

УДК 332.13

*Синицын А.О., Цыганцов А.В.*ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный университет, Ульяновск,
e-mail: antonsinitsyn@mail.ru**ВЫЯВЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ КЛАСТЕРОВ
КАК ПОДГРУПП ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ****Ключевые слова:** экономический кластер, экономическая агломерация, социальные графы.

Статья посвящена вопросам изучения изменения организации экономических систем в современных условиях. В частности, рассмотрены некоторые аспекты образования и развития экономических агломераций, а в последствии кластерных систем. Вместе с изменениями принципов организации кооперационных связей экономических систем изменяются теоретические подходы к их определениям. В работе представлен краткий анализ практик определения кластерных структур, выделены особенности традиционного подхода к пониманию кластерной системы и подходы, включающие новые эффекты свойственные такого рода системам в условиях экономики постиндустриального типа. На сегодняшний день большая доля хозяйственных отношений экономических агентов выстраивается на основе создания и перераспределения информации, что так же служит природой возникновения добавочной стоимости. Кроме того, с учетом темпов цифровизации, экономическая система может быть рассмотрена как набор матриц ее параметров. Сделано предположение о возможности рассмотрения модели кластерной системы в форме динамического социального графа, и возможности применения существующего инструментария теории графов для анализа этой модели. На основе такого предположения описан подход к выявлению экономических кластеров по средствам алгоритма Эллисона-Глэйсера как подгрупп графа экономической системы.

Введение

Поле экономических отношений находится в постоянном развитии, появляются новые формы кооперации, способы организации экономических пространств, возникают новые модели создания добавочной стоимости. Отчасти, именно этот процесс определяет неустойчивость экономических терминов в тех случаях, когда таковая имеет место быть, что в свою очередь стимулирует развитие и совершенствование теории экономических систем. С учетом имеющегося положительного мирового опыта реализации кластерных концепций достаточно важным является вопрос понимания генезиса и современных изменений кластерных систем. Одновременно с развитием теории кластерных структур происходит ее конвергенция с методологическими аппаратами других наук. В данной работе предлагается рассмотреть подходы к использованию элементов теории графов для построения моделей экономических систем, в частности для выявления кластеров.

В Англии середины девятнадцатого века происходит экономический подъем, на долю страны приходится около половины объема мирового промышленного производства. На смену ману-

фактурному типу производства приходит фабричный, а ручной труд заменяется машинным. По этой причине происходит быстрое увеличение количества производственных предприятий и приток населения в города. Все это обуславливает возникновение новых форм организации кооперационных связей между экономическими агентами, образование новых типов экономических систем. В 1890 году представителем неоклассической школы экономики А. Маршаллом сформулированы положения относительно новых принципов географического экономического районирования. В работе [1] Маршаллом было введено понятие, характеризующее концентрацию производственных мощностей в рамках единой географической территории, такое замкнутое образование определялось им как промышленный район. Так или иначе, в ситуации сегодняшнего дня, генезис предметной области, связанной с вопросами промышленных агломераций, основывается на работах А. Маршалла, а современные теории включают в себя три базовых фактора повышения производительности труда – единый рынок квалифицированной рабочей силы, локальную торговлю между фирмами и территориальное разделение труда. В работах М. Вебера [2]

организация промышленного производства представлена с точки зрения эффективности построения горизонтальной партнерской сети, выявлены экономические, исторические, культурные факторы возникновения экономических агломераций. Однако, на сегодняшний день понятие экономических кластеров тесно связано с именем М. Портера. Портером предложена модель повышения эффективности национальной экономики по средствам управления изменениями цепочек создания добавленной стоимости предприятий. По Портеру существует три уровня конкуренции – конкуренция между предприятиями, на уровне отраслей и между странами. Конкурентоспособность как предприятия, так и страны определяется при этом следующими условиями – параметрами спроса, параметрами факторов, стратегиями фирм и их структурой, родственными и поддерживающими отраслями. Четыре этих параметра образуют ромб Портера, устойчивость и гибкость которого может быть достигнута по средствам реализации кооперационных отношений между фирмами по кластерному типу. Такой тип позволяет максимизировать интенсивность инновационных процессов, увеличить количество вновь создаваемых компаний, горизонтальных связей и их гибкость, повысить конкурентоспособность предприятий и национальной экономики в целом. В течении исторического процесса происходит развитие экономики, а, следовательно, и увеличение сложности организации экономических систем.

Цель исследования. Представляет-ся интересным выявить новые подходы к рассмотрению кластерных систем, новые инструменты анализа их функционирования, в том числе выявления кластерных систем. В данной работе предлагается рассмотреть особенности современных экономических кластеров и с учетом этих особенностей рассмотреть возможные варианты выявления кластеров. Предлагается рассмотреть экономические системы, в том числе кластерные, как социальные графы, содержащую в себе информацию об агентах и отношениях между ними. В частности, это позволит рассмотреть подходы к выявлению экономических кластеров с помощью алгоритмов теории графов.

Материал и методы исследования

На сегодняшний день существует большое количество подходов к определению понятия экономической кластер и выявлению кластерных структур. Портер определяет кластер как «сконцентрированные по географическому признаку группы взаимосвязанных компаний, специализированных поставщиков, фирм в соответствующих отраслях, а также связанных с их деятельностью организаций (университетов, агентств по стандартизации, торговых объединений и пр.) в определенных областях, конкурирующих, но вместе с тем и ведущих совместную работу» [4]. В этой работе со ссылками на исследования Т. Андерссона [6], Г. Бекаттини [7] приведен анализ классификаций и определений кластерных структур. В целом, исследователи приходят к выделению двух аспектов понимания кластерной системы. Первый из них – это классический, Портеровский, в рамках которого экономическая система детерминируется как кластер, если ей присущи такие свойства как: 1) географическая концентрация агентов, свобода участников и интегрированность в единую цепочку создания добавленной стоимости. Второй аспект понимания кластерной системы связан с изменениями, происходящими в мировой экономике сопряженными с переходом к постиндустриальному типу взаимодействия экономических агентов. Как об этом сказано в работе [8] кластер в данном понимании не рассматривается как структурное образование, состояние определенных взаимоотношений участников выступают сутью кластера. В работе [9] подчеркивается, что базовым предметом экономических отношений агентов – участников кластера становятся знания. Одним из кластерных признаков становится степень интенсивности обмена информацией между агентами. Здесь, традиционное понимание географической близости расширяется за счет следующего набора, задающего степень плотности взаимодействия: когнитивная близость, организационная близость, социальная близость, институциональная и технологическая близость [10]. Практики понимания кластерных систем именно в контексте экономики знаний стали сегодня ши-

роко распространены для европейских и американских экономистов [11,12]. Именно такие подходы к детерминации экономического кластера определили способы выявления кластерных структур. В частности, существует подход, основанный на расчете индекса П. Кругмана [13], который дает оценку концентрации промышленности в регионе. Данная модель сопрягается с традиционным пониманием кластерных систем и основывается на выявлении доли рабочих мест, занятых в соответствующем секторе промышленности. Модель изначально была разработана как метод выявления агломераций в условиях монополистической конкуренции и экономии от масштаба. Распространенным способом оценки степени экономической активности служит метод Лоранца [14] разработанный для расчета показателя неравенства доходов населения. Данная модель может быть применена для выявления подсистем экономических агентов и их распределение по степени экономической активности [15]. Индекс Эллисон-Глэйсер имеет широкое распространение для оценки степени концентрации экономической активности на территории. Данный коэффициент так же основан на значениях общего количества рабочих мест на территории и рабочих мест, занятых в отрасли. Вообще, стоит отметить, что все приведенные выше методики выявления экономических кластеров имеют допущения свойственные моделям традиционного понимания кластерных систем:

1) Географическая концентрация экономических агентов. На основе предлагаемых известными методиками выявления экономических кластеров определяется степень концентрации агентов на территории, их близость и интенсивность взаимодействия.

2) Предполагается, что участники экономического кластера принадлежат к одной отрасли. Это достаточно очевидный факт, однако при определении количества участников кластера и его величины вообще могут быть упущены из анализа часть агентов, осуществляющих вспомогательные или непрофильные функции в рамках кластера.

3) Зачастую модели выявления кластерных систем основываются на пред-

положении о том, что предметом хозяйственных отношений между участниками кластера являются материальные активы.

Таким образом, большинство существующих моделей выявления экономических кластеров и агломераций в целом адекватны для традиционного понимания кластерной системы. Одновременно с тем, может быть упущены из вида свойственные для современного типа экономики отношения между агентами основанные на перераспределении информации.

Результаты исследования и их обсуждение

В условиях современной цифровизации любая система, в том числе кластерная может быть описана как набор информации о ее элементах и отношений между ними. [16,17]. Поэтому экономическая система, а в частности кластерная система могут быть рассмотрены как модальность, состоящая из множества агентов (производственных и служебных организаций, финансовых и научных институтов) и определенном на нем множестве отношений между ними. Такая модель может быть представлена как граф с направленными ребрами. Данный подход к моделированию экономической системы позволяет воспользоваться обширным методологическим аппаратом, разработанным в рамках теории социальных графов [18,19]. Социальный граф представляет из себя не четко заданный математический конструкт, а скорее объект, обладающий набором характеристик [20]:

– Большая компонента связности – практически от любого агента можно через ребра связности попасть к другому агенту, агенты в данной модели представляют из себя вершины графа.

– В среднем, для графа экономической системы, в особенности кластера, среднее количество переходов, которые необходимо совершить между вершинами не велико. Это же утверждение справедливо для социального графа.

– В социальном графе с большой долей вероятности, если первая вершина соединена со второй, а вторая с третьей, то первая вершина так же будет соединена с третьей. Для случая экономической системы это говорит о высокой плотности кооперационных связей и наличии сообществ внутри системы.

– Структура, основанная на сообществах. Эта особенность социального графа наряду с выше перечисленными позволяет предложить метод выявления экономических агломераций и кластеров.

Мы можем сделать предположение о том, что экономические системы представимы в виде графа, где агенты являются вершинами графа, а связи между ними направленными ребрами. Причем, кластерные структуры являются сообществами внутри такого рода социальных графов. Тогда представляется возможным использование алгоритма выявления сообществ внутри социальных графов. Одним из распространенных подходов [21] к выявлению и оценки степени разбиения графа на сообщества является метод основанный на расчете модулярности Ньюмана-Гирвана [22]. В рамках данной методики предполагаются следующие допущения:

– существуют подгруппы экономической системы, плотность взаимодействия участников которых выше, чем средняя в системе и выше

– плотность взаимодействия между участниками подгрупп выше, чем если бы кооперационные связи между участниками всей системы были распределены случайным образом.

В основе метода лежит понятие модулярности, величины, рассчитываемой как доля ребер, которые попадают в заданную подгруппу за вычетом доли ребер, в случае, если бы связи были распределены случайным образом. Данная величина для случая экономических систем характеризует на сколько плотность отношений в подгруппе образованной участниками кластера выше случайного базового значения.

Значение модулярности определяется следующим образом:

$$Q = \sum_{i,j} \left[\frac{A_{i,j}}{2m} - \frac{k_i k_j}{4m^2} \right] \sigma(c_i c_j),$$

где m – количество кооперационных связей внутри экономической системы, A – матрица смежности графа экономической системы, $A_{i,j}$ – наличие связей между участниками i и j , k_i – степень вершины i , другими словами, количество экономических связей, которое имеет участник i , c_i – номер класса (подгруп-

пы), к которому принадлежит вершина i . Данный метод достаточно хорошо разработан в теории графов [17] и представляет из себя итерационный алгоритм, состоящий из двух фаз. На первой фазе каждому участнику экономической системы ставится в соответствие вершина графа, а каждая вершина в свою очередь считается отдельным сообществом. Затем, рассматривается каждая вершина и рассчитывается прирост модулярности при удалении вершины и добавлении ее в каждое сообщество из окружающих ее вершин. Вершина перемещается в то сообщество, для которого прирост составил максимальное значение, если такого не произошло, то вершина остается на своем месте. На второй фазе строится новый граф уже с измененным положением вершин, и процедура повторяется снова. В качестве апробации подхода рассмотрим экономическую систему из предприятий, локализованных в Ульяновске и расположенных на территории промышленной зоны. Для простоты не будем учитывать объем хозяйственных операций, осуществляющихся между ними, а только сам факт наличия экономической связи. Рассмотрим выборку из 22 компаний и для каждой из них рассчитаем коэффициент модулярности. Названия компаний из соображений коммерческой тайны не указываются. В таблице ниже представлена матрица смежности для данной экономической системы.

По средствам программы Gephi был построен граф данной модели и рассчитаны значения модулярности для каждого из участников. Цветом выделены узлы графа – участники экономической системы, плотность кооперации которых выше в сравнении с другими участниками системы. Мера модулярности для данной системы составляет 0,438. Данный подход только иллюстрирует принцип работы алгоритма определения подграфов для случая выявления кластеров в экономических системах. Однако, понятно, что представление экономической системы, в частности кластера в виде графа позволяют выявить статистику и особенности структуры кооперационных отношений – выявить подгруппы, кластеры, плотность кооперационных отношений.

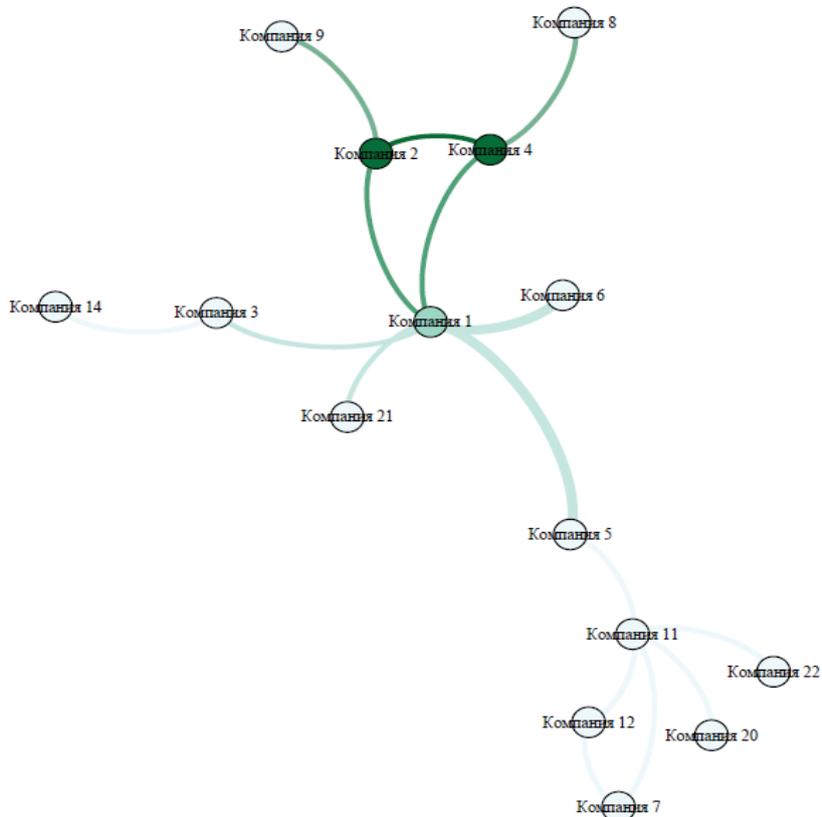


Рис. 1. Граф экономической системы

Таблица 1

Матрица смежности компания – участников экономической систем

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	14	20	22
1			1		1	1								
2	1			1					1					
3	1											1		
4	1	1						1						
5														
6	1													
7											1	1		
8				1										
9		1												
10														
11					1	1				1		1	1	
12						1				1				
13														
14			1											
15														
16														
17														
18														
19														
20											1			
21	1													
22											1			

Выводы или заключение

Понятие экономической кластер с течением времени усложняется и начинает включать в себя все большее количество смысловых уровней. Изначально понятие кластер выходит из теории промышленных районов и экономических агломераций и тесно с ними связано, Портером предлагается новый подход к определению кластера, как саморазвивающейся экономической системы, участники которой взаимодействуя по кластерному типу между собой, со внешними агентами под воздействием экстерналий увеличивают свою конкурентоспособность и системы в целом. На сегодняшний день информация становится одним из основных факторов производства. Кроме того, бизнес процессы

активно оцифровываются, в результате чего хозяйственная деятельность экономических субъектов и их систем может быть представлена как набор динамических матриц. Таким образом, экономическая система может быть рассмотрена как граф, вершины которого представляют собой экономических агентов, а ребра характеризуют кооперационные связи между ними. В работе предложена модель выявления кластерных структур в экономических системах, основанная на алгоритме поиска подгрупп в социальных графах. В дальнейшем представляется интересным рассмотреть работу метода выявления для более сложных систем с учетом весов узлов графа – размеров компании и интенсивности хозяйственной деятельности.

Библиографический список

1. Маршалл А. Принципы политической экономии: в 3 т. – Т. 1. – М.: Прогресс, 1983.
2. Weber A. The theory of the Location of Industries. – Chicago: Chicago University Press. – 1929. – P. 50-92
3. Портер М. Конкурентные преимущества. – Пекин: Издательство «Хуася», 1997; Porter M.E. The Competitiveness Advantaged of Nations. – New York: Free press, 1998. – P. 70-90.
4. Портер М. Конкуренция. – СПб.; М.; Киев: Вильямс, 2002.
5. Дронова Я.И. Вопросы формирования понятия и классификации кластеров в экономике // Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. – 2013. – № 22 (165). – Вып. 28/1. – С. 33-41.
6. Andersson T. The Cluster Policies Whitebook / T. Andersson, S. Schwaag-Serger, J. Sorvic, E.W. Hansson. – IKED, 2004. – 250 p.
7. Becattini G. Industrial Districts and Inter-firm Cooperation in Italy / G. Becattini, R. Pyke, W. Sengenberger. – Geneva: ILO, 1991. – 237 p.
8. Ямилов Р.М. Понятие кластера как субъекта рыночных отношений // Вестник удмуртского университета. – 2015. – Т. 25. – Вып. 1.
9. Земцов С.П., Буков Д.В. Методы выявления кластеров малого и среднего бизнеса // Региональная экономика: теория и практика. – 2016. – № 3 (426). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-vyyavleniya-klasterov-malogo-i-srednego-biznesa> (дата обращения: 05.01.2019).
10. Boschma R. Proximity and innovation: a critical assessment // Regional studies. – 2005. – Vol. 39. – № 1. – P. 61–74.
11. Lindqvist G. Disentangling clusters: agglomeration and proximity effects. Stockholm. Economic Research Institute, Stockholm School of Economics (EFI). – 2009. – 314 p.
12. Roelandt, Theo J.A. Cluster Analysis and Cluster Policy in the Netherlands / Theo J.A. Roelandt, Pim den Hertog, Jarig van Sinderen and Norbert van den Hove// Boosting Innovation: The cluster approach. – Paris: OECD Proceedings, 1999. – P. 315-338.
13. Krugman P. Scale economies, product differentiation, and the pattern of trade // American Economic Review. – 1980. – № 70. – С. 950-959.
14. Lubrano M. The econometrics of inequality and poverty. Lecture 4: Lorenz curves, the Gini coefficient and parametric distributions. Marseille. 2016.
15. Антонова А.А. Методические подходы к оценке агломерационного развития регионов России: диссертация. – СПб., 2013.
16. Распоряжение правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации».
17. Приказ ФНС РФ от 10.02.2017 № ММВ-7-15/176.
18. Wasserman S. и Faust K. Social Network Analysis. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. – 825 p.
19. Barabasi A.L., Reka A. Emergence of scaling in random networks // Science. – 1999. – October. – Vol. 286. – P. 509–512.
20. Никишин Е.С. Методы выделения сообществ в социальных графах. – М., 2016.
21. Коломейченко М.И., Поляков И.В., Чеповский А.А., Чеповский А.М. Выделение сообществ в графе взаимодействующих объектов // Фундаментальная и прикладная математика. – 2016. – Том 21, № 3. – С. 131-139.
22. Donglei Du, Social network analysis: community detection, Faculty of Business Administration, University of New Brunswick, NB Canada Fredericton E3B 9Y2, October 20, 2016.