	78	78	79	213.85527296
18	14 Anguilla	Ангилья нет								
19	15 Antarctica	нет								
20	16 Bahrain		11	621618	650080	724788	75	75	75	6.18394112
21	17 Barbados	нет								
22	18 Botswana		18	1670767	1728872	1835938	49	49	49	5.19054336
23	19 Bermuda	нет								
24	20 Belgium		13	10203000	10252000	10478650	77	78	79	255.136366592
25	21 Bahamas, The	нет								
26	22 Bangladesh		10	134126903	139434376	153281120	61	61	63	44.091752448
27	23 Belize	нет								
28	24 Bosnia and Herzegovina		17	3574994	3787258	3915238	74	74	74	4.362454656
29	25 Bolivia		16	7979559	8316648	9182015	63	63	65	8.497499136
30	26 Myanmar (Burma)		93	44850106	45884007	47967266	60	60	61	5.258406
31	27 Benin		14	6803940	7227219	8490301	54	54	56	2.334564352
32	28 Byelarus		12	10069000	10005000	9775591	68	68	68	15.222014976
33	29 Solomon Islands	нет								
34	30 Brazil		19	169086566	174160601	186830759	70	70	72	843.82711808
35	31 Bhutan		23	528882	558565	637013	62	62	65	0.36709

Рис. 11. Пример атрибутивной информации для построения карт

Создана база данных, совместимая с геоинформационной системой ArcView (рис. 12).

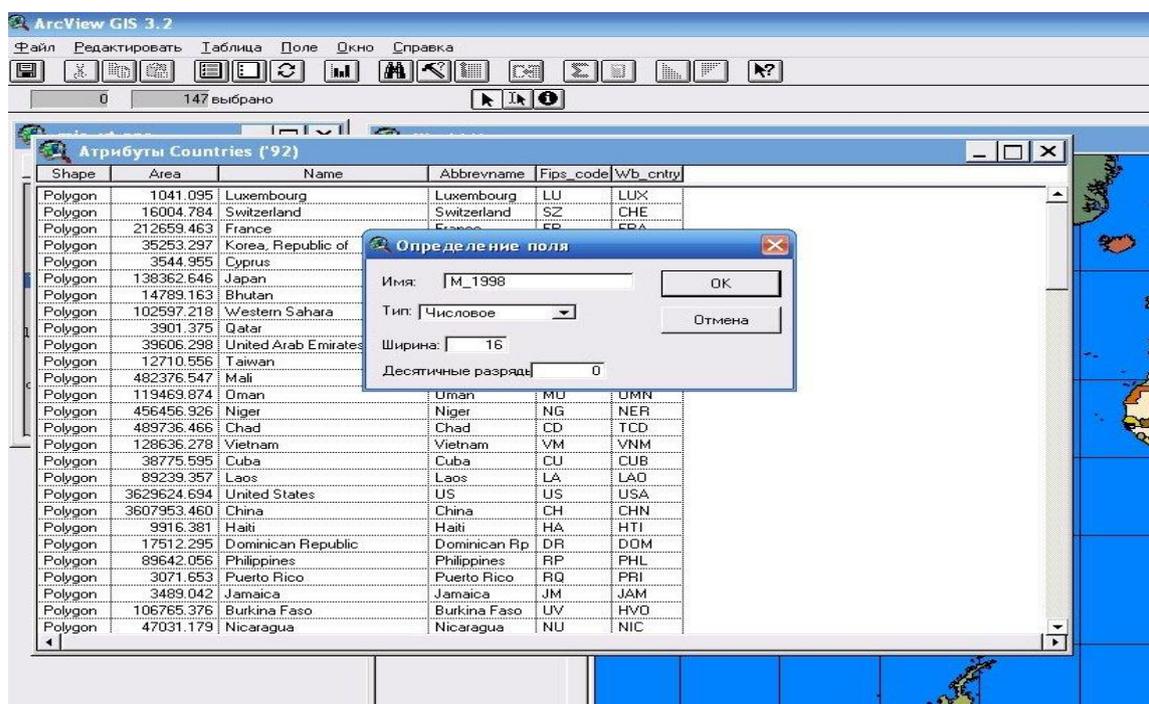


Рис. 12. Работа с базой данных в информационной среде ArcView

При создании карт использовался импортируемый из базы данных «Параметры моделирования устойчивого развития стран мира, России и ее регионов» файл в формате EXCEL.

ГИС ArcView работает с базами данных в dBASE формате, который называют DBF стандартом. DBF стандарт использует 4 атрибута для описания каждого поля. К ним относятся: имя, тип, ширина и десятичные разряды. Поэтому после формирования базы данных в EXCEL формат файла меняется на DBF.

База параметров моделирования устойчивого развития существенно увеличивает эффективность мониторинга статистических показателей, позволяет на их основе вести анализ существующего состояния региональных объектов, а также осуществлять проектирование необходимого (целевого) состояния.

Работа базы данных состоит из нескольких этапов (рис. 13).

1. Первый этап – выбор уровня объектов (рис. 14).
2. Второй этап – выбор конкретных объектов внутри уровня, по которым необходимо получить данные (рис. 15).
3. Третий этап – выбор параметров моделирования устойчивого развития, значения которых необходимо получить для каждого объекта (рис. 16).
4. Четвёртый этап – выбор временных границ (рис. 17).
5. Пятый этап – обработка запроса на сервере (рис. 18) и экспорт запроса в формат Microsoft Excel (рис. 19).

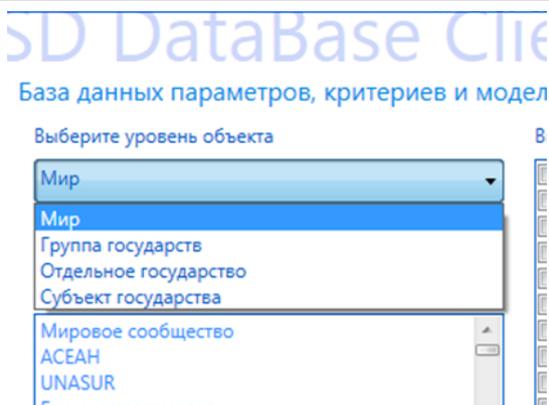


Рис. 13. База параметров моделирования устойчивого инновационного развития стран мира, России и ее регионов

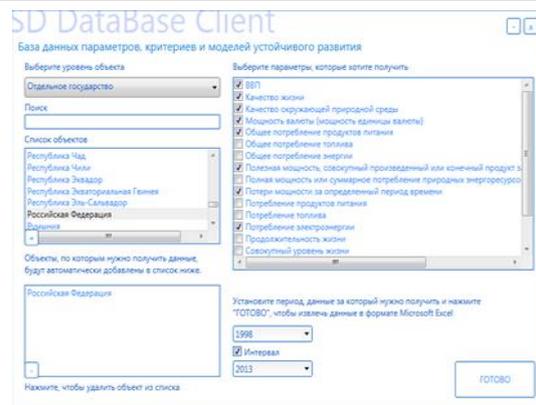


Рис. 14. Выбор уровня объекта

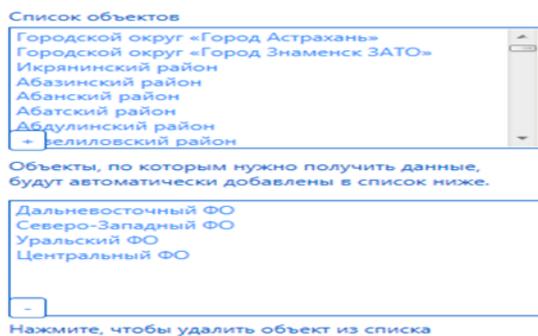


Рис. 15. Выбор конкретных объектов внутри уровня

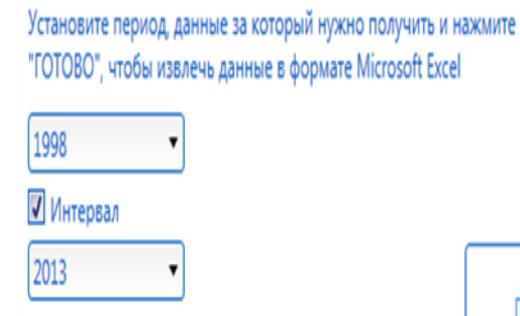


Рис. 16. Выбор параметров моделирования устойчивого развития

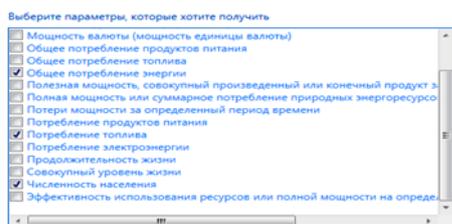


Рис. 17. Выбор временных границ

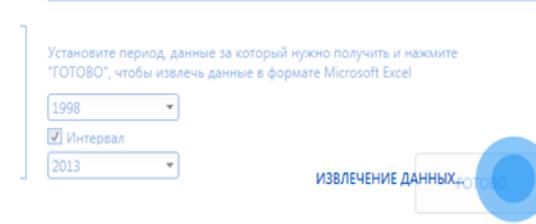


Рис. 18. Обработка запроса на сервер

Потребление топлива															
в нефтяном эквиваленте на душу населения в год															
№	Страна	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	Страна:Российская Федерация	3957	4121	4196	4257	4252	4424	4460	4517	3957	4121	4196	4257	4252	4424
2	Страна:Республика Казахстан	2618	2409	2596	2566	2809	3039	3226	3462	2618	2409	2596	2566	2809	3039
3	Отрасль:Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	150,37	156,6	159,45	161,77	161,58	168,11	169,48	171,65	150,37	156,6	159,45	161,77	161,58	168,11
4	Отрасль:Рыболовство, рыбоводство	7,914	8,242	8,392	8,514	8,504	8,848	8,92	9,034	7,914	8,242	8,392	8,514	8,504	8,848
5	Отрасль:Добыча полезных ископаемых	431,31	449,19	457,36	464,01	463,47	482,22	486,14	492,35	431,31	449,19	457,36	464,01	463,47	482,22
6	Отрасль:Обрабатывающие производства	589,59	614,03	625,2	634,29	633,55	659,18	664,54	673,03	589,59	614,03	625,2	634,29	633,55	659,18
7	Отрасль:Производство и распределение электроэнергии, газа и тепла	134,54	140,11	142,66	144,74	144,57	150,42	151,64	153,58	134,54	140,11	142,66	144,74	144,57	150,42
8	Отрасль:Строительство	257,21	267,87	272,74	276,71	276,38	287,56	289,9	293,61	257,21	267,87	272,74	276,71	276,38	287,56
9	Отрасль:Оптовая и розничная торговля	724,13	754,14	767,87	779,03	778,12	809,59	816,18	826,61	724,13	754,14	767,87	779,03	778,12	809,59
10	Отрасль:Гостиницы и рестораны	39,57	41,21	41,96	42,57	42,52	44,24	44,6	45,17	39,57	41,21	41,96	42,57	42,52	44,24
11	Отрасль:Транспорт и связь	340,3	354,41	360,86	366,1	365,67	380,46	383,56	388,46	340,3	354,41	360,86	366,1	365,67	380,46
12	Отрасль:Финансовая деятельность	197,85	206,05	209,8	212,85	212,6	221,2	223	225,85	197,85	206,05	209,8	212,85	212,6	221,2
13	Отрасль:Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	478,8	498,64	507,72	515,1	514,49	535,3	539,66	546,56	478,8	498,64	507,72	515,1	514,49	535,3
14	Отрасль:Государственное управление	273,03	284,35	289,52	293,73	293,39	305,26	307,74	311,67	273,03	284,35	289,52	293,73	293,39	305,26
15	Отрасль:Образование	118,71	123,63	125,88	127,71	127,56	132,72	133,8	135,51	118,71	123,63	125,88	127,71	127,56	132,72
16	Отрасль:Здравоохранение и предоставление социальных услуг	150,37	156,6	159,45	161,77	161,58	168,11	169,48	171,65	150,37	156,6	159,45	161,77	161,58	168,11
17	Область:Менягинская область	47,569	49,54	50,442	51,175	51,115	53,183	53,615	54,301	47,569	49,54	50,442	51,175	51,115	53,183
18	Область:Тверская область	37,369	38,918	39,626	40,202	40,155	41,779	42,119	42,658	37,369	38,918	39,626	40,202	40,155	41,779
19	Область:Московская область	190,17	198,05	201,66	204,59	204,35	212,61	214,34	217,08	190,17	198,05	201,66	204,59	204,35	212,61
20	Город:Москва	325,69	339,19	345,36	350,39	349,97	364,13	367,09	371,79	325,69	339,19	345,36	350,39	349,97	364,13
21	Предприятие:ООО "Анкор"	63,312	65,936	67,136	68,112	68,032	70,784	71,36	72,272	63,312	65,936	67,136	68,112	68,032	70,784

Рис. 19. Экспорт запроса в формат Microsoft Excel

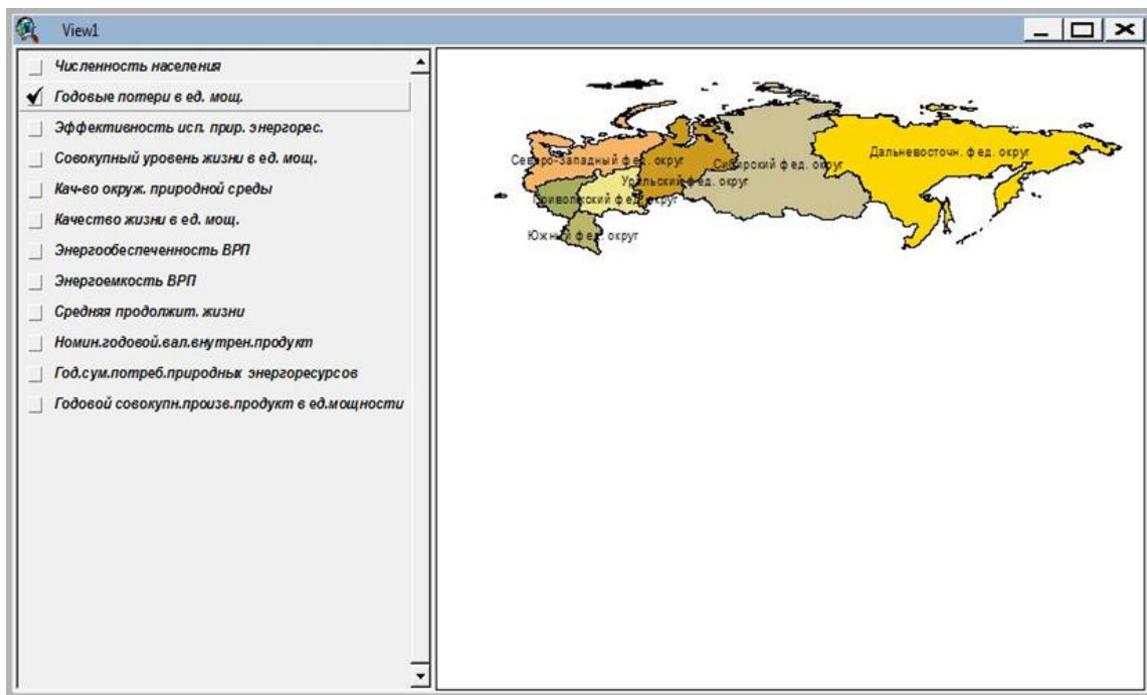


Рис. 20. Пример электронной карты в ГИС ArcView

Существует несколько вариантов реализации геоинформационных технологий в сети Интернет. Одна из них связана с размещением ГИС-проектов на сервере с целью обеспечения работы в он-лайн режиме. Другая возможность связана с Интернет программированием. Решение вышеуказанных задач исследования происходит поэтапно. При создании сайта «Электронный атлас параметров устойчивого инновационного развития» (www.LT-GIS.ru) использованы стандартные технологии: таблицы стилей CSS, библиотека JQuery, программирование на PHP, работа с документацией современной CMS, система управления контентом «Word Press».

Таким образом, программное обеспечение «Система проектирования и управления устойчивым инновационным развитием: мир, регион, отрасль», решает следующие задачи (рис. 14):

1. мониторинг, анализ и хранение данных, необходимых для расчетов естественнонаучных параметров устойчивого развития объектов разного уровня управления;
2. расчет существующего состояния в терминах параметров устойчивого развития, в т.ч.:
 - определение исходной информации
 - формализация исходной информации
 - расчет базовых параметров устойчивого развития
 - пример расчета параметров системы на основе исходных данных
 - визуализация текущего состояния
3. расчет необходимого состояния в терминах параметров устойчивого развития, в т.ч.:
 - идентификация текущего состояния
 - определение типа цели
 - фиксация времени достижения цели
 - определение граничных условий
 - расчет необходимого состояния
 - визуализация необходимого состояния
4. расчет проблем, в т.ч.:
 - расчет разности между необходимым и существующим состоянием базовых параметров
 - проектная декомпозиция проблем
 - расчет возможных последствий при сохранении существующей динамики
5. процедуры контроля, в т.ч.:
 - расчет ошибки
 - оценка параметрической эффективности
 - расчет эффективности реализации плана
 - корректировка планов работ
6. процедуры управления, в т.ч.:
 - инструментарий управления
 - формирование списка работ
 - декомпозиция работ
 - формализация реквизитов работ
 - формирование плановой сети работ
 - система проектирования и управления устойчивым инновационным развитием
7. Процедуры ведения отчетности в области устойчивого развития на предприятии, в т.ч.:
 - заполнение отчета в рамках руководства отчетности GRI;
 - вывод, дополнение и корректировка показателей отчетности;
8. визуализации результатов в формате Excel и в геоинформационной среде ArcView.

На рис. 21 представлена примеры визуализации — динамика параметров устойчивого развития³ Российской Федерации за период 2005-2011 гг.

³ Подробно методика расчетов динамики параметров устойчивого развития (скорость, ускорение, рывок) представлен в работе [4]

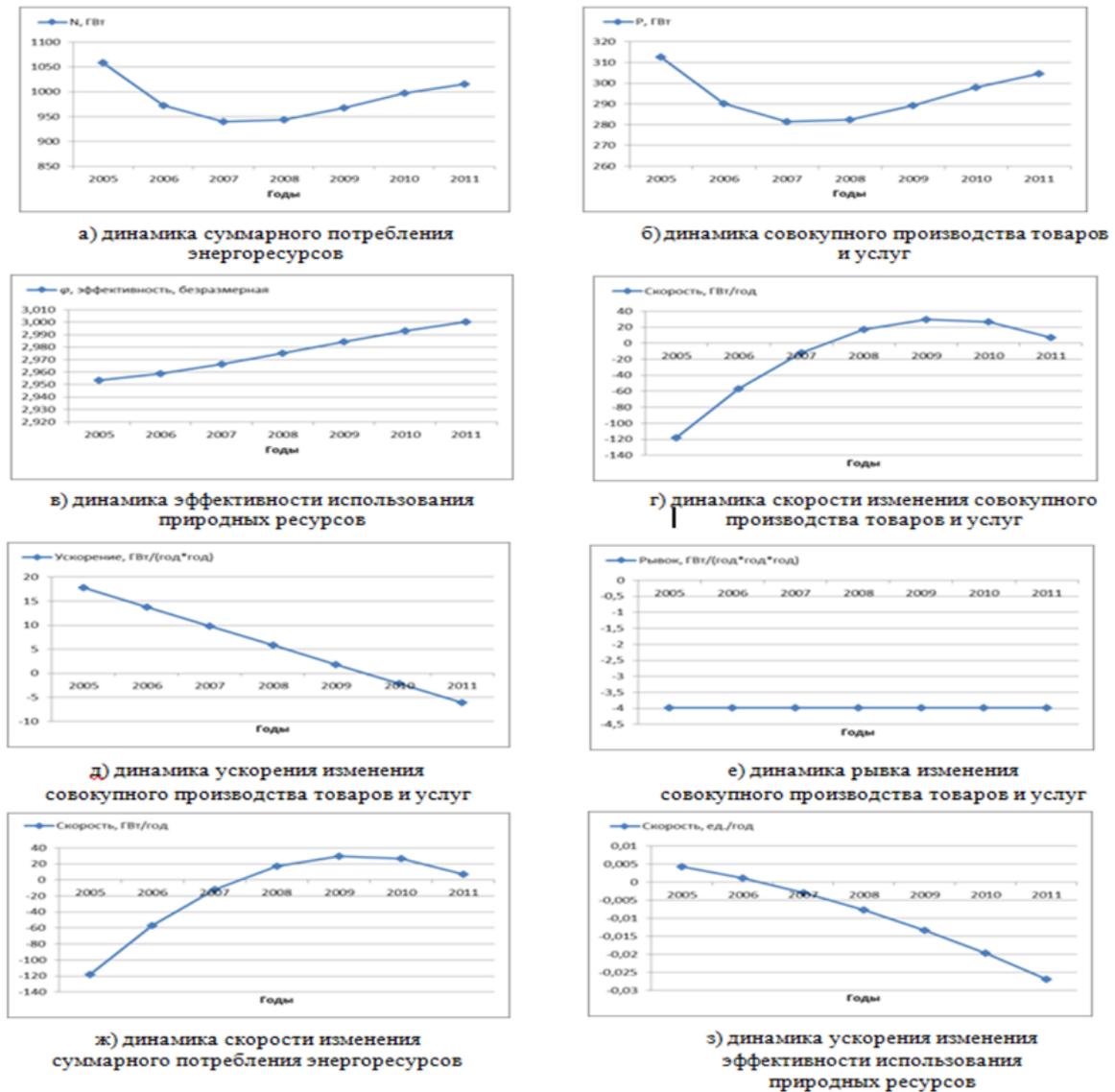


Рис. 21. Графики динамики параметров устойчивого развития

Программное обеспечение «Система проектирования и управления устойчивым инновационным развитием: мир, регион, отрасль» (рис. 22) предназначено для обучения и работы руководителей государственных и муниципальных служб, специалистов по проектированию устойчивого территориального развития, системных аналитиков, инженеров-исследователей, экспертов в сфере управления устойчивым развитием, консультантов.

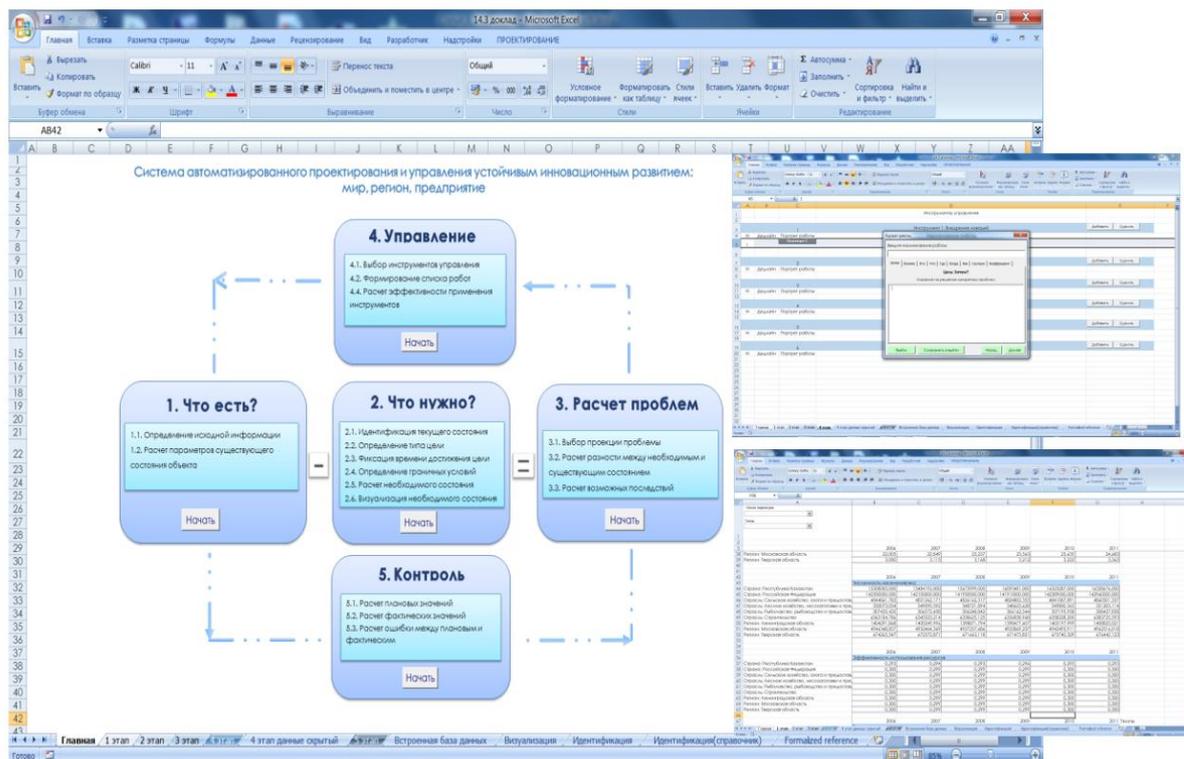


Рис. 22. Интерфейс системы проектирования и управления устойчивым инновационным развитием

Применение геоинформационной базы данных параметров моделирования устойчивого развития в образовании

База данных может быть использована в образовании для моделирования развития регионального объекта в рамках междисциплинарной деловой игры, основанной на одном из двух подходов [2, 9]:

1. применение совокупности (комплекса) программных продуктов (*модулей*), среди которых выделяется некий базовый модуль, к которому игрок волен добавлять другие модули в качестве вспомогательных;
2. программные продукты обеспечивают взаимодействие участников игры между собой с целью оценки рисков и последствий принимаемых решений.

Первый подход позволяет реализовать обучающую технологию, в рамках которой каждый участник «примеряет на себя» роль управленца предусмотренного в сценарии игры регионального объекта; задачей каждого участника будет перевод вверенного ему объекта в режим устойчивого развития (табл. 5). Хотя такой вариант, безусловно, полезен в учебном процессе, поскольку позволяет наглядно продемонстрировать студентам масштаб и комплексность процесса управления, он, тем не менее, видится несколько оторванным от жизненных реалий, поскольку на региональном уровне принятие абсолютно всех управленческих решений крайне редко сосредотачивается в одних руках.

Таблица 5.
Пример из справочника сценариев развития региональных объектов

№ п/п	Формализованное предствление	Тип состояния	Динамика параметров	Сценарий	Характерные черты	Описание и негативные следствия
Устойчивое развитие / Опережающее устойчивое развитие						
5	$\Delta M \geq 0$ $\Delta P \geq 0$ $\Delta N < 0$ $\Delta U \geq 0$ $\Delta q \geq 0$	5	<ul style="list-style-type: none"> Численность населения не убывает ($\Delta M \geq 0$) Совокупное производство товаров и услуг (полезная мощность) не убывает ($\Delta P \geq 0$) Суммарное потребление природных энергоресурсов убывает ($\Delta N < 0$) Совокупный уровень жизни не убывает ($\Delta U \geq 0$) Качество окружающей природной среды не убывает ($\Delta q \geq 0$) 	Устойчивое развитие / Опережающее устойчивое развитие	Устойчивое развитие, сопровождающееся уменьшением энергопотребления, ростом производства, численности населения и уровня жизни, улучшением качества окружающей среды	Опережающее устойчивое развитие

Таблица 6.
Пример результата автоматизированной экспертной оценки, где в качестве объектов проектирования выступают республика Казахстан и Российская Федерация

Объект	Тип состояния	Динамика параметров	Сценарий	Характерные черты	Описание и негативные следствия
Республика Казахстан (2002 – 2012 гг.)	1	<p>Численность населения не убывает ($\Delta M \geq 0$)</p> <p>Совокупное производство товаров и услуг (полезная мощность) не убывает ($\Delta P \geq 0$)</p> <p>Суммарное потребление природных энергоресурсов не убывает ($\Delta N \geq 0$)</p> <p>Совокупный уровень жизни не убывает ($\Delta U \geq 0$)</p> <p>Качество окружающей природной среды не убывает ($\Delta q \geq 0$)</p>	Индустриально-инновационный	Интенсивный рост за счет повышения эффективности и производства ($\Delta \phi \geq 0$), возможными следствиями которого являются позитивные и негативные изменения параметров	<i>Индустриально-инновационное развитие на фоне роста базовых параметров</i>
	2	Численность населения не убывает ($\Delta M \geq 0$)	Энергосырьевый	Экстенсивный рост за	<i>Опережающий рост</i>

Российская Федерация (2002 – 2012 гг.)	<p>Совокупное производство товаров и услуг (полезная мощность) не убывает ($\Delta P \geq 0$)</p> <p>Суммарное потребление природных энергоресурсов не убывает ($\Delta N \geq 0$)</p> <p>Совокупный уровень жизни не убывает ($\Delta U \geq 0$)</p> <p>Качество окружающей природной среды убывает ($\Delta q < 0$)</p>	вой или экстенсивный	счет опережающего роста энергопотребления ($\Delta N \geq 0$), следствием которого могут быть экологические ($\Delta q < 0$), демографические ($\Delta M < 0$) и социально-экономические ($\Delta U < 0$) угрозы	энергопотребления и, как следствие, угроза энергoэкологического кризиса ($\Delta q < 0$)
--	--	----------------------	--	--

Второй, *инструментально-вспомогательный* подход в этом плане оказывается гораздо более удачным: участники игры, взаимодействуя друг с другом и используя программное обеспечение лишь в качестве одного из инструментов своего управленческого «арсенала», не только совместно вырабатывают стратегию устойчивого развития рассматриваемого в игре регионального объекта (табл. 6) (каждый назначается ответственным за определенную сферу деятельности, присущую объекту), но и в процессе учатся договариваться – устанавливать и поддерживать межличностные коммуникации. Таким образом реализуется «совещательность», которая характерна для принятия реальных управленческих решений.

Выводы

Перспективы развития базы параметров моделирования устойчивого развития заключаются в построении специализированной обучающей системы отчетности в области устойчивого развития для регионов и предприятий, системы проектирования и управления устойчивым инновационным развитием, предназначенных для руководителей и ведущих специалистов по проектированию устойчивого развития, системных аналитиков, главных инженеров-исследователей, экспертов в сфере управления устойчивым развитием и консультантов.

Результаты разработки системы проектирования и управления устойчивым инновационным развитием представляют собой модульную систему с геоинформационной средой. Такая система будет создаваться на основе базы данных «Параметры моделирования устойчивого инновационного развития стран мира, России и ее регионов».

Литература

1. Большаков Б.Е. Наука устойчивого развития. Книга I. Введение. – М.: РАЕН, 2011. – 272 с.
2. Большаков Б.Е., Попов Е.Б. Опыт проведения междисциплинарных деловых игр по тематике устойчивого развития // Вестник РАЕН: том 14, вып. №4, 2014. — С. 35-40.

3. Большаков Б.Е., Шамаева Е.Ф. Управление новациями: проектирование систем устойчивого инновационного развития. — Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2013. — 301 с.
4. Григорьева К.В. Компьютерное моделирование устойчивого социально-экономического развития России, Казахстана и Японии // Электронное научное издание «Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление»: Т. 11, № 1 (26) / 2015 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.rupravlenie.ru/?p=2199>, свободный.
5. Кирпичева Е.Ю., Шамаева Е.Ф. Применение геоинформационных технологий для визуализации индикаторов устойчивого развития // Геоинформатика: вып. №1 / 2012. — М: ВНИИГеосистем, 2012.
6. Сальников В.Г., Шамаева Е.Ф. Электронный атлас энергоэкологических показателей устойчивого развития стран евразийского пространства// Международный электронный журнал «Устойчивое развитие: наука и практика»: вып. №1, № 1 (8) / 2012 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.yrazvitiye.ru/?p=1046>, свободный.
7. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.gks.ru/>, свободный.
8. Черемисина Е.Н. Геоинформационные системы и технологии. — М.: ВНИИГеосистем, 2011. — 375 с.
9. Bolshakov B.E., Shamaeva E.F., Popov E.B. Interdisciplinary Business Games on Sustainable Development: Theoretical Foundations and Prospects of Implementation // Reports of the XXIII International Scientific Symposium “Miner’s Week – 2015” (26-30 January, 2015). Сб. науч. тр. — М.: Издательский дом МИСиС, 2015. — С. 319-325.
10. Global Reporting Initiative official website [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.globalreporting.org/>, свободный.
11. Kuznetsov O.L., Bolshakov B.E. Sustainable development: natural and scientific principles. — St. Petersburg: Publishing house “Gumanistika”, 2002. — 640 p.
12. MSDN Library: Руководство по программированию на C# [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/67ef8sbd.aspx>, свободный.

УДК 911.3

E.F. Shamaeva¹,
K.V. Grigorieva²,
E.B. Popov³.

**DEVELOPMENT AND PERSPECTIVES OF IMPLEMENTATION
FOR THE GEO-INFORMATIONAL DATABASE OF
SUSTAINABLE INNOVATIVE DEVELOPMENT MODELLING
PARAMETERS FOR THE WORLD COUNTRIES, RUSSIA AND
ITS REGIONS**

Department of Sustainable Innovative Development at the
Institute of Systems Analysis and Management at the «Dubna»
International University of Nature, Society, and Man, Dubna
e-mail: shamef-kate@yandex.ru

2Department of Sustainable Innovative Development at the
Institute of Systems Analysis and Management at the «Dubna»
International University of Nature, Society, and Man, Dubna
г. Дубна
e-mail: job_hobby@inbox.ru

3 Department of Sustainable Innovative Development at the
Institute of Systems Analysis and Management at the «Dubna»
International University of Nature, Society, and Man, Dubna
e-mail: mc.insekt@gmail.com

Abstract. *Currently, there is a high demand for the scientific geo-informational models and related software that has the ability to work with diverse, multi-level and multi-scale information — it is a top priority in the field of regional sustainable development management. Thus, the article provides an overview of problem-oriented geo-informational databases that help to analyze the various aspects of development for the world, Russia and its regions. Development of practical scientific solutions in the field of sustainable development is becoming an integral part of all aspects of society.*

The article describes (on examples) the main stages of development of geo-informational database “Sustainable development modelling parameters for the world countries, Russia and its regions” and overviews the perspectives of its implementation. It provides a system of sustainable innovative development parameters for a region, as well as suggests solutions for their mapping.

The article also shows the possibility for the use of this database in education for sustainable development — as a means, along with various geo-informational systems and technologies, in an interdisciplinary business game on modeling regional sustainable innovative development.

The research was carried out in the framework of the Scientific School of Sustainable Development and the Russian Foundation for Basic Research project №12-06-00286-a.

Keywords: *sustainable development management, modelling parameters, geo-informational models, problem-oriented databases, CAD systems.*