

ВЫБОР НАБОРА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЦЕНИВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ РЕГИОНАЛЬНОГО ТИПА

Ходаков В. Е. Соколова Н. А.

1. Введение

Среди множества сложных систем особое место занимают социально-экономические системы (СЭС), которые разделяются на СЭС разных уровней и типов. Самой сложной, самой глобальной СЭС является современная цивилизация.

Более элементарные СЭС рассматриваемые здесь, состоят в основном из трех главных элементов-подсистем: социальных групп, экономических процессов и окружающей среды. Социальная группа – это прежде всего индивид, человек. Под окружающей средой (ОС) понимается экологическая, географическая, природно-климатическая среда и метасистемное окружение. Конкретные количественные и качественные характеристики перечисленных элементов и отношения между ними определяют конкретные свойства конкретной локальной СЭС [1, 2].

В работе исследуются локальные СЭС, функционирующие в условиях Западной и Восточной Европы.

Управление развитием таких классов СЭС требует решения ряда задач, в частности на начальных этапах необходима идентификация текущего состояния и тенденций развития системы, разработка и оптимизация сценария устойчивого развития на различных горизонтах планирования.

Концепция устойчивого развития требует наличия комплексного анализа и учета экологических, социальных, экономических, природно-климатических и других факторов. А для этого необходимо решение задач определения наборов показателей-индикаторов устойчивого развития.

Решение этих задач позволяет объективно оценивать состояние СЭС, которые должны быть достаточными для идентификации в полном объеме явных и косвенных свойств СЭС. Поэтому задачи выбора наборов показателей оценивания социально-экономических систем являются достаточно актуальными.

2. Объект исследования и его технологический аудит

Объектом исследования являются классы социально-экономических систем регионального типа, под которыми подразумеваются страны, регионы Западной и Восточной Европы.

Различия в природно-климатических условиях Западной и Восточной Европы имеют всеобщий комплексный характер воздействия на все стороны экономики и жизни личности, общества и государства, формируют разную ментальность человека (социума), как в Западной, так и в Восточной Европе, разную длительность земледельческого рабочего сезона (более короткую и требующую значительно большей рабочей силы, большей интенсивности и затрат труда в Восточной Европе), в Восточной Европе значительное более убыточное животноводство со значительно большей себестоимостью продукции. Промышленное и строительное производство в Восточной Европе характеризуется также боль-

шими издержками производства, более затратной инфраструктурой, большей себестоимостью рабочей продукции, более длительным сроком окупаемости, чем в Западной Европе; базовые потребности индивида в Восточной Европе выше, а условия их удовлетворения значительно скромнее, чем в Западной Европе.

Климатические условия Восточной Европы вызывают удорожание жизни и производственно-хозяйственной деятельности человека и общества.

Следует также учитывать, что общество в Восточной Европе не обладает достаточными познаниями в области природно-климатических факторов и различий природно-климатических условий в Западной и восточной Европе, а также в понимании уровней влияния ПКФ на общество, экономику, культуру. Отсутствие такого понимания приводит к снижению уровня информационной безопасности общества и государства. Поэтому стоит задача просвещения общества в том, что различия в природно-климатических условиях есть и они носят фундаментальный характер и требуют широкого освещения в печати результатов негативного воздействия климата на человека, общество и на экономическое развитие стран и регионов и массового распространения научной и научно-популярной литературы, учебно-методологической литературы по проблемам информационной безопасности общества от незнания и непонимания влияния природно-климатических условий на экономику и общество. Знание и понимание этих различий может играть важную роль в процессах развития общества, государства и глобализации современного общества.

3. Цель и задачи исследования

Целью исследования является решение задач выбора набора показателей оценивания СЭС, обоснования построения обобщающих критериев показателей оценивания СЭС регионального типа, расширение системы показателей для получения более объективной картины оценивания состояний СЭС.

Оценивание – это идентификация, сопоставление оцениваемого объекта с его идеализированным образом (эталон, нормой). Оценивается СЭС, т.е. диагностируется регион и его состояние.

4. Анализ литературных данных и краткая характеристика проблемы

В Восточной Европе начиная с 1917 г. была пора заметного ослабления внимания ученых и общества к пониманию разности природно-климатических условий Восточной и Западной Европы и степени влияния природно-климатических условий на историю и экономику общества и государства. Отрицалось серьезное влияние природно-климатических условий (ПКФ) на жизнь и экономику общества, считалось, что географическая среда не может играть серьезной роли в жизни общества. Положение начало меняться после 90-х годов XX столетия. Исследованиями природно-климатических факторов в Восточной Европе занимались авторы [3–5].

Из западных ученых, обративших внимание на роль ПКФ в жизни государства и общества следует отметить американских ученых-исследователей [6, 7].

В настоящее время все более активно ведется работа по переходу к реализации парадигмы «устойчивого развития общества», что в свою очередь, подразумевает развитие всех составляющих, в том числе и отдельных территорий,

регионов [11]. Под понятием «регион» в отечественной литературе чаще всего понимают некоторую совокупность областей отдельной страны. Таким образом, развитие регионов, как сложных социально-экономических систем (СЭС), является важнейшей составляющей развития общества.

Переход к парадигме устойчивого развития общества на примере СЭС требует отбора, анализа и учета большого количества показателей и критериев, относящихся к самым различным направлениям; экономическому, экологическому, социальному, географическому, природно-ресурсному, научно-техническому, трудовому потенциалу [8–10]. Большое количество показателей затрудняет получение объективной картины оценивания.

Данный класс СЭС – это определенная территориально-распределенная единица, которая отличается от других единиц такого же уровня специфическими чертами – географическими, геологическими, производственными, социальными, экономическими, этнографическими, экологическими, имеет определенную целостность, взаимосвязанность элементов, которые ее формируют, решает задачи многофакторного распределенного и иерархического государственного антикризисного управления [2]. К этому нужно добавить, что данные СЭС – это объекты со слабо формализуемыми процессами.

Первыми и важнейшими задачами на пути исследователей являются задачи выбора номенклатуры и количества показателей, позволяющих объективно оценивать состояние СЭС, которые должны быть достаточными для идентификации в полном объеме явным, косвенных и латентных свойств, отношений СЭС [1, 2].

5. Материалы и методы исследований

5.1 Целесообразность учета климатических показателей

На данный момент как отечественные, так и западные исследователи ни при оценивании состояния СЭС, ни при разработке стратегий управления не учитывают природно-климатических факторов. В то же время необходимость изучения и мониторинга динамики природно-климатических процессов является актуальной [2, 9].

Климат является одним из основных средообразующих факторов, его изменение на фоне сложных экологических, социальных и экономических ситуаций на Украине и во всей Восточной Европе может вызывать серьезные социально-экономические последствия [2, 9, 10].

Для Восточной Европы, а, следовательно, и Украины характерны более суровые и негативные ПКФ, чем для стран Западной Европы, которые затрудняют проживание населения и обуславливают более высокие производственные, бытовые и инфраструктурные издержки, что приводит к более высокой себестоимости производимой продукции, более длительному периоду окупаемости, к удорожанию жизни и хозяйственной деятельности. Кроме того, экономика страны не так развита, как экономика западных стран Европы и в Украине более сильно выражены социальная напряженность, расслоение в обществе, снижение уровня жизни населения. Эти факторы усиливают негативное воздействие природно-климатических факторов на социально-экономическую и производственную деятельность общества. Все это говорит о целесообразности учета природно-климатических факторов.

В качестве обобщённого критерия оценки могут использоваться: уровень устойчивости развития региона, уровень инвестиционной привлекательности, уровень дискомфорта и др. Определение вида обобщенного критерия ориентирует на соответствующий отбор оценивающих позиций и показателей [11, 12].

5.2 Характеристика набора показателей

Характеристика состояния объекта исследования региона определяется набором индикаторов (нормированных показателей – душевных, удельных и пр.). Оптимальный перечень набора индикаторов (показателей) должен соответствовать следующему:

- содержать не бесконечное, а ограниченное количество показателей;
- отражать все основные состояния и свойства социально-экономической системы;
- быть репрезентативным – способным отражать их полно и адекватно, в том числе в пространстве (учет объективных условий регионов) и во времени (фиксация не только моментного среза с использованием статических индикаторов, но и динамики ситуации с помощью индексов);
- быть методически корректными – со значениями индикаторов, упорядоченными по одному вектору (например, «чем больше – тем лучше», но с учетом смысла индикаторов, например, по безработице, бедности, преступности и т. п.);
- быть структурно выдержанным – без сильных диспропорций в количестве и качестве индикаторов по выбранным позициям, что может быть достигнуто с помощью агрегирования (формирования составных индикаторов).

Задача определения достаточного количества показателей, характеризующих СЭС является сложной и важной, так как от этого зависит качество диагностирования (оценивания) состояний СЭС и «качество» «вырабатываемых» решений управления [12, 13].

Большая размерность набора показателей (до сотен и более), отсутствие и не разработанность методологии получения обобщённых показателей затрудняет изучение динамики таких систем, построение СППР и выработку оптимальных решений управления.

6. Результаты исследований

Текущее состояние любой СЭС оценивается, как правило, достаточно большим количеством частных показателей $\{x_i\}_{i=1}^n = 1$, каждый из которых отражает одну из сторон (сущностей) системы. Это и есть многофакторное оценивание.

Поэтому, естественным следующим шагом в изучении таких систем является понижение их размерности, например, путем поступательной свертки частных показателей, т.е. переход к интегральной оценке объектов – регионов (рис. 1). В простейшем случае это замена определенного набора показателей $\{x_i\}_{i=1}^n = 1$ единым более обобщенным показателем $I(\{x_i\}_{i=1}^n)$. Этот показатель принято называть индексом системы показателей $\{x_i\}_{i=1}^n$. При таком подходе к понижению размерности необходимо исключить потери информации о рассматриваемой системе и поэтому в основе построения всякого индекса лежит некая «разумная» процедура усреднения, например, вычисление среднего арифметического, среднего квадратного, среднего геометрического и т.п.

Переход к более обобщённой интегральной оценке позволяет комплексно рассмотреть состояние региона, выявить положительные и отрицательные стороны его развития, провести сравнительный межрегиональный анализ [15]. В рассматриваемой последовательности действий следует выделить такие этапы: формирование системы показателей, нормирование показателей, объединение значений показателей для интегральной оценки, типологизация регионов, ранжирование регионов, например, по уровню развития. На основании этого происходит выбор способа расчета интегрального показателя.

Всякий набор параметров $\{x_i\}_{i=1}^n$ можно трактовать как вектор в n – мерном евклидовом пространстве. Тогда всякий индекс $I(\{x_i\}_{i=1}^n)$ есть функционал на линейном пространстве размерности n :

$$I(\{x_i\}_{i=1}^n) = (X), I: R_n \rightarrow R_1$$

Наиболее часто употребляемыми (как наиболее удобными с вычислительной точки зрения) являются индексы, построенные на основании линейных процедур усреднения: вычисления среднего арифметического

$$1(X) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (1)$$

или более общо – взвешенного среднего

$$I_p(X) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n p_i x_i, \quad (2)$$

$P = \{p_i\}_{i=1}^n, 0 \leq p_i \leq 1, i = 1, 2, \dots, n$ – заданный набор весовых коэффициентов.

Следующий употребительный класс индексов строится на основе квадратичных процедур усреднения (квадратичных функционалов): вычисления среднего квадратичного (евклидовой нормы вектора)

$$J(X) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2} = \frac{1}{\sqrt{n}} \|X\|, \quad (3)$$

либо более общо – вычисления среднеквадратичного отношения вектора X от некоторого заданного оптимального вектора

$$D(X) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - s_i)^2} = \frac{1}{\sqrt{n}} \|X - S\|, \quad (4)$$

В литературе какие-либо обоснования выбора той или иной процедуры усреднения при вычислении индексов, как правило, отсутствуют. Известные процедуры проводятся либо на уровне «правдоподобных рассуждений», либо на уровне «здравого смысла». Поэтому была поставлена задача теоретического обоснования процедур обобщенно выбираемых индексов для класса сложных СЭС регионального типа. Наиболее употребительные процедуры усреднения и

порожденные ими индексы (1), (2), (4) имеют простую геометрическую интерпретацию и связаны между собой квадратичной зависимостью.

Не умаляя общности, мы будем полагать, что все допустимые состояния $X = \{x_i\}$ исследуемой СЭС расположены в кубе:

$$K = \{X = \{x_i\}_{i=1}^n \in R_n : 0 \leq x_i < 1, i = 1, 2, \dots, n\}.$$

Этого всегда можно достичь соответствующей нормировкой допустимых параметров $\{x_i\}$ $\sum_{i=1}^n x_i = 1$. Пусть S – вектор в кубе K , все компоненты которого равны единице $S = (1, 1, \dots, 1)$. Пользуясь подходом, изложенным в работах [8, 9, 10, 16], этот вектор можно называть оптимальным вектором. Его оптимальность состоит в том, что он больше (в смысле естественного отношения порядка на пространстве R_n) любого другого вектора из куба K . Заметим, что простейший линейный индекс (1) с точностью до множителя $1/n$ совпадает со скалярным произведением текущего вектора X и оптимального вектора S :

$$(X*S) = \sum_{i=1}^n x_i s_i = \sum_{i=1}^n (x_i * 1) = \sum_{i=1}^n x_i = n \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = n * I(X).$$

Поскольку

$$(X*S) = \|X\| * \|S\| \cos\varphi,$$

где φ – угол между векторами X и S , при этом произведение $\|X\| * \cos\varphi$ есть величина проекции вектора X на направление вектора S : $\|X\| * \cos\varphi = \text{пр}_S X$, то

$$I(X) = \frac{1}{n} (X*S) = \frac{1}{n} \|X\| * \|S\| \cos\varphi = \frac{1}{n} \text{пр}_S X * \|S\| = \frac{1}{n} \text{пр}_S X * \sqrt{n} = \frac{1}{\sqrt{n}} \text{пр}_S X \quad (5)$$

Тем самым, простейший линейный индекс $I(X) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$

с точностью до множителя $\frac{1}{\sqrt{n}}$ совпадает с величиной проекции текущего вектора X на направление оптимального вектора S . Согласно [9, 10] угол φ между векторами X и S называют углом нормализации. Заметим, что поскольку $J(X) = \frac{1}{\sqrt{n}} \|X\|$, то индексы $I(X)$ и $J(X)$ связаны соотношением

$$I(X) = \|X\| * \|S\| \cos\varphi = J(X) \cos\varphi, \quad (6)$$

Представления (5) и (6) для линейного индекса $I(X)$ позволяют ввести в рассмотрение ещё один естественный индекс – величину эвклидова расстояния от точки X до прямой линии, порожденной оптимальным вектором S

$$\Gamma(X) = \frac{1}{\sqrt{n}} \inf \{\|X - \lambda S\| : \lambda \in R_1\}, \quad (7)$$

Ясно, что нижняя грань в (7) (рис. 1) достигается в некоторой точке M – основании перпендикуляра, опущенного из точки X на прямую, порожденную вектором S . Соответствующее этой точке значение λ доставляет минимум числовой функции

$$f_x(\lambda) = \frac{1}{\sqrt{n}} \|X - \lambda S\| = \frac{1}{\sqrt{n}} \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \frac{1}{\sqrt{n}})^2}.$$

Приравнивая нулю производную этой функции

$$f_x(\lambda) = \frac{1}{\sqrt{n}} \frac{2(\sum_{i=1}^n x_i - \lambda * n)}{2 \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \lambda)^2}}$$

с ним и явное представление индекса $\Gamma(X)$

$$\Gamma(X) = \frac{1}{\sqrt{n}} \left\| X - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i S \right\| = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i)^2} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - I(X))^2}$$

видим, что индекс $\Gamma(X)$ имеет простой смысл: его значение в каждой точке X есть среднеквадратичное отклонение компонент вектора X от их среднего арифметического.

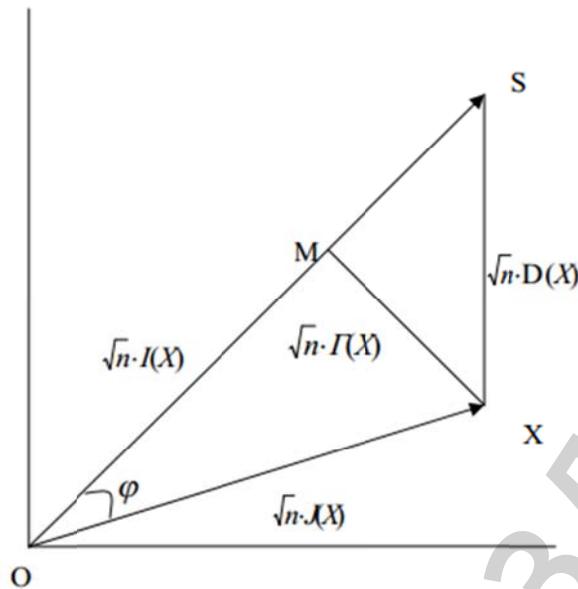


Рис 1- Геометрическое представление взаимосвязи индексов

В треугольнике OSX имеем следующее представление длин его линейных элементов через рассматриваемые индексы

$$\|OX\| = \sqrt{n}J(X), \|XS\| = \sqrt{n}D(X), \|OM\| = \sqrt{n}I(X), \|MX\| = \sqrt{n}\Gamma(X)$$

Далее из этого треугольника несложно получить три связи между четырьмя рассмотренными индексами:

$$\begin{aligned} (\sqrt{n}D(X))^2 &= \|XS\|^2 = \|X - S\|^2 = ((X - S) \cdot (X - S)) = \|X\|^2 - 2(X \cdot S) + \\ &+ \|S\|^2 = (\sqrt{n}J(X))^2 - 2nI(X) + (\sqrt{n})^2, \end{aligned}$$

откуда

$$D^2(X) = J^2(X) - 2 \cdot I(X) + 1. \quad (8)$$

$$\|OX\|^2 = \|OM\|^2 + \|MX\|^2, (\sqrt{n}J(X))^2 = (\sqrt{n}I(X))^2 + (\sqrt{n}\Gamma(X))^2.$$

Откуда

$$J^2(X) = I^2(X) + \Gamma^2(X) \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \|SX\|^2 &= \|MX\|^2 + \|MS\|^2, (\sqrt{n}D(X))^2 = (\sqrt{n}\Gamma(X))^2 + (\|OS\| - \|OM\|)^2 \\ &= (\sqrt{n}\Gamma(X))^2 + (\sqrt{n} - \sqrt{n}I(X))^2 \end{aligned}$$

Тогда

$$D^2(X) = \Gamma^2(x) + (I - I(X))^2, \quad (10)$$

Равенства (8)-(10) означают, что квадратичные индексы не несут в себе какой-либо новой информации о состоянии СЭС по сравнению с простейшим линейным индексом $I(X)$: они представляют собой квадратичные функции от $I(X)$ и координат вектора X .

Одним из основных назначений всякого индекса социально-экономической системы является рейтинговое оценивание заданного набора состояний $\{X_j\}_{j=1}^m$ такой системы. Всякий функционал $I: R_n \rightarrow R_1$ превращает пространство R_n во вполне упорядоченное множество с помощью соглашения: $X > Y$, если $I(X) > I(Y)$ для любой пары векторов $X, Y \in R_n$. Отношение полного порядка, порожденное простейшим линейным индексом (1), имеет простой смысл: для любой пары векторов $X, Y \in R_n$ лучшим объявляется тот вектор, чья проекция на направление оптимального вектора больше $I(X) > I(Y)$, или эквивалентно, тот вектор, который менее удален от направления оптимального вектора $\Gamma(X) < \Gamma(Y)$.

Проанализируем «разумность» процедуры построения линейных индексов (1)-(2). Построение индекса как среднего арифметического значений параметров (1) не учитывает объективно существующие различия степени важности отдельных параметров x_i . Например, такой показатель, как ВВП на душу населения, должен вносить больший вклад в суммарное значение индекса, чем, например - площадь дорог с твердым покрытием, отнесенная к единице площади в сельской местности. Эти различия степени важности отдельных параметров x_i могут быть учтены назначением каждому из параметров x_i соответствующего весового коэффициента, то есть построение линейного индекса на основании вычисления взвешенного среднего $I_p(X)$ (2). При этом возникает проблема «разумного» выбора весовых коэффициентов $\{p_i\}_{i=1}^n$.

Подобно тому, как индекс $I(X)$ с точностью до множителя есть скалярное произведение текущего вектора $X = \{X_j\}_{j=1}^m$ и оптимального вектора $S = (1, 1, \dots, 1)$, обобщенный линейный индекс $I_p(X)$ в точности представляет собой скалярное произведение текущего вектора X и вектора весовых коэффициентов $P = \{p_i\}_{i=1}^n, 0 \leq p_i \leq 1, i = 1, 2, \dots, n$. Тем самым, проблема «разумного» выбора весовых коэффициентов есть проблема выбора в каком-то смысле оптимального вектора $P = \{p_i\}_{i=1}^n, 0 \leq p_i \leq 1, i = 1, 2, \dots, n$. Если оптимальность вектора понимать в смысле естественного порядка на пространстве R_n , то в кубе K имеется единственный оптимальный в этом смысле вектор - это вектор S . Поэтому в практических приложениях выбор «оптимального» вектора P осуществляется с помощью системы экспертных оценок [17], что вносит элемент субъективизма как в значение самого индекса $I_p(X)$, так и полученных на его основе заключений о текущем состоянии СЭС.

При этом, назначая компоненты оптимального с его точки зрения вектора весовых коэффициентов $P = \{p_i\}_{i=1}^n, 0 \leq p_i \leq 1, i = 1, 2, \dots, n$, эксперт руководствуется не только своим опытом и знаниями об общей структуре допусти-

мых состояний СЭС, но учитывает структуру предложенного ему к анализу набора состояний $\{X_j\}_{j=1}^m$, имея в виду в конечном итоге рейтинговое оценивание этого набора с помощью построенного индекса. То есть, для эксперта понятие оптимальности вектора весовых коэффициентов носит не глобальный характер, а привязано к заданному набору состояний $\{X_j\}_{j=1}^m$.

Но всякий набор векторов $\{X_j\}_{j=1}^m \in R_n$ имеет равновесную точку - центр тяжести этой системы векторов. Вектор пространства R_n , отвечающий этой точке, следует считать естественным оптимальным вектором для заданного набора состояний $\{X_j\}_{j=1}^m$ СЭС, поскольку важность равновесных состояний экономических состояний хорошо известна [13, 14]. Напомним, что если задана система точек $\{X_j\}_{j=1}^m \in R_n$ и в каждой из точек X_j сосредоточена масса M_j , то центр тяжести такой системы определяется равенством

$$X_0 = \frac{\sum_{j=1}^m M_j X_j}{\sum_{j=1}^m M_j}.$$

Заметим, что для оптимального в смысле естественного порядка на пространстве R_n вектора $S = (1, 1, \dots, 1) = \sum_{i=1}^n e_i$, вектор $S_0 = \frac{1}{n} S$ является центром тяжести системы ортов $\{e_i\}_{i=1}^n$ естественного базиса эвклидова пространства, если полагать, что в каждом орте сосредоточена единичная масса. Кроме того, вектор S_0 является точкой равновесия Нэша для замкнутой выпуклой оболочки ортов $C = \text{conv}(\{e_i\}_{i=1}^n)$: для любого вектора $X = \{x_i\}_{i=1}^n \in C$ по меньшей мере одна из его координат не превышает соответствующей координаты вектора S_0 ($x_i \leq 1/n$).

Будем полагать, что в каждой точке из заданного набора состояний $\{X_j\}_{j=1}^m \in K$ сосредоточена единичная масса и пусть

$$X_0 = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m X_j, \quad (11)$$

– центр тяжести соответствующей системы. Тогда каждая компонента вектора x_0 представляет собой среднее арифметическое значений соответствующей компоненты векторов $\{X_j\}_{j=1}^m$:

$$x_{0,i} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m x_{i,j}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad X_j = \{x_{i,j}\}_{i=1}^n, \quad j = 1, 2, \dots, m.$$

Обозначим

$$M_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m x_{i,j}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad M = \sum_{i=1}^n M_i.$$

Пусть далее $p_i = \frac{M_i}{M}, i = 1, 2, \dots, n$ и пусть $P = \{p_i\}_{i=1}^n$. Ясно, что $0 \leq p_i \leq 1$ для любого $i = 1, 2, \dots, n$ и $\sum_{i=1}^n p_i = 1$. Тогда по построению вектор весовых ко-

эффицентов P лишь множителем $\frac{1}{M}$ отличается от центра тяжести системы векторов $\{X_j\}_{j=1}^m$:

$$P = \frac{1}{M} \cdot X_0, \quad (12)$$

(P есть точка пересечения прямой λX_0 с замкнутой выпуклой оболочкой ортов $C = \text{conv}(\{e_i\}_{i=1}^n)$). Заметим, что сам вектор весовых коэффициентов P можно трактовать как центр тяжести системы ортов, если полагать, что в каждом орте e_i сосредоточена масса M_i (11).

В силу самосопряженности эвклидова пространства каждый непрерывный линейный функционал f на нем можно трактовать как вектор самого пространства $X_f = \{f_i\}_{i=1}^n \in R_n$, а действие этого функционала на произвольный элемент $X = \{x_i\}_{i=1}^n \in R_n$, сводится к вычислению скалярного произведения векторов X_f и X : $f(X) = (X_f \cdot X) = \sum_{i=1}^n f_i X_i$. Применительно к индексам СЭС это означает, что каждый линейный индекс $I(X)$ порождается некоторым «оптимальным» вектором $S = \{X_i\}_{i=1}^n$ и его значение в каждой точке $X \in R_n$ с точностью до множителя совпадает со скалярным произведением векторов S и X : $I(X) = \sum_{i=1}^n s_i x_i = (S \cdot X)$. При этом всегда можно считать (пронормировав вектор S на величину $\sum_{i=1}^n S_i$), что $\sum_{i=1}^n S_i = 1$, то есть, что оптимальный вектор S лежит в замкнутой выпуклой оболочке ортов $S \in C = \text{conv}(\{e_i\}_{i=1}^n)$. Следовательно, всякий линейный индекс может быть вычислен с помощью процедуры взвешенного среднего $I_p(X)$ (2) для некоторого набора весовых коэффициентов $P = \{p_i\}_{i=1}^n, 0 \leq p_i \leq 1, i = 1, 2 \dots n$. При этом среди всех таких индексов наилучшим является индекс, построенный на основе центра тяжести заданной системы состояний $X_j \in K$ (12), поскольку он единственный отвечает равновесному состоянию этой системы.

7. SWOT-анализ результатов исследований

Strengths. Таким образом, решена задача обоснования выбора номенклатуры, количества показателей и построения процедур обобщения выбираемых индексов для класса СЭС регионального типа. Полученные результаты использованы при построении СППР регионами (областями) Украины, которая позволяет более полно решать задачи многофакторного оценивания и управления сложными СЭС регионального типа. Построенная система использует около 70 показателей для оценивания устойчивости развития региона (области), более 80 – для оценивания инвестиционной привлекательности регионов [2, 10]. Используемые показатели относятся к следующим разнообразным направлениям: экономико-географическому, ресурсно-сырьевому, трудовому, экономическому, инфраструктурному потенциалу, научно-техническому, здравоохранению, инвестиционному, природно-климатическому. Впервые был введен в состав показателей природно-климатический потенциал, который характеризовался 7 частными показателями (табл. 1)

Табл. 1 Перечень показателей природно-климатического потенциала

Природно-климатический потенциал(ПКП)	1	среднегодовые изотермы (лето). С
	2	среднегодовые изотермы (зима). С
	3	среднегодовой уровень осадков, мм. рт. ст.
	4	влажность воздуха, %
	5	среднегодовые показатели силы ветра, м/сек.
	6	глубина промерзания грунта, м
	7	количество солнечных дней

Информационная технология оценивания СЭС как объектов СППР приведена на рис. 2.

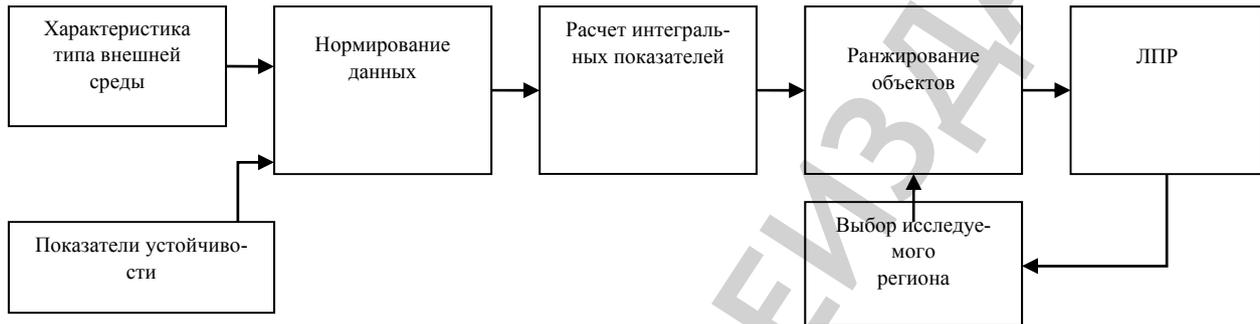


Рис. 2 Информационная технология оценивания устойчивости развития (инвестиционной привлекательности) регионов – СЭС регионального типа

Weaknesses. Большая размерность набора показателей требует понижения размерности частных показателей, что реализуется путем поступательной свертки показателей. Такое построение индексов не учитывает различия в степени важности отдельных показателей, которые при анализе могут теперь учитываться назначением соответствующих весовых коэффициентов с помощью системы экспертных оценок, используя опыт и знания экспертов, для которых понятия оптимальности весовых коэффициентов носит не глобальный характер, а привязано к конкретной системе (СЭС) [17].

Opportunities. Данную систему можно применять в стратегии развития регионов Украины.

Threats. Недостаточная информированность (просвещенность) общества относительно значимости природно-климатических факторов приводит к их недооценке при формировании стратегических планов развития регионов.

8. Выводы

Таким образом, сформировано и апробировано решение сложной задачи выбора набора показателей оценивания социально-экономических систем регионального типа, т.е., по сути, сформирована методология выбора набора показателей оценивания СЭС.

Теоретическое обоснование методологии оценивания в виде совокупности процедур отбора показателей, объединение их в единый интегральный показатель за счет добавления показателей природно-климатического характера позволяет получать более полные и достоверные оценки управления СЭС, т.к. позволяет учитывать больше факторов. Это многофакторные оценивания исполь-

зовано как при построении СППР региональными системами, так и при построении систем мониторинга отдельных территорий, регионов и т.п.

Литература

1. Gubarenko, E. V. Modeli i metody upravleniia ustoichivym razvitiem sotsial'no-ekonomicheskikh sistem [Text] / E. V. Gubarenko, A. O. Ovezgeldyev, E. G. Petrov; ed. by E. G. Petrov. – Kherson: Grin' D. S., 2013. – 252 p.
2. Hodakov, V. E. Prirodno-klimaticheskie faktory i razvitie sotsial'no-ekonomicheskikh sistem [Text] / V. E. Hodakov, N. A. Sokolova. – Searbruken (Deutschland): Lambert Academic Publishing, 2016. – 604 p.
3. Moiseev, N. N. S mysliami o budushchem Rossii [Electronic resource] / N. N. Moiseev. – 2000. – Available at: <http://www.yabloko.ru/Union/MMYA/future/moiseev.html>
4. Milov, L. V. Prirodno-klimaticheskii faktor i tip rossiiskogo istoricheskogo protsessa [Text] / L. V. Milov. – Moscow: ROSSEP, 1998. – 574 p.
5. Parshev, A. P. Pochemu Rossiia ne Amerika [Text] / A. P. Parshev. – Moscow: Krymskii most-9D, Forum, 1999. – 245 p.
6. Kaplan, R. Mest' geografii. Chto mogut rasskazat' geograficheskie karty o griadushchih konfliktah i bitve protiv neizbezhnogo [Text] / R. Kaplan. – Moscow: Kolibri, Azbuka – Attinus, 2015. – 316 p.
7. Paips, R. Rossiia pri starom rezhime [Text] / R. Paips. – Moscow: Nezavisimaia gazeta, 1993. – 159 p.
8. Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies [Text]. – NY: Department of Economics and Social Affairs, 2013. – 99 p. doi:[10.18356/6ab82bca-en](https://doi.org/10.18356/6ab82bca-en)
9. Zgurovsky, M. Z. Stalyi rozvytok u hlobalnomu i rehionalnomu vymirakh [Text] / M. Z. Zgurovsky. – Kyiv: NTU «KPI», 2006. – 83 p.
10. Zgurovsky, M. Z. Rol' inzhenernoi nauki i praktiki v ustoichivom razvitii obshchestva [Text] / M. Z. Zgurovsky, H. A. Statiukha // Systemni doslidzhennia ta informatsiini tekhnolohii. – 2007. – № 1. – P. 19–38.
11. Environmental Sustainability Index [Text]: Main Report. – Yale Center for Environmental Law and Policy, 2005. – 63 p.
12. Hodakov, V. E. Modeli otsenivaniia sostoianii territorial'no-proizvodstvennykh sotsial'no-ekonomicheskikh sistem [Text] / V. E. Hodakov, N. A. Sokolova, D. V. Khapov // Problemy informatsiinykh tekhnolohii. – 2012. – № 1 (11). – P. 6–11.
13. Zaitseva, L. M. Metodolohiia kompleksnoi otsinky rivnia sotsialno-ekonomichnoho rozvytku oblasti ta yii administratyvno-terytorialnykh odynyts [Text] / L. M. Zaitseva, S. M. Serohin, V. O. Fediushychev. – Dnipropetrovsk: DRIDU NADU, 2003. – 132 p.
14. Bandur, S. H. Suchasna rehionalna sotsialno-ekonomichna polityka derzhavy: teoriia, metodolohiia, praktyka [Text] / S. I. Bandur, T. A. Zaiets, L. S. Teron. – Kyiv: RVPS Ukr. NANUkr., 2002. – 250 p.
15. Mironova, T. L. Sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie regiona: diagnostika i territorial'noe planirovanie [Text] / T. L. Mironova. – Simferopol: KRP «Krymuchpedgiz», 2008. – 240 p.

16. Poburko, Ya. O. Monitorynhovi otsiniuvannia skladnykh sotsialno-ekonomichnykh yavlyshch rozvytku rehionu [Text] / Ya. O. Poburko. – Lviv: Instytut rehionalnykh doslidzhen, 2006. – 306 p.
17. Volynskii, G. V. O faktorah, opredeliaiushchih investitsionnyi klimat (investitsionnuu privlekatel'nost') [Text] / G. V. Volynskii, Yu. I. Gorbacheva // Biznes-Inform. – 2007. – № 7. – P. 45–46.
18. Zgurovsky, M. The Sustainable Development Global Simulations in Respect of Quality and Safety of Human Life [Text] / M. Zgurovsky. – Kyiv: Polytehnika, 2007. – 218 p.
19. Kriuchkovskii, V. V. Introspektivnyi analiz. Metody i sredstva ekspertnogo otsenivaniia [Text]: Monograh / V. V. Kriuchkovskii, E. G. Petrov, N. A. Sokolova, V. E. Hodakov. – Kherson: Grin' D. S., 2011. – 168 p.