

Модели и инструментальные средства для комплексной оценки развития стран, регионов и городов

А.В.Звягинцева, Г.В. Аверин

Донецкий национальный технический университет
anna_zv@ukr.net, averin.gennadiy@gmail.com

Звягинцева А.В., Аверин Г.В. «Модели и инструментальные средства для комплексной оценки развития стран, регионов и городов». Показано, что основной путь решения проблемы комплексной оценки систем лежит в определении причинно-следственной взаимосвязи характерных событий. Основные направления и тенденции исследований в данной области связаны с накоплением и созданием обширных баз данных показателей состояния и развития систем, а также разработкой информационно-аналитических систем хранения, обработки и анализа данных. Предложен подход к модельному описанию количественной информации путем представления таблично-временных массивов данных наблюдений в виде сплошной информационной среды. Подобные модели данных и соответствующие инструментальные средства могли бы стать основой разработки научно-обоснованных методов и эффективных систем комплексной оценки социально-экономического развития стран, регионов и городов, отличающихся определенной универсальностью в прикладном плане. Отмечается, что многие из используемых на сегодняшний день в комплексной оценке индексов и рейтингов могут быть оценены с использованием предложенного метода, который основан на вероятностном анализе характерных значимых событий. Данный метод и соответствующие алгоритмы оценки могут быть применены к любой совокупности исходных показателей, однако с увеличением числа показателей свыше 5–7 существенно возрастает объем и время вычислений, что связано с анализом информации в многомерном пространстве. Практическое применение данного метода комплексной оценки и примеры расчета различных индексов указывают на возможность построения универсальной рейтинговой системы оценки социально-экономических объектов, как альтернативы известным методам и средствам, которые сегодня используются международными организациями, университетами и агентствами. Отмечается возможность создания web-ресурса открытого коллективного доступа с целью информационного обеспечения экспертов и аналитиков. Соответствующие модели могут быть реализованы в программном продукте анализа данных. При этом программный продукт должен интегрировать несколько приложений для хранения, представления, обработки и анализа данных. Разработанный метод и предлагаемые инструментальные средства могут быть использованы при изучении мировых тенденций и оценке приоритетов развития, сравнительном анализе и ранжировании стран, регионов и городов, установлении закономерностей и особенностей состояния объектов, определении новых индексов и рейтингов по различным аспектам развития, а также при разработке достоверных прогнозов на среднесрочную и долгосрочную перспективу.

Ключевые слова: социально-экономические системы, комплексная оценка, модели и инструментальные средства, индексы и рейтинги развития стран, регионов и городов

Введение

Комплексная оценка состояния и развития социально-экономических систем охватывает разные области жизнедеятельности человека и существует на стыке многих областей знаний. В природно-антропогенных, социально-экономических и общественных системах могут реализовываться различные процессы и наблюдаться разные события.

Основной путь решения проблемы комплексной оценки систем лежит в определении причинно-следственной взаимосвязи событий. При этом следует ограничить использование экспертных методов, а основное

внимание при проведении оценки систем следует уделять феноменологическому анализу данных и вероятностей характерных сложных событий [1–12]. Основные направления и тенденции исследований в данной области связаны с накоплением и созданием все более обширных баз данных показателей состояния, изменения и развития социально-экономических систем, использованием методов анализа данных, созданием информационно-аналитических систем хранения, обработки и представления данных, а также развитием теоретических методов комплексной оценки [13–25].

Проблема комплексной оценки

социально-экономического и экологического развития стран, регионов и городов является одной из фундаментальных проблем глобалистики и урбанистики. Создание новых методов и средств комплексной оценки развития городов, регионов и стран, а также их объективное ранжирование по совокупности различных показателей может способствовать решению актуальной проблемы разработки достоверных прогнозов на среднесрочную и долгосрочную перспективу. Данные исследования в научно-прикладном плане тесно связаны с понятием так называемых «рейтинговых войн». Развитие комплексной оценки дает возможность исключить субъективные подходы при формировании рейтингов путем создания альтернативных индикативных и рейтинговых систем оценки развития городов и стран по самым различным аспектам.

Целью данной статьи является разработка новых методов комплексной оценки для создания методик и инструментальных средств ранжирования стран, регионов и городов по комплексу показателей.

Подобные методы и средства являются первым шагом к разработке научно-обоснованных методов и эффективных систем комплексной оценки социально-экономического развития стран и регионов и позволяют привлечь широкую научную общественность для анализа данных. Это создает условия для формирования новых знаний и качественного изменения ситуации в данной области. Принципиальным отличием таких систем является широкий доступ научной общественности к социально-экономической, экологической, демографической и другой статистической информации. Разработка и предоставление общественности подобных баз данных вместе со средствами анализа таких данных имеет большое значение, так как это является инструментом поддержки принятия управленческих решений, осуществляемых властью на государственном и региональном уровнях.

Методика анализа данных

В последние годы в мире развиваются новые направления в области информационных систем. Объединение поисковых систем с базами статистических данных является перспективным путем развития информационно-аналитических систем. Сегодня уже можно привести примеры таких информационно-аналитических систем, например, Web-ресурсы [18, 22].

Для применения естественнонаучных методов анализа статистической информации необходимо предложить подходы, которые бы в своей основе не использовали экспертные

методы оценки разноплановой информации. Такие подходы могут быть реализованы на основе определения вероятностей событий, отражающих процессы развития стран, регионов и городов.

Массивы статистических данных часто имеют структуру таблиц в виде матриц «объекты – показатели», причем множество таблиц упорядочено по времени, например, годам, месяцам и т.д. В качестве показателей и индикаторов могут выступать как социально-экономические величины (численность населения, показатели ВВП и ВНП, доля городского населения, удельное потребление энергии и т.д.), так и характеристические величины социальных событий, например, младенческая и детская смертность, число убийств и тяжких преступлений, число заболеваний туберкулезом и т.д. В целом отметим, что возможно использование при оценке развития стран и регионов любых статистических данных, характеризующих социально-экономический, промышленный, финансовый, научно-технологический, военный, ресурсный или культурный потенциал.

Сформулируем разработанные методы комплексной оценки, которые основаны на определении вероятностей характерных событий [1 – 12].

Предположим, что определенная группа стран, регионов и городов в количестве m достоверно характеризуется n статистическими показателями или индикаторами p_1, p_2, \dots, p_n . Тогда в n -мерном пространстве координат $H_n \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ каждый изучаемый объект будет отображаться n -мерной точкой. Определим H_n как пространство наблюдаемых состояний изучаемой системы объектов.

Каждой n -мерной точке M дополнительно может быть поставлена в соответствие статистическая вероятность наблюдения некоторого простого или сложного события, например, вероятность наблюдения одного показателя (индикатора, события), не входящего в перечень p_1, p_2, \dots, p_n , или совместного (одновременного) наблюдения двух и более показателей, входящих в данный перечень.

Такой подход позволяет искать связи и закономерности не между показателями, а между вероятностями наблюдения различных событий, свойственных изучаемому массиву статистических данных. При данном подходе основной объект моделирования – это состояние объекта (страны, региона или города), которое может характеризоваться многомерным эмпирическим распределением.

В этом плане первой основой для характеристики состояния является

количественная определенность объекта, связанная с его свойствами, которые выражаются через параметры показателей p_1, p_2, \dots, p_n . Второй основой для характеристики состояния является качественная определенность объекта, которая отражена во множестве наблюдаемых событий и их характеристических случайных величин. Это позволяет гипотетически ввести в рассмотрение две величины для характеристики состояния системы в каждой элементарной области пространства H_n : статистическую вероятность совместных событий $w(p_1, p_2, \dots, p_n)$, связанных с наблюдением некоторой совокупности показателей, и комплексный индекс $T = T(p_1, p_2, \dots, p_n)$ – скалярную величину, характеризующую состояния данного класса объектов и отражающую результат моделирования.

Определение статистической вероятности совместных событий w основывается на алгоритмической оценке вероятности в группе всех изучаемых объектов [12]. В свою очередь, комплексный индекс $T = T(p_1, p_2, \dots, p_n)$ в области H_n представляется в виде функциональных зависимостей относительно всех n показателей p_1, p_2, \dots, p_n .

Основная гипотеза исследования связана с возможностью создания для описанных выше массивов статистических данных феноменологических моделей, отличающихся многомерным полемым представлением пространства состояний H_n , а также существованием скалярных полей распределений вероятности характерных событий. С этой целью предполагается, что вероятность $w(p_1, p_2, \dots, p_n)$ в пространстве H_n образует скалярное поле. Считается также, что в области H_n на основе комплексного индекса $T = T(p_1, p_2, \dots, p_n)$ может быть построена модель, которая формирует еще одно скалярное поле, называемое средой моделирования. Далее для любого процесса развития l вблизи точки M постулируется связь вида, $dw = c_l \cdot dT$, где c_l – величины, которые являются функциями процесса. Величины c_l могут быть определены по имеющимся статистическим данным. Таким образом, предлагаемая методология тесно связана с методом моделирования, принятым в термодинамике, сущность которого заключается в том, что по опытным данным формируются феноменологические модели, описывающие с необходимой точностью поведение определенного класса объектов [1, 3, 12].

Данный подход позволяет сформулировать принцип существования энтропии и потенциала состояния объектов, при

условии справедливости принятых выше гипотез [3 – 5, 7, 12]. Энтропия и потенциал являются криволинейными координатами в многомерном пространстве состояний H_n . Нелинейное преобразование координат p_1, p_2, \dots, p_n относительно этих функций позволяет преобразовать исходное вероятностное пространство в линейное пространство, в котором функции состояния как координаты обладают свойством аддитивности. Все это дает возможность объективно оценить статус объекта в иерархическом множестве объектов одного класса и провести его многопараметрическое ранжирование.

Энтропия и потенциал являются функциями состояния при справедливости условия существования скалярного поля статистической вероятности w . Их изменение зависит только от начального и конечного состояния объекта в процессе его развития и не зависит от пути его перехода между этими состояниями.

Отличительной особенностью подхода является то, что исходные гипотезы могут быть приняты или отвергнуты на основе обработки имеющихся статистических данных.

Покажем на примере, как данная методика может быть использована при оценке человеческого развития стран и регионов. Оценку будем проводить по четырем атрибутивным показателям развития общества.

На основе переменных p_1, p_2, p_3, p_4 сформируем четырехмерное пространство координат $H_4\{p_1, p_2, p_3, p_4\}$, в котором возможные состояния изучаемой системы (все объекты – регионы России или страны мира) теоретически образуют область H_4 , охватывающую все наблюдаемые статистические точки.

Предположим непрерывность многомерной области H_4 . Это означает, что в пространстве состояний H_4 существует бесконечное множество состояний для некоторой генеральной совокупности объектов (регионов) и точки состояний $M(p_1, p_2, p_3, p_4)$ непрерывно заполняют это пространство. Будем также считать, что опытные точки из базы данных являются ограниченной выборкой наблюдений из данной генеральной совокупности.

Рассмотрим сложное совместное событие одновременного наблюдения указанных выше четырех показателей и определим, что состояние каждого региона может оцениваться данным наблюдаемым событием. Найдем статистическую вероятность этого события на основе опытных данных, которые имеются в

базе данных, например [16], с использованием алгоритмов перебора, группировки и подсчета частот благоприятных событий [1, 12]. Считаем данную статистическую вероятность вероятностью состояния изучаемой системы. Эта статистическая вероятность w подсчитывается во всей группе объектов.

Предположим, что в области H_4 можно задать комплексный индекс в виде функции $T(p_1, p_2, p_3, p_4)$, на основе которой будет формироваться математическая модель вероятностного пространства.

При справедливости принятых выше гипотез феноменологические описания данных, представленных таблично-временными массивами информации, тесно связаны с уравнениями Пфаффа вида [12]:

$$dw = c_1 \cdot \frac{\partial T}{\partial p_1} dp_1 + \dots + c_4 \cdot \frac{\partial T}{\partial p_4} dp_4. \quad (5)$$

Введение функции $T(p_1, p_2, p_3, p_4)$ необходимо для построения теоретических моделей описания данных (состояний регионов). Вид уравнения Пфаффа при постоянных величинах c_k зависит от вида функции T . Так как изучается распределение статистической вероятности, то можно представить эту функцию в виде меры относительных изменений:

$$T = \frac{P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_4}{P_{10} \cdot P_{20} \cdot P_{30} \cdot P_{40}}, \quad (6)$$

где P_{k0} – некоторые опорные значения исходных показателей. Для анализа данных следует предложить некоторую опорную точку $M_0(p_{10}, p_{20}, p_{30})$ и состояния всех остальных регионов или стран соотнести с этой точкой.

Из решения уравнения (5) можно получить, что полный дифференциал энтропии состояния ds после интегрирования будет представлен функцией вида [1 – 3]:

$$s - s_0 = c_1 \cdot \ln\left(\frac{P_1}{P_{10}}\right) + \dots + c_4 \cdot \ln\left(\frac{P_4}{P_{40}}\right). \quad (7)$$

Также для этого уравнения в многомерном пространстве H_4 существует общий потенциал вида $P(p_1, p_2, p_3, p_4) = C$, который представляет собой поверхность, ортогональную линиям энтропии:

$$P - P_0 = \frac{P_1^2 - P_{10}^2}{c_1} + \dots + \frac{P_4^2 - P_{40}^2}{c_4}. \quad (8)$$

Потенциал P может быть принят в качестве обобщенного критерия для комплексной оценки состояния регионов в многомерном пространстве H_4 по выбранным социально-экономическим показателям.

Обычно по четырем показателям (валовый внутренний продукт, продолжительность жизни и два показателя в сфере образования) оценивают индекс человеческого развития стран и регионов.

Подобная комплексная оценка была проведена авторами статьи на основе предложенных методов в статьях [1, 3, 6, 7].

Практическое применение методов комплексной оценки

Сегодня в открытом доступе имеется информация о более чем 30 основных индексах развития и более 20 видах рейтингов развития стран. Наиболее известны среди них:

Индекс развития человеческого потенциала (UNDP);

Индексы и рейтинги демократии (FreedomHouse);

Индекс международной безопасности (International Security Index);

Индекс и рейтинг экологической эффективности стран мира (Environmental Performance Index),

Индекс уровня глобализации городов (Global Cities Index),

рейтинг «зеленых» городов мира (Green City Index) и др.

В разных методиках при расчете индексов применяется от трех и более индикаторов, позволяющих оценить развитие стран или регионов. Для примера в таблице 1 приведены некоторые международные индексы для оценки развития стран, регионов и городов мира, построенные на основе использования социально-экономических индикаторов.

Указанные индексы имеют доступные методики и базы данных показателей, которые применяются при их определении.

Многие из перечисленных индексов могут быть оценены с использованием предложенных методов комплексной оценки, которые основаны на вероятностном анализе характерных событий.

Авторами на примерах были показаны возможности оценки:

индекса человеческого развития стран мира [1, 8] и регионов России [26],

международного индекса счастья [26],

индекса развития городов [26],

комплексного индекса загрязнения атмосферного воздуха [6],

ранжирования стран Европы по экологическим показателям [5] и т.д.

Практическое применение данных методов комплексной оценки и расчета различных индексов указывает на возможность построения универсальной рейтинговой системы оценки социально-экономических объектов.

Создание Web-ресурсов для оценки индексов развития стран, регионов и городов

Для оценки развития стран и регионов можно создать открытую рейтинговую систему, как альтернативу для существующих методов и средств, применяемых международными организациями и университетскими агентствами. Для этого следует разработать Web-ресурс открытого коллективного доступа для информационного обеспечения деятельности экспертов и аналитиков. Это позволит предложить информационные средства для определения 7–10 известных индексов и рейтингов развития стран и городов как альтернативу существующим системам.

Предлагаемые методы и алгоритмы основаны на представлении данных в виде гипотетической сплошной информационной среды, а также применении гипотезы существования информационной меры для комплексной оценки совокупности табличных данных в виде поля вероятностей совместных событий, связанных с одновременным наблюдением параметров изучаемых объектов.

Данный подход относится к интеллектуальному анализу данных (ИАД), изложен в работах [1, 8, 12, 10] и основан на создании вероятностных моделей.

В основу таких моделей могут быть положены алгоритмы статистической оценки вероятностей состояний систем. Соответствующие вероятности определяются по массивам данных для сложных событий одновременного наблюдения нескольких показателей, которые индикативно отражают развитие стран, регионов или городов.

Предложенные метод и алгоритмы комплексной оценки могут быть применены к любой совокупности исходных показателей, однако, как показывают расчеты, с увеличением числа показателей свыше 5–7 существенно возрастает время работы алгоритмов ИАД при анализе информации в многомерном пространстве.

В целом трудоемкость метода определяется необходимостью построения множества моделей для оценки вероятностей самых разных событий. Соответствующие метод и алгоритмы могут быть реализованы в программных продуктах, связанных с анализом данных. Работая с такими инструментальными средствами, эксперты и аналитики могут не только оценивать индексы, но искать закономерности в данных.

Подобный программный продукт должен интегрировать несколько приложений для хранения, анализа и обработки данных, а именно:

- базу данных, наполняемую информацией международных организаций (таблица 1);
- приложение, которое обеспечивает ввод и импорт данных, а также преобразование входных данных в собственный формат, удобный для работы (при этом информация должна быть структурирована по общей форме и интегрирована в единый массив данных);
- приложение для анализа данных, которое позволяет осуществить визуализацию данных, их предварительный анализ, провести исследование данных с использованием аналитических алгоритмов, осуществить расчеты индексов в многомерном пространстве и определить рейтинги развития стран, регионов и городов;
- интерфейс для взаимодействия сервисов и работы программной системы.

Исходя из сказанного выше видно, что разработка математического обеспечения и программного продукта для комплексной оценки стран, регионов и городов вполне реальна и уже стоит на повестке дня.

Выводы

Предложенные методы и инструментальные средства могут быть использованы при изучении мировых тенденций развития, сравнительном анализе стран, регионов и городов, оценке приоритетов развития, установлении закономерностей и особенностей развития объектов, определении новых различных индексов и рейтингов по различным аспектам развития.

Все это позволит привлечь к анализу данных экспертов и аналитиков в области глобалистики, охраны окружающей среды и мирового развития.

Таблица 1. – Перечень и краткая характеристика
некоторых международных индексов для оценки развития стран

| Название | Краткая характеристика | Адрес доступа |
|--|--|---|
| Индекс развития человеческого потенциала (UNDP) | Составной индекс, определяемый ежегодно Программой развития ООН | http://hdr.undp.org/en/data |
| Индекс восприятия коррупции (Corruption Perceptions Index, CPI) | Индекс оценки коррупции на глобальном и региональном уровнях составляется международной организацией Transparency International на основе 13 исследований мнений экспертов и бизнесменов | http://www.transparency.org/cpi2012/ |
| Индекс демократии (Economist Intelligence Unit) | Индекс оценки демократии по 60 сгруппированным в 5 категорий показателям | http://www.eiu.com/public/topical_report.aspx?campaignid=DemocracyIndex2011 |
| Индекс уровня глобализации городов (Global Cities Index) | Экспертный индекс составляется политологическим журналом Foreign Policy совместно с компанией A.T. Kearney и институтом The Chicago Council on Global Affairs | http://www.atkearney.com/research-studies/global-cities-index |
| Индекс Глобализации Швейцарского технологического института Цюриха | Индекс оценивает параметры глобализации 158 стран мира по категориям: социальная, экономическая и политическая глобализация | http://globalization.kof.ethz.ch/ |
| Индекс легкости ведения бизнеса (Ease of Doing Business) | Глобальное исследование Всемирного банка по показателю свободы ведения бизнеса (анализируется 185 стран по 11 категориям показателей) | http://www.doingbusiness.org/ |
| Индекс международной безопасности (International Security Index) | Индекс для оценки глобальной безопасности | http://pircenter.org/en/static/international-security-index-isi |
| Международный индекс счастья | Индекс отражает благосостояние людей и состояние окружающей среды. | http://www.neweconomics.org/ |
| Индекс глобальной конкурентоспособности (GCI) | Отражает условия ведения бизнеса и общую конкурентоспособность экономик 140 стран мира (индекс Всемирного экономического форума, WEF); состоит из 12 групп показателей, где 2/3 – результаты опроса руководителей бизнеса, 1/3 – статданные | http://www.weforum.org/reports/global-competitiveness-report-2014-2015 |
| Рейтинг несостоятельности государства (Failed States Index) | Рейтинг отражает способность властей контролировать целостность страны, а также демографическую, политическую и экономическую ситуацию в стране. | http://global.fundforpeace.org/ |
| Рейтинг репутации стран мира (The Country RepTrak) | Рейтинг, оценивающий репутацию различных стран мира. Проводится международной консалтинговой компанией Reputation Institute. | http://www.reputationinstitute.com/thought-leadership/country-reptrak |
| Рейтинг военных армий государств мира | Рейтинг 106 стран по 50 показателям вооруженных сил | http://www.globalfirepower.com |
| Индекс экономической свободы | Индекс оценивает наложенные на бизнес ограничения, рассчитывается The Heritage Foundation в партнерстве с The Wall Street Journal на основе 10 компонентов экономической свободы, комбинирующих количественные и качественные показатели, сгруппированные в 4-е категории. | http://www.heritage.org/ |
| Индекс легкости ведения бизнеса | Индекс отражает оценку факторов благоприятствования ведения бизнеса (с акцентом на сегменты малого и среднего) на основе анализа 11 групп количественных показателей (индекс Всемирного банка) | http://www.worldbank.org/ |

Литература

1. Averin G.V., Zviagintseva A.V., Konstantinov I.S. and Ivashchuk O.A., 2015. Data Intellectual Analysis Means Use for Condition Indicators Assessment of the Territorial and State Formations. *Research Journal of Applied Sciences*, 10(8): 411 – 414.
2. Аверин Г.В., Звягинцева А.В. Стратегическая оценка статуса Украины в современном мире по данным международных организаций. Часть 1: Теория и методика оценки // Системный анализ и информационные технологии в науках о природе и обществе. Донецк: Друк-инфо, 2012. – №1(2) – 2(4). С. 75 – 92. – Электр. ресурс. URL: <http://sait.csm.donntu.org> (07.05.16).
3. Звягинцева А.В., Аверин Г.В. Стратегическая оценка статуса Украины в современном мире по данным международных организаций. Часть 2: Примеры анализа и результаты // Системный анализ и информационные технологии в науках о природе и обществе. Донецк: Друк-инфо, 2013. – №1(4) – 2(5). С. 46 – 55. – Электр. ресурс. URL: <http://sait.csm.donntu.org> (07.05.16).
4. Звягинцева А.В. Комплексная оценка природно-антропогенных систем: предложения по развитию методологии // Системный анализ и информационные технологии в науках о природе и обществе. Донецк: Друк-инфо, 2013. – № 1(4)–2(5)/ С. 62 – 74. – Электр. ресурс. URL: <http://sait.csm.donntu.org>.
5. Звягинцева А.В. О вероятностном анализе данных наблюдений о состоянии природно-антропогенных систем в многомерных пространствах // Научные ведомости БелГУ, серия «Экономика. Информатика». 2016. №2 (223). Выпуск 37. Белгород. С. 93 – 100.
6. Звягинцева А.В. Моделирование загрязнения атмосферного воздуха городов России на основе определения вероятности неблагоприятных событий // Научные ведомости БелГУ, серия «Экономика. Информатика». 2016. Выпуск 38. Белгород.
7. Zviagintseva A.V. Multiparameter ranking of areas based on the analysis of data about the condition of natural and anthropogenic systems // Системный анализ и информационные технологии в науках о природе и обществе. 2014. 1(6)–2(7). С. 76 – 83. – Электр. ресурс. URL: <http://sait.csm.donntu.org>.
8. Аверин Г.В., Звягинцева А.В. Применение методов интеллектуального анализа данных при оценке развития Украины // Геотехническая механика, Выпуск 112. 2013. С. 257 – 270.
9. Averin G.V., Konstantinov I.S., Zviagintseva A.V. and Tarasova O.A. 2015. The Development of Multi-Dimensional Data Models Based on the Presentation of an Information Space as a Continuum. *International Journal of Soft Computing*, 10 (6): 458 – 461.
10. Аверин Г.В., Звягинцева А.В. Некоторые принципы создания феноменологических теорий в предметных областях // Знания-Онтологии-Теории (ЗОНТ-2015). Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Новосибирск, Институт математики им. С.Л. Соболева. 2015. – С. 8 – 16.
11. Звягинцева А.В. Оценка опасности загрязнения атмосферного воздуха промышленных городов Украины // Геотехнічна механіка. Випуск 109. Дніпропетровськ, 2013. – С. 233 – 243.
12. Аверин Г.В. Системодинамика. Донецк: Донбасс, 2014. – 405 с.
13. Доклады о человеческом развитии (1990 – 2015 гг.). – Электр. ресурс. URL: <http://hdr.undp.org/en/reports/> (25.04.16).
14. 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://www.un.org/ru/development/hdr/2010/hdr_2010_complete.pdf (04.05.16).
15. Доклад о человеческом развитии 2015. «Труд во имя человеческого развития». / Пер. с англ.; ПРООН. – М.: Весь Мир, 2015. – 48 с. Электр. рес. URL: http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr15_standalone_overview_ru.pdf.
16. Программа развития ООН: Развитие человеческого потенциала в регионах России в 2013 году. Электр. рес. URL: <http://gtmarket.ru/news/2013/06/17/6014> (27.04.16)
17. Доклад о мировом развитии. Пер. с англ. публикации Всемирного банка: 2000 – 2015 гг. М.: Весь мир. Электр. рес. URL: <http://www.vesmirbooks.ru/books/reports/wdr/>, www.worldbank.org (28.04.16).
18. База данных социально-экономических и финансовых процессов. Электр. ресурс URL: <https://www.quandl.com> (12.04.16).
19. Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2013 г. 2014. С.-Пб., ООО РИФ «Д'Арт», 231 с.
20. Качество воздуха в крупнейших городах России за 10 лет 1998 – 2007 гг. Аналитический обзор. С.-Пб. 2009. – 134 с.
21. Международный индекс счастья // <http://www.happyplanetindex.org/> (12.05.16).
22. База данных индикаторов развития стран мира Всемирного банка: <http://data.worldbank.org/>.
23. Международный Интернет-ресурс о развитии стран мира: <http://www.tradingeconomics.com/>.
24. Артюхов В.В., Мартынов А.С. Системная методология оценки устойчивости природно-антропогенных комплексов: теория, алгоритмы, количественные оценки. 2013. –

- 142 с. – Электр. ресурс. URL: <http://www.sci.aha.ru/ots/Metodology.pdf>, www.sci.aha.ru (23.04.16).
25. Александрова Л.В., Васильев В.Ю., Дмитриев В.В. и др. Многокритериальные географо-экологические оценки состояния и устойчивости природных и урбанизированных систем. // Под ред. В.В. Дмитриева и Н.В. Хованова. – Деп. ВИНТИ № 2342В00, 2000. – 275 с.
26. Zvyagintseva A.V. Establishing an open access rating web-system for assessing the development of cities and countries around the world // Сетевой журнал «Научный результат». Серия «Информационные технологии». – Т.1, №1(1), 2016. С. 18 – 23. – Электр. рес. URL: <http://rr.bsu.edu.ru/images/issue7/IT/it3.pdf> (15.05.2016).

Zvyagintseva A.V. Averin G.V. “Models and tools for the countries, regions and cities development comprehensive assessment”. It is shown that the main way to solve the problem of the systems comprehensive assessment is to determine the cause-and-effect relationship of representative events.

The main directions and tendencies of research in this field are connected with the accumulation and creation of vast databases of the systems state and development indices, as well as with the development of informational-analytical storage, processing and analysis systems. The way of numeric information model description by means of representing table-time data arrays of the research in the form of solid information environment is suggested. Similar data models and corresponding tools could become the basis for the development of scientifically substantiated methods and efficient systems of comprehensive analysis of social-economic development of countries, regions and cities, characterized by certain applicational versatility. It is noted that most indices and ratings used presently in the comprehensive assessment can be evaluated using this method, which is based on the probabilistic analysis of representative events. This method and corresponding assessment algorithms can be applied to any aggregate base values. However, with more than 5-7 values the volume and time of calculations rises significantly, which is connected with the information analysis in multidimensional space. Practical application of this comprehensive analysis method and examples of various indices calculations denote that there is a possibility to create a universal system of rating assessment of social-economical objects as an alternative to the known methods and means, used nowadays by international organizations, universities and agencies. The possibility to build a web-resource of open collective access designed to supply experts and analysts with information is mentioned. The corresponding models can be realized in the software product of data analysis. This software product must unite several applications of data storage, representation, processing and analysis. The developed method and suggested tools can be used during the study of the world tendencies and assessment of development priorities, comparative analysis and countries, regions and cities grading, identification of predicted patterns and peculiarities of objects conditions, definition of new indices and ratings by various development aspects, as well as development of credible sort-term and long-term forecasts.

Social-economic systems, comprehensive assessment, models and tools, indices and ratings of countries, regions and cities development

Звягінцева Г.В., Аверін Г.В. «Моделі та інструментальні засоби для комплексної оцінки розвитку країн, регіонів і міст». Показано, що основним шляхом вирішення проблеми комплексної оцінки систем є визначення причинно-наслідкового взаємозв'язку характерних подій. Основні напрямки і тенденції досліджень в даній області пов'язані з накопиченням і створенням великих баз даних показників стану та розвитку систем, а також розробкою інформаційно-аналітичних систем зберігання, обробки і аналізу даних. Запропоновано підхід до модельного опису кількісної інформації шляхом подання таблично-тимчасових масивів даних спостережень у вигляді суцільного інформаційного середовища. Подібні моделі даних і відповідні інструментальні засоби могли би стати основою розробки науково-обґрунтованих методів і ефективних систем комплексної оцінки соціально-економічного розвитку країн, регіонів і міст, які відрізняються певною універсальністю в прикладному плані. Відзначається, що чимало з використовуваних на сьогоднішній день в комплексній оцінці індексів і рейтингів може бути оцінено з використанням запропонованого методу, який засновано на імовірнісному аналізі характерних значимих подій. Даний метод і відповідні алгоритми оцінки можуть бути застосовані до будь-якої сукупності вихідних показників, однак зі збільшенням числа показників понад 5 – 7 істотно зростає обсяг і час обчислень, що пов'язано з аналізом інформації в багатовимірному просторі. Практичне застосування даного методу комплексної оцінки і приклади розрахунку різних індексів вказують на можливість побудови універсальної рейтингової системи оцінки соціально-економічних об'єктів, як альтернативи відомим методам і засобам, які сьогодні використовуються міжнародними організаціями, університетами та агентствами. Відзначається можливість створення web-ресурсу відкритого колективного доступу з метою інформаційного забезпечення експертів і аналітиків. Відповідні моделі можуть бути реалізовані в програмному продукті аналізу даних. При цьому програмний продукт повинен

інтегрувати кілька додатків для зберігання, подання, обробки і аналізу даних. Розроблений метод і запропоновані інструментальні засоби можуть бути використані при вивченні світових тенденцій та оцінці пріоритетів розвитку, порівняльному аналізі та ранжируванні країн, регіонів і міст, при встановленні закономірностей та особливостей стану об'єктів, визначенні нових індексів і рейтингів за різними аспектами розвитку, а також при розробці достовірних прогнозів на середньострокову та довгострокову перспективу.

Звягинцева А.В., Аверин Г.В. «*Модели и инструментальные средства для комплексной оценки развития стран, регионов и городов*». Показано, что основной путь решения проблемы комплексной оценки систем лежит в определении причинно-следственной взаимосвязи характерных событий. Основные направления и тенденции исследований в данной области связаны с накоплением и созданием обширных баз данных показателей состояния и развития систем, а также разработкой информационно-аналитических систем хранения, обработки и анализа данных. Предложен подход к модельному описанию количественной информации путем представления таблично-временных массивов данных наблюдений в виде сплошной информационной среды. Подобные модели данных и соответствующие инструментальные средства могли бы стать основой разработки научно-обоснованных методов и эффективных систем комплексной оценки социально-экономического развития стран, регионов и городов, отличающихся определенной универсальностью в прикладном плане. Отмечается, что многие из используемых на сегодняшний день в комплексной оценке индексов и рейтингов могут быть оценены с использованием предложенного метода, который основан на вероятностном анализе характерных значимых событий. Данный метод и соответствующие алгоритмы оценки могут быть применены к любой совокупности исходных показателей, однако с увеличением числа показателей свыше 5 – 7 существенно возрастает объем и время вычислений, что связано с анализом информации в многомерном пространстве. Практическое применение данного метода комплексной оценки и примеры расчета различных индексов указывают на возможность построения универсальной рейтинговой системы оценки социально-экономических объектов, как альтернативы известным методам и средствам, которые сегодня используются международными организациями, университетами и агентствами. Отмечается возможность создания web-ресурса открытого коллективного доступа с целью информационного обеспечения экспертов и аналитиков. Соответствующие модели могут быть реализованы в программном продукте анализа данных. При этом программный продукт должен интегрировать несколько приложений для хранения, представления, обработки и анализа данных. Разработанный метод и предлагаемые инструментальные средства могут быть использованы при изучении мировых тенденций и оценке приоритетов развития, сравнительном анализе и ранжировании стран, регионов и городов, установлении закономерностей и особенностей состояния объектов, определении новых индексов и рейтингов по различным аспектам развития, а также при разработке достоверных прогнозов на среднесрочную и долгосрочную перспективу.

Ключевые слова: социально-экономические системы, комплексная оценка, модели и инструментальные средства, индексы и рейтинги развития стран, регионов и городов

Статья поступила в редакцию 21.05.2016
Рекомендована к публикации д-ром техн. наук А.С. Миненко