



УДК 005.8

Якобюк Р.В.,<sup>1</sup> Афанасьева Л.Ф.,<sup>1</sup> Кривова С.Г.<sup>2</sup><sup>1</sup> Информационно-аналитический центр «ЭКСОР». Украина, г. Киев<sup>2</sup> АО «Украинский научно-исследовательский институт авиационной технологии». Украина, г. Киев**КЛАСТЕРНО-СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ – ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ****Анотація**

*Розглянуто методи багатовимірної аналізу для оцінки конкурентоспроможності авіаційної техніки. Запропонована оцінка конкурентоспроможності авіаційної техніки за допомогою використання методології кластерно-спектральної діагностики безлічі технічних об'єктів.*

**Abstract**

*This paper reviews methods of multivariate analysis to assess the competitiveness of aircraft. The assessment of the competitiveness of aircraft by using the methodology of the cluster-set of spectral diagnostics of technical objects were proposed.*

**Введение**

Использование адекватных методов оценки конкурентоспособности выпускаемой техники является необходимым условием принятия эффективных решений о дальнейшем развитии проекта. Соблюдение данного условия актуально для авиационного производства, которое характеризуется следующими «высокотехнологичными» особенностями [1], [2]:

- высокой капиталоемкостью производства;
- наличием длительного ЖЦ, включающего долговременные циклы разработки и послепроизводственной эксплуатации;
- необходимостью привлечения государственных преференций.

**Постановка задачи**

Эффективная оценка конкурентоспособности авиационной техники на этапе запуска проекта ответственна ввиду исключительно высокой стоимости проекта. Представляется актуальным расширение стандартных методологий оценки конкурентоспособности авиационной техники.

В данной работе проводится исследование практического применения одного из методов многомерного анализа для оценки конкурентоспособности продукции авиационного предприятия.

Развитие рыночных механизмов привело к возникновению и повсеместному внедрению методов многомерного анализа для сегментирования рын-

ков и последующей оценки конкурентоспособности продукции. В числе наиболее популярных базовых методов многомерного анализа: кластерный анализ, факторный анализ и дискриминантный анализ. Если факторный анализ отображает характеристики многомерного анализа в исследовании связи, дискриминантный анализ – в исследовании групповых различий (дискриминации), то кластерный анализ – в классификации объектов.

По определению, кластерный анализ – это способ группировки многомерных объектов, основанный на представлении результатов отдельных наблюдений точками подходящего геометрического пространства с последующим выделением групп как «сгустков» этих точек. В отечественной и зарубежной литературе можно встретить и другие названия этого метода: «post hoc» метод, «cluster-based», метод «К-сегментирования». Данный метод используется при условии неопределенности признаков сегментирования и сущности самих сегментов и получил наибольшее распространение в последние годы в связи с развитием информационных технологий и возможностью компьютерной обработки баз данных [3], [4].

Одна из модернизированных разновидностей кластерного анализа: метод кластерно-спектрального анализа [5], позволяющий позиционировать отдельные группы объектов по определенным параметрам и определять влияние на параметры отдельных факторов. Этот метод нашел практическое применение в расчете реализации программ и конвенций на территории Украины, в т.ч. на уровне регионов, как макроэкономических систем (например, группировка регионов Украины в соответствии с уровнем реализации основных положений Оргуской конвенции [6] или по уровню социально-экономического развития и отраслевой структуре экономики [7,8,9,10]), а также используется для позиционирования Украины и отраслей ее экономики в глобальном экономическом пространстве [11].

В данной работе предлагается использование кластерно-спектрального анализа для позиционирования отдельных марок региональных самолетов по их конкурентоспособности с определением степени влияния отдельных факторов на конкурентоспособность.

		Количество мест 1 класс (max)	Масса самолета, кг	Максимальная взлетная масса, кг	Максимальная масса полезной нагрузки, кг	Длина взлетной полосы, м	Практический потолок, м	Основная крейсерская скорость, км/час	Дальность полета, км	Максимальная загрузка топливом, кг	Тяга при взлетном режиме, кН
I группа	E175 (LR)	88.0	21810.0	40370.0	10080.0	2244.0	12500.0	832.0	3705.0	5335.0	62.3
	E175 (ER)	88.0	21810.0	38790.0	10080.0	2244.0	12500.0	832.0	3334.0	9335.0	62.3
	E175	88.0	21810.0	37500.0	10080.0	2244.0	12500.0	832.0	3334.0	9335.0	62.3
	CRJ705 (LR)	90.0	21433.0	38330.0	10319.0	1778.0	12497.0	829.0	3702.0	8822.0	58.4
	CRJ705 (ER)	90.0	21433.0	37421.0	10319.0	1778.0	12497.0	829.0	3184.0	8822.0	58.4
	CRJ705	90.0	21433.0	36504.0	10319.0	1778.0	12497.0	829.0	3184.0	8822.0	58.4
II группа	E170 (LR)	80.0	21140.0	38600.0	9100.0	1644.0	12500.0	832.0	3892.0	9335.0	62.3
	E170 (ER)	80.0	21140.0	37200.0	9100.0	1644.0	12500.0	832.0	3334.0	9335.0	62.3
	E170	80.0	21140.0	35990.0	9100.0	1644.0	12500.0	832.0	3334.0	9335.0	62.3
	CRJ700 (LR)	78.0	19731.0	34926.0	8527.0	1564.0	12497.0	829.0	3708.0	8822.0	56.4
	CRJ700 (ER)	78.0	19731.0	34019.0	8527.0	1564.0	12497.0	829.0	3200.0	8822.0	56.4
	CRJ700	78.0	19731.0	32999.0	8527.0	1564.0	12497.0	829.0	2656.0	8822.0	56.4
	T-самолет (мод.1)	85.0	24180.0	43700.0	9000.0	1560.0	12200.0	845.0	4400.0	12050.0	67.0
III группа	T-самолет (мод.2)	85.0	24180.0	41950.0	9000.0	1560.0	12200.0	845.0	2100.0	12050.0	67.0
	T-самолет (мод.3)	85.0	24180.0	38550.0	9000.0	1560.0	12200.0	845.0	2100.0	12050.0	67.0

Рис. 1. Группирование самолетов по техническим характеристикам

Методология кластерно-спектрального анализа конкурентоспособности может включать следующие этапы:

1. Группирование объектов по определенным характеристикам.
2. Группирование объектов по нормированным характеристикам с использованием метода ранжированных показателей.
3. Группирование объектов по взвешенным нормированным характеристикам с использованием метода экспертного оценивания.
4. Группирование объектов по нормированным значениям характеристик и введенным релевантным факторам с конечным расчетом общего коэффициента конкурентоспособности.
5. Позиционирование объекта на радаре конкурентов с визуализацией конкурентоспособности и определением наиболее весомых факторов конкурентоспособности.

На диагностической карте (рисунок 1) выделяются 3 группы схожих по техническим параметрам самолетов. На данном и ниже представленных рисунках темный цвет клетки означает интенсивную выраженность характеристики, а светлый – незначительную. Чем сильнее контраст цвета клеток (на спектральной карте), в которых содержатся

значения аналогичных показателей, тем более значимо отличаются самолеты по техническим характеристикам (или другим показателям).

Особенностью первой группы являются большее, чем в остальных группах, количество мест, максимальная масса полезной нагрузки и длина взлетной полосы. Модификации типового отечественного регионального самолета (Т-самолета) вошли в третью группу, для которой характерны высокая крейсерская скорость и тяга при взлетном режиме, а также большая, чем в остальных группах, масса самолета и загрузка топливом.

Для последующего анализа и расчета коэффициентов конкурентоспособности использован метод ранжирования нормированных показателей (от 0 до 1), что позволило обеспечить их однородность. Нормирование осуществлялось по формуле:

$$k_j = \sum_{i=1}^n \frac{x_{\max i} - x_{ij}}{x_{\max i} - x_{\min i}} + \sum_{i=1}^n \frac{x_{ij} - x_{\min i}}{x_{\max i} - x_{\min i}},$$

где  $k_j$  – сумма нормированных оценок конкретного самолета по каждому из характеризующих его показателей;

- $x_{ij}$  – значение  $i$ -го показателя  $j$ -го лайнера;
- $x_{\max i}$  – максимальное значение  $i$ -го показателя;
- $x_{\min i}$  – минимальное значение  $i$ -го показателя.

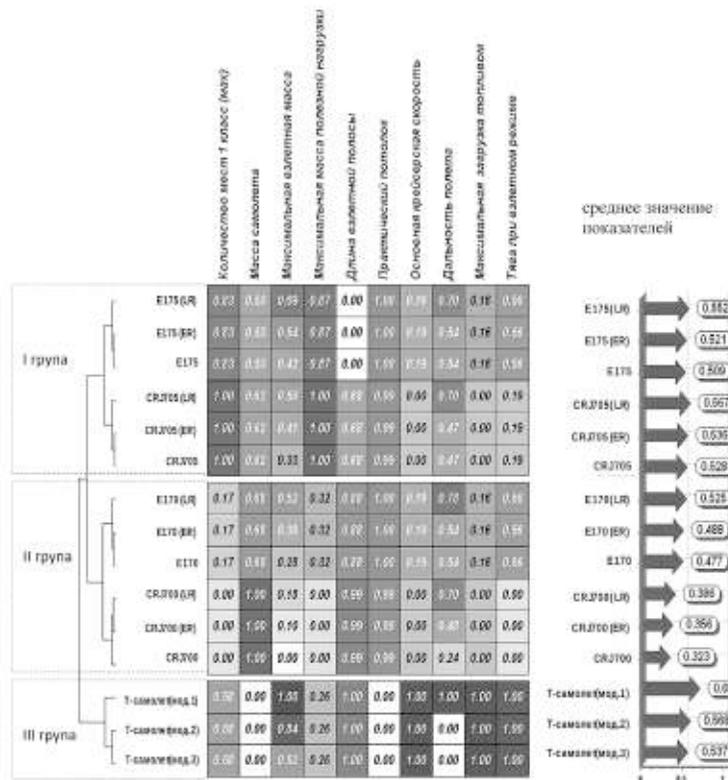


Рис. 2. Группирование самолетов по нормированным техническим характеристикам

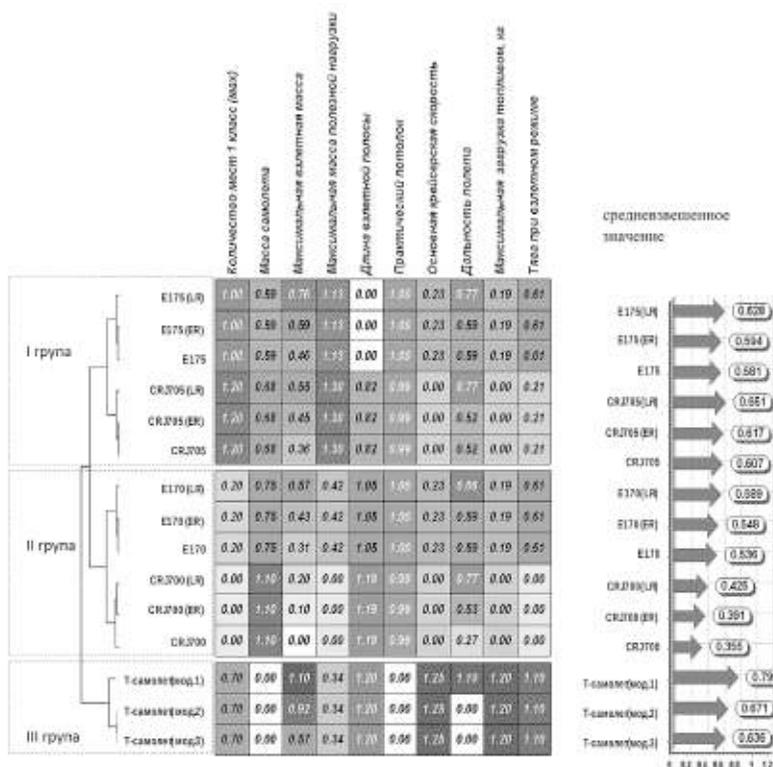


Рис. 3. Группирование самолетов по взвешенным нормированным техническим характеристикам

Группирование самолетов по нормированным показателям, отраженное на рисунке 2, показывает, что семейство Т-самолета занимает лидирующие позиции среди региональных самолетов.

Учитывая, что степень важности тех или иных параметров с точки зрения потенциальных потребителей (покупателей) различна, путем экспертного оценивания<sup>1</sup> определили весомость каждого показателя. Нормированные показатели пересчитывались с учетом экспертной оценки их важности, а также был рассчитан средневзвешенный показатель технических параметров каждой марки самолета. В результате семейство Т-самолета оказалось на лидирующих позициях, а аутсайдеры – самолеты, объединенные во второй группе (рисунок 3).

Если учитывать только технические характеристики и ценовой фактор, то модификации Т-самолета являются абсолютными лидерами среди рассматриваемых марок региональных самолетов (рисунок 4).

Цена, конечно, является одним из наиболее важных факторов конкурентоспособности, особенно на рынках с невысокой покупательской способностью. Однако в современных условиях важной составляющей конкурентоспособности является марка (бренд) товара, ее известность, репутация. Влияние фактора марки при его добавлении к предыдущим составляющим конкурентоспособности отражено на кластерно-спектральной карте (рисунок 5).

Не менее важным, чем какой-либо из рассмотренных ранее факторов, для расчета конкурентоспособности такого сложного технического изделия как самолет, является сервисное обслуживание (почти полное отсутствие) нивелирует все высокие конкурентные преимущества Т-самолета (рисунок 6).

<sup>1</sup> Для получения экспертных оценок было привлечено 7 экспертов. Метод экспертного опроса, как основной источник эмпирической информации, подкреплялся процедурами обеспечения достоверности ответов (процедуры согласованности, учет субъективных преимуществ, самооценки и т.д.).

Используя данные группирования самолетов по взвешенным нормированным техническим характеристикам и нормированным оценкам рыночных факторов (рисунок 6), можно рассчитать позицию каждого самолета на позиционном радаре конкурентов [12] (рисунок 7).

Отметим, что позиция самолета по отношению к центру радара соответствует уровню его конкурентоспособности (чем ближе к центру, тем больше конкурентоспособность). Кроме того, в каждом секторе группируются схожие по весомости отдельных факторов конкурентоспособности самолеты.

Для модификаций Т-самолета, сгруппированных в I секторе, наиболее весомым фактором конкурентоспособности являются известность, технические характеристики и цена, во втором секторе – сервис и известность марки, в третьем – высокий уровень сервиса и лучшие, чем у самолетов II сектора технические и ценовые характеристики.

Таким образом, Т-самолет наиболее конкурентоспособен на рынках, где ценовой параметр является определяющим, но при условии повышения уровня узнаваемости марки и уровня сервиса будет конкурентоспособен на любых рынках.

Анализ конкурентоспособности Т-самолета и его модификаций, выполненный данным методом, показывает, что при наличии прочих равных параметров, значения ценового фактора можно увеличивать с незначительной потерей уровня конкурентоспособности, что обеспечит повышение эффективности реализации самолетов и всей программы в целом. Отсутствие развитой сервисной сети в свою очередь нивелирует все технические и коммерческие преимущества отечественных авиационных продуктов. Поэтому одно из главных направлений повышения конкурентоспособности Т-самолета – развитие сети сервисных центров.

**Заключение**

В данной работе предлагается оценка конкурентоспособности про-

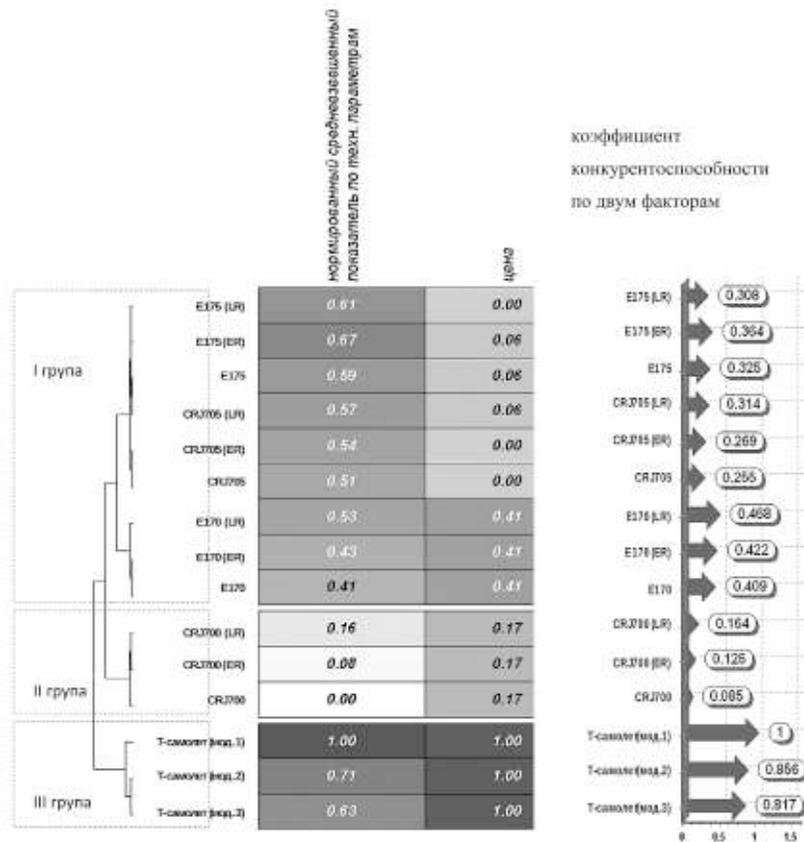


Рис. 4. Группирование самолетов по нормированным значениям технических характеристик и цене

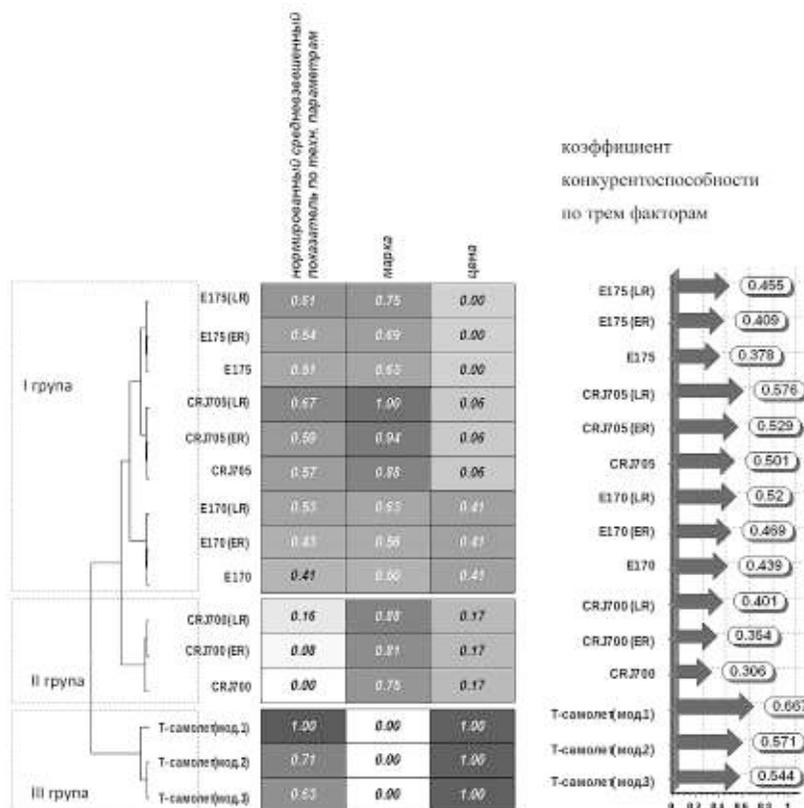


Рис. 5. Группирование самолетов по нормированным значениям технических характеристик, марке и цене

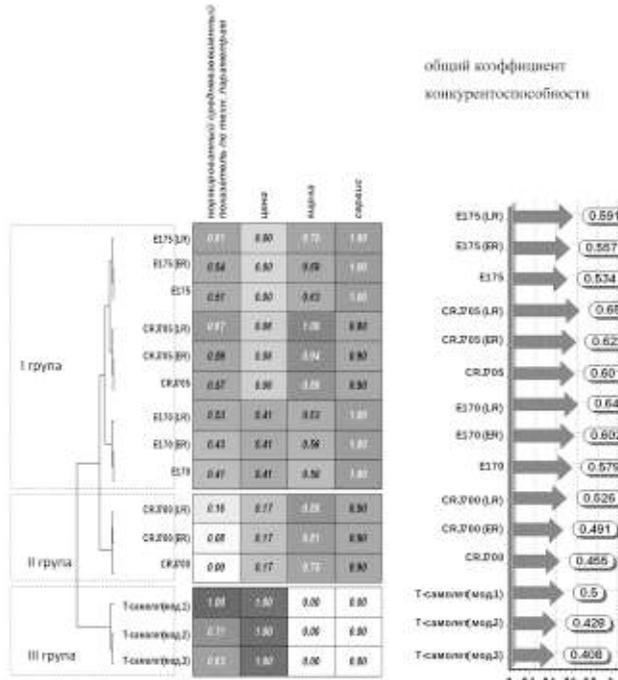


Рис. 6. Группирование самолетов по нормированным значениям

дукции авиационного предприятия при помощи использования методологии кластерно-спектральной диагностики множества технических объектов. Использование этой методологии позволяет определять степень конкурентоспособности изделий авиационного предприятия на специализированном рынке и выявлять наиболее весомые факторы влияния на конкурентоспособность.

Таким образом, кластерно-спектральный анализ является перспективным направлением диагностики конкурентоспособности технических объектов и может быть адаптирован под решение широкого круга задач, связанных с оценкой и диагностикой состояния объектов.

### Литература

1. Кривов Г.А. Особенности развития наукоемких отраслей машиностроения / Г.А. Кривов // Технологические системы. – 2002. – № 2. – С. 12-14.
2. Шулепов В.М., Кривова С.Г. До питання державних преференцій в процесі реалізації науково-технічних програм наукомісткого машинобудування // VII Міжнародна науково-практична конференція Управління проектами: стан та перспективи. 20–23 вересня 2011 р., Коблево, – С. 373–378.
3. Мандель И.Д. Кластерный анализ. – М.: Финансы и статистика. 1988. – 176 с.
4. Дадакова Е.В., Драганчук Л.С. Использование кластерного метода в сегментном анализе рынка. – Маркетинг в России и за рубежом. – №4, 2005
5. Патент №36881. Україна Спосіб кластерно-спектральної діагностики множини технічних об'єктів.

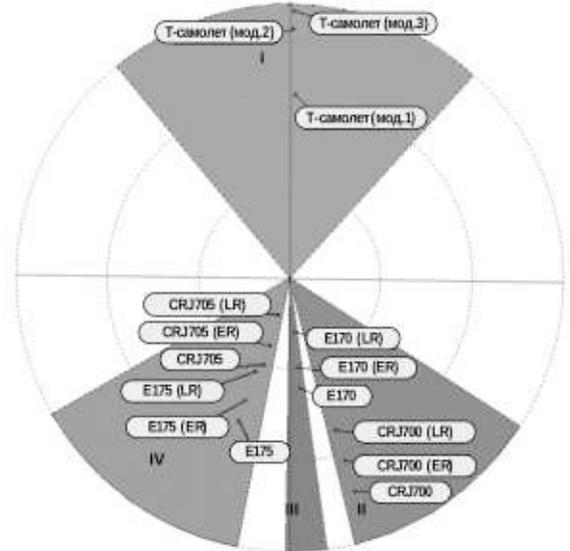


Рис. 7. Позиционирование Т-самолета на радаре конкурентов

ектів. Інформаційно-аналітична фірма ЕКСОР. Опубл. 15.07.2003 г., Бюл. №7.

6. 5-та Всеєвропейська конференція міністрів навколишнього середовища “Довкілля для Європи”, Київ через Оргус. Досвід цифрового виміру довкілля України у часі та просторі // Міністерство екології та природних ресурсів України; Інформаційно-аналітична фірма ЕКСОР, – К.: КВІЦ, – 2003.

7. Р.В. Якобюк, Н.В. Лисак. Технології підтримки прийняття рішень: кластерно-спектральний аналіз як метод порівняння та діагностики регіонів України за їх характеристиками. // Вісник Української Академії державного управління при Президентові України, №3 – 2002, С. 399–406.

8. Бугай С. Н., Афанасьєва Л. Ф. Лисак Н. В. Макеєва Т. И. Информационно-коммуникационная система государственного управления региональной политикой как составляющая “электронного правительства” // Информация, анализ, прогноз – стратегические рычаги эффективного государственного управления: Тезисы докладов / Материалы V Междунар. науч.-практ. конф. – К.: УкрИНТЭИ, 2006. – С. 28–37.

9. Салій І.М. Урбанізація в Україні: соціальний та управлінський аспекти // К.: Наукова думка. 2005. – 304 с.

10. Афанасьєва Л., Лисак Н. До визначення однорідності регіонів України за рівнем економічного розвитку та галузевою структурою економіки // Економіст. – 2003. – №2, С.30–32.

11. Шнирко А.С. Позиціонування української фірми у світовому конкурентному просторі // Економіка України: стратегія і політика довгострокового розвитку. – К.: Фенікс. – 2003. – С. 884–905.

12. Сливоцький А. Міграція капіталу: Як у замислах на кілька кроків випередити своїх конкурентів // Пер. з англ. – К.: Пульсари. – 2001. – 296 с.