

УДК 536.71:330.46:332.14

DOI: 10.36871/2618-9976.2020.11.005

## ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ И ГОРОДОВ

**Швецова Анжела А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Ассистент кафедры мировой экономики, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия, e-mail: mikhajlovaangela@yandex.ru*

**Звягинцева Анна В.<sup>2</sup>**

<sup>2</sup> *Профессор кафедры компьютерных технологий, доцент, доктор технических наук, Донецкий национальный университет, Донецк, e-mail: anna\_zv@ukr.net*

### ИНФОРМАЦИЯ

**Ключевые слова:**

стратегическое планирование  
регионы и города  
система поддержки принятия решений  
информационно-аналитическое обеспечение  
уравнения состояний  
прикладные примеры вычислений

### АННОТАЦИЯ

В практических приложениях задачи стратегического планирования отличаются сложностью и требуют проведения множества вариантных расчетов при изучении различных сценариев, для которых характерна существенная неопределенность в прогнозных оценках. В этом плане актуально применение комплекса различных средств информационно-аналитического обеспечения деятельности аналитиков и экспертов. В рамках данного вопроса предложена информационно-аналитическая система поддержки принятия решений, ориентированная на автоматизацию вычислительных процедур при стратегическом планировании. Система организована на базе вычислительной платформы «Statistica и включает в себя программные средства платформы, разработанные макросы для описания и представления статистических и аналитических моделей, а также модули поддержки принятия решений. Возможности системы показаны на конкретных примерах установления закономерностей развития регионов и городов России в реальном секторе экономики. Получены соответствующие обобщенные модели, характеризующие состояние и развитие регионов по семи удельным показателям в период с 2012 по 2018 годы и по четырем, характеризующим развитие городов в период 2003 по 2017 годы. Установлено, что полученные модели коллективного поведения, представленные в виде уравнений состояния, не зависят от времени, а определяются только значениями достигнутых показателей. Предложенная система позволяет повысить эффективность процесса принятия решений, снизить время и затраты на разработку документов стратегического планирования

## INFORMATION ANALYSIS DECISION SUPPORT SYSTEM FOR STRATEGIC PLANNING OF REGIONAL AND URBAN DEVELOPMENT

**Shvetsova Angela A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Assistant Professor of the Department of World Economy, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia, e-mail: mikhajlovaangela@yandex.ru*

**Zviagintseva Anna V.<sup>2</sup>**

<sup>2</sup> *Professor of the Department of Computer Technology, docent, Doctor of Engineering Science, Donetsk National University, Donetsk, e-mail: anna\_zv@ukr.net*

---

## **ARTICLE INFO**

### **Keywords:**

Strategic planning  
Regions and cities  
Decision support system  
Information analysis system  
Equations of states  
Applied examples of calculations

## **ABSTRACT**

In practical applications, the tasks of strategic planning are complex and require many variant calculations when studying various scenarios, which are characterized by significant uncertainty in the forecast estimates. In this regard, the use of a complex of various means of information and analytical support for the activities of analysts and experts is relevant. Within the framework of this question, an information and analytical decision support system is proposed, focused on automating computational procedures in strategic planning. The system is organized on the basis of the Statistica computing platform and includes the platform's software tools, developed macros for describing and presenting statistical and analytical models, as well as decision support modules. The capabilities of the system are shown by specific examples of establishing patterns of development of Russian regions and cities in the real sector of the economy. The corresponding generalized models characterizing the state and development of regions by seven specific indicators in the period from 2012 to 2018 and by four specific indicators characterizing the development of cities in the period from 2003 to 2017 are obtained. It is established that the obtained models of collective behavior, presented in the form of equations of state, do not depend on time, but are determined only by the values of the achieved indicators. The proposed system allows you to increase the efficiency of the decision-making process, reduce the time and cost of developing strategic planning documents

## **1. Введение**

Анализ нормативно-методического обеспечения стратегического планирования позволяет сделать вывод, что сегодня процесс целеполагания на различных уровнях реализации государственной политики основан на экспертном оценивании направлений, целей и приоритетов социально-экономического развития на основе мнений специалистов. Аналитические и информационно-аналитические методы в данной области имеют ограниченное применение. При целеполагании не учитываются закономерности групповой статистики и динамики социально-экономических объектов, установление целевых уровней показателей часто основано на субъективно желаемых, а не на реально достижимых значениях этих величин.

Сегодня в сфере стратегического планирования на региональном и федеральном уровнях существует 12 различных методик, где рекомендуются к применению обширные перечни показателей (до нескольких сотен). Информационная база государственной статистики охватывает сотни тысяч данных наблюдений по процессам развития городов и регионов [1]. В целом задачи стратегического прогнозирования и планирования в своей сути достаточно сложны и требуют проведения множества вариантных расчетов при изучении различных альтернатив и сценариев, для которых характерна существенная неопределенность в прогнозных оценках [2–3]. В области стратегического планирования актуально применение комплекса различных средств информацион-

но-аналитического обеспечения деятельности аналитиков и экспертов [4–5]. Это позволило бы повысить эффективность процесса принятия решений, снизить время и затраты на разработку документов стратегического планирования.

Исходя из вышеприведенного, данная работа направлена на разработку системы поддержки принятия решений (СППР), ориентированной на решение задач стратегического планирования развития городов и регионов.

## 2. Используемая методика обработки и анализа данных

В СППР использована предложенная Методика комплексной оценки регионов и городов для поддержки принятия решений при стратегическом планировании [6] (далее – Методика). При этом применяются следующие основные методы и процедуры анализа информации: кластерный, корреляционный, а также регрессионный анализ, сортировка и ранжирование, алгоритмические методы оценки сходства, многомерное шкалирование, 2- и 3D-визуализация, методы векторного анализа.

Методика включает в себя четыре этапа обработки и анализа показателей развития регионов и городов, которые позволяют осуществить сравнение уровня и темпов развития социально-экономических объектов для различных периодов времени и выбранного перечня показателей, а также провести оценку рангов соответствующих территориальных образований по значениям комплексного индекса  $\theta$  и его изменениям. На первом этапе формируются и верифицируются массивы статистических данных из открытых источников [1]. Для предварительной обработки данных используются стандартные модули программы *Statistica*. Далее лицо, принимающее решения (ЛПР), формирует перечень зависимых и независимых переменных, на основе которых разрабатываются уравнения состояния объектов. Данные уравнения характеризуют коллективное поведение группы изучаемых объектов и позволяют снизить неопределенность в прогнозных оценках. Для построения уравнений используется комплексный индекс  $\theta$ , который определяет состояние изучаемого объекта в многомерном пространстве независимых переменных и основывается на векторном описании социально-экономических процессов. Для этой цели применяется геометрическая мера сходства в виде евклидова расстояния, которая оценивается для каждого состояния по отношению к опорному объекту или контрольной группе объектов. Оценка индекса проводится в специально создаваемой под конкретную задачу измерительной шкале.

Полученные таким образом расчетные таблицы и данные визуализации для определенных аспектов развития территорий позволяют ЛПР обосновать предложения и мероприятия, которые включаются в документы стратегического планирования.

## 3. Структура системы поддержки принятия решений

Исходя из поставленной цели разработана СППР для стратегического планирования развития регионов и городов. Данная разработка представляет собой информационно-аналитическую систему (ИАС) с набором процессов, обеспечивающих ЛПР нужной информацией для всестороннего и объективного анализа состояния и развития как каждого региона (города), так и всей группы в целом. Система включает в себя *информационную, моделирующую и экспертную компоненты*.

*Информационная компонента* представлена массивами статистических данных, отражающими процессы изменения состояния однотипных объектов (регионов/городов России) с течением заданного периода времени. Массивы данных скомпонованы с учетом необходимости анализа по 10 группам показателей в виде структурированных таблиц «объекты-показатели», упорядоченных по времени с шагом 1 год. Общий объем ретроспективных статистических данных, подключенных к СППР, составляет более 1 млн. наблюдений. Количество регионов России – 82, городов – 159.

К отдельным модулям системы также прилагается инструкция пользователя, позволяющая быстро сориентироваться в процессах загрузки-выгрузки данных и подключения процедур (макросов) для обработки поступившей количественной информации. Система также оснащена набором перечней и описаний наиболее часто применяемых индикативных показателей для оценки различных аспектов развития территориальных образований.

По структуре информационная компонента представляет собой базу данных (БД), которая содержит информацию о регионах и городах России в виде значений показателей с возможностью отражения динамики изменения значений показателей, что является важным для планирования и прогнозирования развития объектов. Все файлы базы данных экспортируются в программную платформу *Statistica*.

*Моделирующая компонента* предложенной СППР направлена на обеспечение ЛПР исходными и аналитическими данными о состоянии и развитии объектов исследования, в качестве которых выступают города и регионы Российской Федерации. Данная компонента включает в себя простейшие математические операции, а также математические и аналитические процедуры построения и анализа эконометрических моделей на основе обработки эмпирических данных. В системе предусмотрена возможность построения интервальных шкал и шкал отношений для измерения и сравнения состояний исследуемых объектов, а также оценки уровня и темпов их развития. Аналитическая часть направлена на сравнение изучаемых объектов, а также процессов их развития, между собой и с эталонными объектами или контрольной группой объектов, которые отражают некоторый прогрессивный (опорный) вектор развития. Для анализа используются критерии комплексной оценки, которые основаны на сравнении характеристик вектора развития региона  $\vec{F}_{y,k}$  в пространстве нескольких показателей с характеристиками опорного вектора  $\vec{F}_{y,0}$ . Сравнение векторов проводится за четко заданный период времени. Для сравнения используются модули данных векторов развития  $|\vec{F}_{y,k}|$  и  $|\vec{F}_{y,0}|$ , а также косинус угла между этими векторами ( $\cos \varphi$ ).

Моделирующая компонента позволяет осуществить большое количество вариативных расчетов и выбрать наиболее качественные эконометрические модели, а также подобрать наиболее приемлемые шкалы для измерения состояний изучаемой группы объектов. В основу проектирования моделирующей компоненты положены разработанные метод многомерного эконометрического шкалирования [7], метод комплексной оценки устойчивости развития регионов [8]. Кроме того, при компоновке моделирующей компоненты использован алгоритм (процедура) действий, изложенный в Методике [6]. С целью вербальной конкретизации решаемых задач и приемов их реализации, ЛПР может обратиться к Методике как к одному из справочных элементов данной СППР.

По структуре моделирующая компонента представляет собой систему расчетных модулей платформы *Statistica* и группу вызываемых макросов, разработанных для полупавтоматической процедуры реализации расчетов.

*Экспертная компонента* СППР направлена на обеспечение выполнения следующих процедур:

- формирования в каждом конкретном случае перечня индикативных показателей;
- выбор группы исследуемых объектов (по состоянию, уровню, темпам, видам, направлению развития и т.д.) с одинаковым количеством индикативных показателей, которые берутся для комплексной оценки;
- формирования контрольной группы прогрессивно (регрессивно) развивающихся объектов (или эталонного объекта) в определенной области деятельности с целью построения опорного вектора развития;

- обоснования выбора конкретных периодов времени, для которых необходимо провести исследования;
- оценки состояний и процессов развития объектов и их рангов по отношению к выбранному эталонному объекту или контрольной группе;
- интерпретации результатов ранжирования объектов;
- изучения сценариев развития, выбора рациональных вариантов решения задачи и формирования общих выводов и т.д.

По структуре экспертная компонента представляет собой систему аналитических модулей платформы *Statistica* и макрос, разработанный с целью представления результатов анализа и их визуализации в виде различных типов таблиц и диаграмм для принятия решений.

Разработанная СППР позволяет на основе заданных комплексных критериев оценить отклонения в состоянии и развитии исследуемого объекта по сравнению с объектом, принятым в качестве эталонного, или с контрольной группой объектов. В системе предусмотрено ранжирование объектов на основе предложенных критериев комплексной оценки с последующей интерпретацией результатов.

Таким образом, разработанная информационно-аналитическая СППР позволяет осуществить информационную, модельную и экспертную поддержку принятия решений ЛПР.

В целом, СППР представляет собой систему информационно-аналитических компонентов, организованных на базе вычислительной платформы *Statistica*, и включает в себя программные средства платформы, разработанные макросы для описания и представления статистических и аналитических моделей, а также модули поддержки принятия решений. Блок-схема алгоритма функционирования СППР на платформе *Statistica* приведена на [рисунке 1](#).

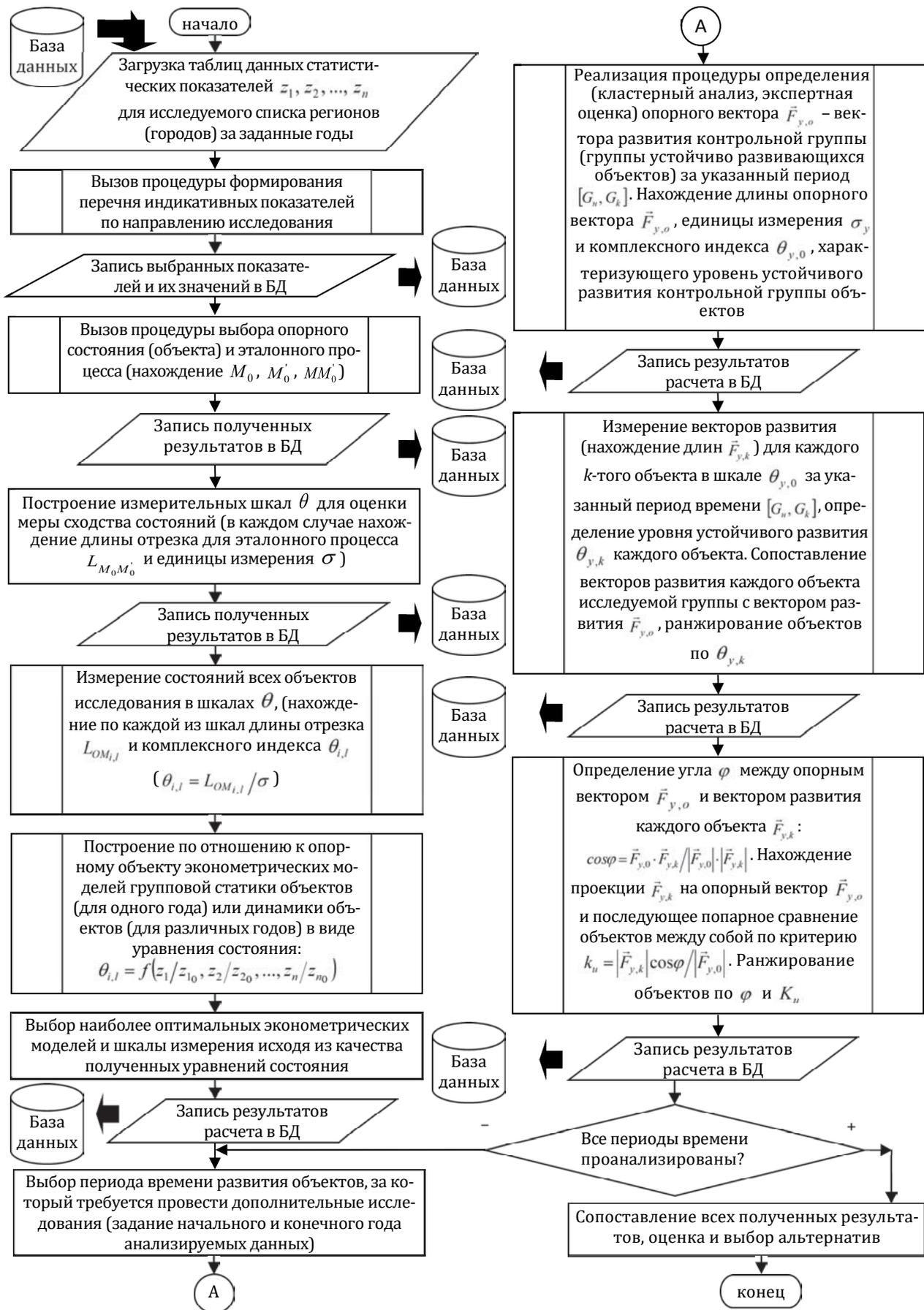
На данном рисунке  $M_0, M'_0$  – начальное и конечное состояния опорного (эталонного) объекта,  $\sigma$  – единица измерения, равная 0,01 длины отрезка  $M_0M'_0$ ;  $L_{OM_{i,l}}$  – модуль радиус-вектора состояния объекта  $M_{i,l}$ ;  $i$  – переменная цикла по годам статистических наблюдений;  $j$  – переменная цикла по индикативным показателям;  $l$  – переменная цикла по объектам наблюдения (регионам, городам);  $G_n$  – начальный год сбора данных, например, 2003 год;  $G_k$  – последний год сбора данных, например, 2018 год;  $n$  – кол-во индикативных показателей;  $\vec{F}_{y,k}, \vec{F}_{y,0}$  – вектор развития для  $k$ -того региона и опорного (эталонного) объекта соответственно;  $\varphi$  – угол между векторами  $\vec{F}_{y,0}$  и  $\vec{F}_{y,k}$ .

#### 4. Общий алгоритм процедуры поддержки принятия решений при стратегическом планировании

Данный алгоритм включает в себя 12 основных блоков (подсистем), систему записи полученных результатов в базу данных, блок проверки, а также блок сопоставления результатов, оценки и выбора альтернатив. Расчетные блоки используют или встроенные модули *Statistica* или разработанные макросы на языке *Visual Basic (VBA)*, что расширяет возможности СППР путем добавления новых модулей.

В блоке «Загрузка таблиц данных статистических показателей...» экспортируются данные, требуемые для анализа, и проводится их предварительная оценка, для чего используются модули «*Statistica*»: *Basic Statistics/Tables, Distributing Fitting, Data* и др.

Процедура формирования перечня индикативных показателей основана на макросе, который подключает модуль *Correlation Matrices*. На основе анализа корреляционной матрицы и статистических характеристик показателей в диалогом режиме формируется перечень индикативных показателей (переменных состояния) для группы изучаемых объектов.



**Рис. 1.** Блок-схема рекурсивной процедуры СППР для стратегического планирования развития регионов и городов

Процедура выбора опорного (эталонного) объекта и эталонного процесса использует специальный макрос *VBA*.

При построении измерительных шкал  $\theta$  для оценки меры сходства состояний и реализации процесса измерения состояний объектов используются расчетные зависимости, приведенные в работе [9].

При создании эконометрических моделей групповой статистики объектов (для одного года) или динамики объектов (для различных годов) в виде уравнений состояния используется модуль «*Statistica*» *Multiple Regression*.

Выбор наиболее оптимальных эконометрических моделей и шкал измерения, исходя из качества полученных уравнений состояния, проводится в диалоговом режиме путем выполнения вариативных расчетов для различных изучаемых периодов времени.

Реализация процедуры определения опорного вектора (вектора развития контрольной группы за заданный период времени) и его характеристик основана на циклическом вызове макроса *VBA* и модуля *Statistica Cluster Analysis* и экспертной оценке ЛПР.

При измерении векторов развития объектов в измерительной шкале, определении уровня и направления их развития используются расчетные зависимости, приведенные в работе [8] и модуль «*Statistica*» *Sort* для определения рангов.

Вариативные расчеты выполняются для нескольких непрерывных периодов времени (10 лет, 5 лет, 2–3 года и т.п.), различных перечней индикативных показателей, принятых для комплексной оценки, а также при выполнении процедур оценки состояний и процессов развития объектов и их рангов по отношению к выбранному эталонному объекту или контрольной группе. Сопоставление всех полученных результатов, оценка и выбор альтернатив проводятся ЛПР путем экспертного оценивания данных на основе вывода общей таблицы расчетов. Для этого сопоставляются ранги уровня и темпов развития объектов за различные периоды времени и в различных группах, проводится визуализация полученных данных, сравниваются векторные критерии развития, оцениваются отклонения от средних показателей и т.д.

Разработанная СППР по взаимодействию с пользователем является пассивной (существенно помогает ЛПР, но не выдает готового конкретного предложения). По способу поддержки система является модельно-ориентированной (имеется доступ к статистическим, эконометрическим, феноменологическим и другим моделям) и направленной на использование, обработку и целевой анализ статистических данных.

Таким образом, разработанная ИАС позволяет обеспечить поддержку принятия решений при стратегическом планировании развития территориальных образований.

## 5. Примеры использования СППР при комплексной оценке развития регионов и городов

### 5.1 Регионы Российской Федерации

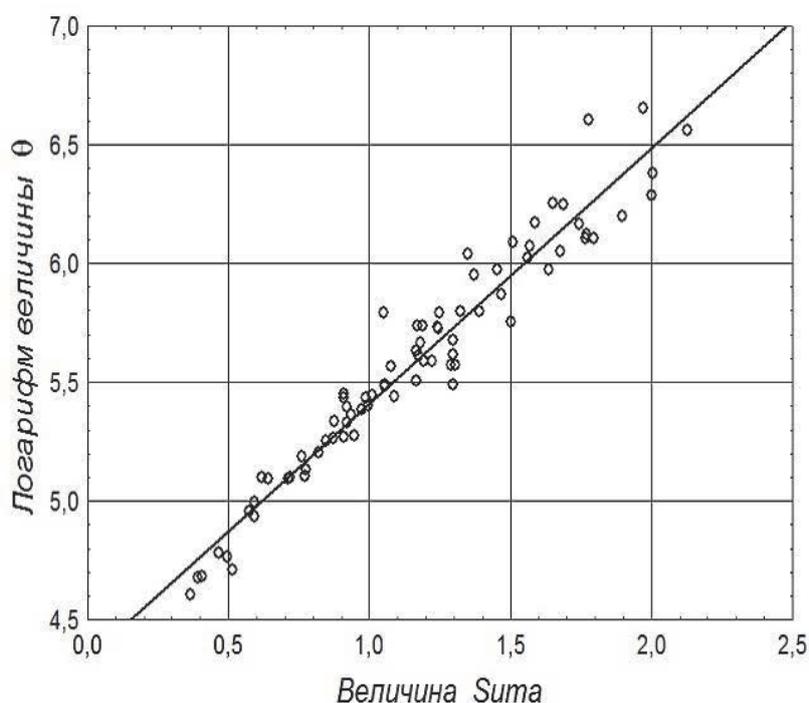
Покажем возможности ИАС ППР при установлении закономерностей регионального развития в реальном секторе экономики (2012–2018 годы, 7 показателей, 82 объекта). Комплексную оценку представим по следующим показателям: объему товаров, работ и услуг в сфере добычи ископаемых  $z_1$ , в сфере обрабатывающих производств  $z_2$ , в сфере производства и распределения электроэнергии, газа и воды  $z_3$ ; продукции сельского хозяйства  $z_4$ ; объему работ в строительстве  $z_5$ ; объему платных услуг населению  $z_6$ ; обороту розничной торговли  $z_7$ . В процессе анализа использовались удельные показатели, для чего величины  $z_1 \div z_7$  относились к численности населения.

Результаты сравнительной оценки регионов Российской Федерации за 2018 год по комплексу указанных показателей могут быть описаны уравнением состояния вида (рис. 2):

$$\ln \theta = 4,404 + 0,054 \frac{z_1}{z_{10}} + 0,460 \frac{z_2}{z_{20}} + 0,068 \frac{z_3}{z_{30}} + 0,123 \frac{z_4}{z_{40}} + 0,362 \frac{z_7}{z_{70}}. \quad (1)$$

Полученному уравнению состояния соответствуют 75 регионов, коэффициент корреляции составил 0,96. Здесь  $z_{10} \div z_{70}$  – наблюдаемые в 2003 году значения показателей для Белгородской области, принятой в качестве опорного объекта.

Комплексный индекс  $\theta$  определяет положение объектов в многомерном пространстве  $z_1 \div z_7$ , которое оценивается по эконометрической шкале. Чем больше значение комплексного индекса  $\theta$ , тем объект имеет более высокий уровень развития, исходя из комплексной оценки по исследуемым показателям.



$$Suma = 0,054 \frac{z_1}{z_{10}} + 0,460 \frac{z_2}{z_{20}} + 0,068 \frac{z_3}{z_{30}} + 0,123 \frac{z_4}{z_{40}} + 0,362 \frac{z_7}{z_{70}}$$

**Рис. 2.** Зависимость величины  $\theta$  для регионов России от показателей  $z_1 \div z_7$  (2018 год)

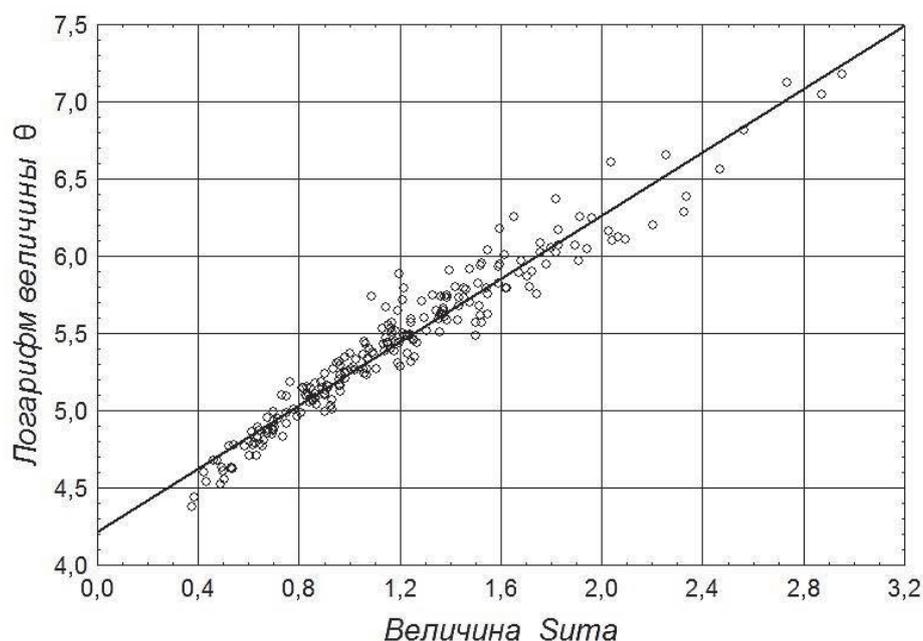
По аналогии построены эконометрические уравнения для периодов времени с 2012 по 2018 годы, описывающие развитие регионов Российской Федерации в реальном секторе экономики. Данные уравнения являются экспоненциальными вида

$$\theta = a \cdot \exp\left(\alpha_1 \cdot \frac{z_1}{z_{10}} + \dots + \alpha_n \cdot \frac{z_n}{z_{n0}}\right). \text{ Исходя из того, что уравнения имеют один и тот же вид, был}$$

изучен вопрос о возможности получения для данных 2012–2018 годов одной зависимости. Общая эконометрическая модель, характеризующая в период с 2012 по 2018 годы состояние и развитие регионов России по показателям  $z_1 \div z_7$  имеет следующий вид:

$$\theta = \exp\left(4,337 + 0,080 \frac{z_1}{z_{10}} + 0,572 \frac{z_2}{z_{20}} + 0,044 \frac{z_3}{z_{30}} + 0,070 \frac{z_4}{z_{40}} + 0,386 \frac{z_7}{z_{70}}\right). \quad (2)$$

Коэффициент множественной корреляции данного уравнения составил 0,98. Как видно из проведенной обработки данных (рис. 3), уравнение состояния (2) не зависит от времени, так как хорошо описывает все статистические данные в период времени 2012–2018 годов.



**Рис. 3.** Зависимость величины  $\theta$  от показателей реального сектора экономики за 2012–2018 годы:

$$Suma = 0,080 \frac{z_1}{z_{1_0}} + 0,572 \frac{z_2}{z_{2_0}} + 0,044 \frac{z_3}{z_{3_0}} + 0,070 \frac{z_4}{z_{4_0}} + 0,386 \frac{z_7}{z_{7_0}}$$

Также из анализа уравнения (2) следует, что наибольший вклад в уровень развития городов по комплексному критерию  $\theta$  вносит показатель  $z_2$ .

Полученное уравнение состояния позволяет провести ранжирование регионов России, исходя из развития реального сектора экономики, а также изучить тенденции и сценарии изменения показателей развития с учетом закономерностей коллективного поведения объектов.

## 5.2 Города Российской Федерации

Возможности ИАС ППР также покажем на примере установления закономерностей экономического развития городов России (2003–2017 годы, 4 показателя, 159 объектов). Комплексную оценку проведем по следующим показателям: объем товаров, работ и услуг в сфере обрабатывающих производств  $z_1$ ; объем работ в строительстве  $z_2$ ; оборот розничной торговли  $z_3$ ; объем инвестиций в основной капитал  $z_4$ .

Результаты сравнительной оценки для данного случая могут быть описаны следующими уравнениями (рис. 4):

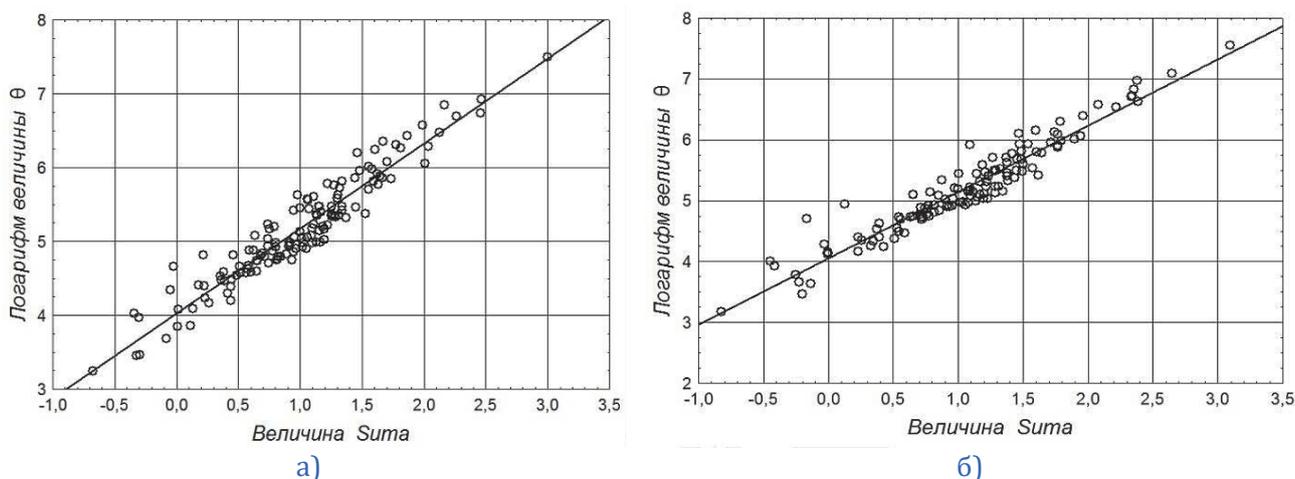
По аналогии получены эконометрические уравнения для периодов времени с 2003 по 2017 годы. Эконометрические уравнения, полученные для городов Российской Федерации, являются степенными вида  $\theta = a \cdot \left(\frac{z_1}{z_{1_0}}\right)^{\alpha_1} \cdot \dots \cdot \left(\frac{z_n}{z_{n_0}}\right)^{\alpha_n}$ . Общее уравнение для дан-

ных, характеризующих развитие городов по указанным четырем удельным показателям  $z_1, z_2, z_3, z_4$  в период 2003–2017 годов, имеет вид (рис. 5):

$$\theta = 57,168 \cdot (z_1/z_{10})^{0,572} \cdot (z_2/z_{20})^{0,061} \cdot (z_3/z_{30})^{0,132} \cdot (z_4/z_{40})^{0,186}, \quad k = 0,97. \quad (3)$$

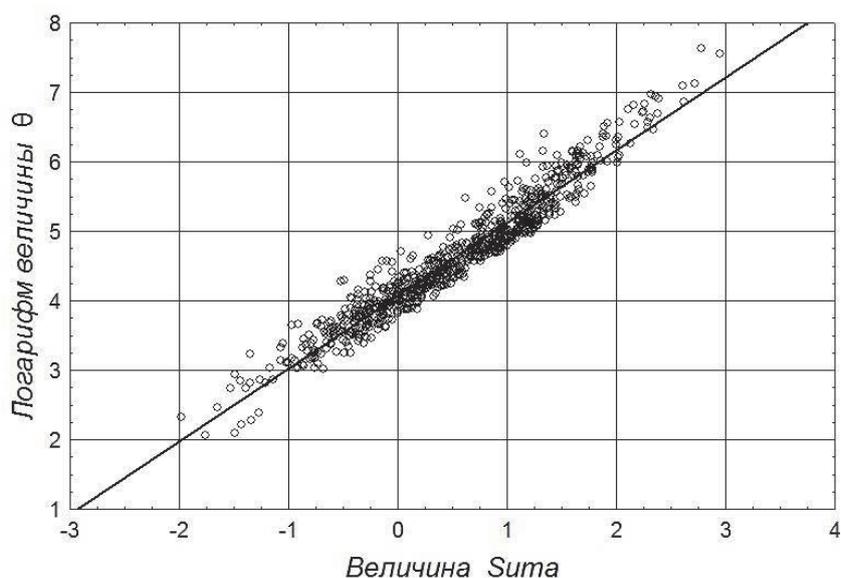
Здесь  $z_{10} \div z_{40}$  – значения показателей, характеризующих состояние опорного объекта (г. Белгорода) в 2003 году.

Полученное уравнение состояния (3) не зависит от времени также, как и уравнение, характеризующие развитие регионов. Из анализа уравнения (3) следует, что наибольший вклад в уровень развития городов по комплексному критерию  $\theta$  дает показатель  $z_1$ .



**Рис. 4.** Зависимость величины  $\theta$  для городов России от показателей  $z_1, z_2, z_3, z_4$ :

- а) 2016  $Suma = 0,484 \ln(z_1/z_{10}) + 0,110 \ln(z_2/z_{20}) + 0,067 \ln(z_3/z_{30}) + 0,206 \ln(z_4/z_{40})$ ;  
 б) 2017  $Suma = 0,539 \ln(z_1/z_{10}) + 0,121 \ln(z_2/z_{20}) + 0,057 \ln(z_3/z_{30}) + 0,173 \ln(z_4/z_{40})$



**Рис. 5.** Зависимость величины  $\theta$  от показателей развития городов:  
 $Suma = 0,572 \ln(z_1/z_{10}) + 0,061 \ln(z_2/z_{20}) + 0,132 \ln(z_3/z_{30}) + 0,186 \ln(z_4/z_{40})$

Как видно из приведенных результатов, разработанные модели коллективного поведения, представленные в виде уравнений состояния, характеризующих уровень развития регионов и городов Российской Федерации, не зависят от времени, а определяются только значениями достигнутых показателей. В связи с этим ранги уровня развития соответствующих объектов в различные годы из указанного периода времени могут определяться по обобщенным уравнениям (2) и (3) и значениям показателей за определенные годы. Однако, для пролонгации данного вывода на другие периоды времени и на модели, описывающие состояние и развитие исследуемых объектов по иным группам показателей, требуется дополнительное подтверждение данного вывода путем статистической обработки экспериментальной данных и построения соответствующих эконометрических моделей.

### Выводы

Разработана система поддержки принятия решений для стратегического планирования развития городов и регионов, представляющая собой систему информационно-аналитических компонентов, организованных на базе вычислительной платформы *Statistica* и включающая в себя программные средства платформы, макросы, разработанные на *VBA* для описания и представления статистических и аналитических моделей, а также модули поддержки принятия решений. Система направлена на использование, обработку и целевой анализ статистических данных, является пассивной и модельно-ориентированной, и позволяет осуществить информационную, модельную и экспертную поддержку принятия решений ЛПР. В основу разработки системы положены метод многомерного эконометрического шкалирования и метод комплексной оценки устойчивости развития регионов, которые отличаются построением для определенного периода времени вектора развития объекта в пространстве нескольких показателей и сравнением его характеристик с опорным вектором.

Расчетные блоки СППР используют или встроенные модули *Statistica* или разработанные макросы на языке *VBA*, что расширяет возможности СППР путем добавления новых модулей. В свою очередь, применение в СППР моделей коллективного поведения для проведения эволюционных вычислений позволяет снизить неопределенность при принятии решений в процессе планирования.

### Заявление о конфликте интересов

У авторов данной статьи нет известных конкурирующих финансовых интересов или личных отношений, которые могли бы повлиять на научные результаты, описанные в этой статье.

### Источники

- [1] База данных Федеральной службы государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (30.10.2020).
- [2] Меншуткин В.В., Филатов Н.Н. Опыт оценки состояния и прогнозирования социально-экономической системы: к вопросу устойчивого развития региона // *ИнтерКарто. ИнтерГИС*. 2020. №1. С. 30–44.
- [3] Гафарова Е.А. Эмпирические модели регионального экономического роста с пространственными эффектами: результаты сравнительного анализа // *Вестник Пермского университета. Серия: Экономика*. 2017. Т. 12. № 4. С. 561–574.
- [4] Фаттахов Р.В., Низамутдинов М.М., Орешников В.В. Инструментарий обоснования параметров стратегического развития региона на базе адаптивно-имитационного моделирования // *Регион: Экономика и Социология*. 2017. № 1(93). С. 101–120.

- [5] Деревянко Б.А. Современные методы и средства проектирования имитационных систем и систем поддержки принятия решений // *Мягкие измерения и вычисления*. 2019. № 1. С. 4–11.
- [6] Аверин Г.В., Звягинцева А.В., Швецова А.А. О подходах к предсказательному моделированию сложных систем // *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер. Экономика.-Информатика*. 2018. Т. 45. № 1. С. 140–148.
- [7] Averin G.V., Zviagintseva A.V., Konstantinov I.S., Svetsova A.A. (2019) Measurement of the Status of Complex Systems in Multidimensional Phase Spaces. *An International Journal of Advanced Computer Technology*, vol. 8, no. 6, pp. 3176–3181.
- [8] Averin G.V., Zviagintseva A.V., Konstantinov I.S., Svetsova A.A. (2018) Method and Criteria for Assessing the Sustainable Development. *The Journal of Social Sciences Research*, no. 1, vol. 4, pp. 106–112.
- [9] Михайлова А.А., Звягинцева А.В. Региональные особенности развития субъектов Российской Федерации, исходя из анализа статистических данных // *Системный анализ и информационные технологии в науках о природе и обществе*. 2017. № 1(12)–2(13). С. 44–62.

#### Reference

- [1] Database of the Federal State Statistics Service. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (accessed October 30, 2020).
- [2] Menshutkin V.V, Filatov N.N. (2020) Experience of assessing state and forecasting of socio-ecological-economic system: to the question of sustainable development of the region. *InterCarto.InterGIS*, no. 1, pp. 30–44.
- [3] Gafarova E.A. (2017) Empirical models of regional economic growth with spatial effects: comparative analysis results. *Perm University Herald. Economy*, vol. 4, no. 4, pp. 561–574.
- [4] Fattakhov R.V., Nizamutdinov M.M., Oreshnikov V.V. (2017) Tools for justifying the parameters of strategic regional development based on adaptive simulation. *Region: Economics and Sociology*, no. 1(93), pp. 101–120.
- [5] Derevyanko B.A. (2019) Modern methods and design tools of simulation systems and decision support. *Soft measurements and calculations*, no. 1, pp. 4–11.
- [6] Averin G.V., Zviagintseva A.V., Shvetsova A.A. (2018) On approaches to predictive modeling of complex system. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Economics. Information technologies*, vol. 45, no. 1, pp. 140–148.
- [7] Averin G.V., Zviagintseva A.V., Konstantinov I.S., Svetsova A.A. (2019) Measurement of the Status of Complex Systems in Multidimensional Phase Spaces. *An International Journal of Advanced Computer Technology*, vol. 8, Issue 6, pp. 3176–3181.
- [8] Averin G.V., Zviagintseva A.V., Konstantinov I.S., Svetsova A.A. (2018) Method and Criteria for Assessing the Sustainable Development. *The Journal of Social Sciences Research*, vol. 4, 11, Special Issue 1, pp. 106–112.
- [9] Mikhailova A.A., Zviagintseva A.V. (2017) Regional features of development of subjects the Russian Federation, based on the analysis of statistical data. *System analysis and information technology in environmental and social sciences*, no. 1(12)-2(13), pp. 44–62.