

РОССИЙСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

"КУРЧАТОВСКИЙ
ИНСТИТУТ"



**П.Н. Алексеев, О. Доброчеева,
В.А. Стукалов**

ИАЭ-6474/1

**ПОДОБНЫЕ ЭМПИРИЧЕСКИЕ
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВАРИАЦИЙ СОСТОЯНИЯ
ФИЗИЧЕСКИХ, ЭКОНОМИЧЕСКИХ,
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
МАКРОСИСТЕМ И ВОЗМОЖНОСТИ
ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ**

Москва — 2007

УДК 621.039.009

Ключевые слова: энергетика, экономика, турбулентность, система, окружающая среда, социальная среда, экология,

Аннотация

В работе представлено математическое описание совокупности 17 автомодельных динамических процессов и явлений в различных сплошных средах, начиная от жидкости и заканчивая технократической средой, описываемых подобными закономерностями динамической эволюции и статистическими распределениями.

Даны примеры использования этих универсальных закономерностей для решения ряда прогностических задач.

In work the mathematical description of set of 17 automodelling dynamic processes and phenomena in various continuum is submitted, beginning from a liquid and finishing the technocratic continuum, described by similar laws of dynamic evolution and statistical distributions.

Examples of use of these universal laws for the decision of sets prognostic problems are given.

Оглавление

Обозначения

Введение

Часть 1. Подобные статистические закономерности распределения числа частиц в зависимости от их энергии в физико-технических системах, в живой природе и обществе.

I. Физические системы

II. Экологические системы

III. Социально-экономические системы

IV. Энергетические системы

V. Энерго-экономические системы

Часть 2. Основы прогнозирования процессов и явлений на базе подобия развития природных и промышленных систем.

2.1 Прогнозирование на основе турбулентных флуктуаций

2.2. Прогнозирование на основе критических уровней развития природных систем

Заключение

Список литературы

Обозначения.

Общество – единое название какой-либо социальной, экономической, политической структуры или системы.

E – плотность социальной энергии. Энергия «хаотического», а точнее турбулентного движения в пространстве физических, природных или социальных масс, отнесенная к их численности.

n – плотность населения сообщества.

S – площадь системы. Площадь достаточно длительное время занимаемая компактно организованным сообществом в пространстве.

$l \sim S^{1/2}$ – линейный размер системы.

N – населенность сообщества. Общая численность ($N=nS$).

τ – время жизни (цикл жизни) физической или био-социальной системы. Период между радикальными изменениями ее состояния.

t – время – расстояние, измеряемое от начала очередного нового жизненного цикла системы или от момента ее образования.

$t^{\circ}C$ – средняя в течение года температура территории, занимаемой сообществом.

W – скорость рассеяния энергии на одну частицу сообщества или интенсивность хозяйственной деятельности общества (своеобразная мощность его жизнедеятельности, определяющая масштабы тепловых выбросов).

Величина пропорциональная для общества производительности труда и объемам производства (или валового регионального или отраслевого продукта в единицу времени, приходящегося на одного человека).

Введение

В последнее время возникло огромное количество смешанных задач: экономико-энергетических, природно-экологических, социально-энергетических и т. д.

В научной литературе крайне ограничены сведения о скольконибудь общепринятой методологии решения подобных задач.

Поэтому в настоящем исследовании предпринята попытка поиска общего знаменателя для описания такого рода комплексных систем на базе известных и недавно обнаруженных, частично, с участием авторов, ряда эмпирических закономерностей статистического распределения энергии в различных по своей внутренней природе средах.

Часть 1. Подобные статистические закономерности распределения числа частиц в зависимости от их энергии в физико-технических системах, в живой природе и обществе.

То что мир подобен в различных своих проявлениях, давно известно и, по крайней мере, тысячелетия назад написано в Библии.

Однако, до сих пор не известны многие детали этого подобия.

В свое время большое продвижение в этом вопросе осуществили теплофизики, создавшие теорию подобия, которая основана на существовании инвариантов ряда теплофизических характеристик.

В настоящей работе предпринята следующая попытка определения инвариантов подобия, но уже более широкого класса явлений как физического, так и экономического и биологического характера и подобия не только отдельных факторов, но и подобия целых статистических распределений.

Нами представлена одна из первых «оптимистических» версий подобия исследованных процессов и явлений. Несомненно, что в дальнейших работах авторов она будет уточняться по мере более глубокого понимания предмета и накопления статистического материала.

Первоначально, однако, перечислим все известные нам подобные статистические закономерности в распределениях энергии различных по своей природе сред и систем.

Начнем с физических систем.

I. Физические системы

Флуктуационные закономерности в сплошных средах.

1. Число землетрясений, согласно закону Гутенберга – Рихтера (N) высвобождающих некоторое количество энергии E, обратно пропорционально этому количеству энергии в степени 3/2 [20]

$$N \sim 1/E^{3/2}$$

2. Аналогичный закон Колмогорова, как известно, имеет место в динамике сплошных сред. Правда, его там принято записывать в несколько иной форме [16]

$$E \sim 1/t^{2/3}$$

где f – частота колебаний сплошной среды, обладающей энергией E .
 Это закон имеет место в диссипативных системах с постоянной скоростью рассеяния энергии на одну частицу – W .

3. Так называемый фликер-шум, систематически регистрируемый от самых разнообразных по размерам и физической природе источников, начиная с частиц сплошной среды и электромагнитного поля и заканчивая галактиками [2]

$$f \sim 1/E^n,$$

где: n - показатель степени порядка 1.

II. Экологические системы

4. Как показали последние исследования (см. , например, [12, 14, 15]) в природных системах численности отдельных видов животных (за исключением человека) или их популяций практически обратно пропорциональны их индивидуальной или общей массе.

Об этом, в частности, говорят как данные С.П. Капицы, по зависимости общей численности популяций животных от массы отдельного животного, выражаемые уравнением [15]

$$f \sim 1/m,$$

так и свидетельствуют данные по частоте вылова кеты и горбуши приблизительно за 100 лет в зависимости от массы улова (рис. 1) [12].

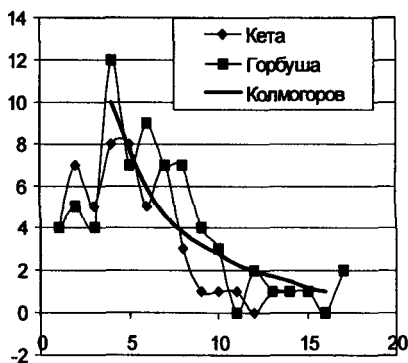


Рис. 1. Гистограмма зависимости числа уловов рыбы от объема V , сравнение эмпирических данных с законом Колмогорова.

В данных по относительной статистике вылова кеты и горбуши хорошо заметна закономерность, схожая с законами Паретто для доходов фирм и частных лиц и Колмогорова для энергии различных по размерам частей природной или социальной среды, выражаемая уравнением

$$V \sim 1/f^{2/3}$$

Где: V – объем или масса вылова

5. При более детальном рассмотрении части этих и других экологических данных [8, 23] в переменных: максимальный размер эмбриона – время его жизни, выяснилось, что наилучшим приближением для этого вида распределения животного мира является закон Колмогорова

$$L \sim t^{2/3}$$

показанный прямыми линиями на рис. 2.

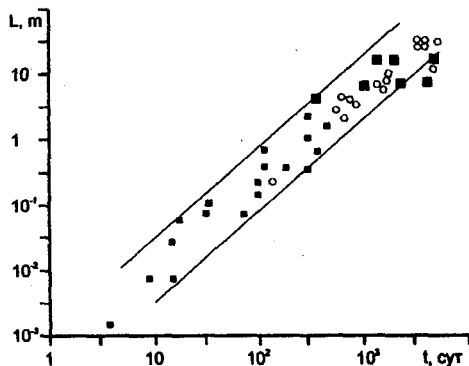


Рис. 2. Зависимость максимальных линейных размеров эмбрионов животных (малые квадраты) или технических систем (кружочки - ядерные реактора, большие квадраты - космические аппарата) от длительности эмбрионального развития (или от времени от начала проектирования до физического пуска).

Помимо биологических систем в рамки «эмбриональной эволюции», как это видно на рис. 2, укладываются и некоторые технических системы, такие как космические аппараты и ядерные реактора [8].

Более того, сопоставление данных С.П. Капицы, рис. 1. и 2 говорит, что эмбриональное биологическое развитие является более устойчивым процессом, чем эволюция отдельных видов животных.

6. Закон Кузьмина – Жирмунского [14]

В устойчивых состояниях природной среды должны существовать предельные уровни популяции, которые бескризисно, т.е. либо без радикального изменения технологии жизни, либо без исчезновения популяции, система преодолеть не способна.

Известно, что все эти уровни соотносятся друг с другом в пропорции

$$M \sim M_0 \exp(n)$$

где: M - масса популяции, n , - число кратные двум ($1/8, 1/4, 1/2, 1, 2$).

Этот универсальный, как он был сформулирован первоначально авторами [14], закон подтверждается последовательностью наиболее часто повторяющиеся уловов, обнаруженных на основе статистических данных ФАО (табл. 3) [12]. Критические уловы были выявлены методами спектрального анализа данных международной статистики. Одна из подобного рода гистограмм вылова показанна на рис. 3.

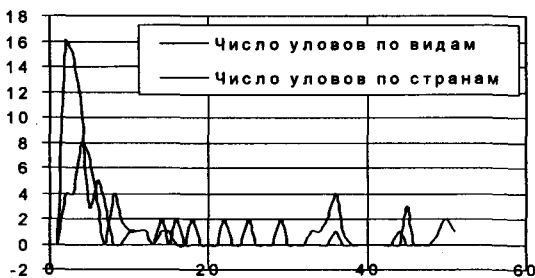


Рис. 3. Гистограмма зависимости числа уловов рыбы от их объемов в сотнях тыс. тонн.

С более общей, чем узко специальной биологической, точки зрения философии единой системы природы и человека, развиваемой такими известными учеными как В.И. Вернадский, М Одум и другими, представленный в табл. 1 ряд данных имеет универсальный характер. Поэтому, может быть использован для оценки критических уровней состояния любых природных и, по нашему мнению, природоподобных, т.е. техногенных систем и их комплексов.

Таблица 1. Расчетные по закону Кузьмина - Жирмунского , устойчиво извлекаемые в мире и в отдельных странах уровни добычи и переработки рыбы в 1997 и 2003 годах (млн. т.).

| Уровни добычи | Показатели | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Расчетные | 145 | 90 | 54 | 34 | 20 | 15 | 7.3 | 4.5 | 2.7 | 1.6 | 1 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 145 |
| Извлекаемые в мире | 140 | 90 | | | 20 | 16 | 7.8 | 4.5 | | 1.6 | 1.1 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 140 |
| Извлекаемые в отдельных странах | | | 54 | 34 | | 16 | 7.3 | 5 | 2.8 | | | | | | |

Следствия законом Колмогорова и Жирмунского.

Размеры уловов рыбы (шире объемов сельскохозяйственного производства) в зависимости от своей площади, как показали исследования [12], определяются следствием законов социальной турбулентности [13] и Кузьмина – Жирмунского [14] в предположении, что размер единичной биомассы акватории или сельхозугодий зависит от размеров их площади по закономерностям социальной турбулентности,

$$M \sim E \sim S^{1/3},$$

а критическая численность популяции – по закону Жирмунского - Кузьмина

$$N \sim S^{1/2}.$$

В этом случае мы приходим к теоретической оценке объемов улова, очень близкой к эмпирической зависимости, показанной точками на рис. 4

$$V \sim S^{1/3} S^{1/2} = C S^{5/6}.$$

где $C \sim 1-7$.

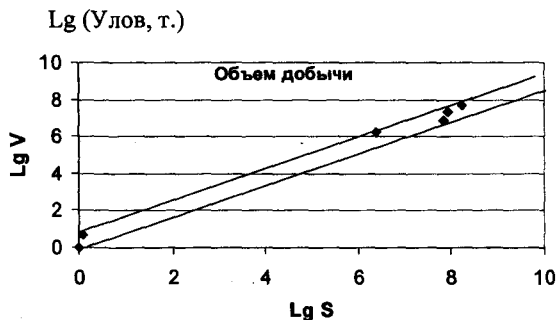


Рис. 4. Зависимость логарифма объема вылова рыбы (тонн) от логарифма площади акватории (км²). Сравнение опытных данных (точки) с комплексной теоретической зависимостью, основанной на закономерностях социальной турбулентности и Жирмунского - Кузьмина (канал, ограниченный прямыми линиями).

7. Объем добычи биоресурса помимо всего прочего самым существенным образом зависит от температуры хозяйственного региона. Об этом говорят собранные и представленные на рис. 5 данные по объемам добычи рыбы в области высоких температур водоемов, превышающих 15° С [12].

Качественно, эта зависимость объясняется тем, что биохимические реакции, протекающие в живых организмах, в своей основе подобны каким либо образом закону Аррениуса, согласно которому скорость химических реакций, определяющих биохимические процессы, возрастает с температурой среды.

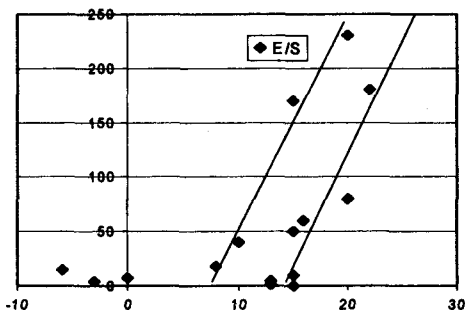


Рис. 5. Зависимость относительного объема вылова (E/S) от средней климатической температуры региона (t° C) по данным ФАО.

III. Социально-экономические системы

8. Для экономических систем уже более 100 лет широко известен гиперболический закон распределения численности населения и количества фирм по объемам их доходов, носящий имя Парето (1897 год) [10, 22]

$$f \sim 1/\text{доход}^2,$$

9. Зависимость же количества ученых от числа опубликованных ими работ описывается так же давно известным «законом Лотки» (1926 год)

$$f \sim 1/(\text{число статей})^{2-3},$$

10. Аналогичным законом характеризуется распределение числа вкладчиков Москвы от размеров их сбережений [22]

$$f \sim 1/(\text{вклад})^{1-2}.$$

IV. Энергетические системы

11. Наиболее раннее эмпирическое исследование по распределению численности существующих электроэнергетических машин в зависимости от их мощности принадлежит Б. Кудрину [17] и носит название «N – распределения».

Его формальное выражение имеет вид

$$E = 1 / N \text{ (ГВт)}$$

12. Изучение масштабов излучение человечеством энергии в зависимости от размеров социального источника [18] тоже обнаружило, как это показано в работе [11], гиперболический закон распределения, изображенный на рис. 6.

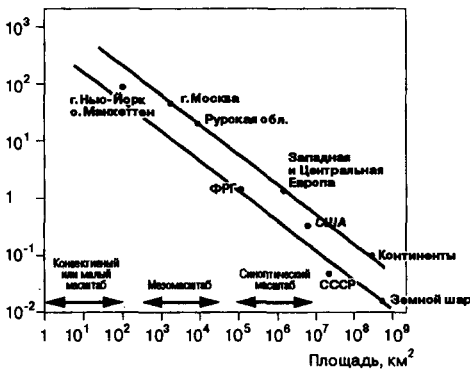


Рис. 6. Зависимость плотности потока энергии q от площади социального источника S .

Численный анализ материалов рис. 6 показывает, что эти данные, как и данные рис.4, не плохо описываются сочетанием законов социальной турбулентности [13] и Кузьмина – Жирмунского [14], если согласно первому принять, что диссипация социальной энергии на Земле в среднем постоянна

$$W = \text{const},$$

а распределение населения по регионам и континентам подчиняется критической зависимости

$$N \sim S^{1/2}.$$

В результате мы получаем изображенную прямыми линиями на рис 6 закономерность

$$q \sim W N/S = 1/ S^{1/2}.$$

13. Естественный спектр распределения мощности энергоисточников в общем случае, согласно исследованиям, основанным на гипотезе социальной турбулентности [13], имеет не гиперболический, а полиномиальный вид, лишь частным случаем которого может выступать гиперболическая закономерность.

Общий вид естественного спектра мощностей энергетики описывается приближенным уравнением [10]

$$E = E_0 (1 - N_{\min}/N)^2 N_{\min}/N,$$

где: N_{\min} - минимальное возможное число энергоисточников, N - число источников мощности E , E_0 - коэффициент.

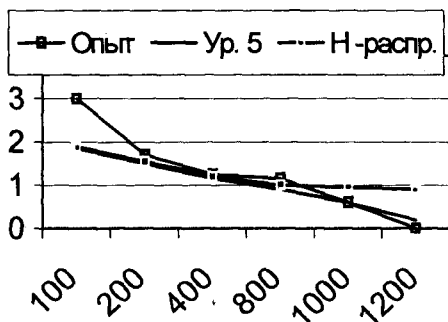


Рис. 7. Сравнение опытных данных по распределению логарифма количества различных электрических мощностей в России с теоретическим спектром мощности, вытекающим из закономерности, описанной в пункте 13, и «Н - распределением» Б. Кудрина.

У. Энерго-экономические системы

В условиях повсеместно отмечаемого дефицита энергии большое значение приобретают пограничные энерго - экономические исследования. Один из результатов такого исследования заключается в следующем [10].

14. Зависимость энергоемкости (теплоемкости) промышленности, измеряемой количеством энергии генерируемой на один миллион вложенных рублей (Гкал/млн. руб.) от общего объема инвестиций согласно теоретической модели социальной турбулентности [13] имеет вид

$$E/W \sim 1/W^{1/3}$$

Ее сравнение, с эмпирическими данными по энергоемкости в зависимости от объема суммарных инвестиций в российскую энергетику за все последние годы, показано на рис. 8.

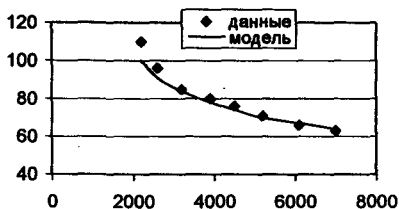


Рис. 8. Зависимость энергоемкости (теплоемкости) промышленности, измеряемой в Гкал/млн руб, от объема инвестиций, измеряемых в млрд. руб. Сравнение статистических данных 2000-2005 годов с теоретической моделью

15. Минимальная стоимость единичной установленной мощности электростанции (W/E) в соответствии с гипотезой социальной турбулентности [13] будет тем ниже, чем из большего числа блоков (N) единичной мощности (E/N), будет составлена энергетика

$$W/E \sim (E_1)^{1/2} = (E/N)^{1/2}$$

16. Помимо отдельных инвариантов энерго-экономического развития во всех рассмотренных биологических, экономических и энергетических системах Земли были обнаружены близкие по

продолжительности циклы существования, которые свидетельствуют о наличии определенных инвариантов подобия между физическими, экономическими, энергетическими и временными характеристиками рассматриваемых систем.

Эти инварианты, с одной стороны, являются следствием законов социальной турбулентности [13] и Кузьмина – Жирмунского [14], а с другой стороны они подтверждаются статистическими данными, начиная с частных работ [4, 12] и заканчивая многотомными исследованиями ритмов жизни различных образований, собранных в Атласах вариаций природных систем. [1].

Так, например, существует ряд общих циклов вариации состояния популяции водных биоресурсов [12] и экономической активности (2 года, 11 лет, 17 и 70 лет). При том, что циклы биологической активности имеют ярко выраженный волнообразный характер с периодами в 2, 4, 5, 7-8, 10-11, 16-18 лет.

17. Как показали в свое время исследования Чижевского А.Н. [24], и подтвердили наши данные [12], вариации состояния природной, социальной и экономической чреды самым существенным образом зависят еще и от изменений солнечной активности. Эта важная для прогнозирования закономерность, однако, не дает прямых сведений о возможных уровнях хозяйственно-экономической деятельности в зависимости от солнечной активности, а лишь информирует о периодах перестройки биологической и хозяйственной активности человека в соответствии с ритмами Солнца.

Часть. Основы прогнозирования на базе подобия развития природных и промышленных систем.

В совокупности собранные нами оригинальные и обзорные материалы свидетельствуют, что многие закономерности изменения состояния физических, природных, социальных, биологических, экономических, энергетических систем подобны друг другу и выражаются аналогичными математическими закономерностями.

Все это дает основание полагать, что для изучения и моделирования как поведения различных биологических, социальных, и энергетических систем, так и вариаций состояния окружающих человека природных сред, можно использовать одни и те же принципы, подходы, методы, модели и закономерности.

В частности, развитие в рамках универсальных теорий о живом веществе В.Н. Вернадского, критических систем В.И. Кузьмина и А.В. Жирмунского, единого энергетического базиса человека и природы Г. и Э. Одумов, социальной турбулентности Ю.М. Батурина - О.В. Доброчеева и других.

2..1 Прогнозирование на основе турбулентных флуктуаций

Для прогнозирования поведения различных систем можно использовать инварианты, следующие из описанных выше 17 автомодельных закономерностей.

Например.

1. Для физических систем - $E f^n = i \text{var}$, $n \sim 2/3$
 2. Для экономических систем - $D(\text{доход}) f^n = i \text{var}$, $n \sim 1/1 - 1/3$
 3. Для экологических систем: - $V(\text{Объем добычи}) f^n = i \text{var}$, $n \sim 2/3$
или - $V(\text{Объем добычи}) S^n = i \text{var}$, $n \sim -5/6$
- и т.д.

Первый уровень прогнозирования может быть основан на описанных выше закономерностях социальной турбулентности, согласно которым отклонения энергии производства или объема производства продукции, или вылова биоресурса от средних значений ΔV на разных циклах хозяйственной деятельности человека - Δt описывается подобным законом Колмогорова образом

$$\Delta V \sim \Delta t^{2/3}.$$

Это уравнение говорит, что объем прироста, при прочих равных условиях, всегда тем выше, чем больше исследуемый период. Но не в прямой пропорции, а в степени 2/3.

В качестве конкретного примера применения этой методики для оценки масштабов спада российской энергетики в середине 1990-х годов приведем результаты исследования [7]. Согласно оценкам этой работы, выполненной в 1995 году, максимальный спад в 1998 году в электроэнергетики не должен был превышать ориентировочно 30% от уровня 1990 года.

Как известно, именно этот нелинейный природоподобный сценарий развития энергетики, оцененный в рамках теории социальной турбулентности по уравнению Колмогорова, и реализовался на практике.

2.2. Прогнозирование на основе критических уровней развития

Второй уровень прогнозирования может быть основан на смешанной теории социальной турбулентности [13] и теории критических уровней развития природных систем [14].

В основе этого прогноза лежит таблица социальных атомов (Табл. 2) [8].

Таблица 2. Устойчивые социально-энергетические состояния общества — социальные атомы мира

| Характеристика | | | | |
|----------------|---------|--------|-------------|------------------------|
| L, км | τ, год | E, ГВт | W, \$ млрд. | N _{чел.} Млн. |
| 22600 | 230 лет | 400 | 7500 | 12000 |
| 13000 | 140 лет | 250 | 3500 | 6000 |
| 8100 | 120 лет | 200 | 2800 | 4300 |
| 5000 | 80 лет | 140 | 1500 | 2500 |
| 3000 | 60 лет | 100 | 1000 | 1600 |
| 1800 | 43 лет | 70 | 600 | 1000 |
| 1100 | 30 лет | 50 | 360 | 600 |
| 400 | 16 лет | 30 | 140 | 220 |
| 150 | 8 лет | 15 | 50 | 80 |
| 54 | 4 года | 7 | 20 | 30 |
| 20 | 2 года | 4 | 7 | 11 |

Где L- характерный линейный размер социальной системы, τ - цикл ее хозяйственной жизни, E- максимальная мощность производимой и потребляемой энергии, W – максимальный объем

производства товаров и услуг (ВВП для государства), N - населенность системы.

(Величины W , E оценены в таблице с точностью до коэффициента 2^n)

Прогноз на основе таблицы «социальных атомов» строиться следующим образом.

1. В начале выделяется объект прогнозирования и устанавливается его характерный пространственный масштаб.

Допустим это Россия. Характерный размер ее хозяйственно-экономической зоны в первом приближении естественно принять равным размеру страны – приблизительно 4700 км.

2. Тогда по этому размеру ($L = 4700$ км.) и данным таблицы 1. мы определяем характерный цикл хозяйственной жизни страны. По таблице 1, однако, точно его определить не представляется возможным. В таблице имеется только длительность цикла для системы линейным размером в 5000 км, а не 4700. Для прогнозных оценок первого уровня этим 6% различием можно пренебречь. В результате мы получаем оценку длительности цикла хозяйственной жизни России в $\tau = 80$ лет.

3. На третьем этапе исследования оценивается момент начала нового цикла хозяйственной деятельности системы.

Рассмотрим реализацию этого этапа исследования на примере прогноза экономики России, который строился впервые в 1994 году [7,8]. В тот период состояние экономики страны было, по общему мнению, на спаде. Причем на спаде, масштабы которого оценивались понятием национального кризиса. Как известно предыдущий кризис в России подобного масштаба имел место после революции 1917 года. Эту дату – 1917 год и можно в первом приближении принять за первую нижнюю точку текущего длинного цикла хозяйственного развития страны.

4. На четвертом этапе осуществляются прогнозные оценки.

С этой целью прибавим к 1917 году полный цикл хозяйственной жизни России - 80 лет. В результате получим оценку времени начала нового экономического цикла России – 1997 год.

Как мы теперь знаем, годом позже этой даты в стране случился «дефолт», вслед за которым развитие национальной экономики перешло от фазы кризиса к восстановлению.

5. На пятом этапе прогнозного исследования по таблице 2 оцениваются максимальные в течение текущего цикла развития

экономики уровни производства энергии и максимальные объемы ВВП.

Согласно таблице 2 они составляют соответственно:

140 ГВт и 1500 млрд. \$.

Как известно, максимальные уровни производства энергии и ВВП, достигнутые Россией (СССР) к 1990 году составляли соответственно

124 ГВт. и 1100 млрд \$.

Как видно в этом примере прогнозные оценки и практические данные совпали, с точностью до второго знака после запятой.

6. На шестом этапе проводятся сравнительные исследования показателей российской экономики и ближайших к ней по своим базовым физическим параметрам социально-экономических систем (Таб. 3).

Таблица 3. Некоторые справочные данные середины 1990-х годов

| Система | Характеристика, середина 1990-х годов | | | | |
|---------------|---------------------------------------|---------|--------|-------------|-------------------------|
| | L, км | T, год. | E, ГВт | W, \$ млрд. | N _{max} , млн. |
| Россия (СССР) | 4900 | 80 | 124 | 1100 | 250 |
| США | Более 3000 | 60-70 | 400 | 7000 | 250 |
| Китай | 3095 | 60 | 100 | 500 | 1130 |
| Индия | 1800 | | 45 | 300 | 920 |

Как показывает таблица 3, параметры близких по размерам крупнейших социальных систем XX века схожи с показателями устойчивых «социальных атомов мира» (Таб. 2) и согласуются по своим масштабам с российским хозяйством. Это сопоставление позволяет говорить о взвешенности такого рода приближенной прогнозной оценки.

На базовых принципах, заложенных в данную методику (на основе более широкого круга устойчивых состояний, включавших в себя и данные по критическим значениям индекса Доу-Джонса и критическому возрасту политиков и т. д.), более 10 лет назад были рассчитаны и некоторые другие шаги российского и мирового развития [8].

7. На седьмом - проводится экспертный анализ полученных данных на основе сравнения показателей анализируемой системы с ближайшими к ней по своим базовым параметрам системами, что позволяет судить о взвешенности прогнозной оценки.

Аналогичная методика может использоваться для прогнозирования уровней энергетики регионов, ВРП и т. д.

Заключение

Возможно в основе всех наблюдаемых в природе, общественной и хозяйственной жизни подобных распределений частиц различной природы по энергии лежит системное подобие не только окружающего мира, но и как достаточно обоснованно утверждает Н. Вашкевич [5], нашего миропонимания, существование неких единых системных языков мозга, в рамках которых все универсально.

Список литературы

1. Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. — М.: Научный мир. 1998.
2. Ванярхо. В.Г. Обоснование возможности управления процессами самоорганизации ноосферы. Стратегия опережающего развития для России в XXI веке. — М.: 1999. С. 43-53.
3. Велихов Е.П. и др. Россия в мировой энергетике XXI века. М.: Издат. 2006.
4. Глазьев С. Проблемы макроэкономической динамики// Российский экономический журнал, №3-4, 2001.
5. Вашкевич Н. Системные языки мозга. М. 1998.
6. Доброчеев О.В. Неустойчивое развитие коллективных систем физико-химической, биологической и социальной природы// ЖВХО им. Д.И. Менделеева. 1995. №2.
7. Доброчеев О.В., Соловьянов А.А. О подобии колебаний в энергетическом производстве и социально-экономических процессах//Энергетическая политика. 1995. № 1.
8. Доброчеев О.В. Вектор перемен. М.: ИНЕРТЭК. 2003.
9. Доброчеев О.В., Доброчеева О.В. Атомы хозяйственной жизни и природы.//Философия хозяйства. 2007. №1.
10. Доброчеев О.В., Алексеев П.Н. Естественнонаучные основы долгосрочного прогнозирования и перспективные оценки для мировой и российской ядерной энергетики// Препринт. РНЦ «Курчатовский институт». ИАЭ-6451/3. 2007.
11. Доброчеев О.В., Зубков Ю.В. Пространство региональной экономики М. ИНЕРТЭК. 2006.
12. Доброчеева О.В. Региональные особенности инвестиционной политики в рыбохозяйственном комплексе // Экономика природопользования. 2007. № 3.
13. Доброчеев О.В. Гипотеза турбулентности. Технические и гуманитарные приложения. РНЦ « Курчатовский институт» 2007. ИАЭ-6469/1.
14. Жирмунский А.В., Кузьмин В.И. Критические уровни развития природных систем. Л.: Наука. 1990.
15. Капица С.П. Общая теория роста человечества. М.: Наука 1999.
16. Колмогоров А.Н. Уравнения турбулентного движения несжимаемой жидкости// Изв. АН СССР. 1942 № 1-27. С. 56-58.

17. Кудрин Б.И. Основания государственного плана рыночной электрификации России. – М.:ИHXП РАН. 2004.
18. Левеллин Р. А., Вашингтон Н.М. Региональные и глобальные аспекты// Энергия и климат. Ленинград. Гидрометеоиздат. 1981.
19. Мы народы. – Доклад генерального секретаря ООН 5 сентября 2000 года 55-й Генеральной Ассамблеи тысячелетия.
20. Пер Бак, Кан Чен. Самоорганизованная критичность. В мире науки. 1991. №3.
21. Новая экономическая энциклопедия. М.:ИHFPA-М. 2005
22. Скоробогатов Г.А. Математическое моделирование глобальных социально-экономических процессов // Атомная стратегия XXI. 2006. № 9.
23. Флиндт Р. Биология в цифрах.//Пер. с англ. — М.: Мир. 1992.
24. Чижевский А.Л. Физические факторы исторического процесса. — Калуга: Первая Гостипография. 1924.

Подписано в печать 20.06.2007. Формат 60×90/16

Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,5

Тираж 65 экз. Заказ 49. Индекс 3624

Отпечатано в РИЦ «Курчатовский институт»
123182, Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1

