

УДК 336.717

**Мехович Сергій Анатолійович**, канд. економ. наук, доцент, професор кафедри економічного аналізу та обліку. Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна. Вул. Фрунзе, 21, м. Харків, Україна, 61002. Тел. +38-057-707-62-74. E-mail: bondar1945@mail.ua

**Ахієзер Олена Борисівна**, канд. техн. наук, доцент, професор кафедри комп'ютерної математики та математичного моделювання. м. Харків, Україна. Вул. Фрунзе, 21, м. Харків, Україна, 61002. Тел. +38-057-707-63-51. E-mail: elena\_akhiezer@ukr.net

**Дунаєвська Ольга Ігорівна**, канд. техн. наук, старший викладач кафедри комп'ютерної математики та математичного моделювання. м. Харків, Україна. Вул. Фрунзе, 21, м. Харків, Україна, 61002. Тел. +38-057-707-63-51. E-mail: dunaevskayaolga@mail.ru

### ЕКОНОМІКО – МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЗОНУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

*У статті розглянуто можливість побудови економіко-математичної моделі зонування промислових підприємств у регіонах України. З метою інтеграції бізнеса, влади та науки запропоновано впровадження інноваційно-інжинірингового промислового кластеру (ППК). Застосовано факторний аналіз ключових показників, що визначають принципи його розміщення. Розроблено методіку формування ППК та виконано розрахунок його синергетичного регіонального ефекту. Проаналізовано вплив таких кластерів на інноваційну активність підприємств та регіональний експортний потенціал.*

**Ключові слова:** інноваційно-інжиніринговий промисловий кластер, синергетичний регіональний ефект, фактори кластеризації.

**Мехович Сергей Анатольевич**, канд. економ. наук, доцент, профессор кафедры экономического анализа и учета. Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков, Украина. Ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, Украина, 61002. Тел. +38-057-707-62-74. E-mail: bondar1945@mail.ua

**Ахизер Елена Борисовна**, канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры компьютерной математики и математического моделирования. Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков, Украина. Ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, Украина, 61002. Тел. +38-057-707-63-51. E-mail: elena\_akhiezer@ukr.net

**Дунаевская Ольга Игоревна**, канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры компьютерной математики и математического моделирования. Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков, Украина. Ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, Украина, 61002. Тел. +38-057-707-63-51. E-mail: dunaevskayaolga@mail.ru

### ЕКОНОМІКО – МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗОНИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*В статье рассмотрена возможность построения экономико-математической модели зонирования промышленных предприятий в регионах Украины. С целью интеграции бизнеса, власти и науки предложен инновационно-инжиниринговый кластер (ИИПК), Применён факторный анализ ключевых показателей, определяющих принципы его размещения. Разработана методика формирования ИИПК и выполнен расчет его синергетического регионального эффекта. Проанализировано влияние таких кластеров на инновационную активность предприятий и региональный экспортный потенциал.*

**Ключевые слова:** инновационно-инжиниринговый промышленный кластер, синергетический региональный эффект, факторы кластеризации.

**Mekhovich Sergey**, *PhD* in Economics, associate Professor, Professor of the Department of economic analysis and accounting. Kharkiv national technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkov, Ukraine. St. Frunze 21, Kharkiv, Ukraine, 61002. Phone +38-057-707-62-74. E-mail: bondar1945@mail.ua

**Akhiezer Elena Borisovna**, *Candidate of technical Sciences*, associate Professor of the Department of computing mathematics and mathematical modeling. Kharkiv national technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkov, Ukraine. St. Frunze 21, Kharkiv, Ukraine, 61002. Phone +38-057-707-63-51. E-mail: elena\_akhiezer@ukr.net

**Dunaievskaya Olga Igorevna**, *Candidate of technical Sciences*, senior lecturer of the Department of computing mathematics and mathematical modeling. Kharkiv national technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkov, Ukraine. St. Frunze 21, Kharkiv, Ukraine, 61002. Phone +38-057-707-63-51. E-mail: dunaevskayaolga@mail.ru

## ECONOMIC - MATHEMATICAL MODEL ZONING INDUSTRIAL ENTERPRISES

*The possibility of creation of economic-mathematical model of zoning of the industrial enterprises of regions of Ukraine is considered in the article. The technique of formation of innovative and engineering industrial clusters is offered. Influence of such clusters on innovative activity of the enterprises is analysed. The factorial analysis to finding of the key indicators defining placement of an innovative and engineering cluster is applied. The synergetic regional effect of innovative and engineering industrial clusters is gained.*

**Key words:** *innovative and engineering industrial cluster, synergetic regional effect, clustering factors.*

### Введение

Инновационная экономика – это экономика, обеспечивающая эффективное использование результатов научных и инженерных достижений человечества для обеспечения конкурентоспособности государства во всех сферах и направлениях его социально-экономического развития, экономика, динамично изменяющаяся под влиянием развития научно - технического прогресса (НТП) [1]. Модернизация промышленности на основе коренных инновационных преобразований имеет свои отличительные особенности. Одним из инструментов таких преобразований является технологический реинжиниринг. Наиболее эффективная форма его проведения, по мнению авторов, связана с формированием кластерных образований с участием предприятий машиностроения и предприятий других отраслей с соблюдением принципов кооперирования на общих технологических платформах. Такой подход обусловлен эффективностью кластерной политики в странах ЕС и ведущих государствах.

### Основная часть

Реинжиниринг на основе гибких технологий обеспечивает создание перспективной производственной основы машиностроительных предприятий и в силу модульного принципа их построения обеспечивает долгосрочные возможности ее модернизации при относительно малых капиталовложениях. Внедряемые инновации носят вертикальный характер и имеют важное значение для всей экономики. Преобразование производственной базы предприятий в рамках технологических платформ представляет собой технологическую диффузию, и являются экономической категорией.

Если говорить об интеграции в мировую экономику, то необходимым условием для промышленности Украины является принятие европейских технологических платформ (ЕТП). Стратегически это означает необходимость формирования реинжиниринговых программ на базе платформ, согласованных с ЕТП. В силу сложившейся структуры промышленности и кластерного распределения предприятий базовых отраслей без государственного управления и координации инновационными процессами не

представляется возможным. В настоящее время в ЕС формируются ТП нового уровня – Европейские технологические инновационные платформы (ETIP).

Сегодня важно понимание необходимости внедрения технологических платформ как эффективного механизма государственно-частного партнерства в области научно-технологического и промышленного развития. При этом следует брать на вооружение лучшие наработки в этой области европейских партнеров и избежать ошибок. Для успешного решения задач технологической санации недостаточно наличия одних технологий, пусть и самых передовых. Важно прививать руководителям крупнейших промышленных предприятий культуру их потребления, создания механизмов, которые могут задействовать эти технологии. В процессе санации промышленности на инновационной основе, заявленной высшим руководством страны, должны участвовать все стороны – и государственные органы, и бизнес, и институты развития. В связи с этим, предлагается модель (рис. 1) представляющая собой механизм, обеспечивающий взаимодействие правительственных структур с институтами гражданского общества, выступающими своего рода фундаментом технологического развития страны.

В основе предлагаемого подхода лежит новая институциональная теория, согласно которой в обеспечении инновационных преобразований первоочередное значение отводится институциональной среде и власти, а роль участников экономического взаимодействия в осуществлении технологического реинжиниринга рассматривается с позиций распространения инноваций. В предложенной модели авторы исходят из того факта, что имеющиеся экономические проблемы, стоящие на пути решения инновационных задач, своей первопричиной имеют институциональное несовершенство.

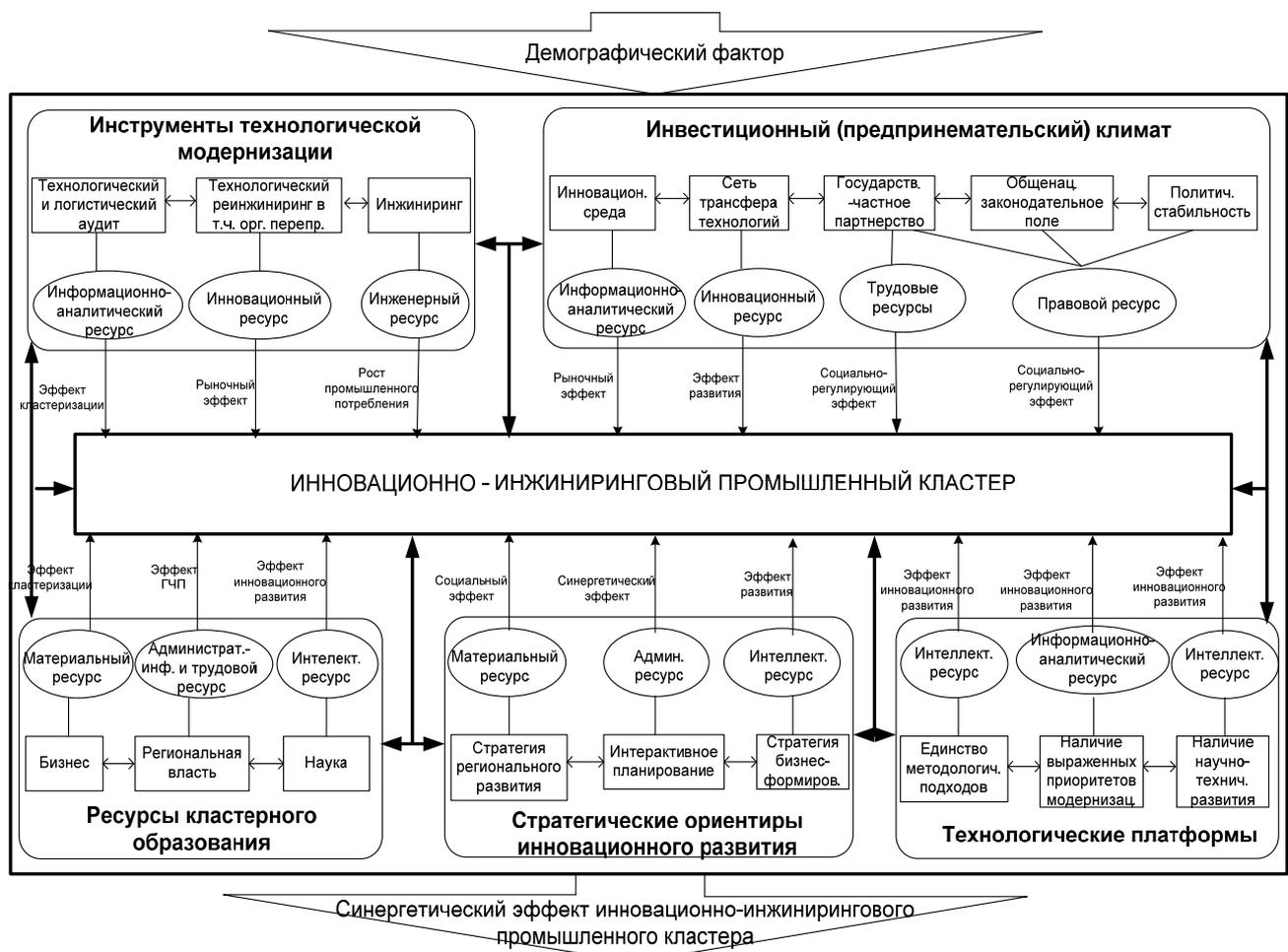


Рис.. Модель инновационно-инжинирингового промышленного кластера

В процессе своей эволюции территориально-промышленные образования (предшественники современных кластеров) прошли несколько стадий, каждая из которых приносила определенный эффект как в развитие промышленности, так и в развитие регионов (таблица 1).

Таблица 1

Факторы конкурентоспособности территориально-промышленных образований в процессе их эволюции

Этапы эволюции территориально-промышленных образований	Факторы конкурентоспособности территориально-промышленных образований в процессе их эволюции
Территориально-производственные комплексы	Преимущества кооперации, снижение уровня транзакционных издержек, решение проблем социально-экономического развития региона
Индустриальные агломерации промышленности	Транспортно-логистические преимущества, снижение уровня неопределенности и транзакционных издержек на географической концентрации, быстрая реакция на инновации конкурентов
Инновационные промышленные зоны	Кадровые и инфраструктурные преимущества инновационного развития, снижение уровня неопределенности и транзакционных издержек с использованием формальных институтов и на основе заключения явных контрактов с участниками интегрированного образования о сотрудничестве (трансферт технологий)
Территориальные инновационные сети	Информационные преимущества, снижение уровня неопределенности и транзакционных издержек с использованием не формальных институтов (формирование социального капитала, диффузия управленческих инноваций)
Инновационные промышленные кластеры	Инновационные преимущества совместной деятельности в рамках сетевых механизмов (формирования институциональной среды инновационного развития, партнерство с государственной властью и местным сообществом)
Инновационные технологические кластеры	Инновационные преимущества совместной деятельности в рамках сетевых механизмов научно-технического сотрудничества и трансфера технологий
Региональные инновационно-инжиниринговые промышленные кластеры	Инновационные преимущества совместной деятельности в рамках сетевых механизмов научно-технического сотрудничества бизнес-формирований и региональных органов власти на основе общих технологических платформ и активизации инжиниринговой деятельности (формирование институциональной и инновационной среды в условиях глобальных сетей трансфера технологий на основе государственно-частного партнерства и новых инструментов инновационного развития; глобальная технологическая модернизация промышленных предприятий при активном участии предприятий малого и среднего бизнеса; согласованное развитие социальных программ регионов с программами технологической модернизации промышленных предприятий)

Если на начальных стадиях их функционирования преобладали государственно-отраслевые институты, обеспечивавшие решение требуемых на то время задач развития, то в современных условиях этого недостаточно. Появилась жизненная потребность в формировании новой модели институционального развития, которая отвечала бы на вызовы не только коренных трансформаций, происшедших в экономике, правовом поле и

территориальном образовании Украины, но смогла бы сориентировать вектор развития страны в направлении интеграции с мировым окружением. В качестве одного из вариантов модели может рассматриваться предлагаемый авторами Региональный инновационно-инжиниринговый промышленный кластер (ИИПК).

В условиях постиндустриальной экономики, характеризующейся наличием в экономическом пространстве различных информационных сетей и сетей трансфера технологий, представляется необходимым использование институционального подхода к трактовке сущности кластеров как формы интеграции капитала, бизнеса, власти, технологий и информатики. Новая институциональная теория базируется на постулате наличия всех этих элементов интеграции в формах и виде, прошедших определенную апробацию в различных социально-экономических условиях и средах и регионах с разным уровнем развития и концентрации производства. Новая институциональная теория дополняет неоклассический анализ процессов формирования и развития инновационного кластера анализом институциональной среды сетевого взаимодействия всех его акторов.

Реализация преимуществ модели кластеризации с созданием институтов для обеспечения эффективного функционирования новых инструментов инновационного развития создает предпосылки для разрешения противоречий в отношениях сотрудничества бизнеса, науки и власти, прежде всего, в процессах территориального и внутрикластерного развития.

Кластерный подход начал активно применяться в современных процессах трансформационных преобразований региональной экономики. Это обусловлено необходимостью обновления и повышения эффективности инструментов региональной политики в условиях финансового кризиса и дефицита бюджетных средств для поддержки региональных предприятий, повышения их конкурентоспособности и развития малого и среднего бизнеса. Наиболее прогрессивные регионы на основе анализа успешного мирового опыта осознали, что использование кластерного подхода является одним из наиболее эффективных инструментов при реализации задач модернизации предприятий и обеспечения развития инновационных секторов экономики.

Социально-экономические объекты, как правило, являются очень сложными, многообразными, так как их формирование обычно обусловлено действием множества разнообразных признаков. Региональный инновационно-инжиниринговый кластер представляет собой новое образование, основная задача которого состоит в обеспечении организационно-экономических условий модернизации промышленных предприятий с целью построения экспортоориентированной экономики. Особенности сложившейся структуры производства в Украине и оценка технического уровня промышленных предприятий диктуют целесообразность вовлечения в процесс реинжиниринга в качестве ядра кластерных образований предприятия ОПК. Это, с одной стороны, будет способствовать повышению их технологического уровня, с другой обеспечит синергетический эффект в развитии малого и среднего бизнеса в украинских регионах.

Формирование такого кластера осуществляется под действием множества признаков, которые оказывают влияние не только на процесс организационно-экономического формирования самого кластера, но содержат все механизмы управления эффективностью реализации инновационной стратегии с использованием принципов корпоративного управления. Мировой опыт корпоративного хозяйствования показывает, что существует несколько подходов к оценке эффективности функционирования кластера. Одним из наиболее простых подходов является оценка синергетического эффекта кластера на основе сравнения оценки общей стоимости предприятий, входящих в кластер, и суммы стоимостей входящих в нее организаций. Однако использование данного подхода целесообразно при наличии достаточно регулярных оценок стоимости бизнеса предприятий кластера, что не всегда возможно. Предлагаемая методика основана на анализе признаков, возникающих при формировании ИИПК и характерных для современной инновационной системы:

- V<sub>1</sub> – технологический аудит;
- V<sub>2</sub> – сеть трансфера технологий;
- V<sub>3</sub> – технологический реинжиниринг;
- V<sub>4</sub> – инжиниринг;
- V<sub>5</sub> – инновационная среда (включая институты регионального управления);
- V<sub>6</sub> – государственно-частное партнерство;
- V<sub>7</sub> – индикативное планирование развития кластерного образования;
- V<sub>8</sub> – технологические платформы;
- V<sub>9</sub> – региональная власть (команда профессиональных государственных менеджеров, четко представляющая и поддерживающая кластерную политику);
- V<sub>10</sub> – стратегические ориентиры бизнес-формирований;
- V<sub>11</sub> – политическая стабильность;
- V<sub>12</sub> – бизнес (промышленные предприятия в лице их генеральных менеджеров);
- V<sub>13</sub> – научный потенциал (научно-исследовательские и проектные институты и университеты, технопарки, бизнес-инкубаторы);
- V<sub>14</sub> – стратегические ориентиры регионального развития;
- V<sub>15</sub> – общенациональное законодательное поле.

При исследовании таких многопараметрических объектов всегда встает вопрос: нельзя ли исключить из анализа часть признаков, оказывающих несущественное влияние на результативный показатель, или заменить их меньшим числом каких-либо факторов без ущерба влияния на конечный результат? С этой целью был использован класс методов факторного анализа как метода сокращения числа переменных и их обобщения [2, 3].

Для систематизации и классификации признаков с целью обеспечения комплексного и системного подхода к исследованию синергетического регионального эффекта (SRE) ИИПК был проведен факторный анализ признаков V<sub>i</sub> (i = 1,...,15) [4,5].

Источником для расчета ряда описанных выше показателей являются агрегированные данные официальной статистики. Так показатели научного потенциала “Доля предприятий отрасли, которые осуществляют инновации” и “Доля сотрудников предприятий отрасли, занимающихся НИР”, показатели сети трансфера технологий и показатель бизнеса рассчитаны на основе показателей из результатов выборочного исследования по предприятиям. Остальные показатели построены с помощью метода экспертной оценки на основе статистических показателей муниципальных образований и обработки анкетных данных результата опроса экспертов. Экспертная оценка определяется на шкале от 0 до 10, где большему значению соответствует лучшее значение фактора [12]. С целью определения целесообразности выполнения факторного анализа рассчитаем критерий сферичности Бартлетта и Критерий адекватности выборки Кайзера-Мейера-Олкина (таблица 2)

Таблица 2

Критерии корректности проведения факторного анализа

<b>KMO and Bartlett's Test</b>		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,519
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	2316,821
	df	105
	Sig.	,000

Значение рассчитанных показателей позволяет сделать вывод о том, что факторный анализ является приемлемым методом для анализа корреляционной матрицы [6]. В соответствии с критерием Кайзера следует, что мы приходим к выбору пяти главных компонент (факторов).

«Предпринимательский (инновационный) климат» формируют :

- инновационная среда (включая институты);

- сеть трансфера технологий;
- государственно-частное партнёрство;
- общенациональное законодательное поле;
- политическая стабильность.

На «Ресурсы кластерного образования» оказывают влияние:

- региональная власть;
- бизнес;
- наука.

«Стратегические ориентиры инновационного развития» определяют :

- стратегия регионального развития;
- стратегия бизнес формирований, расположенных на территории региона;
- индикативное планирование на основе интерактивной идеологии.

В качестве «Инструментов технологической модернизации» определены:

- технологический аудит;
- технологический реинжиниринг;
- инжиниринг.

Пятый фактор, содержит одну переменную «Технологические платформы», который в последующем исследовании будет рассматриваться как отдельный фактор.

Окончательно имеем пять основных факторов определяющих синергетический региональный эффект промышленного кластера:

- $F_1$  – ресурсы кластерного образования;
- $F_2$  – технологические платформы;
- $F_3$  – инструменты технологической модернизации;
- $F_4$  –предпринимательский климат;
- $F_5$  – стратегические ориентиры инновационного развития.

$$F_i (i = \overline{1,5}).$$

Значения факторов  $F_1, F_2, \dots, F_5$  были определены на основе регрессионного уравнения в виде линейной комбинации значения признаки и значения его факторной нагрузки. Таким образом, в результате факторного анализа произведена редукция данных в результате которой количество переменных было сокращено в три раза с сохранением их описательной способности. Рассчитанные значения полученных пяти факторов использованы в при формировании ИИПК. Как ключевой на сегодняшний день фактор, влияющий на формирование инновационно - инжинирингового промышленного кластера, добавлен фактор географического положения. Учет факторов, редуцированных ранее, позволяет определить потенциальные возможности формирования ИИПК с учетом той или иной территории. Факторы размещения ИИПК представлены на рис. 2 [7–9]. Учитывая, что каждый кластер может содержать разное количество предприятий, в качестве критерия кластеризации был выбран метод взвешенного попарного среднего. Наиболее вероятное количество кластеров было определено с помощью иерархического анализа со случайно отобранной выборкой наблюдений [10]. В таблицах 3а,3б,3в. приведены отрывки таблицы агломераций, где в столбцах приводится обзор принадлежности, из которого можно выяснить очерёдность построения кластеров, а также их оптимальное количество. При этом видно, что первый наибольший скачок (от 4,995 до 5,475) произошел на 113-ей итерации. Следовательно, оптимальное число кластеров составит  $134-113 = 21$ .

При анализе агломераций, представленных в таблицах 3 а,б,в можем наблюдать и второй существенный скачок значений коэффициентов, который произошел на 123 итерации (от 8,340 до 9,277). В этом случае, рациональное число кластеров составит  $134-123=11$ .

Применяя метод к – средних не трудно показать, что в случае, когда число кластеров для разбиения составляет 21, некоторые кластеры является малочисленными, что, по состоянию экономики на сегодняшний день, не целесообразно. При числе кластеров равном 11 малочисленные кластеры отсутствуют. Это говорит о том, что предприятия,

принадлежащие к ОПК целесообразно разбить на 11 инновационно - инжиниринговых промышленных кластера.

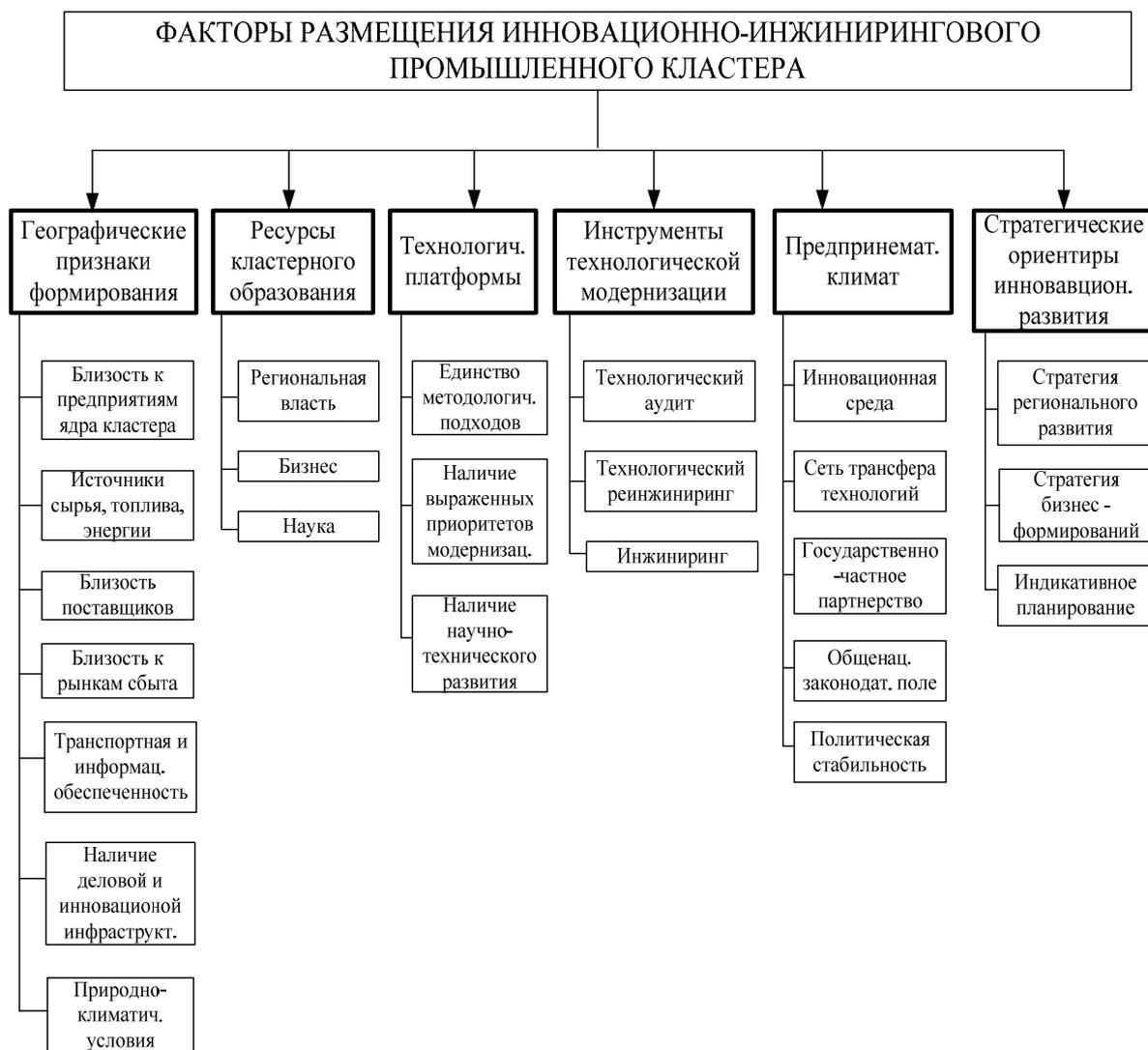


Рис. 2 Основные факторы, определяющие размещение инновационно-инжинирингового промышленного кластера

Таблица 3а

Таблица агломераций данных (начало)

**Average Linkage (Between Groups)**

**Agglomeration Schedule**

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	20	49	,550	0	0	5
2	15	37	,693	0	0	21
3	11	47	,697	0	0	20
4	23	41	,700	0	0	33
5	20	34	,728	1	0	22
6	31	44	,811	0	0	21
7	19	29	,846	0	0	16
8	36	48	,931	0	0	33
9	10	35	,957	0	0	20
10	13	24	,984	0	0	26

Таблица 3б

Таблица агломераций данных (середина)

110	20	71	4,536	81	87	118
111	10	16	4,696	98	104	123
112	30	130	4,879	19	0	120
113	39	43	4,995	94	50	120
114	15	31	5,475	99	102	117
115	23	36	5,739	103	95	118
116	6	14	5,957	105	88	123

Таблица 3в

Таблица агломераций данных (окончание)

120	30	39	7,432	112	113	130
121	22	73	7,456	30	106	127
122	2	4	7,701	107	109	125
123	6	10	8,340	116	111	125
124	20	61	9,277	118	85	127
125	2	6	9,402	122	123	129
126	12	62	9,984	97	0	132
127	20	22	10,030	124	121	128
128	7	20	10,857	119	127	129
129	2	7	11,706	125	128	131
130	17	30	13,546	108	120	131
131	2	17	15,625	129	130	132
132	2	12	16,813	131	126	133
133	1	2	23,368	24	132	0

Таким образом, разработанная схема алгоритма кластерного зонирования региона интегрирует количественные и качественные методы определения возможностей кластеризации на основе предприятий ОПК. В отличие от существующих методов, она позволяет не только определять потенциал кластеризации региона, но и моделировать кластерное образование с выявлением состава участников и уровня взаимодействия между ними. Помимо выше перечисленных задач, встроенность кластера в экономику территории требует оценки реальной или потенциально возможной эффективности его взаимодействия с прочими субъектами хозяйственной деятельности региона. В связи с этим, рассмотрим вопрос определения уровня кластеризации региона.

Эффективность кластерного образования – это принципиально новый вид эффективности, источником которой, как было обосновано ранее, является интеграция бизнеса, науки и региональных органов власти. Под кластерными эффектами понимается результат влияния целенаправленной согласованной кластерной политики на различные результативные показатели деятельности производственных предприятий, учреждений науки и образования, показатели социально-экономического развития регионов, включая уровень жизни и качество жизнеобеспечения его населения. Деятельность кластера сопряжена с получением синергетического регионального эффекта (SRE), который обусловлен тем, что в рамках кластерных структур связи между участниками упорядочиваются и развиваются, становясь более тесными и продуктивными. В результате, во-первых, в кластерах облегчается обмен ресурсами и совместное их использование, что способствует повышению их эффективности их использования; во-вторых, внутри кластерной сети информация циркулирует быстрее, что позволяет участникам кластера быстро и адекватно реагировать на

изменения внешней и внутренней среды, принимать более взвешенные решения; в-третьих, развитые взаимосвязи участников кластера в производственной, сбытовой, финансовой, научно-технической сфере дает возможность реализовывать совместные проекты, укрепляющие положение предприятий на освоенных рынках и способствует освоению новые. Управление SRE создает специфические конкурентные преимущества и дает возможность применения стандартных подходов многофакторного регрессионного анализа [11]. Применяя стандартный подход вычисления определителя матрицы парных коэффициентов корреляции между факторами не трудно показать отсутствие мультиколлинеарности между ними. Поскольку невозможно использовать статистические гипотезы о плотности распределения, то в данном случае применим метод группового учёта аргумента (МГУА), принадлежащий к числу эволюционных алгоритмов искусственного интеллекта [12, 13].

Разобьем имеющуюся выборку данных за 2000–2012 года  $W$  на три подвыборки (как это было предложено академиком института кибернетики АН Украины А. Г. Ивахненко):

$G$  – обучающая подвыборка (данные взяты за 2000–2005 годы);

$C$  – тестовая подвыборка (данные взяты за 2005–2010 годы);

$B$  – экзаменационная подвыборка (данные взяты за 2011–2012 годы).

Используя обучающую подвыборку  $G$ , настраиваем параметры модели.

$$s_G^2 = |(SRE)_G - W_G \times \bar{a}_G|^2, \tag{1}$$

где  $W_G$  – матрица подвыборки  $G$ , а  $\bar{a}_G$  – значения вектора параметров  $G$ , найденных методом наименьших квадратов (МНК):

$$\bar{a}_G = [W_G^T \times W_G]^{-1} \times [W_G^T \times (SRE)_G] \tag{2}$$

Для определения степени функционального ряда (3.6) рассмотрен комбинированный внешний критерий оптимальности модели, на основе объединения критерия непротиворечивости модели как критерия смещения и критерия предсказательной способности:

$$k^2 = \bar{\mu}_b \cdot s^2 + \Delta^2(B/W), \tag{3}$$

где

$$\bar{\mu}_b = (\bar{a}_G - \bar{a}_C)^T \times W^T \times W \times (\bar{a}_G - \bar{a}_C), \tag{4}$$

$$\Delta^2(B/W) = \frac{|(SRE)_W - W_G \times \bar{a}_G|^2}{|(SRE)_W - (\widehat{SRE})_W|^2}. \tag{5}$$

Так как минимум внешнего критерия (3) достигается на полиноме второй степени, то для связи (SRE) и имеющихся факторов введём линейный по параметрам и нелинейный по факторам полином Колмогорова – Габора:

$$(SRE) = a_0 + \sum_{i=1}^6 a_i F_i + \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^6 a_{ij} F_i F_j \tag{6}$$

При расчете коэффициентов уравнения регрессии (6) используем метод наименьших квадратов с учетом ортогональности столбцов новой матрицы элементов ортогонального ЦКП.

Оценка надёжности полученных результатов была проведена с помощью F-критерия Фишера. Поскольку полученные SRE по данным экзаменационной выборки при помощи предложенной модели (6) превысили предоставленные реальные показатели, то это даёт возможность говорить о наличии эффективного взаимодействия факторов предложенной методики построения ИИПК (рис.1).

### Выводы

1. Предложенные принципы создания и функционирования кластеров позволяют сформировать эффективную стратегию развития экономики региона.
2. Разработанная авторами схема алгоритма кластерного зонирования интегрирует количественные и качественные методы определения возможностей кластеризации экономики региона. В отличие от существующих, она позволяет не только определять потенциал кластеризации региона, но и моделировать кластерное образование с выявлением состава участников и уровня взаимодействия между ними.
3. Комплексным показателем оценки вклада кластера в развитие территории его дислокации является увеличение SRE за счет создания и развития данной структуры. На основе разработанной модели, описывающей SRE ИИПК показана положительная роль региональных кластеров в выявлении стратегических ниш развития региона, определяющих приоритеты и механизмы региональной кластерной политики.

### Список использованной литературы

1. Инновационная экономика. Монография / Л. Н. Ивин, В. М. Куклин, А. С. Захарченко, С. А. Мехович, В. Л. ТОВАЖНЯНСКИЙ, Л. Л. ТОВАЖНЯНСКИЙ; под ред проф. Л. Л. ТОВАЖНЯНСКОГО. – Харьков: ООО «ЭДЭНА», 2010. – 716 с. С.10.
2. Айвазян С. А., Бухштабер В. М., Енюков И. С., Мешалкин Л. Д. Прикладная статистика. Классификация и снижение размерности. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 607 с
3. Большаков А. А., Каримов Р. Н. Методы сжатия информации. Саратов. политехн. инст-т, Саратов, 1991. – 88 с.
4. Чеботарёв С. В. Теория и практика статического и динамического экономического факторного анализа / С. В. Чеботарёв // Системы управления и информационные технологии: Межвузовский сб. науч. трудов. – Воронеж: Центрально-Черноземное книжное изд-во, 2001. – С. 68–73.
5. Jolliffe I. T. Principal Component Analysis, Series: Springer Series in Statistics, 2nd ed., Springer, NY, 2002, XXIX, 487 p.
6. Ахизер Е. Б. Вычисление корреляционных матриц некоторых случайных процессов Материалы международной научно-технической конференции «Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье». – Харьков, – 1996. – С. 15–17.
7. Мандель И. Д. Кластерный анализ. – М.: Финансы и статистика. – 1988. – 176 с.
8. Классификация и кластер / Под ред. Дж. Вэн Райзина. – М.: Мир. – 1980. – 390 с.
9. М. Е. Перепичка. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук по теме «Модернизация регионов на основе инновационных кластеров» <http://economy-lib.com/modemizatsiya-razvitiya-regionov-na>
10. Дунаевская О. И. Многошаговая кластеризация в задаче коммивояжера высокой размерности / О. В. Серая, О. И. Дунаевская // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2008. – № 5/5. – С. 54–56.
11. Костенко Ю. Т., Раскин Л. Г. Прогнозирование технического состояния систем управления. – Харьков.: Основа, 1996. – 303 с.
12. Ивахненко А. Г. Долгосрочное прогнозирование и управление сложными системами. – Киев: Техника, 1975. – 311с.
13. Мухачев В. А. Планирование и обработка эксперимента: Учебное пособие. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. – 118 с.

### References

1. Innovation economy.: monograph / L. N. Ivin, V. M. Kuklin, A. S. Zakharchenko, S. A. Mekhovych, V. L. Tovagnynsky, L. L. Tovagnynsky. Ed. of Prof. L. L. Tovagnynsky –Kharkov: LLC "EDEN", 2010. – 716 p.
2. Ayvazian, S. A., Buchstaber C. M., Anyukov I. S., Meshalkin L. D. Applied statistics. Classification and dimensionality reduction. – M.: Finance and statistics, 1989. – 607 p.
3. Bolshakov, A. A., Karimov R. N. Data compression methods. Sarat. polytechn. inst-t, Saratov, 1991. – 88 p.
4. Chebotarev S. V. Theory and practice of static and dynamic economic factor analysis / S. V. Chebotarev // Control Systems and information technology: interuniversity collection of scientific. works. - Voronezh: Central black earth book publishing house, 2001. – P. 68-73.

5. Jolliffe I. T. Principal Component Analysis, Series: Springer Series in Statistics, 2nd ed., Springer, NY, 2002, XXIX, 487 p.
6. Akhiezer E. B. The calculation of correlation matrices of some random processes Materials of international scientific-technical conference "Information ion technology: science, engineering, technology, education, health". – Kharkov, – 1996.– P .15–17.
7. Mandel I. D. Cluster analysis. – М.: Finance and statistics. – 1988. – 176 p.
8. Classification and clustering. Ed. j. Van Of Raisina. – М.: Mir. 1980. – 390 p.
9. O. N Perepichka. Abstract of dissertatsii on competition of a scientific degree of candidate of economic Sciences on the theme "Modernization of the regions on the basis of innovative clusters" <http://economy-lib.com/modemizatsiya-razvitiya-regionov-na>
10. Dunaevskaya I. Multistage clustering in the traveling salesman problem of high dimension / O. V. Gray, I. Dunaevskaya // East European journal of advanced technologies. – 2008. No. 5/5 P. 54–56.
11. Kostenko Ju. T, Ruskin L.G. Forecasting technical condition control systems. – Kharkov.: The Foundation, 1996. – 303 p.
12. Ivakhnenko A. G. Long-term prediction and control of complex systems. – Kyiv: Tekhnika, 1975. – 311p.
13. Mukhachev V.A. Planning and processing of the experiment: a Training manual. – Tomsk: Tomsk state University of control systems and Radioelectronics, 2007. – 118 p.

Поступила в редакцию 12.08 2014 г.