**Расчеты характеристик уровня системности в транспортно-логистическом кластере**

**Е.И. Макаров, А.Н. Гамов**

С каждым годом у ученых и практиков возрастает интерес к транспортно-логистическим кластерам, как международным товаропроводящим системам, от эффективностифункционирования которых зависит развитие международного сотрудничества. В этом плане интересен европейский, и в частности словенский опыт создания транспортно-логистических кластеров [1,2].

Российский опыт создания подобных кластеров на сегодняшний день не богат, и в отечественной литературе отражены некоторые аспекты создания региональных кластеров [3,4,5,6,7,8].

Модели транспортно-логистических кластеров,полученные нами ранее, представлены выражениями для статической и динамической модели, в которых отражена целесообразность перехода от множества индивидуальных предприятий к кластерному объединению, устойчивость которого зависит от уровня системности (от организации управления), где существенная роль отводится информационно-аналитическому центру, а также процессам специализации, обеспечивающим дальнейший рост устойчивости транспортно-логистического кластера (ТЛК).

Мы в своем примере ограничились минимальным количеством предприятий – пятью, отражающем основные процессы структуризации как выражение объективных интенсивных факторов, обеспечивающих устойчивое развитие системы. При этом возникает целесообразность адаптации модельных представлений к реальной ситуации, возникающей на региональном уровне, например, Воронежской области. Возникает вопрос, - с какого числа предприятий, вошедших в кластер первого уровня иерархии, определяемого информационно-аналитическим центром (ИАЦ), их становится недостаточно для обеспечения требуемой устойчивости кластера? Наряду с ростом числа предприятий, когда экстенсивный фактор начнет исчерпывать свою эффективность, возникает необходимость в усилении интенсивного фактора, который связан с увеличением системности у рассматриваемого множества предприятий, особенно расположенных на информационном, территориальном, финансовом пересечении их производственных интересов.

Проведем расчеты связанные выявлением закономерностей между устойчивостью, системностью и числом предприятий – участников объединения, кластеризации используя за основу выражение для динамической модели:

$R∙In\frac{C}{C\_{0}}=φ$ , (1)

где $R$– коэффициент соответствия между левой и правой частями выражения[9],*С-* величина внешнего грузопотока, $C\_{0}$ суммарная мощность предприятий региона транспортно-логистического профиля, $φ$ – коэффициент эмрджентности Хартли [10], определяемый выражением:

$φ=\frac{log\_{2}\sum\_{m=1}^{M}C\_{W}^{m}}{log\_{2}W}$ , (2)

где $W$ – количество элементов в системе альтернативных будущих состояний системы; $m$ – сложность подсистемы (количество элементов первого уровня иерархии в системе); $C\_{W}^{m}$ – количество сочетаний из$W$по$m$., $φ$ – отражает уровень системности объекта и изменяется от 1 (системность отсутствует) до $φ=\frac{W}{log\_{2}W}$(системность максимальна).Полученные результаты сведем в таблицу 1.

Таблица 1 – Первый уровень системности и устойчивость кластера в зависимости от числа участников

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  Число  предприятийХарактеристики | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| $$ΔC$$ | - | 100 | 63 | 50 | 43 | 39 | 35 | 33 |
| $$\frac{C}{C\_{0}}$$ | - | 2 | 1,63 | 1,50 | 1,43 | 1,39 | 1,35 | 1,33 |
| $$In\frac{C}{C\_{0}}$$ | - | 0,69 | 0,49 | 0,41 | 0,36 | 0,33 | 0,30 | 0,29 |
| $$log\_{2}W$$ | 0,00 | 1,00 | 1,58 | 2,00 | 2,32 | 2,58 | 2,81 | 3,00 |
| $$\sum\_{m=1}^{M}C\_{W}^{m}$$ | 1,00 | 4,00 | 6,00 | 8,00 | 10,00 | 12,00 | 14,00 | 16,00 |
| $$log\_{2}\sum\_{m=1}^{M}C\_{W}^{m}$$ | 0,00 | 2,00 | 2,59 | 3,00 | 3,32 | 3,59 | 3,81 | 4,00 |
| $$φ$$ | 2/0 | 2,00 | 1,63 | 1,50 | 1,43 | 1,39 | 1,35 | 1,33 |
| $$φ\_{max}$$ | 2/0 | 2,00 | 1,90 | 2,00 | 2,15 | 2,33 | 2,49 | 2,67 |
| $$R$$ | - | 2,90 | 3,33 | 3,66 | 3,97 | 4,21 | 4,50 | 4,59 |

продолжение таблицы 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  Число  предприятийХарактеристики | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| $$ΔC$$ | 31 | 30 | 29 | 28 | 27 | 26 | 25 | 25 |
| $$\frac{C}{C\_{0}}$$ | 1,31 | 1,30 | 1,29 | 1,28 | 1,27 | 1,26 | 1,25 | 1,25 |
| $$In\frac{C}{C\_{0}}$$ | 0,27 | 0,26 | 0,26 | 0,25 | 0,24 | 0,23 | 0,22 | 0,22 |
| $$log\_{2}W$$ | 3,17 | 3,32 | 3,46 | 3,58 | 3,70 | 3,81 | 3,91 | 4,00 |
| $$\sum\_{m=1}^{M}C\_{W}^{m}$$ | 18,00 | 20,00 | 22,00 | 24,00 | 26,00 | 28,00 | 30,00 | 32,00 |
| $$log\_{2}\sum\_{m=1}^{M}C\_{W}^{m}$$ | 4,17 | 4,32 | 4,46 | 4,59 | 4,70 | 4,81 | 4,91 | 5,00 |
| $$φ$$ | 1,31 | 1,30 | 1,29 | 1,28 | 1,27 | 1,26 | 1,25 | 1,25 |
| $$φ\_{max}$$ | 2,84 | 3,01 | 3,18 | 3,35 | 3,51 | 3,67 | 3,84 | 4,00 |
| $$R$$ | 4,85 | 5,00 | 4,96 | 5,12 | 5,29 | 5,48 | 5,68 | 5,68 |

продолжение таблицы 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  Число  предприятийХарактеристики | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| $$ΔC$$ | 24 | 23 | 23 | 23 | 22 | 22 | 22 | 21 |
| $$\frac{C}{C\_{0}}$$ | 1,24 | 1,23 | 1,23 | 1,23 | 1,22 | 1,22 | 1,22 | 1,21 |
| $$In\frac{C}{C\_{0}}$$ | 0,22 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,19 |
| $$log\_{2}W$$ | 4,09 | 4,17 | 4,25 | 4,32 | 4,39 | 4,46 | 4,52 | 4,58 |
| $$\sum\_{m=1}^{M}C\_{W}^{m}$$ | 34,00 | 36,00 | 38,00 | 40,00 | 42,00 | 44,00 | 46,00 | 48,00 |
| $$log\_{2}\sum\_{m=1}^{M}C\_{W}^{m}$$ | 5,09 | 5,17 | 5,25 | 5,32 | 5,39 | 5,46 | 5,52 | 5,58 |
| $$φ$$ | 1,24 | 1,23 | 1,23 | 1,23 | 1,22 | 1,22 | 1,22 | 1,21 |
| $$φ\_{max}$$ | 4,16 | 4,31 | 4,47 | 4,62 | 4,78 | 4,93 | 5,08 | 5,24 |
| $$R$$ | 5,64 | 5,86 | 5,86 | 5,86 | 6,10 | 6,10 | 6,10 | 6,37 |

продолжение таблицы 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  Число  предприятийХарактеристики | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |
| $$ΔC$$ | 21 | 21 | 21 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| $$\frac{C}{C\_{0}}$$ | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 |
| $$In\frac{C}{C\_{0}}$$ | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 |
| $$log\_{2}W$$ | 4,64 | 4,70 | 4,75 | 4,81 | 4,86 | 4,91 | 4,95 | 5,00 |
| $$\sum\_{m=1}^{M}C\_{W}^{m}$$ | 50,00 | 52,00 | 54,00 | 56,00 | 58,00 | 60,00 | 62,00 | 64,00 |
| $$log\_{2}\sum\_{m=1}^{M}C\_{W}^{m}$$ | 5,64 | 5,70 | 5,75 | 5,81 | 5,86 | 5,91 | 5,95 | 6,00 |
| $$φ$$ | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 |
| $$φ\_{max}$$ | 5,38 | 5,53 | 5,68 | 5,82 | 5,96 | 6,10 | 6,26 | 6,40 |
| $$R$$ | 6,37 | 6,37 | 6,37 | 6,676,67 | 6,67 | 6,67 | 6,67 | 6,67 |

продолжение таблицы 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  Число  предприятийХарактеристики | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| $$ΔC$$ | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 18,9 | 18,7 |
| $$\frac{C}{C\_{0}}$$ | 1,19 | 1,19 | 1,19 | 1,19 | 1,19 | 1,19 | 1,189 | 1,187 |
| $$In\frac{C}{C\_{0}}$$ | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 |
| $$log\_{2}W$$ | 5,04 | 5,09 | 5,13 | 5,17 | 5,21 | 5,25 | 5,29 | 5,32 |
| $$\sum\_{m=1}^{M}C\_{W}^{m}$$ | 66,00 | 68,00 | 70,00 | 72,00 | 74,00 | 76,00 | 78,00 | 80,00 |
| $$log\_{2}\sum\_{m=1}^{M}C\_{W}^{m}$$ | 6,04 | 6,09 | 6,13 | 6,17 | 6,21 | 6,25 | 6,29 | 6,32 |
| $$φ$$ | 1,19 | 1,19 | 1,19 | 1,19 | 1,19 | 1,19 | 1,189 | 1,187 |
| $$φ\_{max}$$ | 6,54 | 6,67 | 6,81 | 6,96 | 7,10 | 7,29 | 7,43 | 7,52 |
| $$R$$ | 7,00 | 7,00 | 7,00 | 7,00 | 7,00 | 7,00 | 6,99 | 6,98 |

В рассмотренном диапазоне изменения числа исследуемых предприятий региона (от 1 до 40), объединенных транспортно-логистической задачей наблюдаются различные по интенсивности явления. Необходимо отметить, что с позиций системности можно вести речь при минимуме двух предприятий. При этом наблюдается максимальный уровень системности, равный двум, способный теоретически обеспечить адекватную переработку внешнего грузопотока при 100 % – ом превышении нормативного или суммарного для двух предприятий объема грузоперевозок, один из которых выполняет функции координатора (информационно-аналитического центра -ИАЦ). Для трех предприятий первый уровень системности способен справиться с внештатной ситуацией, превышающей плановую (расчетную) только на 63 %, что почти в два раза меньше, чем в предыдущем случае. При увеличении численности предприятий до 8 уровень системности падает еще почти в два раза, до 33 %. Однако дальнейший рост численности предприятий не приводит к столь существенному снижению уровня системности и соответствующей ему устойчивости кластера к колебаниям внешнего грузопотока. Более того, начиная с девяти предприятий, объединенных в кластер, вхождение каждого последующего приводит к снижению системности лишь на 1 %, а при численности выше пятнадцати предприятий возникают участки стабильной, неизменяемой системности, размеры которых последовательно растут. Так для интервалов численности предприятий: 18 – 20, 21 – 23, 24 – 27, 28 – 32 и 33 – 40 существует неизменный уровень системности, каждый из которых отличается не более чем на 1 %, находясь в пределах 23 – 19 %. Данная тенденция отчетливо представлена на рисунке 1. Как видно в отличие от первого уровня системности (кривая 1) максимально теоретический уровень системности (кривая 2) имеет противоположную тенденцию развития. С увеличением числа предприятий в кластере происходит последовательный рост максимального уровня системности[11].



Причем вид кривой 2 близкий к прямолинейной зависимости свидетельствует об устойчивой связи между числом предприятий и возможностью их оптимальной организации, обеспечивающей значительную эффективность как результат накапливающейся в процессе развития средней величины синергизма и эмерджентности. Однако, как было отмечено выше, максимальный уровень системности в принципе недостижим в силу действия различных правил запрета. Тем не менее, более высокий запас системности у объединений с большим числом структурных единиц свидетельствует о потенциальной возможности создания эффективной организации управления.

Необходимость в кластеризации, а главное, зримо ощутимую пользу, почувствуют в первую очередь участники, обладающие взаимодополняющей функциональностью. То есть предприятия преимущественно складского характера проявят интерес к расширению и укреплению сотрудничества с предприятиями специализирующимися в транспортных перевозках, а последние в свою очередь будут заинтересованы в терминалах, гибких экспедиторских, ремонтных организациях. Иными словами экстенсивный фактор, связанный с увеличением числа однотипных предприятий, обеспечивающих грузопоток от производителя к потребителю, со временем, по мере развития рыночных отношений, увеличения объема и ассортимента материальных потоков, вынужден будет уступить, в полном соответствии с законом единства и борьбы противоположностей, интенсивному фактору, который потребует гармонизации отношений между предприятиями. Начало процесса гармонизации вызовет необходимость координации работы предприятий. При этом координирующую роль призван выполнить информационно-аналитический центр, обеспечивающий на начальном этапе селекцию, фильтрацию внешней информации и доведение ее до предприятий в виде программы диспетчеризации. Таким образом, возникает первый уровень системности способный в основном за счет более продуктивной работы с внешним информационным потоком координировать работу предприятий ТЛК с внешним материальным потоком. Информационно-аналитический центр, принимая на себя функции генератора оптимальных решений по переработке материального потока предприятиями, в основном, позволяет оптимизировать тактику работы исходных предприятий, находящихся под его компетенцией. Можно говорить, что возникший первый уровень системности между предприятиями, вошедшими в состав кластера и организовавшими общий информационно-аналитический центр на первом этапе своей системной эволюции решает назревшие тактические задачи и обеспечивает статическую устойчивость кластера.

Выявление запаса устойчивости кластера в зависимости от уровня организации или системности потребует вновь возвратиться к выражению динамической модели кластерного объединения в следующем виде:

$R∙In\frac{C}{C\_{0}}=φ$, (3)

где $φ=\frac{log\_{2}\sum\_{m=1}^{M}C\_{W}^{m}}{log\_{2}W}$;$\frac{C}{C\_{0}}$ – отношение величины внешнего грузопотока к суммарной емкости предприятий кластера;$R$ – коэффициент соответствия внешнего сигнала или грузопотока уровню системности.

Если принять суммарную емкость предприятий за единицу, то есть $C\_{0}=1$, то $ΔC$, выраженное в процентах может характеризовать устойчивость системы или кластерного объединения к колебаниям внешнего сигнала или внешнего грузопотока. Величина коэффициента соответствия $R$, согласно результатам анализа выражения (3), будет характеризовать степень соответствия логарифма соотношения ($In\frac{C}{C\_{0}}$) величине системности $φ$. Очевидно, что чем больше величина $R$, тем меньше соответствие внешнего сигнала (грузопотока) уровню системности, выраженному величиной $φ$.

Построим графические зависимости величин, способных характеризовать степень устойчивости ТЛК к колебаниям внешнего грузопотока, от количества предприятий входящих в состав кластера (рис.2).

Вероятно, данные зависимости будут отражать теоретически возможные соответствия, что не всегда коррелирует с реальной действительностью. Однако мы еще раз отметим объективные тенденции, которые имеют место в процессах развития любых систем независимо от их происхождения, в том числе в полной мере относящиеся к социальным группам и системам, которые являются предметом исследования в настоящей работе.



Как видно из представленных на рисунке 2 зависимостей максимальная устойчивость наблюдается при минимальном количестве предприятий (кривая 1), объединенных первым уровнем системности в лице ИАЦ. Дальнейший рост числа предприятий сопровождается резким снижением устойчивости, которая начиная с четырех предприятий, приобретает устойчивую тенденцию к замедлению снижения величины устойчивости, а при 10 и большевозникают участки стабильности с неизменным уровнем устойчивости. Кривая 2, описывающая изменение коэффициента соответствия $R$ уровню системности, имеет вид симбатный (соответствующий) первой кривой, что вполне согласуется с реальной действительностью, когда для малого количества предприятий совершенно достаточно первого уровня системности или организации ИАЦ. Однако рост числа предприятий обслуживающий внешний грузовой поток, проходящий через регион с развитием рынка, требует для адекватного восприятия колебаний рынка более сложной системной организации, где не последнюю роль по объективным причинам играют процессы специализации.

**Список литературы:**

1. Groznik A. E-logistics: Slovenian Transport Logistics Cluster creation [Электронныйресурс] Режимдоступа:

<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?reload=true&arnumber=1372383>(доступ свободный).

1. [Groznik](http://dl.acm.org/author_page.cfm?id=81100634396&coll=DL&dl=ACM&trk=0&cfid=283062067&cftoken=64902599) A. E-logistics: Slovenian transport logistics cluster creation/ Journal WSEAS Transactions on Information Science and Applications, Volume 5, Issue 4, April 2008, P. 375-384 [Электронныйресурс] Режимдоступа:  <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1481960>(доступсвободный).
2. Воронин А.В. [Опыт формирования моделей, методов и алгоритмов комплексного планирования и управления материальными потоками в многоуровневых территориально распределенных транспортно-производственных системах](http://www.ivdon.ru/magazine/latest/n2y2012/818/) [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2012, №2. – Режим доступа  <http://www.ivdon.ru/magazine/latest/n2y2012/page/5/>  (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз.рус.

# Джавадова Ю.В., Гамов А.Н. Экономический и институциональный потенциал регионов - основа эффективного функционирования региональных кластеров (на примере Воронежской области)  [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2012, №4. – Режим доступа: http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1461 (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз.рус.

1. Евтодиева Т.Е., Логистические кластеры: сущность и виды. Журнал

Экономика и управление, №4 (77), 2011г, С.77

1. Кизим А.А., Вальвашов А.Н., Сайдашева О.В. Методологические аспекты повышения устойчивости региональной экономики на основе продвижения туристских дестинаций. Региональный научный журнал «Экономика устойчивого развития». Краснодар: 2012. №10, с.102-115
2. Макаров Е.И. Прогнозирование устойчивости логистической системы. Логистика. 2005. № 2. С.15.
3. Макаров Е., Ярославцева Ю. Формирование транспортно-логистической системы транзитного региона. - Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Deutschland: PalmariumAcademicPublishing, 2013. - 200 с.
4. Даниэльс Ф., Олберти Р. Физическая химия / перев.с англ., под редакцией д-ра хим. наук, проф. К.В. Топчиевой. Изд. Мир, М.:, 1978, - 645 с.
5. Луценко Е.В. Количественные меры возрастания эмерджентности в процессе эволюции систем (в рамках системной теории информации)[Электронный ресурс]: Научный журнал КубГАУ / Е.В.Луценко – Краснодар: КубГАУ, 2006. – №05(21). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/05/pdf/31.pdf>](доступ свободный).
6. Сизова Т.М. Статистика: Учебное пособие. – СПб.: СПб ГУИТМО, 2005. – 80 с.