

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ

М. Л. Фреер

PhD, постдок ECARES Свободного университета Брюсселя

М. И. Левин

докт. экон. наук, профессор департамента теоретической экономики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»; заведующий кафедрой микроэкономики Института ЭМИТ Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (Москва)

Н. В. Шилова

канд. экон. наук, доцент департамента теоретической экономики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»; доцент кафедры микроэкономики Института ЭМИТ Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (Москва)

К ЭКОНОМИКЕ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ: ОСНОВЫ КЛАССИФИКАЦИИ И МОДЕЛИРОВАНИЯ¹

Введение

Сети служат для соединения разрозненных частей; в экономическом смысле сети не просто соединяют, они развивают существующие взаимодействия — снижают информационные и трансакционные издержки — и становятся основой новых взаимодействий. Экономический феномен сетей существует давно и давно изучается. Железнодорожные сети, телеграф и телефон уже не новость. Однако с развитием Интернета важность сетевых эффектов для экономики и бизнеса стала расти ежедневно, если не ежечасно, а с ней и количество экономических теоретических и эмпирических работ, посвященных сетям. В нашей статье представлен небольшой обзор работ в этой сфере, при этом основное, на чем мы сосредоточились, — это классификация сетей и эффектов, которые они оказывают на потребителей и производителей. Особое внимание уделено социальным сетям, поскольку на сегодняшний день присутствие события в соцсетях во многом определяет его судьбу и судьбу сопутствующих идей, продуктов, а также людей.

Сети: основы классификации

Самая простая классификация, о которой можно сегодня говорить, — это деление всех сетей на виртуальные (передающие в основном информацию) и реальные (железные дороги, электросети и пр.). Однако такое деление практически ничего не дает в смысле понимания возможностей использования этих сетей. По-видимому, интереснее деление сетей на основе их функций. В этом смысле сети могут быть транспортные, коммуникационные (информационные) и энергетические. Такая качественная характеристика уже позволяет использовать сети исходя из собственных задач. Однако, несомненно, такой классификации недостаточно; хотелось бы подразделить все три вида сетей на разные подвиды и уметь сравнивать их на основе определенных характеристик. Эти характеристики должны позволить изучить сети как в количественном смысле (дать им

¹ Статья написана в рамках работы над грантом Института ЭМИТ РАНХиГС.

количественную оценку), так и в качественном и на их основе изобрести алгоритмы, которые позволят эффективнее их использовать.

Сегодня, в отличие от эры до Интернета, ситуация усложнилась еще и тем, что сети стали частью сложных систем, для которых характерны:

- большой масштаб сетей, сложность их топографии;
- перегруженность сетей, приводящая иногда к парадоксальным результатам;
- взаимодействие и переплетение различных сетей (например, телекоммуникационной и транспортной).

Более того, важно понимать, что сегодня сети определяют очень много в жизни общества и крепко вплетены в социальную жизнь. Люди регулируют сети, но и сети манипулируют людьми. Например, пользователи сервиса «Яндекс.Пробки» и «Яндекс.Транспорт» хотят получить от приложения информацию о наилучшем с точки зрения временных затрат пути. Но если все получают одновременно одинаковую информацию и все последуют одним и тем же маршрутом, их выбор станет неоптимальным с общественной точки зрения. Тогда следующим шагом разработчиков приложения закономерно становится работа совместно с городскими службами, регулируемыми трафик в городе, и задачей становится постоянное перераспределение пассажиропотока таким образом, чтобы не возникало перегруженности определенных транспортных артерий. Получаемый результат оптимален с общественной точки зрения, но уже неоптимален с частной. Более подробно об управлении такого рода потоками можно прочитать в работе (Cohen, Kelly, 1990). Эффекты, действующие в сетях, можно условно разделить на четыре группы (Fjell, Foros, Steen, 2010):

	Масштаб	Расширение сфер деятельности
Влияние на предложение	снижающиеся средние издержки	выгоды от совместного производства
Влияние на спрос	сетевые эффекты	комплементарность

Что касается эффектов со стороны предложения, то тут есть существенные отличия от несетевых отраслей. В отличие от несетевых отраслей, в сетевых не работает экономия от расширения сфер деятельности, то есть ситуации, когда для компании эффективнее производить несколько товаров или услуг, в сети не работают (Fjell, Foros, Steen, 2010). Снижающиеся средние издержки на единицу продукции, очевидно, дают монопольный эффект. И это, в принципе, видно даже на таких «традиционных» сетях, как энергетические или транспортные.

Считается, что на рынке присутствуют сетевые эффекты, если ценность дополнительной транзакции растет с ростом количества транзакций при прочих равных. Обычно это означает, что чем больше «подписчиков» у сети, тем выше сетевой эффект. При этом, конечно, сетевой эффект будет различаться у сетей с односторонними связями (телевидение) и двусторонними (онлайн мессенджеры). Важно понимать, что это означает комплементарность «подписчиков». Несмотря на то, что сеть может существовать без любого из подписчиков и каждый из них может быть заменен, тем не менее именно массовость подписки делает сеть интересной для пользователей. Компании, пользуясь этим свойством, обычно берут минимальную (или нулевую) плату с каждого подписчика, но зарабатывают на инфраструктуре (на сервере, на трафике). При этом, в некотором смысле, подключение к сети несет для нового абонента даже некоторые издержки: издержки «переобучения», привыкания и пр. Это означает, что переход на альтернативную сеть, даже если пользование ею бесплатно для абонента, сам по себе затратен.

Компании, которые работают сразу с несколькими группами потребителей и производителей в сети, используют более сложную систему ценообразования. Например, Sony, производящая Sony Play Station, продает консоли игрокам, но и требует роялти с разработчиков игр. Похожим образом действует Microsoft: продает Windows конечным потребителям, при этом разработчикам приложений предоставляет все возможные ресурсы и информацию, необходимую для разработки, но уже готовые приложения не могут выйти без оплаты лицензии.

Как видно из этих примеров, свойство комплементарности моментально используется для монополизации рынка, а вкуче со снижающимися средними издержками эффект становится еще сильнее. Стандартизация является выражением такой монополизации. В случае сетевых товаров, по закону спроса готовность платить за последнюю единицу товара снижается с количеством проданных единиц. Сетевой эффект подразумевает противоположное: с ростом количества проданных единиц спрос на следующую единицу обязательно начнет возрастать, то есть функция спроса будет иметь положительный наклон. Точка, в которой происходит смена наклона, называется критической массой сети. Это, в свою очередь, означает возможность множественности равновесий (Shapiro, Varian, 1999), то есть неожиданных резких ситуаций роста сети. Заметим, что приблизить эту точку можно за счет действия «влиятельных» пользователей, о которых пойдет речь чуть ниже. Наличие «в прошлом» этапов резкого роста дает еще один дополнительный эффект: path-dependence (зависимость от прошлой траектории). Например, сегодняшние продажи Windows, несомненно, являются результатом предыдущих продаж, а также предыдущих лет развития, соответствующего программного обеспечения компании Microsoft. Это могут переломить только конкуренты с существенно лучшим качеством продукции. Компания, которая захочет это сделать, должна будет решить для себя одну очень важную проблему: делать ли свой продукт совместимым с продукцией Microsoft или нет? Ведь продукция Microsoft соответствует уже определенному стандарту. Совместимость тогда означает возможность моментально воспользоваться сетевым эффектом, созданным Microsoft, но, с другой стороны, и конкурент позже сможет этим воспользоваться. Более того, несовместимость при условии успешного выхода на рынок могла бы дать свой монопольный эффект (Economides, 1999), и жаль этим не воспользоваться. Кстати, тот же Economides (1999) в своей работе поднимает важный вопрос о том, нужно ли регулирование в отраслях с сетевыми эффектами, ведь, как мы сказали выше, сеть стремится к монополизации через стандартизацию. При монополии, как известно, излишек потребителей минимален. Но Economides показывает, что положительный сетевой эффект может превысить невозвратные потери от монополизации. Более того, регулирование отрасли не всегда идет ей на пользу, поскольку свободный вход в отрасль не гарантирует конкуренцию — вход новых фирм не всегда приводит к снижению прибыли монополистов (особенно если новая фирма выбирает совместимость своей продукции с существующей на рынке). Более того, со входом нового игрока чаще всего структура рынка не меняется. Насильственное внедрение конкуренции может разрушить сетевой эффект и поэтому контрпродуктивно. Насильственное внедрение стандартов совместимости может снизить стимулы к инновациям. Существует ощутимая угроза для регулятора попасть под влияние монополиста (и его стандарта, который может быть не наилучшим).

Говоря о комплементарности, нельзя не упомянуть о том, что лояльные сети сообщества часто являются фактически, ее создателями. Wikimedia Foundation, чей проект Wikipedia наполняется и поддерживается миллионами пользователей,

пишущих, редактирующих и обсуждающих статьи, никогда бы не смогла обеспечить такой объем статей, если бы решила нанять авторов для их написания (Arney, 2008). Facebook зарабатывает на рекламе, но контент создают сами пользователи, а это более 600 млн человек.

Особенности социальных сетей

Что касается именно социальных сетей, то тут ситуация еще сложнее. Концепция социальной сети и ее анализа была разработана для многих областей, таких как корпоративные партнерские сети (юридическое партнерство) (Lazega, 2001), сети сотрудничества ученых или специалистов иных профессий (Dimicco, Millen, Geyer et al., 2008; Newman, 2001), семейные сети, сети дружбы студентов (Amaral, Scala, Barthelemy, Stanley, 2000), сети директоров компаний (Robins, Alexander, 2004), сети сексуальных контактов (Morris, 1997), сети клиентов (Golbeck, Hendler, 2006), рынок труда (Montgomery, 1991), общественное здравоохранение (Cattell, 2001), психология (Pagel, Erdly, Becker, 1987) и т. д. Конечно, сегодня, говоря о социальных сетях, мы скорее имеем в виду такие сети, как Facebook или Instagram, где пользователи фактически ведут публичный дневник и следят за новостями в таких же дневниках других людей. Что же такое социальная сеть?

В качестве основы для определения социальной сети может рассматриваться общая концепция общества, согласно которой общество — это не просто совокупность людей; это скорее сумма отношений, связывающих этих людей друг с другом. Это определение вполне можно перенести и на социальную сеть.

Хотя концепция социальной сети кажется совершенно очевидной, почти каждый исследователь описывает ее по-своему. Некоторые ученые определяют социальную сеть очень формально, в то время как другие предпочитают более социологический подход (например, Wasserman, Faust, 1994). С нашей точки зрения, поскольку социальная сеть все же основана на отношениях между людьми, ее и нужно описывать в терминах такого рода отношений, включающих такие важные характеристики как взаимность, длительность, интенсивность, намерения, культурные условия, эмоциональный уровень (Wasserman, Faust, 1994).

Отношения не обязаны быть симметричными. Например, Петр дружит с Антоном, но Антон не считает Петра своим другом. Тем не менее, если отношения симметричны, они обычно более долговечны. Более того, отношения могут быть долговечными в течение определенного периода времени; впоследствии они могут значительно ослабевать или даже начать исчезать.

Влияние интенсивности общения и коммуникационных особенностей на силу отношений может зависеть от культуры, в которой живут оба участника. Десять электронных писем, присланных представителем одной нации, могут иметь большее значение, чем то же количество электронных писем, которыми обмениваются люди из других стран с более спонтанной культурой. Многие телефонные звонки, сделанные поздним вечером или в свободное время, являются признаком более частных и, следовательно, более сильных отношений, чем те же звонки, которые выполняются в обычные рабочие часы.

Сила отношений может также зависеть от типа коммуникации или взаимной активности, на основе которой создается связь. Некоторые необычные факторы также могут быть признаком более сильных отношений. Для живущих в Японии иностранцев интенсивная переписка на польском языке свидетельствует о более тесных отношениях, нежели переписка на японском языке между местными жителями.

В некоторых средах, таких как Интернет, который носит многокультурный характер, обнаружение некоторых различий представляется очень сложным. Более того, некоторые особенности человеческих отношений могут либо требовать сложной обработки контента, например извлечения уровня эмоций, либо плохо поддаваться обнаружению, например намерения.

То есть кроме самого наличия определенной связи между людьми в социальной сети (например, когда два человека являются «друзьями» в Facebook), есть еще много характеристик, которые нужно учесть, чтобы понять, действительно ли этих людей что-то связывает кроме формального добавления в друзья.

Одна из самых интересных классификаций заключается в рассмотрении природы отношений. Согласно такой классификации, среди многих типов отношений можно различать следующие: профессиональные отношения, семейные, дружеские, возникшее знакомство, общие интересы, отношения с клиентами (онлайн-консалтинг, электронное обучение, использование определенного интернет-сервиса или его функций) и т. д. Тем не менее процесс определения характера отношений является очень сложной задачей, потому что трудно определить в виртуальном мире, какие отношения существуют между двумя пользователями, если они открыто не заявляют о типе связи.

В определении характера отношений может помочь исследование параметров общения между двумя пользователями (в частности, время и частота) или совместных действий. Если может быть определено более одного типа «природы отношений» между двумя людьми, то мы говорим о нескольких отношениях, и все они вместе создают связь.

Различные типы отношений (например, дружба, семья, бизнес и т. д.) могут быть сгруппированы в «слои». В ходе исследования, проведенного на данных Flickr (Kazienko, Musiał, Kajdanowicz, 2011), было идентифицировано одиннадцать типов отношений: отношения, созданные на основе списков контактов, теги, используемые более чем одним пользователем, группы пользователей, мультимедийные объекты (изображения), добавленные пользователями в их избранное, и мнения о фотографиях, созданных другими. Отношения, основанные на списках контактов, представляют собой прямые преднамеренные отношения. Отношения, основанные на тегах, группах, списках избранного и отзывах являются примерами объектно-ориентированных отношений с равными ролями, тогда как отношения вида поклонник-автор, автор-поклонник, отзыв-автор и автор-отзыв являются объектно-ориентированными отношениями с различными ролями.

Пользователи могут быть разного уровня осведомленности о своих отношениях с другими членами сети. В частности, может существовать визуальный интерфейс, который непосредственно показывает все связи данного пользователя. Это распространенный случай для сайтов социальных сетей. Однако люди могут вступать в отношения в соответствии с их деятельностью, например, посредством общих действий, например, комментируя одну и ту же картину на сайте публикации фотографий. Отношения, полученные из такой информации, непосредственно не видны для члена сети, однако можно косвенно узнать о таком соединении. Существуют также социальные отношения, которые скрыты для людей, и только компьютерная обработка может сделать их видимыми. Примером таких отношений может служить система гиперссылок между домашними страницами в Интернете.

Таким образом, сравнение социальных сетей только по количеству подписчиков не дает нам объективной информации. Нужны дополнительные измерители, которые могли бы замерить перечисленные выше характеристики. Возвратимся к тому, что пользователи сами создают контент в соцсетях. В работе (Tsugave, Ohsaki,

Imase, 2010) предложено в качестве одной из характеристик сети использовать LSI (Leadership Strength Index) – степень участия «лидеров мнений» в работе сети. Поскольку именно они создают интересный и обсуждаемый контент, придают накал обсуждениям, степень их участия важна для определения сети.

Одна из попыток совместить количественный и качественный подходы была предпринята в статье (Briscoe, Odlyzko, Tilly, 2006) «Metcalfе's Law is Wrong», которая вышла после кризиса доткомов в 2000 г. В ней обсуждалась та же проблема: то, что ценность сети для пользователей не может измеряться только на основе количества подписчиков (закон Metcalfe – это определение ценности сети для пользователя как пропорциональной квадрату количества пользователей, если сеть двусторонняя), что похоже, что ценность можно определить как $N^* \ln N$, где N – количество подписчиков. Такая формула была предложена авторами на основе анализа эмпирических данных. Со времени выхода этой статьи предпринимались и другие попытки найти коэффициенты, позволяющие сравнивать социальные сети, и каждая из таких попыток основывается на похожем анализе, но, на наш взгляд, более продуктивен все же подход Tsugawa, Ohsaki, Image – а именно, использование определенных характеристик, составляющих понятие «социальный», нежели тех, что относятся только к «сетям», ведь «социальный», в некотором смысле, уже включает в себя понятие социума, то есть группы людей, сети, а поэтому все те социальные измерения, о которых говорилось в данной статье, необходимо включать в основу классификации такого рода сетей.

Поиск работы с использованием сети: модель

Одним из вариантов социальной сети, которой пользуются люди, является сеть знакомств, используемая при поиске работы. Мы попытались смоделировать такой путь поиска работы, чтобы дать еще один ответ на вопрос о том, что же может подразумеваться под ценностью (эффективностью) сети.

Рассмотрим задачу поиска работы через сети на примере рынка академических работников. Важным свойством этого рынка будет то, что сторона спроса также состоит из академических работников, которые постоянно заняты собственными исследованиями. На отбор кандидатов на новые должности и просмотр их резюме у них остается очень мало времени, и они физически не в состоянии просмотреть внимательно все. В особенности это касается топ-вузов, количество запросов о работе в которые огромно.

Итак, не имея возможности тщательно рассмотреть все поступающие резюме, сторона спроса тем не менее хочет нанять наилучших кандидатов на рынке. Но для этого ей нужна система «флажков», которая указывала бы на возможного очень хорошего кандидата. Будет ли помечен кандидат «флажком», зависит не только от достижений и квалификации кандидата на должность, но и от специализации нанимателя. Тогда для того, чтобы его кандидатура была рассмотрена кадровой комиссией, кандидату нужно, чтобы хотя бы один из членов кадровой комиссии «пометил» его флажком. Однако на самом первом этапе подачи заявления аппликант не знает, кто из работающих в вузе академических работников входит в эту комиссию, и уж точно не может предсказать, кто войдет в нее в следующем году. Более того, часто комиссия собирается уже после того, как получены резюме кандидатов.

Очевидно, что каждый член комиссии с очень большой вероятностью знает, кто из аппликантов в его сфере знаний наилучший. И наоборот. Например, если аппликант микроэкономист, а комиссия будет состоять из макроэкономистов, с очень большой вероятностью никто из этой комиссии не будет о нем знать. Точнее, при условии, что

собирается такая «макро» комиссия, для прохождения в следующий тур макроэкономисту достаточно быть хорошим, а вот микроэкономисту нужно быть выдающимся. Это именно так, потому что только невероятная цитируемость работ такого микроэкономиста сможет указать комиссии на то, что он хорош — единственная, даже очень хорошая публикация не сможет быть ими оценена. Наоборот, и неопубликованная хорошая статья по макроэкономике будет ими понята и оценена.

Другим вариантом получения «флажка» является использование личных связей, то есть сети. Например, написанные в соавторстве с кем-то из желаемого вуза статьи могут увеличить шанс попадания в пул рассматриваемых заявлений.

Предположим теперь, что агент хочет увеличить вероятность быть нанятым. Вероятность быть нанятым зависит от «качества» агента, но требуемый уровень качества зависит от конкретной его специализации и от некоторого «случайного шока» (личных связей, различных комбинаций членов кадровой комиссии). Таким образом, начиная как бы в любой случайной точке, он стремится к некоторому конкретному положению, улучшая свое «качество», но путь, пройденный им до такой точки, конечно же, зависит от того, откуда он начал. При этом заранее длину этого пути узнать нельзя, потому что комиссии формируются случайным образом. Так что агент решает задачу динамической оптимизации, получая каждый раз ответ от системы о том, каким направлением исследований нужно заниматься.

Теперь рассмотрим такую модель формально.

1. Рассмотрим задачу агента, который ищет работу, притом агент может работать в одной из L достаточно близких специализаций.

2. Предположим, что работа приносит фиксированный доход, равный v_i для любого $i \in \{1, \dots, L\}$.

3. Чтобы найти работу, агенту необходимо попасть в профессиональную сеть.

3.1. Чтобы быть замеченным в профессиональной сети, агенту необходимо продемонстрировать свой профессионализм.

3.2. Чтобы быть замеченным в определенной специализации, агенту нужно подать сигнал «достаточной силы». Сила сигнала может быть интерпретирована как образование, опыт предыдущей работы или же какие-либо профессиональные достижения.

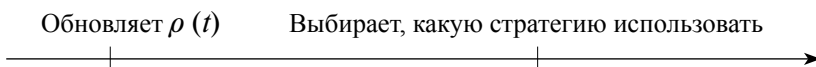
3.3. Сила сигнала зависит от специализации, в которой агент пытается преуспеть.

4. Чтобы продемонстрировать сигнал, агент в каждый момент времени решает предпринимать какие-то усилия; которые в каждый период времени являются затратными и стоят агенту c_i при использовании стратегии i (инвестиций в специализацию i).

5. Успех не детерминирован, и приложенные усилия приносят успех в каждом периоде лишь с вероятностью $\rho_i(t)$. Таким образом, в каждом периоде агент наблюдает реализацию бинарной случайной величины, которая обещает успех с вероятностью $\rho_i(t)$, если агент использовал стратегию i .

6. После каждого периода агент решает снова попытаться найти работу и обновляет вероятность успеха. Вероятность может обновляться как относительно успеха стратегии i , так и относительно вероятности успеха всех остальных стратегий.

Таким образом, в каждый период времени агент решает следующую задачу:



Также мы предполагаем, что агент принимает решение об инвестициях без учета ожиданий обновления вероятности успеха в следующем периоде. Напомним, что

в каждом периоде агент наблюдает реализацию бинарной случайной величины, притом в общем случае вероятность успеха может меняться от периода к периоду. Однако мы считаем, что процесс изменения вероятности успеха сложен и непредсказуем, поэтому агент не учитывает обновление данной вероятности и использует текущую вероятность для расчета ожидаемой полезности.

Таким образом, агент является «наивным», однако рациональным в своей наивности.

7. Итак, ожидаемая полезность выглядит так:

$$U(i, j, t) = \sum_{k=0}^{\infty} (v_i - c_i k) P(t = k) - c_j t = v_i - c_i \frac{1 - p_i(t)}{p_i(t)} - c_j t,$$

где $U(i, j, t)$ – ожидаемая полезность от стратегии i в период времени t с учетом того, что до сего момента агент использовал стратегию j , $P(t = k)$ – вероятность успеха при выборе стратегии в течение k периодов начиная с данного $c_j t$ – общие издержки от использования стратегии j вплоть до момента времени t .

8. Заметим, что c_i может интерпретироваться как способность или эффективность агента, то есть чем меньше издержки, тем более эффективен агент.

9. Сформулируем достаточные условия для того, чтобы агент всегда начинал с проекта, в котором он наиболее эффективен.

Утверждение 1. Если $(v_i - v_j)(c_j - c_i) \geq 0$ и $(p_i(0) - p_j(0))(c_j - c_i) \geq 0$ для любых i, j , то агент всегда начинает со стратегии, в которой он наиболее эффективен.

Доказательство. Без потери общности предположим, что $c_j > c_i$, тогда исходя из условий утверждения $v_i \geq v_j$ и $p_i(0) \geq p_j(0)$.

В данном случае агент более эффективен в использовании стратегии i , значит, нам необходимо показать, что он начнет с нее. Для этого должно выполняться следующее условие:

$$v_i - \frac{1 - p_i(0)}{p_i(0)} c_i > v_j - \frac{1 - p_j(0)}{p_j(0)} c_j.$$

Данное неравенство эквивалентно следующему:

$$v_i - v_j > \frac{1 - p_i(0)}{p_i(0)} c_i - \frac{1 - p_j(0)}{p_j(0)} c_j.$$

Заметим, что $v_i - v_j \geq 0$, более того, $c_i < c_j$, а также, исходя из того, что $p_i(0) < p_j(0)$,

легко заметить, что $\frac{1 - p_i(0)}{p_i(0)} \leq \frac{1 - p_j(0)}{p_j(0)}$.

Таким образом, справедливо следующее:

$$v_i - v_j \geq 0 > \frac{1 - p_i(0)}{p_i(0)} c_i - \frac{1 - p_j(0)}{p_j(0)} c_j.$$

Что и требовалось доказать.

10. Также легко заметить, что для любой последовательности стратегий агент всегда остановится в течение конечного периода времени, если он не достиг успеха. То есть существует достаточно большое $t > 0$, при котором выполняется следующее условие:

$$v_i - c_i \frac{1 - p_i(t)}{p_i(t)} - c_j t < 0.$$

Оно выполняется, в частности, если $t > \frac{v_i}{c_j}$.

Заметим, что в примере выше мы показали условие остановки в случае, если агент имеет только две стратегии i, j . Главным выводом из данного условия является то, что агент предпочтет прекратить поиск работы по прошествии конечного числа периодов. Данный вывод не зависит от количества использованных стратегий и может быть получен с использованием аргументации, аналогичной приведенной выше для случая двух стратегий.

Утверждение 2. *Агент всегда остановится в течение конечного числа периодов.*

11. Выведем условие, при котором агент переключится со стратегии i на стратегию j . Также для простоты предположим, что $v_i = v_j = v$. Для того, чтобы агент переключился, следующее неравенство должно выполняться:

$$v - c_i \frac{1-p_i(t)}{p_i(t)} - c_i t \leq v - c_j \frac{1-p_j(t)}{p_j(t)} - c_i t.$$

После некоторых преобразований легко заметить, что неравенство выше эквивалентно следующему:

$$\frac{c_i}{c_j} \leq \frac{p_i(t) 1-p_j(t)}{p_j(t) 1-p_i(t)}.$$

Заметим, что при этом, чтобы изначально агент выбрал стратегию i вместо стратегии j , следующее неравенство должно выполняться:

$$\frac{c_i}{c_j} \geq \frac{p_i(t') 1-p_j(t')}{p_j(t') 1-p_i(t')}.$$

Таким образом, справедливо следующее утверждение, которое является необходимым условием для агента для смены стратегии. А именно, агент должен обновлять свои ожидания относительно вероятности успеха.

Утверждение 3. Если агент изменил стратегию с i на j , то $p_i(t) \geq p_i(t+1)$ и $p_j(t) \leq p_j(t+1)$, если агент использовал стратегию i в момент времени t . Более того, хотя бы одно из неравенств должно выполняться строго.

Выводы

Мы сформулировали некоторые свойства, продиктованные сетевой структурой рынка. Утверждение 1 показывает необходимость переосмысления понятия эффективности, если мы хотим изучать сетевую структуру рынка. В данном случае в модифицированный «критерий эффективности» включается не только «принцип минимальных затрат», но и «принцип максимизации вероятности успеха».

Утверждение 1 указывает на случай, когда модифицированное понятие эффективности на сетевом рынке будет совпадать с простым понятием эффективности: выбор стратегии, которая является минимально затратной.

Утверждение 2 показывает, что стохастическая структура может привести к тому, что все усилия, затраченные агентом, будут бесполезны. Также данное утверждение имеет важное техническое значение, а именно — данная задача всегда будет иметь конечное решение.

Более того, в модели присутствует возможность дополнительной неэффективности, обусловленной тем, что игроку приходится менять стратегию, то есть «терять» все уже сделанные инвестиции и начинать инвестировать заново с использованием другой стратегии. Мы привели условия, необходимые для этого в частном случае. Кроме того, мы указали (в Утверждении 3) на свойства сети, необходимые для того, чтобы такая неэффективность появилась.

Данная модель, конечно, не учитывает дополнительных свойств социальной сети (интенсивность и пр.), но в нашем конкретном примере (поиск работы академическим работником) эти свойства играют роль в меньшей степени, поскольку кадровая комиссия может состоять из достаточно большого количества людей, только небольшая доля (нерешающая) которых может быть знакома с аппликантом. Тем не менее сети, где такие параметры важны, могут быть исследованы на основе данной модели.

Источники

Amaral L. A. N., Scala A., Barthelemy M., Stanley H. E. Classes of Small-world Networks // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2000. Vol. 97(21). P. 11 149–11 152.

Arney C. Wikinomics: How Mass Collaboration Changes Everything // Mathematics and Computer Education. 2008. Vol. 42. N 1.

Briscoe B., Odlyzko A., Tilly B. Metcalfe's Law is Wrong—communications Networks Increase in Value as they Add Members—but by How Much? // IEEE Spectrum. 2006. Vol. 43. N 7. P. 34–39.

Cattell V. Poor People, Poor Places, and Poor Health: the Mediating Role of Social Networks and Social Capital // Social Science & Medicine. 2001. Vol. 52. N 10. P. 1501–1516.

Cohen J. E., Kelly F. P. A Paradox of Congestion in a Queuing Network // Journal of Applied Probability. 1990. Vol. 27. N 3. P. 730–734.

DiMicco J., Millen D. R., Geyer W., Dugan C., Brownholtz B., Muller M. Motivations for Social Networking at Work // Proceedings of the 2008 ACM conference on Computer supported cooperative work. 2008. Nov. P. 711–720.

Economides N. Competition, Compatibility, and Vertical Integration in the Computing Industry // Competition, Innovation and the Microsoft Monopoly: Antitrust in the Digital Marketplace. Springer, Dordrecht, 1999. P. 209–215.

Fjell K., Foros Ø., Steen F. The Economics of Social Networks: The Winner takes it All? Bergen, 2010.

Golbeck J., Hendler J. Filmtrust: Movie Recommendations Using Trust in Web-based Social Networks // Proceedings of the IEEE Consumer Communications and Networking Conference. 2006. Vol. 96. N 1. P. 282–286.

Kazienko P., Musial K., Kajdanowicz T. Multidimensional Social Network in the Social Recommender System // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans. 2011. Vol. 41. N 4. P. 746–759.

Lazega E. The Collegial Phenomenon: The Social Mechanisms of Cooperation Among Peers in a Corporate Law Partnership. Oxford University Press on Demand, 2001.

Montgomery J. D. Social Networks and Labor-market Outcomes: Toward an Economic Analysis // The American Economic Review. 1991. Vol. 81. N 5. P. 1408–1418.

Morris M. Sexual Networks and HIV // AIDS (London, England). 1997. Vol. 11. 209–216.

Newman M. E. The Structure of Scientific Collaboration Networks // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2001. Vol. 98. N 2. P. 404–409.

Pagel M. D., Erdly W. W., Becker J. Social Networks: we Get by With (and in Spite of) a Little Help From our Friends // Journal of Personality and Social Psychology. 1987. Vol. 53. N 4. P. 793–804.

Robins G., Alexander M. Small Wworlds Among Interlocking Directors: Network Structure and Distance in Bipartite Graphs // Computational & Mathematical Organization Theory. 2004. Vol. 10. N 1. P. 69–94.

Shapiro C., Carl S., Varian H.R. Information Rules: a Strategic Guide to the Network Economy. Harvard Business Press, 1998.

Tsugawa S., Ohsaki H., Imase M. Inferring Success of Online Development Communities: Application of Graph Entropy for Quantifying Leaders' Involvement // *Information and Telecommunication Technologies (APSITT), 2010 8th Asia-Pacific Symposium on*. 2010. June. P. 1–6.

Wasserman S., Faust K. *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge Univ. Press, 1994. Vol. 8.

References

Amaral L. A. N., Scala A., Barthelemy M., Stanley H. E. Classes of small-world networks. *Proceedings of the national academy of sciences*, 2000, vol. 97, N 21, pp. 11 149–11 152.

Arney C. Wikinomics: How Mass Collaboration Changes Everything. *Mathematics and Computer Education*, 2008, vol. 42, N 1.

Briscoe B., Odlyzko A., Tilly B. Metcalfe's law is wrong—communications networks increase in value as they add members—but by how much? *IEEE Spectrum*, 2006, vol. 43, N 7, pp. 34–39.

Cattell V. Poor people, poor places, and poor health: the mediating role of social networks and social capital. *Social science & medicine*, 2001, vol. 52, N 10, pp. 1501–1516.

Cohen J. E., Kelly F. P. A paradox of congestion in a queuing network. *Journal of Applied Probability*, 1990, vol. 27, N 3, pp. 730–734.

DiMicco J., Millen D. R., Geyer W., Dugan C., Brownholtz B., Muller M. Motivations for social networking at work. In: *Proceedings of the 2008 ACM conference on Computer supported cooperative work*, 2008, Nov., pp. 711–720.

Economides N. Competition, compatibility, and vertical integration in the computing industry. In: *Competition, Innovation and the Microsoft Monopoly: Antitrust in the Digital Marketplace*. Springer, Dordrecht, 1999, pp. 209–215.

Fjell K., Foros Ø., Steen F. *The economics of social networks: The winner takes it all?* Bergen, 2010.

Golbeck J., Hendler J. Filmtrust: Movie recommendations using trust in web-based social networks. In: *Proceedings of the IEEE Consumer communications and networking conference*, 2006, vol. 96, N 1, pp. 282–286.

Kazienko P., Musial K., Kajdanowicz T. Multidimensional social network in the social recommender system. In: *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans*, 2011, vol. 41, N 4, pp. 746–759.

Lazega E. *The collegial phenomenon: The social mechanisms of cooperation among peers in a corporate law partnership*. Oxford University Press on Demand, 2001.

Montgomery J. D. Social networks and labor-market outcomes: Toward an economic analysis. *The American economic review*, 1991, vol. 81, N 5, pp. 1408–1418.

Morris M. Sexual networks and HIV. *AIDS* (London, England), 1997, vol. 11, pp. 209–216.

Newman M. E. The structure of scientific collaboration networks. *Proceedings of the national academy of sciences*, 2001, vol. 98, N 2, pp. 404–409.

Pagel M. D., Erdly W. W., Becker J. Social networks: we get by with (and in spite of) a little help from our friends. *Journal of personality and social psychology*, 1987, vol. 53, N 4, pp. 793–804.

Robins G., Alexander M. Small worlds among interlocking directors: Network structure and distance in bipartite graphs. *Computational & Mathematical Organization Theory*, 2004, vol. 10, N 1, pp. 69–94.

Shapiro C., Carl S., Varian H. R. *Information rules: a strategic guide to the network economy*. Harvard Business Press, 1998.

Tsugawa S., Ohsaki H., Imase M. Inferring success of online development communities: Application of graph entropy for quantifying leaders' involvement. In: *Information and Telecommunication Technologies (APSITT), 2010 8th Asia-Pacific Symposium on*, 2010, June, pp. 1–6.

Wasserman S., Faust K. *Social network analysis: Methods and applications*. Cambridge university press, 1994, vol. 8.