

## Стратегическая оценка статуса Украины в современном мире по данным международных организаций

### Часть 2: Примеры анализа и результаты

Звягинцева А.В., Аверин Г.В.

Донецкий национальный технический университет

anna\_zv@ukr.net, averin.gennadiy@gmail.com

*Звягинцева А.В., Аверин Г.В. «Стратегическая оценка статуса Украины в современном мире по данным международных организаций. Часть 2: Примеры анализа и результаты». Показано, что поиск связей и закономерностей в базе данных показателей развития стран может осуществляться не между показателями, характеризующими состояния объектов (страны мира), а между вероятностями совместных событий, связанных с наблюдением нескольких показателей развития стран. Предложена методика оценки человеческого развития, которая использует объективный подход и основана на определении статистических вероятностей совместных событий, характеризующих состояния объектов. Дан пример комплексной оценки развития стран на основе использования баз данных Программы развития ООН за 2008 и 2013 годы. Определен статус Украины в современном мире в сравнении с другими странами. Выполнена оценка рангов стран по уровню и темпам развития. Данная методика является альтернативой известной методике расчета индекса человеческого развития ПРООН, которая отличается использованием экспертных подходов.*

**Ключевые слова:** методы системной динамики, оценка развития стран, статус Украины в современном мире, ранги стран мира по уровню и темпам развития

#### Введение

Считают, что будущее наступает неизбежно, но не предопределено. Оно формируется в прошлом и настоящем, и каким будет будущее зависит от тех, кто принимает те или иные решения. Это создает обманчивое впечатление, что можно экспертным путем формировать различные стратегии развития социально-экономических систем и волевыми решениями достигать самых разных целей.

Исходя из этого, политики, ситуативно ориентируясь на избирателей, очень часто ставят заведомо не достижимые цели. Причем, такие цели ставятся и на самом высоком политическом уровне. Например, в 2010 году Президент Украины В.Ф. Янукович в предвыборной программе «Украина для людей» на десять лет сформулировал несколько очень актуальных и амбициозных целей:

- 1) увеличение населения Украины до 50 миллионов граждан уже к 2020 году;
- 2) Украина в числе 20-ти наиболее экономически развитых стран мира;
- 3) Украина в списке 10-ти стран с максимальной свободой ведения бизнеса и т.д.

В свою очередь, Президент Украины П.А. Порошенко в положениях программы развития «Стратегия 2020» на ближайшие шесть лет озвучил следующие ключевые показатели развития страны:

- 4) увеличение к 2020 году ВВП на душу населения по ППС до 16000 \$ США;

5) вхождение Украины в Топ-20 стран по легкости ведения бизнеса;

6) рост средней продолжительности жизни в Украине на три года до 74 лет и т.д.

Понятно, что не Президенты, а их окружение готовит подобные документы, которые должны положительно восприниматься избирателем. Плохо, когда в программные документы попадают заведомо нереальные цели и ключевые показатели. Тем более, что цели программ должны быть достижимыми, т.к. могут определять стратегию развития страны на ближайшую перспективу. Однако прогнозы приведенных выше показателей слабо обоснованы и во многом ошибочны, поэтому, исходя из этих ключевых показателей, стратегии развития также будут эфемерны. Совсем плохо, если указанные выше программные цели были просто продекларированы и выполнять их никто не собирался, исходя из принципа, что – «Через десять лет или султан умрет, или осел сдохнет».

Первый прогноз из документа «Украина для людей» самый простой. Здесь даже не надо прогнозировать, достаточно открыть ДРЧ-2013 на стр. 195, чтобы увидеть, что международные эксперты прогнозируют население Украины в 2030 году на уровне 35,5 млн. человек [1]. Можно спорить об этой цифре, но разница между 50,0 и 35,5 млн. человек говорит сама за себя. Если принять во внимание катастрофические для страны события 2013 –

2014 годов, которые в перспективе окажут крайне негативное влияние на демографические и миграционные процессы, то можно уже вполне говорить о цифре, не превышающей 30 млн. человек.

Вторая цель ставит планку достижения удельного ВВП (номинал) страны на уровне 43000 долларов США на душу населения. Это показатель Франции, которая в 2013 году занимала 20 место среди всех стран мира согласно рейтинга МВФ. Украина в этом же году была на 104 месте и имела удельный ВВП (номинал) в размере 3862 \$. Таким образом, Украине, чтобы попасть в двадцатку экономически развитых стран, надо увеличить ВВП в 11 раз, что совсем уж из области фантастики. В свою очередь, чтобы достичь показателя ВВП на душу населения по паритету покупательной способности (ППС) в 16000 \$, Украине необходимо за шесть лет переместиться с 104 места в мире (8651 \$) на 72 место (Барбадос, 16000 \$), а это тоже невозможно.

Что касается легкости ведения бизнеса, то сегодня по этому показателю (Doing Business) Украина находится на 96 месте из 189 тестируемых стран. Как стране, хотя бы к 2025 году, проскочить 75 – 85 пунктов, не подскажет никто. Более того, военные события только существенно ухудшат рейтинг страны.

В заключение этой краткой оценки отметим, что средняя продолжительность жизни является очень консервативным показателем. Развитые страны мира (Япония, Швейцария, Швеция) смогли обеспечить рост средней продолжительности жизни на три года в среднем за 15 лет. Этот показатель по данным Госкомстата Украины отличается от данных международных организаций почти на два года. В 2011 году оценки Госкомстата составляют для продолжительности жизни в Украине 71 год, а по данным ряда международных организаций около 69 лет. Повысить продолжительность жизни в Украине на три года за шесть лет можно только декларативно, но это никак не скажется на реальной жизни. В связи с постепенным обнищанием страны продолжительность жизни в Украине в ближайшие годы не будет расти.

Таким образом, следует отметить, что делать достоверные прогнозы мы не умеем. Повышение качества прогнозов при программно-целевом планировании развития стран – это сегодня одна из самых актуальных задач прогностики. Без качественных прогнозов невозможно сформулировать достижимые стратегические цели развития. В вопросах стратегического планирования нет смысла ориентироваться на желанные для политиков цели и высокую «управляемость» социально-

экономических систем. При прогнозировании следует придерживаться образа, что любая страна – это тот же «паровоз». Можно строить сценарии и модели его движения по автомагистралям, дорогам и тротуарам, а двигаться он будет только по рельсам, которые не всегда могут просматриваться даже в близкой перспективе, если нет достоверной информации. Поэтому любое аналитическое исследование должно начинаться с получения достоверных данных.

Существует принцип системного анализа, согласно которому сделать среднесрочный или долгосрочный прогноз развития системы «изнутри» очень сложно, скорее всего, и невозможно; прогнозирование следует вести «извне», основываясь на данных для всего класса объектов, который в нашем случае называется «страны мира». Именно, исходя из этого принципа, и будем формировать методику объективной оценки развития стран мира.

#### **Пример комплексной оценки развития стран**

В первой части данной работы [2] авторами был предложен объективный метод оценки развития стран мира. Особенностью применения метода является необходимость использования показателей, которые общепризнаны научным сообществом и в обязательном порядке имеют количественное измерение. При этом высказана идея, что для всесторонней характеристики какого-либо общественного явления, объекта или процесса необходимо применять показатели, которые дают количественную характеристику явления в единстве с его качественной определенностью. С этой целью предлагалось использовать многокомпонентные функции в виде вероятностных распределений [3], которые определяют состояние системы не только по факту наблюдаемых показателей развития стран, но и по факту наблюдения характерных событий. Каждому компоненту такой функции соответствуют распределения вероятностей некоторых событий, которые качественно характеризуют развитие системы. Это могут быть как отдельные характерные события, так и разные сочетания нескольких таких событий, представляющих собой одно сложное событие, например, совместное событие наблюдения трех или четырех показателей развития стран.

Подобные распределения отражают в совокупности качественные и количественные характеристики системы на фоне множества параметров свойств системы. При этом считается, что параметры свойств системы наблюдаемы, подвержены медленным изменениям и формируются под действием внешних условий в конкретный момент

времени. При формировании баз статистических данных, отражающих развитие стран мира, данные условия выполняются. Однако, так как данных обычно достаточно много, применить такой метод оценки развития стран можно только в комплексе с вычислительными алгоритмами для определения вероятностей состояния системы и апробированными статистическими методами. Как результат мы приходим к необходимости разработки методов феноменологического анализа, которые бы учитывали вероятностные закономерности распределения индикативных данных, отражающих состояние и развитие изучаемых систем. Применение подобных подходов в науках о природе и обществе имеет большое значение, так как позволяет предложить объективные методы исследования систем  $n$ -мерной размерности, к которым относятся все общественные, экономические, экологические и глобальные системы.

Использование метода, предложенного в статье [2], проиллюстрируем на примере разработки методики оценки человеческого развития, альтернативной методике расчета индекса человеческого развития Программы развития ООН [4 – 6].

В 2010 году методика ПРООН для расчета индекса человеческого развития была изменена [5]. Во-первых, изменены основные расчетные зависимости, которые построены экспертным путем. Во-вторых, в качестве атрибутивных переменных для расчета индекса стали использоваться следующие показатели: средняя продолжительность обучения ( $\rho_1$ ), лет; ожидаемая продолжительность обучения ( $\rho_2$ ), лет; валовый национальный доход (ВНД) на душу населения в пересчете по паритету покупательной способности (ППС) в долларах США ( $\rho_3$ ); ожидаемая продолжительность жизни ( $\rho_4$ ), лет. Будем также считать данные величины атрибутивными переменными. Для решения задачи воспользуемся базами данных Докладов развития человека ПРООН за 2010 и 2014 годы [5, 6], которые охватывают данные по странам мира с 2008 по 2013 годы.

На основе атрибутивных переменных  $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4$  сформируем четырехмерное пространство координат  $\{\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4\}$ , в котором возможные состояния системы теоретически образуют некоторую область  $\Omega_4$ , охватывающую все наблюдаемые точки баз данных. Область  $\Omega_4$  определена минимально и максимально наблюдаемыми значениями показателей  $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4$ , которые входят в базы данных [5, 6]. В этом случае состояние каждой страны в четырехмерном пространстве может быть представлено многомерной точкой

$M(\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4)$ , а процессы изменения состояния стран – многомерными линиями. Предположим непрерывность области  $\Omega_4$ . Это означает, что в пространстве состояний  $\Omega_4$  существует бесконечное множество состояний для некоторой генеральной совокупности объектов и точки состояний  $M(\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4)$  непрерывно заполняют это пространство. Будем также считать, что опытные точки из баз данных являются ограниченной выборкой наблюдений из данной генеральной совокупности.

Рассмотрим сложное совместное событие одновременного наблюдения указанных выше четырех показателей и определим, что состояние каждой страны мира будет определяться данным наблюдаемым событием. Найдем статистическую вероятность этого события на основе данных, которые имеются в базах данных ПРООН [5, 6], с использованием алгоритмов перебора, группировки и подсчета частот благоприятных событий [3, стр. 185]. Назовем данную статистическую вероятность вероятностью состояния изучаемой системы. Статистические вероятности для совместного события наблюдения четырех показателей находились в четырехмерном пространстве согласно следующей зависимости:

$$w_\lambda = P(\rho_1 < \rho_{1p}, \dots, \rho_4 < \rho_{4g}) = \frac{I_\lambda}{N}, \quad (1)$$

где  $I_\lambda$  – число всех опытных точек, для которых совместно выполняется приведенное в формуле (1) неравенство ( $\rho_1 < \rho_{1p}, \dots, \rho_4 < \rho_{4g}$ ) и которые находятся в четырехмерном параллелепипеде, представляющем собой некоторую  $\lambda$ -область группирования;  $p, \dots, g$  – текущие номера интервалов группирования для атрибутивных величин;  $N$  – общее число точек (опытных данных в выборке).

Алгоритмы подсчета частот благоприятных событий [2, 3] дают возможность найти значение вероятности состояния системы, исходя из имеющегося массива опытных данных. Статистическая вероятность  $w$  подсчитывается во всей группе объектов (169 стран мира).

Для того, чтобы разработать систему оценки развития стран мира необходимо иметь возможность определять положение каждой страны в пространстве состояний  $\{\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4\}$  относительно всех остальных стран. Аналогичным образом в пространстве  $\{\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4\}$  следует иметь возможность оценки процессов развития каждой страны относительно процессов развития остальных стран. Другими словами, мы должны уметь взаимно «измерять» как состояния объектов, так

и процессы, осуществляемые этими объектами. С этой целью можно использовать широко распространенный в естественных науках принцип соответственных состояний.

В физике и химии данный принцип является обобщением эмпирического положения, что для объектов одного класса многие свойства тесно связаны с некоторыми характерными (опорными) свойствами для всех объектов приблизительно одинаково. При реализации этого принципа в процессе построения моделей параметры состояний некоторых объектов выбираются в качестве опорных и все остальные свойства объектов соотносятся с этой точкой в изучаемом пространстве свойств.

Для поиска нелинейных связей между переменными воспользуемся методом пробит-анализа. Свяжем полученную вероятность  $w$  с распределениями атрибутивных переменных в массиве опытных данных, в результате чего будем иметь следующую регрессионную зависимость вероятности от энтропии состояния системы:

$$\text{Pr ob} = -3,6717 + s; \quad w = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} \int_{-\infty}^{\text{Pr ob}} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt;$$

$$s = 0,6525 \cdot \ln\left(\frac{\rho_1}{\rho_{10}}\right) + 0,9291 \cdot \ln\left(\frac{\rho_2}{\rho_{20}}\right) + \dots$$

$$\dots + 0,0245 \cdot \ln\left(\frac{\rho_3}{\rho_{30}}\right) + 2,2575 \cdot \ln\left(\frac{\rho_4}{\rho_{40}}\right). \quad (2)$$

Коэффициент корреляции зависимости (2) составил 0,90, результаты обработки данных приведены на рисунке 1. Атрибутивные переменные относились к значениям  $\rho_{10}, \rho_{20}, \rho_{30}, \rho_{40}$ , которые соответствуют выбранному опорному состоянию. В качестве опорного состояния были приняты показатели развития страны Нигер в 2008 году, как одной из самых слаборазвитых стран, которые, в частности, равны:  $\rho_{10} = 1,4$  лет;  $\rho_{20} = 4,3$  лет;  $\rho_{30} = 675$  \$;  $\rho_{40} = 52,5$  лет.

Методы нелинейной регрессии позволяют находить различные уравнения связи между вероятностью  $w$  и величинами  $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4$ . Например, логарифмическое уравнение связи с коэффициентом корреляции 0,89 имеет вид:

$$s = 0,796 \cdot \ln W; \quad W = \frac{w}{0,000858};$$

$$s = 0,9751 \cdot \ln\left(\frac{\rho_1}{\rho_{10}}\right) + 1,4908 \cdot \ln\left(\frac{\rho_2}{\rho_{20}}\right) + \dots$$

$$\dots + 0,0196 \cdot \ln\left(\frac{\rho_3}{\rho_{30}}\right) + 3,3488 \cdot \ln\left(\frac{\rho_4}{\rho_{40}}\right). \quad (3)$$

Данное уравнение является аналогом уравнения Больцмана в физике  $s = k \cdot \ln W$  применительно к изучаемой задаче. Однако, при обработке данных зависимость (3) имеет существенно большую среднеквадратичную ошибку аппроксимации, нежели зависимость (2), несмотря на почти одинаковые коэффициенты корреляции.

Алгоритм подсчета вероятности состояния системы для области  $\Omega_4$  является однозначным, поэтому всегда существует функциональная зависимость вероятности  $w$  от атрибутивных переменных, которая представляется в табличном виде.

Как видно из рисунка 1, путем преобразования координат нелинейную функциональную зависимость вероятности состояния системы от атрибутивных переменных можно представить с определенной степенью точности многомерной плоскостью. Это будет существенно упрощать процесс построения моделей.



Рисунок 1. – Зависимость статистической вероятности состояния  $w$  от энтропии состояния системы  $s$  для распределения совместно наблюдаемых значений атрибутивных переменных  $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4$

Если обратить внимание на полученную зависимость (2), то можно видеть, что в многомерной области  $\Omega_4$  может быть построен комплексный индекс состояния системы  $T = T(\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4)$ , который может стать основой шкалы для сравнения стран мира:

$$T = a \cdot \left(\frac{\rho_1}{\rho_{10}}\right)^{0,653} \left(\frac{\rho_2}{\rho_{20}}\right)^{0,929} \left(\frac{\rho_3}{\rho_{30}}\right)^{0,025} \left(\frac{\rho_4}{\rho_{40}}\right)^{2,258}, \quad (4)$$

где  $a$  – постоянная шкалирования, которая пока принимается равной единице. Данная постоянная дает возможность стандартизировать единицу измерения для величины  $T$ . Однако, пока на этом останавливаться не будем.

Значения индекса  $T$  в области  $\Omega_4$  образуют скалярное поле, с которым может

быть связана некоторая система комплексной оценки состояния каждого объекта. Также видно, что параметры состояния каждого объекта соотносятся с параметрами опорного объекта, в данном случае, страны Нигер, исходя из уровня его развития в 2008 году. Таким образом, использование уравнения (4) позволяет построить систему оценки состояний объектов, своего рода некоторый аналог «температуры» применительно к странам мира, а также осуществить поиск различных уравнений состояния применительно к странам мира. Также задание скалярного поля величины  $T$  дает возможность получить определенную среду моделирования для решения задач анализа стран мира.

В свою очередь, для построения системы оценки интенсивности процессов развития стран воспользуемся возможностью численного определения вероятности состояния объектов. С этой целью сделаем предположение, что в области  $\Omega_4$  процессы развития стран мира с течением времени описываются многомерными непрерывными кривыми, соединяющими между собой различные состояния. Естественно, что процессы развития некоторой страны, которые могут осуществляться между наблюдаемым состоянием  $M$  и любым другим возможным состоянием в области  $\Omega_4$ , будут отличаться между собой по интенсивности взаимодействия объекта с глобальным социальным, экономическим, биосферным, информационным и другим окружением, т.е. с глобальной окружающей средой. Будем комплексно характеризовать взаимодействие объекта с окружающей средой при осуществлении процессов его развития с помощью оценки изменения вероятности состояния этого объекта при переходе из состояния 1 в состояние 2. Для этого мы должны иметь возможность оценивать вероятность состояния объекта в группе всех наблюдаемых объектов, причем данная вероятность должна быть функционально связана с некоторой ограниченной областью, куда попадает каждая страна в пространстве состояний  $\Omega_4$ , а также характеризовать изменение состояния объекта в процессе его развития. Для этой цели можно воспользоваться понятиями геометрической или статистической вероятности применительно к каждой опытной точке. В первом случае вероятность равна отношению объема  $k$ -того четырехмерного параллелепипеда, для которого значения опытных данных  $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4$  формируют грани параллелепипеда, к общему объему всего пространства  $\Omega_4$ , представленного также в виде четырехмерного параллелепипеда. Здесь  $k$  – номер произвольно выбранного наблюдаемого объекта. Во втором случае вероятность равна

отношению количества опытных точек, которые попадают в  $k$ -тый четырехмерный параллелепипед, к общему числу всех наблюдаемых точек. В данном случае для оценки вероятностей состояния объектов использовался второй способ. Соответствующий скрипт для определения вероятности состояния системы приведен в статье [2].

Возможность оценки интенсивности процессов через изменение вероятности состояний и использование шкалы для сравнения состояний объектов на основе уравнения (4), позволяет установить феноменологические константы, которые характеризуют процессы развития для каждой страны мира. Также как и в работах [2, 3], постулируя для любого процесса развития страны  $l$  существование связи вида  $dw = c_l \cdot dT$  между величинами  $w$  и  $T$ , можно найти величины  $c_l$ . В работе [3] величина  $c_l$  определена как темпоральность процессов, которая характеризует особенности процессов развития, порожденные динамикой их движения. Для процессов развития стран в период с 2008 по 2013 годы результаты оценки представлены на рисунке 2 и в таблице 1.

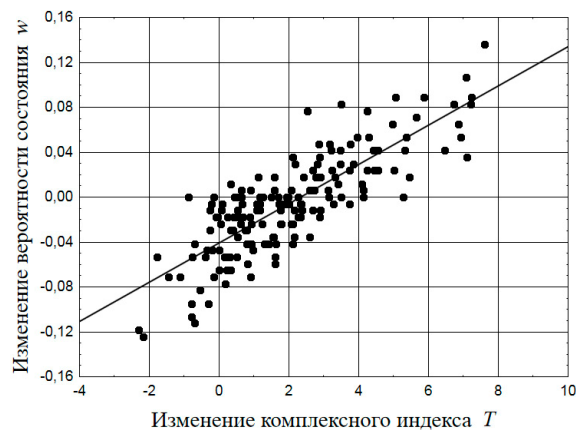


Рисунок 2. – Зависимость изменения вероятности состояния  $\Delta w$  от изменения комплексного индекса  $\Delta T$  для 169 стран мира в период с 2008 по 2013 годы

Регрессионная зависимость для величин  $\Delta w$  и  $\Delta T$  на интервале времени  $\Delta \tau = 5$  лет имеет вид:

$$\Delta w = -0,0423 + 0,0183 \cdot \Delta T. \quad (5)$$

Коэффициент корреляции зависимости (5) составил 0,82.

В области  $\Omega_4$  зависимость изменения вероятности состояния  $\Delta w$  от изменения комплексного индекса  $\Delta T$  можно определить для любого процесса развития. Например, найдем зависимость, связывающую эти величины  $\Delta w = f(\Delta T)$  для гипотетического процесса  $l_{08-13}$ , характеризующего переход

Украины из состояния, которое наблюдалось в 2008 году, к состоянию, в котором в 2013 году находилась каждая  $k$ -тая страна. Естественно, что время перехода в новое состояние в каждом конкретном случае будет свое. Результаты представлены на рисунке 3, а соответствующая зависимость с коэффициентом корреляции 0,99 имеет вид:

$$\Delta w = 0,0322 + 0,0194 \cdot \Delta T. \quad (6)$$

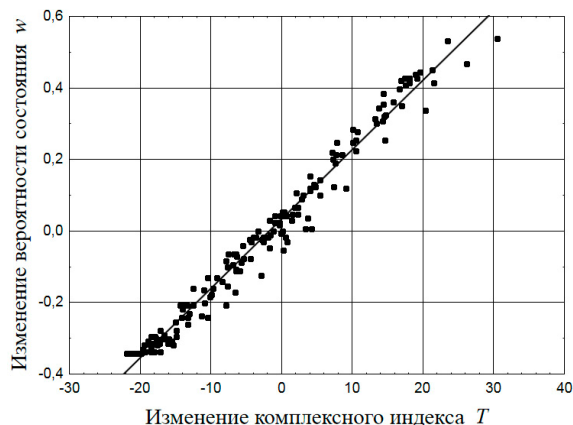


Рисунок 3. – Зависимость величины  $\Delta w = w - 0,3491$  от изменения комплексного индекса  $\Delta T = T - 23,52$ ; в 2013 году для Украины  $w_{ua} = 0,3491$  и  $T_{ua} = 23,52$

Таким образом, для всех стран мира и для любых процессов могут быть определены уравнения вида  $\Delta w = a + b \cdot \Delta T$ , из которых находятся феноменологические постоянные  $a$  и  $b$ , характеризующие процессы развития стран. При обработке для различных стран мира аналогичных спектров по 169 процессам получено, что коэффициент  $b$  имеет постоянное значение для всех стран, а разброс значений коэффициента  $a$  относительно не велик. Это указывает на то, что для обработки данных можно использовать ранее приведенную простую зависимость  $dw = c_l \cdot dT$ , где величина  $c_l$  определяет характер и направление процесса.

При известных значениях величин  $\Delta w$  и  $\Delta T$  уравнение взаимосвязи  $dw = c_l \cdot dT$  для любой страны и для любого процесса ее развития  $l_{08,13}$  может быть получено в виде:

$$\Delta w = c_{08,13} \cdot \Delta T. \quad (7)$$

Величины темпоральности процессов  $c_{08,13}$  приведены в таблице 1. Данные величины определены для случаев перехода Украины и России из состояний, которые наблюдались в 2008 году, к состоянию, в котором в 2013 году находилась каждая  $k$ -тая страна. Из данных таблицы видно, что значения темпоральности процессов имеют не очень большой разброс.

Таблица 1. – Характеристики процессов развития стран по четырем атрибутивным показателям  $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4$

Страна	$c_l$	$c_{08,13}^{ua}$	$c_{08,13}^{ru}$
Норвегия	-0,0229	0,0227	0,0200
Швейцария	0,0126	0,0231	0,0198
США	-0,0025	0,0236	0,0200
Германия	0,0029	0,0227	0,0195
Канада	-0,0114	0,0238	0,0202
Сингапур	0,0150	0,0224	0,0183
Швеция	0,0001	0,0248	0,0208
Англия	0,0179	0,0245	0,0206
Гонконг	0,0047	0,0216	0,0178
Япония	-0,0443	0,0206	0,0175
Франция	-0,0134	0,0228	0,0190
Чехия	0,0085	0,0268	0,0218
Греция	-0,3033	0,0238	0,0192
Катар	0,0123	0,0288	0,0174
Эстония	-0,0025	0,0214	0,0168
Польша	0,0052	0,0281	0,0212
Литва	0,0000	0,0129	0,0107
Словакия	-0,0677	0,0318	0,0223
Венгрия	-0,0894	0,0277	0,0193
Латвия	-0,0330	0,0183	0,0128
Беларусь	0,0033	0,0096	0,0078
Румыния	0,1380	0,0332	0,0169
<b>Россия</b>	0,0052	0,0542	0,0052
Болгария	-0,0164	0,0309	0,0157
Турция	0,0115	-0,0443	0,0190
Казахстан	0,0158	0,0285	-0,0059
Азербайджан	0,1366	0,0116	0,0000
Бразилия	-0,0136	0,0074	0,0058
Грузия	0,0019	0,0018	0,0044
<b>Украина</b>	-0,0371	-0,0371	0,0000
Армения	-0,0102	0,0001	0,0062
Китай	0,0035	0,0000	0,0225
Египет	0,0023	0,0086	0,0123
Молдова	-4,6983	0,0190	0,0668
Узбекистан	-0,2855	0,0174	0,0458
Индия	-0,0067	0,0149	0,0192
Нигерия	-0,0109	0,0172	0,0209
Эфиопия	-0,0030	0,0175	0,0210
Нигер	0,0000	0,0157	0,0182

Здесь  $c_l$  – темпоральность процессов развития стран в период с 2008 по 2013 годы;  $c_{08,13}^{ua}$ ,  $c_{08,13}^{ru}$  – темпоральности перехода Украины и России из состояния 2008 года, к состоянию, в котором в 2013 году находилась каждая  $k$ -тая страна.

Выполненные исследования позволяют устанавливать связи распределений вероятности для совместных событий одновременного наблюдения четырех атрибутивных показателей с распределениями вероятностей других событий. На рисунках 4 и 5 показаны зависимости вероятности состояния системы  $w$  с вероятностями событий, связанных с младенческой смертностью и количеством интернет-пользователей в различных странах мира.

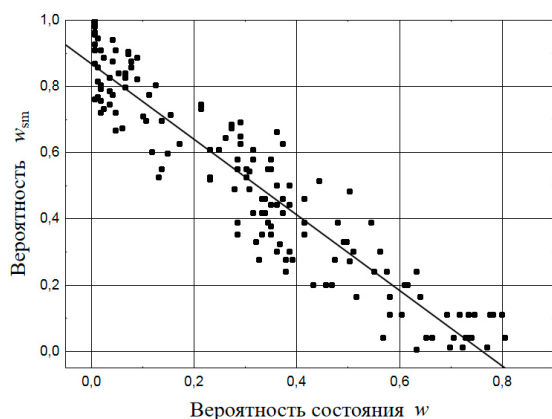


Рисунок 4. – Зависимость вероятности событий  $w_{sm}$ , связанных с младенческой смертностью в странах мира, от вероятности состояния системы  $w$

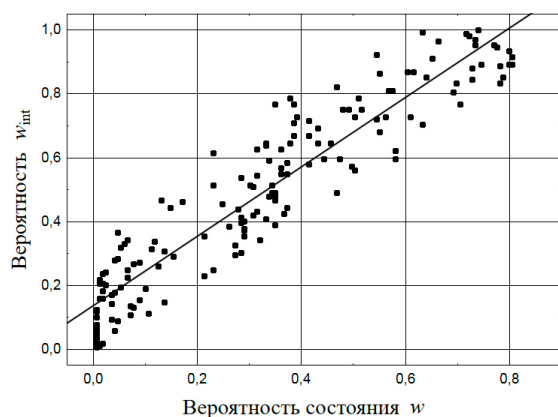


Рисунок 5. – Зависимость вероятности событий  $w_{int}$ , связанных с количеством интернет-пользователей в странах мира, от вероятности состояния системы  $w$

Систематизация и классификация распределений и установление вероятностных закономерностей между ними может представлять собой целый раздел науки, связанной с таксономией событий. Причем подобная классификация должна строиться не только на ограниченном перечне модельных распределений, как это принято сейчас в теории вероятности, но и на системных особенностях и причинно-следственных закономерностях для множества эмпирических распределений событий различных классов.

### Оценка статуса стран мира в период 2008 – 2013 годов

Полученные результаты позволяют предложить объективный метод оценки развития стран мира и построить систему прогнозирования их показателей. В целом суть метода основывается на гипотезе существования комплексного индекса  $T = T(\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4)$  и связи скалярного поля этого индекса с распределением статистической вероятности состояния системы. При справедливости этой гипотезы в пространстве наблюдаемых состояний системы  $\Omega_4$  можно построить криволинейные координаты, которые определяют некоторое поле направлений, отражающее среднестатистические тенденции в развитии всего класса объектов. Все это позволяет предложить методику оценки человеческого развития, как альтернативу известной методике ПРООН. Особенностью предлагаемой методики является использование объективного подхода и отсутствие применения экспертных зависимостей для оценки. Данный подход позволяет ввести в пространстве  $\{\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4\}$  функции состояния – энтропию  $s$  и потенциал  $P$ . Данные величины могут быть приняты в качестве критериев для комплексной оценки состояния системы в многомерном пространстве, причем изменение данных функций зависит только от начального и конечного состояния объекта и не зависит от пути перехода между этими состояниями.

Для рассматриваемого случая энтропия  $s$  определяется выражением (2), а потенциал  $P$  имеет вид [2, 3]:

$$P = \frac{\xi_1^2 - 1}{c_1} + \frac{\xi_2^2 - 1}{c_2} + \frac{\xi_3^2 - 1}{c_3} + \frac{\xi_4^2 - 1}{c_4}, \quad (8)$$

где  $\xi_i = \rho_i / \rho_{i0}$ ,  $c_1 = 0,6525$ ,  $c_2 = 0,9291$ ,  $c_3 = 0,0245$ ,  $c_4 = 2,2575$ , а значение потенциала  $P$  равно нулю для опорного состояния.

Функции состояния определяют многомерные криволинейные координаты в пространстве  $\{\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4\}$ , при этом каждая страна в процессе своего развития будет занимать некоторое положение относительно этих координат. Это позволяет объективно определить ранг страны в иерархическом множестве других стран. Энтропия будет определять направление процесса развития страны в поле направлений развития системы в целом, потенциал – принадлежность точки некоторой поверхности уровня, ортогональной линиям энтропии, при условии определенной вероятности состояния системы (постоянной энтропии). Потенциал является наиболее удобной величиной для определения ранга страны при ее развитии.

На основе полученных данных, исходя из вероятностной оценки сложных совместных событий, связанных с наблюдением показателей  $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4$ , были определены энтропия и потенциал развития для каждой страны мира. Результаты ранжирования стран мира для данного случая приведены в таблице 2.

К первым десяти странам, имеющим самый высокий уровень развития в 2013 году, относятся: Катар, Лихтенштейн, Кувейт, Сингапур, Бруней, Норвегия, Люксембург, ОАЭ, Швейцария и Гонконг. Видно, что из Большой двадцатки стран мира (G20) в списке нет ни одной страны, а из ЕС – только Люксембург. По темпам развития в 2008 – 2013 годах к десятке быстро развивающихся стран относятся: Катар, Кувейт, Сингапур, Бруней, Саудовская Аравия, Швейцария, Лихтенштейн, Люксембург, Гонконг и Исландия.

К десяти странам, имеющим самый низкий уровень развития, относятся Эфиопия, Того, Гвинея, Гвинея-Бисау, Мозамбик, Нигер, Либерия, Малави, Бурунди и ЦАР. Все эти страны находятся в Африке. По темпам развития в 2008 – 2013 годах самыми отстающими странами были: Уганда, Нигер, ЦАР, Малави, Соломоновы острова, Англия, Экваториальная Гвинея, Греция, Багамские Острова и Барбадос.

Видно, что в списке присутствуют Англия и Греция, входящие в группу стран ЕС. Англия и Греция – это две единственные европейские страны, у которых в 2008 – 2013 годах произошло снижение удельного ВВП.

Украина в рейтинге по уровню развития в 2013 году занимала 97 место, в свою очередь: Россия – 44, Казахстан – 53, Белоруссия – 62 место. По темпам развития в 2008 – 2013 годах Украина находилась на 95 месте, Россия на 24, Казахстан на 25, а Белоруссия на 52 месте. За этот период Украина в темпах развития отставала от России и Казахстана, а также стран бывшего СССР. Более низкие темпы, чем у Украины наблюдались в Грузии, Узбекистане, Молдове, Кыргызстане и Таджикистане.

Военные действия в Украине окажут крайне неблагоприятное влияние на рейтинг развития страны. Если в ближайшем будущем ВВП страны снизится на 15 – 20 процентов, на что указывает ряд экспертов, то страна по уровню развития в рейтинге стран опустится на 8 – 10 пунктов и попадет в группу стран, куда входят Грузия, Марокко и Гватемала.

Рейтинги стран мира по уровню развития ( $R_{оон}$ ), определенные по методике расчета индекса человеческого развития ПРООН, существенно отличаются от аналогичного рейтинга ( $R$ ), рассчитанного по данной методике. Результаты сравнения даны на рисунке 6.

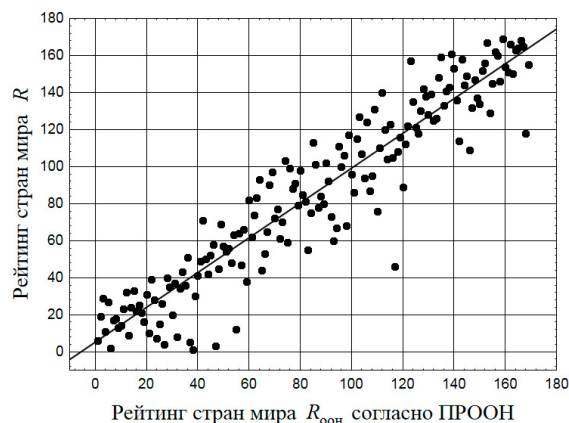


Рисунок 6. – Сравнение рейтингов стран мира по уровню развития по различным методикам оценки

Для большинства развитых стран методика ПРООН дает завышенные рейтинги уровня развития, а для многих развивающихся стран – заниженные рейтинги. Среди стран, которые по потенциалу развития  $P$  попали в первую десятку, только Сингапур, Норвегия и Швейцария имеются в рейтинге Топ-10 Программы развития ООН.

### Выводы

Данная методика оценки развития стран может быть применена к любой совокупности исходных показателей, однако с увеличением числа показателей свыше 5 – 7, резко возрастает трудоемкость и время расчетов, а также возникают проблемы с линейным преобразованием координат и получением в многомерном пространстве функций вида (2).

Если разработать методы определения величин  $c_k$ , исходя не из среднестатистических тенденций развития системы, а непосредственно для каждой страны мира, то вполне возможно создать точную теорию прогнозирования развития стран. Данная задача определяет важное направление исследований в глобалистике.

В целом трудоемкость метода определяется необходимостью построения множества моделей для оценки вероятностей самых разных событий. Если база данных ПРООН содержит несколько десятков показателей, требующих анализа, то база данных Всемирного банка – это уже более тысячи показателей почти для 200 стран мира. Исходя из этого, видна явная необходимость автоматизации процесса вычислений.

Крайне важным фактором является также выбор наиболее обоснованных атрибутивных переменных, которые адекватно отражают состояние и развитие стран мира. Перечень атрибутивных показателей, предложенных Программой развития ООН, не является оптимальным и не отражает всей сложности проблемы анализа данных.



Таблица 2. – Значения потенциала ( $P$ ), его изменение ( $\Delta P$ ) и рейтинги стран в процессах развития стран мира в 2008 – 2013 годах

Страны мира	Потенциал страны $P$ (2013 г.)	Изменение потенциала $\Delta P$ (2008 – 2013 гг.)	Ранги стран согласно предложенной методики		Ранги стран по ИЧР согласно методике ПРООН (2013 г.)
			уровень развития (2013 г.)	темпы развития (2008–2013 гг.)	
Норвегия	365995	56065	6	11	1
Швейцария	259015	116708	9	6	3
США	245219	46445	11	13	5
Германия	166119	54351	14	12	6
Канада	157264	23242	18	26	8
Сингапур	469250	255069	4	3	9
Швеция	167274	44982	13	15	12
Исландия	110534	63424	25	10	13
Англия	109843	-485,4	26	165	14
Гонконг	245864	63685	10	9	15
Япония	121041	13151	23	41	17
Франция	120260	14557	24	38	20
Италия	95662	17025	28	33	26
Чехия	54018	7856	40	59	28
Греция	54522	-13679	39	167	29
Катар	1269241	704098	1	1	31
Эстония	49085	22596	43	27	33
Польша	41441	12999	49	43	35
Литва	50583	30832	42	18	35
Словакия	57580	15484	37	36	37
Венгрия	40482	13057	51	42	43
Латвия	44168	29103	45	20	48
Беларусь	24179	9174	62	52	53
Румыния	27282	12446	57	45	54
<b>Россия</b>	45899	25014	<b>44</b>	<b>24</b>	<b>57</b>
Болгария	21306	10146	66	50	58
Турция	30315	14329	55	39	69
Казахстан	33911	24475	53	25	70
Азербайджан	22215	15313	65	37	76
Бразилия	18266	8178	70	56	79
Грузия	4334	2101	103	99	79
<b>Украина</b>	6115	2220	<b>97</b>	<b>95</b>	<b>83</b>
Армения	5723	2961	99	90	87
Китай	11812	7084	80	62	91
Египет	9688	6584	86	63	110
Молдова	2317	1389	117	105	114
Узбекистан	2490	1595	115	104	116
Индия	2356	1380	116	106	135
Пакистан	1917	1295	121	109	146
Нигерия	2551	2153	114	98	152
Эфиопия	118,0	67,0	160	151	173
Нигер	28,6	28,2	165	161	187

Таким образом, базы данных показателей в комплексе с методами комплексной оценки и численными алгоритмами определения вероятностей событий позволяют установить закономерности развития стран мира. Все это говорит о возможности создания феноменологической теории развития стран по логике построения аналогичной той, которая применяется сегодня в термодинамике.

### Литература

1. Доклад о человеческом развитии 2013. «Возвышение Юга: человеческий прогресс в многообразном мире» / Пер. с англ.; ПРООН. – М.: Весь Мир, 2013. – 216 с. – Электр. рес. URL: [http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr\\_2013\\_ru.pdf](http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2013_ru.pdf) (20.12.2013).
2. Аверин Г.В., Звягинцева А.В. Стратегическая оценка статуса Украины в современном мире по данным международных организаций. Часть 1: Теория и методика оценки // Труды ДонНТУ: Системный анализ и информационные технологии в науках о природе и обществе. – 2012. – № 1 (2) – 2(3). – С. 75 – 92.
3. Аверин Г.В. Системодинамика. – Донецк: Донбасс, 2014. – 405 с. – Электр. рес. URL: <http://www.chronos.msu.ru/ru/news/item/sistemodinamika> (04.02.14).
4. Доклады о человеческом развитии (1990 – 2012 гг.). – Электр. рес. URL: <http://hdr.undp.org/en/reports/> (25.09.2013).
5. Доклад о человеческом развитии 2010. «Реальное богатство народов: пути к развитию человека» / Пер. с англ.; ПРООН. – М.: Весь Мир, 2010. – 228 с. – Электр. рес. URL: <http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr10-summary-ru.pdf> (15.02.2013).
6. Доклад о человеческом развитии 2014. «Обеспечение устойчивого прогресса человечества: уменьшение уязвимости и формирование жизнестойкости» / Пер. с англ.; ПРООН. – М.: Весь Мир, 2014. – 280 с. – Электр. рес. URL: <http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr14-summary-ru.pdf>.

*Звягинцева Г.В., Аверин Г.В. “Стратегічна оцінка статусу України у сучасному світі за даними міжнародних організацій. Частина 2: Приклади аналізу та результати”. Показано, що пошук зв'язків і закономірностей у базі даних показників розвитку країн може здійснюватися не між показниками, які характеризують стан об'єктів (країн світу), а між ймовірністю спільних подій, пов'язаних з наглядом декількох показників розвитку країн. Запропоновано методіку оцінки людського розвитку, яка використовує об'єктивний підхід і заснована на визначенні статистичних ймовірностей сумісних подій, що характеризують стан об'єктів. Надано приклад комплексної оцінки розвитку країн на основі використання баз даних Програми розвитку ООН за 2008 і 2013 роки. Визначено статус України в сучасному світі в порівнянні з іншими країнами. Виконано оцінку рангів країн за рівнем і темпами розвитку. Ця методика є альтернативою відомій методиці розрахунку індексу людського розвитку ПРООН, яка відрізняється використанням суб'єктивних експертних методів.*

**Ключові слова:** методи системної динаміки, оцінка розвитку країн, статус України в сучасному світі, ранги країн світу за рівнем та темпами розвитку

*A.V. Zviagintseva, G.V. Averin “Strategic Assessment of the status of Ukraine in the modern world according to the data of international organizations. Part 2: Examples of analysis and results”. It is shown that the search for relationships and patterns in countries development database may be carried out not between the indicators of the state of objects (countries of the world), but between the probabilities of joint events related to the observation of several countries development indicators. The paper proposes the method for evaluation of human development, which uses an objective approach and is based on the definition of the statistical probability of joint events characterizing the state of the objects. We build a comprehensive to assess the state of objects and identify phenomenological quantities that characterize the relationship between changes in that index and changes in probabilities of states of the objects. We also give an example of a comprehensive assessment of the development of countries using UNDP databases for 2008 and 2013. The status of Ukraine in the modern world is determined in comparison with other countries. The estimation of rank levels and countries development rates are carried out. This technique can be an alternative to the well-known method of calculating the UNDP Human Development Index which, unlike the proposed method, uses subjective expert methods.*

**Keywords:** methods of system dynamics, countries development assessment, status of Ukraine in the modern world, level and pace of development ranks of the world countries

Статья поступила в редакцию 20.02.2014

Рекомендована к публикации д-ром техн. наук Ф.В. Недопекиным