

## **Использование интегрального показателя для исследования и прогнозирования эколого-экономического состояния регионов**

**Исаев И.В.**, аспирант, Волгоградский государственный аграрный университет

**Аннотация.** Исследование посвящено вопросам оценки и прогнозирования эколого-экономического состояния регионов РФ. В статье предложен новый подход к оценке эколого-экономического состояния регионов, основанный на применении интегрального показателя, действительной частью которого является экономическая компонента, а мнимой – экологическая. Предложенный показатель позволяет производить сравнительный анализ эколого-экономической обстановки в регионах, а также выявлять причины изменения обстановки. В ходе проведения анализа динамики изменения траектории радиус-вектора показателя установлено, что предложенный подход предоставляет возможность прогнозирования эколого-экономического состояния регионов.

**Ключевые слова:** эколого-экономическая безопасность, интегральный показатель, комплексная функция, оценка, прогнозирование, полярный угол, радиус-вектор.

## **Use of an integral indicator for research and forecasting of the ecological and economic state of the regions**

**Isaev I.V.**, graduate student, Volgograd state agrarian university

**Annotation.** The study is devoted to the assessment and forecasting of the ecological and economic state of the Russian regions. The article suggests a new approach to assessing the ecological and economic state of the regions based on the application of a complex-valued integral indicator, the real part of which is the economic component, and the imaginary part is the ecological one. The proposed

indicator allows a comparative analysis of the ecological and economic situation in the regions, as well as to identify the reasons for the change in the situation. In the course of the analysis of the dynamics of the trajectory of the radius vector of the complex-valued index, it is established that the proposed approach provides an opportunity for forecasting the ecological and economic state of the regions.

**Keywords:** ecological and economic security, integrated indicator, complex function, estimation, forecasting, polar angle, radius vector.

Актуальность исследования регионального эколого-экономического состояния обусловлена тем, что в настоящее время большое количество регионов РФ находится в достаточно сложной экологической ситуации, а в условиях нестабильности современной экономики настоящая проблема становится еще более острой. Так, например, в первом полугодии 2016 года зафиксировано более 178 тыс. нарушений законодательства в экологической сфере, что на 13% больше аналогичного показателя в 2015 году. На основании изложенного следует, что с целью поддержания территорий в экологически безопасном состоянии необходимо решать задачу эффективного финансирования мероприятий, направленных на охрану окружающей среды, для чего в первую очередь требуется разработать адекватную экономико-математическую модель оценки и прогнозирования эколого-экономического состояния регионов РФ, которая позволит повысить качество принимаемых управленческих решений в области эколого-экономического менеджмента.

Экономико-математическим моделированием и статистической оценкой экономических показателей занимались такие ученые, как Г.В. Горелова, В.В. Давнис, А.Н. Ильченко, М.С. Красс, В.В. Клочков, Н.Н. Лябах, Л.Г. Матвеева, И.А. Наталуха, А.Ф. Рогачев, Н.Н. Скитер, и др.. Отдельными вопросами экономико-математического моделирования с использованием комплекснозначного показателя занимались Г.В. Савинов, С.Г. Светульников, Д.Ю. Трофимов, А.Ф. Чанышева и др. [5-12].

В рамках настоящей статьи описан новый подход к построению

интегрального показателя эколого-экономического состояния регионов РФ [4]. Определим показатель  $Z$ , где действительная часть  $I_1$  – экономическая составляющая, мнимая часть  $I_2$  – экологическая составляющая.

$$Z = I_1 + iI_2, \quad (1)$$

где  $I_1$  – экономическая составляющая,

$I_2$  – экологическая составляющая,

$i = \sqrt{(-1)}$  - мнимая единица.

Перечень агрегируемых экологических и экономических показателей представлен в таблице 1. Величины весовых коэффициентов определялись на основании согласованного мнения экспертов с учетом вида функции «желательности» [8].

Таблица 1

**Коэффициенты приоритетности экономических и экологических составляющих интегральной оценки**

ГРУППЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	ВЕСОВОЙ КОЭФФИЦИЕНТ
<b>Экономические (j=1)</b>	
затраты на охрану атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата	0,27
затраты на сбор и очистку сточных вод	0,33
затраты на обращение с отходами	0,20
затраты на защиту и реабилитацию земель, поверхностных и подземных вод	0,13
затраты на сохранение биоразнообразия и охрану природных территорий	0,07
<b>Экологические (j=2)</b>	
валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферу	0,29
сброс загрязненных сточных вод	0,17
прочие отходы	0,08
количество экологических нарушений	0,46

*Источник: составлено авторами*

В данном исследовании использовалась аддитивная свертка экономической и экологической групп показателей по формуле 2, поскольку рассматриваемые экологические и экономические показатели не являются

существенно взаимовлияющими [2].

$$I_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} f_{ij}, \quad (2)$$

где  $a_{ij}$  – весовой коэффициент критерия  $i$ ,  $\sum_{i=1}^n a_i = 1$ ,

$f_{ij}$  – значение критерия;  $j=1,2$  – индекс показателей.

В таблице 2 представлены результаты расчета экономической ( $V_1, \dots, V_9$ ) и экологической ( $V_2, \dots, V_{10}$ ) составляющих интегрального показателя за 5 лет с 2012 года по восемнадцати субъектам ЦФО РФ.

Таблица 2

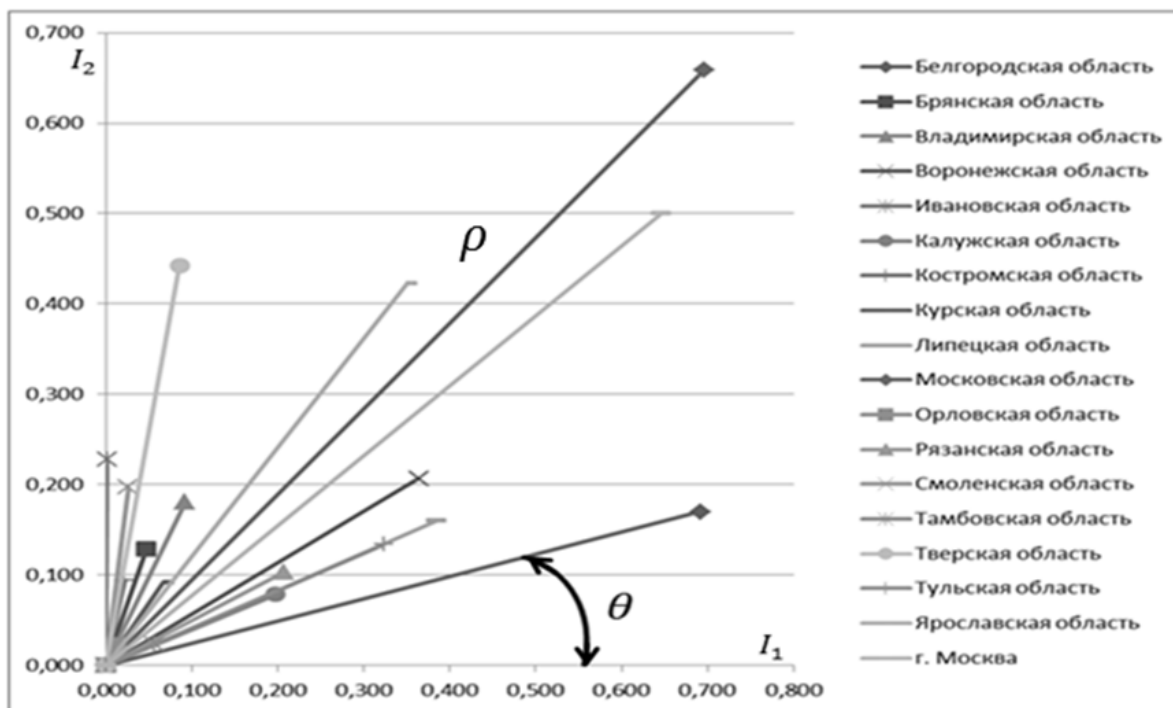
**Данные экономической и экологической составляющих  
по регионам ЦФО РФ**

Регионы	2012		2013		2014		2015		2016	
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6</sub>	V <sub>7</sub>	V <sub>8</sub>	V <sub>9</sub>	V <sub>10</sub>
Белгородская область	0,190	0,172	0,408	0,174	0,645	0,162	0,639	0,166	0,692	0,170
Брянская область	0,001	0,052	0,015	0,056	0,033	0,058	0,031	0,095	0,047	0,129
Владимирская область	0,040	0,131	0,046	0,109	0,088	0,135	0,119	0,146	0,092	0,181
Воронежская область	0,117	0,193	0,136	0,159	0,312	0,138	0,394	0,184	0,364	0,207
Ивановская область	0,011	0,119	0,024	0,143	0,025	0,130	0,002	0,210	0,001	0,228
Калужская область	0,010	0,054	0,008	0,041	0,077	0,054	0,177	0,063	0,198	0,078
Костромская область	0,005	0,074	0,001	0,101	0,006	0,089	0,011	0,096	0,021	0,094
Курская область	0,059	0,098	0,070	0,090	0,074	0,128	0,057	0,094	0,067	0,092
Липецкая область	0,543	0,157	0,480	0,147	0,343	0,142	0,471	0,152	0,384	0,160
Московская область	0,301	0,641	0,237	0,646	0,677	0,627	0,751	0,687	0,696	0,659
Орловская область	0,006	0,032	0,004	0,036	0,014	0,020	0,006	0,030	0,011	0,022
Рязанская область	0,048	0,095	0,070	0,105	0,144	0,090	0,281	0,123	0,206	0,103
Смоленская область	0,025	0,142	0,033	0,157	0,028	0,141	0,054	0,216	0,026	0,197
Тамбовская область	0,031	0,016	0,016	0,016	0,090	0,023	0,077	0,041	0,057	0,023
Тверская область	0,113	0,445	0,116	0,446	0,073	0,451	0,063	0,443	0,086	0,442
Тульская область	0,064	0,117	0,070	0,132	0,206	0,112	0,283	0,124	0,323	0,134
Ярославская область	0,181	0,215	0,254	0,278	0,413	0,322	0,288	0,403	0,351	0,423
г. Москва	0,518	0,456	0,491	0,480	0,650	0,469	0,612	0,485	0,646	0,500

Источник: рассчитано автором

На рисунке 1 представлено изображение точек комплекснозначного показателя  $Z$  по субъектам ЦФО РФ в 2016 году, где на оси абсцисс отражен нормированный показатель  $I_1$  экономического состояния регионов, а на оси ординат – экологического  $I_2$ . Изменение полярного угла  $\theta$  дает возможность

производить анализ эколого-экономического состояния [3]. Уровень экологического состояния ухудшается при уменьшении полярного угла  $\theta$  и наоборот. Длина радиус-вектора  $\rho$  характеризует интегральную активность финансово-хозяйственной деятельности региона (Рис. 1).



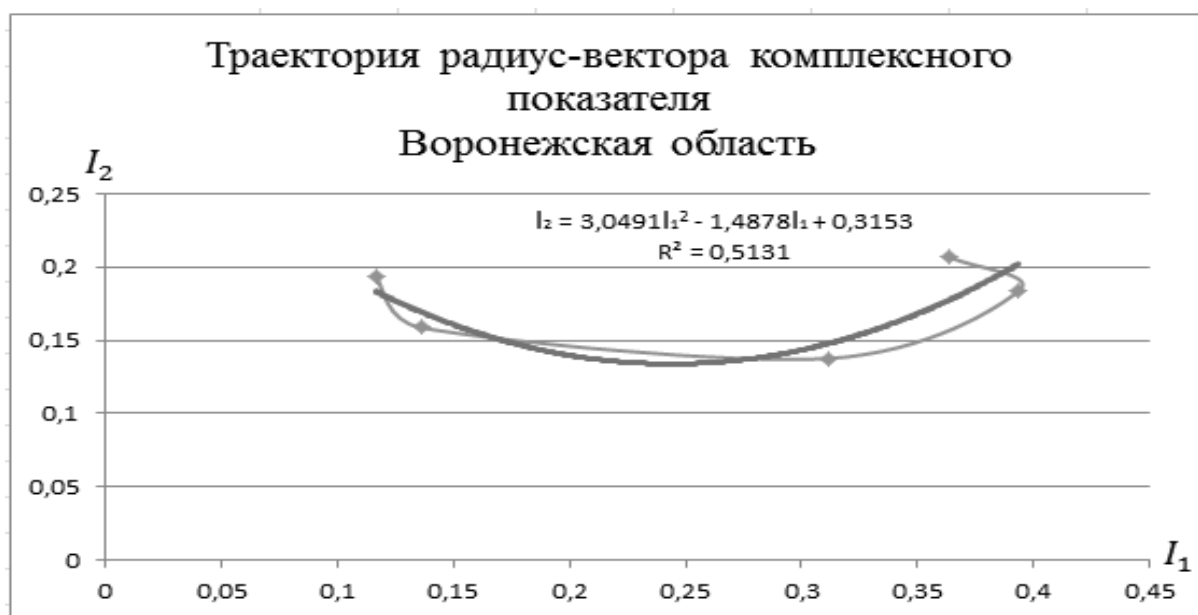
**Рис. 1 – Графическая интерпретация эколого-экономического состояния субъектов ЦФО РФ**

*Источник: построено автором*

Предложенное в настоящем исследовании использование интегрального показателя позволяет не только получить оценку эколого-экономического состояния территории, но также выявить и отследить причины отставания регионов. Это дает возможность повысить наглядность визуализации эколого-экономического состояния регионов РФ, прежде всего при рассмотрении динамики его изменения.



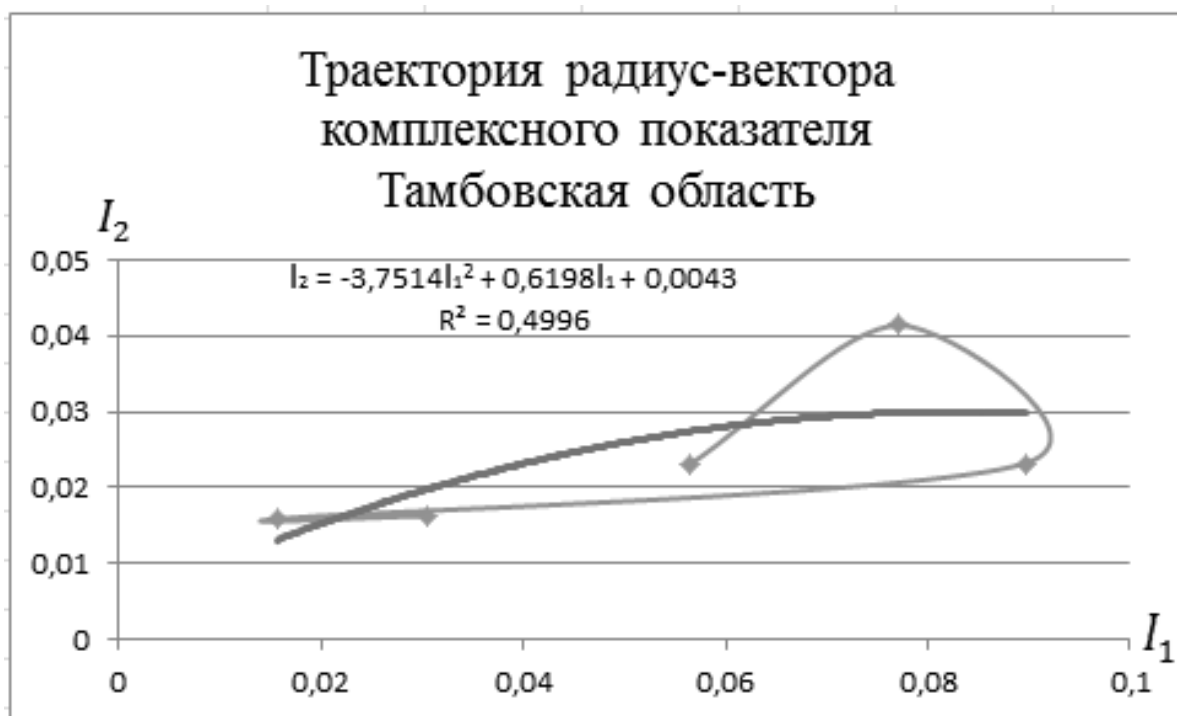
*Рис. 2 – Динамика изменения компонент комплекснозначного показателя на примере Воронежской области  
Источник: построено автором*



*Рис. 3 – Траектория радиус-вектора комплекснозначного показателя на примере Воронежской области  
Источник: построено автором*



*Рис. 4 – Динамика изменения компонент комплекснозначного показателя на примере Тамбовской области  
Источник: построено автором*



*Рис. 5 – Траектория радиус-вектора комплекснозначного показателя на примере Тамбовской области  
Источник: построено автором*

Использование комплекснозначного интегрального показателя эколого-экономического состояния регионов РФ обусловлено его возможностями для прогнозирования эколого-экономической ситуации. При рассмотрении

динамики изменения компонент комплекснозначного показателя на примере Воронежской и Тамбовской областей (рис. 2, 4) не прослеживаются явных изменений эколого-экономического состояния регионов, однако при анализе динамики изменения траектории радиус-вектора комплекснозначного показателя по указанным областям наглядно видны значительные изменения эколого-экономической ситуации в регионах.

Таким образом, в рамках настоящего исследования предложен новый подход к оценке эколого-экономического состояния регионов РФ, базирующийся на использовании интегрального показателя, состоящего из экономической и экологической компонент. Использование предложенного показателя дает возможность спрогнозировать эколого-экономическую ситуацию в регионах на краткосрочный период, что наглядно подтверждается анализом динамики изменения траектории радиус-вектора показателя на координатной плоскости.

### **Библиографический список**

1. Исаев И.В. Информационные аспекты процессного подхода к обеспечению безопасности эколого-экономических систем [Текст] / А.Ф. Рогачев, Н.Н. Скитер, И.В. Исаев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2013. № 4 (32). С. 271-275.
2. Исаев И.В., Рогачев А.Ф. Оценка и кластеризация регионов РФ по интегральному показателю эколого-экономического состояния [Текст] / Друкеровский вестник. – 2017 – № 1.
3. Исаев И.В., Рогачев А.Ф. Оценивание уровня эколого-экономической безопасности с использованием комплексного показателя [Текст] / Друкеровский вестник. – 2016 – № 1.
4. Мухаметшина Е.Л. Математические модели и алгоритмы расчетного экологического мониторинга качества атмосферного воздуха – Казань, 2016г.



5. Патракеева О.Ю. Информационно-аналитическая система поддержки принятия решений, направленных на развитие региона (на примере Ростовской области) // Вестник НГУ. Серия: Социально-экономические науки. - Новосибирск. 2013. №3 (13). С. 57-66.
6. Рогачев А.Ф. Математическое обеспечение системы поддержки принятия решений на основе гис-технологий // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2009. № 2. С. 144-151.
7. Рогачев А.Ф. Математическое моделирование и анализ эколого-экономического регулирования с учетом трансграничного загрязнения окружающей среды /Рогачев А.Ф., Скитер Н.Н., Мелихова Е.В., Плещенко Т.В./ Волгоград, 2014.
8. Рогачев А.Ф. Разработка системы поддержки принятия решений для обоснования параметров эколого-экономических систем / А.Ф. Рогачев, Н.Н. Скитер, Т.В. Плещенко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – №2 (26). – С. 238-242.
9. Скитер Н.Н. Моделирование и анализ эффективности государственного регулирования производственного сектора / Скитер Н.Н., Рогачев А.Ф. / Экономические науки. 2010. № 62. С. 28-33.
10. Стрельцова Е. Д. Комплекс экономико-математических моделей оценки качества управления информационными ресурсами Стрельцова Е.Д., Яблонская М.О., Ковалев О.Ф. Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. 2011. № 2. С. 184-190.
11. Rogachev A. Economic and mathematical modeling of food security level in view of import substitution / Asian Social Science. 2015. Т. 11. № 20. С. 178-184.
12. Skiter N. Modeling ecological security of a state / Skiter N., Rogachev A.F., Mazaeva T.I. // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. Т. 6. № 36. С. 185-192.