

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОСИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ «ХИЩНИК-ЖЕРТВА»

В.П. РОМАНОВ

доктор технических наук, профессор кафедры информационных систем в экономике и менеджменте, факультет математической экономики и информатики, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова

*Адрес: 117997, Москва, Стремянный пер., д. 36
E-mail: victorromanov1@gmail.com*

Б.А. АХМАДЕЕВ

аспирант кафедры информационных систем в экономике и менеджменте, факультет математической экономики и информатики, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова

*Адрес: 117997, Москва, Стремянный пер., д. 36
E-mail: bulat.a@mail.ru*

В работе анализируется понятие и сущность процессов слияний и поглощений компаний, приводится аналитический обзор имеющейся в научной и специальной литературе информации об этих процессах. Выявлены мотивы и цели участников данных сделок, а также их виды. Рассмотрены наиболее значимые слияния и поглощения компаний в сфере информационных технологий за последнее десятилетие, показан синергетический эффект от этих процессов в их деятельности, проявляющийся в случае, когда цель поглощения — доступ к новым технологиям или погоня за талантливыми кадрами. Показаны последствия слияний и поглощений компаний с позиции процессов развития природных экосистем, проводятся аналогии с биологическими отношениями, имеющими характер поглощения типа «хищник-жертва». Выявлено, что объекты в экономических системах имеют схожее поведение с поведением объектов в биологических системах. Показано, что биологическая экосистема в определенном виде может иметь инновационный характер, формируясь за счет построения эффективных финансовых, информационных и других видов обратных связей между хозяйствующими субъектами. Анализируется понятие инновационной экосистемы и разбираются основные факторы, приводящие к ее росту. Предлагается авторская модель динамического развития инновационной экосистемы на основе модели Лотки-Вольтерры (модель «хищник-жертва»), где хищники представлены корпорациями, а жертвы — малыми инновационными предприятиями (МИП). Модель, реализованная в авторской компьютерной программе, при определенных параметрах системы дает монотонный экспоненциальный рост популяций. Сделаны выводы о том, что рост инновационной экосистемы возможен за счет правильного регулирования параметров налогообложения корпораций, дотаций малым инновационным предприятиям, регулированию внутривидовой конкуренции и коэффициента поглощения малых инновационных предприятий корпорациями.

Ключевые слова: слияние и поглощение, инновационная экосистема, модель «хищник-жертва», модель Лотки-Вольтерры, системная динамика.

Цитирование: Романов В.П., Ахмадеев Б.А. Моделирование инновационной экосистемы на основе модели «хищник-жертва» // Бизнес-информатика. 2015. № 1 (31). С. 7–17.

1. Введение

Одним из условий конкурентоспособности российских компаний на международных рынках, обеспечения высокого экономического роста, повышения качества жизни и реализации национальных приоритетов является эффективное использование результатов фундаментальных научных исследований и разработок в коммерческом секторе экономики. В этих условиях большое значение приобретает развитие инновационного потенциала экономики, определяемого совокупностью необходимых технических, производственных, организационных, маркетинговых и финансовых операций и обеспечивающего реализацию эффективных нововведений в экономике и социальной сфере. Развитие инновационной составляющей экономики является объектом приоритетного внимания со стороны органов управления. Основными направлениями политики Российской Федерации в области инновационного развития до 2020 г. (утверждены Распоряжением Правительства РФ от 8 декабря 2011 г. №2227-р) являются долгосрочное развитие субъектов инновационной деятельности, а также финансирование сектора фундаментальной и прикладной науки и поддержки коммерциализации разработок [1].

В инновационной экономике конкурентные преимущества во многом определяются инновациями и конкурентным применением знаний. Зарождение новых технологий и инновационных решений подразумевает воплощение идеи в жизнь в реальной экономической среде, где существуют как позитивные, так и негативные факторы, сказывающиеся на формировании инновации. Если прорывная технология сталкивается в своем развитии с чрезмерно враждебной средой, то ее развитие может остановиться вплоть до полного упадка. С другой стороны, умеренно враждебная конкурентная среда может дать развитие грандиозным идеям и технологиям, устранив в то же время слабые и бесперспективные решения.

В связи с этим важна роль благоприятной экосреды, под которой мы понимаем систему, включающую все живущие в какой-либо зоне объекты, а также их физическое окружение, функционирующие вместе как целое [4]. В частности, в работе [17] приводятся следующие условия благоприятной среды для успешной инкубации новых технологий:

- ◆ творческая предпринимательская среда;
- ◆ присутствие исследовательских институтов, ра-

ботающих в качестве механизмов взращивания;

- ◆ наличие высокопрофессиональной рабочей силы;
- ◆ поддержка НИОКР для малых предприятий;
- ◆ доступность венчурного капитала;
- ◆ стимулирующий предпринимательский климат;
- ◆ доступность недорогих зон для предпринимательской активности в области инноваций;
- ◆ доступ к различной информации;
- ◆ международная доступность.

Однако, крупные компании время от времени упускают из вида зарождающиеся инновационные технологии. Они не имеют возможности следить за всеми новыми технологиями и трендами, поэтому вынуждены искать иные методы инновационного развития. Одним из таких методов является поглощение малых компаний, имеющих инновационные технологии.

Многие ученые сходятся во мнении, что крупным корпорациям выгоднее поглотить инновационную компанию, чем самим инвестировать в научные исследования [7]. Развитие бизнеса во всех сферах одновременно может привести к распылению средств с малой результативностью. Когда речь идет о покупке другой компании, корпорации ждут, пока малое инновационное предприятие (МИП) принесет результаты, и только тогда осуществляют его поглощение.

В исследовании мы придаем особое значение рассмотрению процессов слияния и поглощения компаний. Результат исследования имеет рекомендательный характер для изменения существующих структур и связей.

2. Слияния и поглощения

В экономической литературе широко обсуждается вопрос о синергетическом эффекте процессов слияний и поглощений компаний, как о ключевой причине их проявления в экономической деятельности, а также о том, что технологические причины являются основополагающими в этих процессах [9].

Рассмотрим само понятие и виды слияний и поглощений. В настоящее время в российской юриспруденции понятийный аппарат слияния и поглощения разработан в основном только на доктринальном уровне. В иностранной литературе нет разграничения этих понятий. Известная аббревиатура M&A (merger & acquisition) переводится как «слияние и поглощение». Под термином «merger»

понимается поглощение путем приобретения ценных бумаг или основного капитала, слияние, объединение компаний. Под понятием «acquisition» понимается приобретение, завладение, поглощение компании [17].

Слияние и поглощение может быть категоризировано в группы по структуре экономических взаимоотношений и по характеру интеграции: горизонтальное, вертикальное, родовое и конгломератное. Также слияния и поглощения могут подразделяться на дружественные и недружественные, а по локальному признаку – на национальные и транснациональные [17].

Среди возможных причин и мотивов слияний и поглощений могут быть выделены следующие [17]:

- 1) возможность достижения синергетического эффекта;
- 2) стремление повысить качество и эффективность управления;
- 3) диверсификация бизнеса;
- 4) asset-stripping – покупка компании для последующей распродажи ее по частям с целью извлечения прибыли;
- 5) налоговые мотивы – поглощаемая компания может обладать существенными налоговыми льготами;
- 6) личные мотивы управляющих;
- 7) стремление к завоеванию большей доли рынка;
- 8) повышение эффективности производства;
- 9) завладение новыми технологиями, которыми владеет компания-цель;
- 10) охота за талантливыми кадрами.

Достижение синергетического эффекта, согласно многим исследованиям (например, [17]) оказывается одной из первых целей большинства компаний, проводящих операции по слияниям и поглощениям. Например, в работе [8] рассматривается пример слияния американских компаний Pharmacia&Upjohn и Monsanto. Обе компании вели активную работу на рынке рецепторных медикаментов в различных терапевтических областях, и их продукция была взаимодополняема. Для каждой компании целью слияния было завладение технологиями другой компании. Самый успешный продукт Monsanto (Celebrex) использовал новую технологическую платформу коксовых специфических ингибиторов, и данное слияние открыло доступ к этой технологии для Pharmacia&Upjohn. Аналогично, Pharmacia&Upjohn имела серьезные наработки в биотехнологиях, основанных на биопротеинах, которыми Monsanto до

слияния не владела. Результатом слияния явилось наличие необходимого количества наработок для лабораторных клинических исследований, также улучшились результаты НИОКР для результирующей компании с одновременным уменьшением времени, потраченного на исследования.

3. Примеры поглощений в бизнесе

В 2008 году компания Sun Microsystems поглотила разработчика СУБД с открытым исходным кодом MySQL, сумма сделки составила 1 млрд долларов США [11]. Sun с помощью MySQL получила возможность упрочить взаимоотношения с существующими клиентами и создать новые направления сотрудничества в создании удобных в применении и гибких систем СУБД с открытым кодом. В данном примере обоюдная коммерческая и технологическая выгода данного поглощения, учитывая технологические инновационные преимущества обеих компаний, воплотила собой успешный синергетический эффект.

20 апреля 2009 г. Oracle покупает Sun по цене 9,5 американских долларов за акцию. Сделка оценивалась приблизительно в 7,4 млрд долларов США [13]. Теперь Oracle может предлагать своим клиентам программное обеспечение, которое пишется на поддерживаемом ею языке (Java), которое запускается на сервере приложений от Oracle. Для Sun данный союз оказался также выгодным. Oracle увеличила свои инвестиции в НИОКР с 8% до 13% из всей выручки компании (для сравнения, высокотехнологичные компании, такие как IBM и HP, тратят на НИОКР 6% и 3% соответственно [12]).

Компания Google за последние два года потратила 17 млрд долл. США на поглощения, это сумма, превышающая сумму аналогичных показателей ее конкурентов, – Apple, Microsoft, Amazon, Facebook, Yahoo, – вместе взятых [15]. Google не гонится за компаниями, брэндами и патентами, а выкупает компании за довольно высокую цену, потому что она заинтересована в разработчиках и талантливых сотрудниках приобретаемых компаний [14]. Инновационная экосистема Google построена таким образом, что разработчики компании, а также сторонние разработчики могут размещать на площадке Google свои приложения для тестирования тысячами пользователей совершенно бесплатно. Приложения, которые находят большой спрос, оказываются первыми в списке Google для коммерциализации. То, что Google не смогла создать и раз-

работать, она покупает. Недаром девизом Google является «ubiquity first, revenues later» – «сначала вездесущность, доходы потом».

4. Примеры поглощений в природе

Необходимо рассмотреть природные экосистемы, чтобы наглядно увидеть аналогии экономических систем с биологическими системами на примере отношений «хищник-жертва», являющихся самым распространенным явлением в природе. Пищевые отношения в природе между особями не только обеспечивают энергетические потребности организмов, но играют и другую важную роль – удерживают виды в сообществах, регулируют их численность и влияют на ход эволюции. Пищевые связи чрезвычайно разнообразны.

В работе [16] рассматриваются аналогии между банковской системой и природной экосистемой, состоящей из трех уровней: растения, которыми питаются травоядные животные, которыми в свою очередь питаются плотоядные (хищники). Здесь этим трем уровням соответствуют три уровня банковской системы соответственно: частные лица и фирмы, дочерние банки и головной банк. Если в природной экосистеме энергией обмена служит биомасса, то в банковской системе ею является капитал. В работе [16] моделирование данной экосистемы предлагается с помощью трехуровневой системы дифференциальных уравнений Лотки-Вольтерры. Система уравнений Лотки-Вольтерры будет рассмотрена нами далее для моделирования процессов слияний и поглощения компаний. В табл. 1 приводятся аналогии между биологическим и экономическим миром для продолжения нашего исследования.

Для нас наибольший интерес представляют именно типичные хищники в их взаимоотношениях с жертвами и с экосистемой в целом.

Если хищник питается крупными, активными жертвами, которые могут убежать, сопротивляться, прятаться, то в живых остаются те из них, кто делает это лучше других, т.е. имеет более зоркие глаза, чуткие уши, развитую нервную систему, мускульную силу. Таким образом, хищник ведет отбор на совершенствование жертв, уничтожая больных и слабых. В свою очередь, среди хищников тоже идет отбор на силу, ловкость и выносливость. Эволюционное следствие этих отношений – прогрессивное развитие обоих взаимодействующих видов – и хищника, и жертвы [3].

Таблица 1.

Аналогии между биологическими и экономическими системами

Биологические системы	Экономические системы
Типичные хищники, которые тратят много сил на то, чтобы выследить добычу, догнать ее и поймать. У них развито специальное охотничье поведение. Им необходимо много жертв в течение жизни. Обычно это сильные и активные животные [3].	Крупные корпорации, жертвами которых становятся более слабые компаниями, которые могут подпитывать более крупную и богатую компанию новыми инновационными идеями, талантливой командой и т.п.
Паразиты, которые всю жизнь проводят в одном или двух, реже – трех хозяевах. Они живут в условиях избытка пищи, которую не надо активно добывать, и используют хозяев как среду своего обитания. У них упрощено строение и ослаблены связи с внешним миром [3].	Компании, работающие на госзаказах или являющиеся постоянными подрядчиками более крупной компании. В РФ таким примером являются бюро переводов, которые прикрепляются к одному нотариусу и работают долгое время с ними в области нотариального заверения письменных переводов.
Животные-собиратели, которые тратят энергию на поиск семян или насекомых, т.е. мелкой добычи. Овладение найденным кормом для них не представляет труда. У них развита поисковая активность, но нет охотничьего поведения [3].	Наиболее типичным примером являются более независимые компании, ориентированные на массового потребителя (например, компании розничной торговли).

В экономических системах такого рода эволюция происходит по схожим принципам. Новая технология, появившись на рынке, попадает во враждебную среду и ведет борьбу за выживание. Это связано с тем, что на рынке зачастую присутствуют более старые и сильные технологии, поэтому новые технологии либо поглощаются старыми, либо умирают, не развившись в полной мере. Однако если новая технология оказывается более конкурентной, то она вытесняет старую. Таким образом, в экономическом мире проявляется закон естественного отбора.

Если же хищники питаются малоактивными, либо мелкими, не способными сопротивляться им видами, это приводит к другому эволюционному результату. Погибают те особи, которых хищник успевает заметить. Выигрывают менее заметные или чем-то неудобные для захвата жертвы. Так осуществляется естественный отбор на покровительственную окраску, твердые раковины, защитные шипы и иглы и другие орудия спасения от врагов. Эволюция видов идет в сторону специализации по этим признакам [3].

В экономическом мире такого рода защитные функции могут создаваться искусственно контролирующими органами государства, на чьей территории действуют эти компании. К ним, в частности, относятся:

- ◆ правовая защита малых инновационных предприятий (МИП);
- ◆ механизмы патентирования новых идей, способные в полной мере защитить реализацию нововведений на рынке;
- ◆ государственные гранты и инвестиции в МИПы;
- ◆ собственные методы защиты МИПов;
- ◆ правильно организованная инновационная экосистема;
- ◆ система демонстрации и развития развивающихся технологий;

Для развития нашей аналогии природных экосистем с экономическими системами рассмотрим концепцию инновационной экосистемы.

5. Что такое инновационная экосистема?

Биологическая экосистема – это сложный набор отношений между существующими в ней ресурсами, средой и живущими в ней сущностями, чьей целью является поддержание равновесного состояния. В биологической системе равновесное состояние образуется через правильное моделирование динамики движения энергии в операциях внутри экосистемы. В данном случае энергия является способом выражения отношений между парой хищник-жертва и растительным миром. Движение энергии – сложная функция, поэтому экосистема может быть рассмотрена только как единое целое, а не фрагментарное, т.к. каждый элемент системы имеет функциональное влияние на другие элементы [4].

В то же время в инновационной экосистеме происходит не движение энергии, а движение капитала и других экономических ресурсов в сложных взаимоотношениях между хозяйствующими субъектами. Экономическими ресурсами здесь выступают как материальные ресурсы (денежные фонды, снаряжение, движимые и недвижимые объекты и т.д.), так и человеческий капитал (студенты, навыки, кадры, исследователи и т.д., которые составляют институциональные единицы, участвующие в экосистеме) (рис. 1).

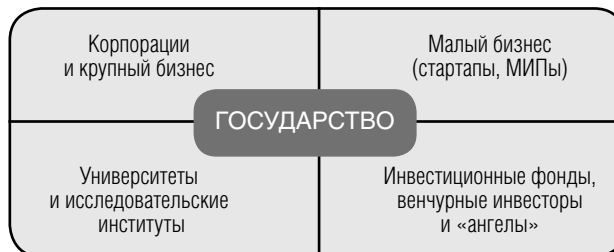


Рис. 1. Субъекты инновационной экосистемы

Инновационная экосистема представляет собой две различные экономики, первая из которых – **исследовательская экономика**, движимая средствами фундаментальной науки, а вторая – **коммерческая экономика**, движимая рыночными отношениями. Изначально эти два сектора слабо взаимосвязаны, потому что связь в данных отношениях осуществляется через инвестиции в НИОКР и фундаментальные научные исследования. Те, в свою очередь, образуются из налоговых поступлений в коммерческом секторе. Для инновационной экосистемы важно, чтобы исследования проходили не только по заказу государства, но также происходил естественный самопроизвольный прогресс в научно-техническом плане. То есть инвестиционные инициативы должны исходить из естественных источников инвестиций в коммерческом секторе экономики.

Инновационная экосистема считается здоровой в том случае, если ресурсы, инвестированные в исследования из государственных, частных или корпоративных источников, впоследствии вознаграждаются увеличением прибыли, благодаря реализации инновационных продуктов. В случае, когда оба сектора экономики – исследовательская и коммерческая – достигают равновесного состояния, инновационная экосистема считается здоровой [4]. Это можно выразить следующей формулой:

$$P = P_0(I_{\text{НИОКР}}) + \Delta P = P_0(1 - \alpha) + \Delta P, \quad (1)$$

где P_0 – начальная прибыль до инвестиций в фундаментальные исследования;

P – прибыль, скорректированная на инвестиции;

$P_0(I_{\text{НИОКР}}) = P_0(1 - \alpha)$, где $I_{\text{НИОКР}}$ определяет инвестиции коммерческого сектора в исследовательский;

ΔP – рост экономики за счет инновационной составляющей.

Таким образом, небольшая часть прибыли $I_{\text{НИОКР}}$ реинвестируется для поддержания фундаментальных исследований. Результат в виде цикла с обратной связью показан на рис. 2.

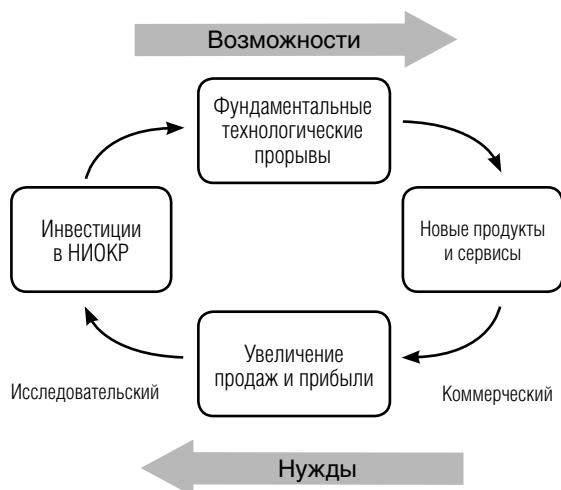


Рис. 2. Цикл возврата инвестиций в НИОКР через инновационные технологические прорывы

Когда рост прибыли за счет инновационных прорывов превышает начальные инвестиции в НИОКР, вместо равновесия в экосистеме происходит рост.

Для более подробного количественного объяснения данных процессов, мы обращаемся к модели экосистемы «хищник-жертва», основанной на системе дифференциальных уравнений Лотки-Вольтерры.

6. Модель Лотки-Вольтерры

Данная модель отражает схему взаимодействия двух видов типа «хищник-жертва», названную в честь ее авторов, которые предложили модельные уравнения независимо друг от друга.

В математической форме предложенная система имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= (\alpha - \beta y)x, \\ \frac{dy}{dt} &= (-\gamma + \delta x)y, \end{aligned} \tag{2}$$

где x – количество жертв; y – количество хищников; t – время; $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ – коэффициенты, отражающие взаимодействия между видами.

Решение системы уравнений предлагается инструментальным методом при помощи авторской программы имитации (рис. 3) где система находится в равновесном состоянии (параметры модели для равновесного состояния приведены в табл. 4).

Можно заметить, что динамика развития популяции хищников и жертв имеет колебательный характер в силу присутствия циклов с обратной связью, которые заставляют популяции колебаться вокруг набора заданных условий.

Система уравнений Лотки-Вольтерры находит применение не только в природе, но очень часто используется в экономических системах. Например, модель динамики развития популяции отношения городского населения к стране и отношения среднего дохода городского населения к средне-страновому рассмотрена в работе [17]. Модель выглядит следующим образом:

$$\dot{x}_i = x_i(-\alpha_i - \alpha_i + \alpha y_i), \dot{y}_i = y_i(\beta_i - \beta_i x_i),$$

где i – зона рассмотрения; x – население; y – средний доход; α и β – динамические параметры.

Другим примером является работа [18], в которой исследуется конкуренция на фондовой бирже, где существуют два вида конкуренции: между компаниями, торгующимися на бирже через их цену, а также между инвесторами, охотящимися за компаниями. Автор в исследовании для моделирования этих процессов также берет за основу систему уравнений Лотки-Вольтерры.

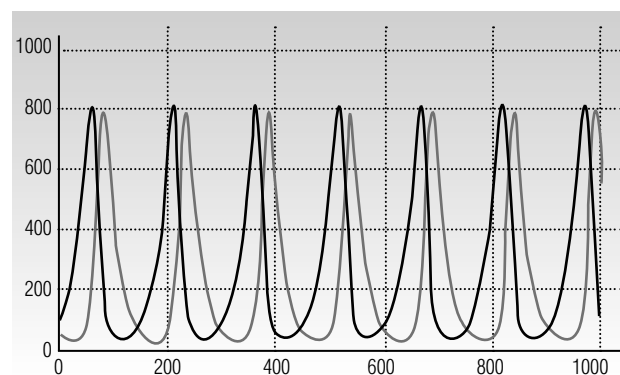


Рис. 3. Результат запуска модели хищник-жертва

7. Модель хищник-жертва в инновационной экосистеме

Базируясь на модели Лотки-Вольтерры, далее мы описываем процессы слияния и поглощения компаний, происходящие в рамках экономических экосистем, по аналогии с системой «хищник-жертва», где хищники – крупный бизнес, а жертвы – малый бизнес (стартапы, МИПы).

Модель Лотки-Вольтерры (2) была дополнена следующим образом:

1) теперь учитывается внутривидовая конкуренция (борьба за ресурсы между самими корпорациями и МИПами – αx^2 и αy^2 где происходит попарное взаимодействие) с соответствующим коэффициентом внутривидовой конкуренции:

$$\frac{\alpha x^2}{k_x} \text{ и } \frac{\delta y^2}{k_y};$$

2) государство может облагать налогом корпорации $(1 - \tau)$ для пополнения бюджета страны;

3) добавляется переменная T , которая вычисляется через дополнительное дифференциальное уравнение;

4) бюджет (T) накапливается, благодаря налогам, собранным с корпораций $(y \times \tau)$;

5) модель учитывает возможную государственную коррупцию или денежную инфляцию в виде утечки части денег из накопленного за счет налогов бюджета $(1 - D - L)$;

6) часть бюджетных денег тратится на дотации МИПам

$$\left(\frac{\alpha x^2}{k_x + T \times D} \right),$$

а из бюджета убывают $T(1 - D) + x \times \tau$.

Математически данная модель выражена следующим образом:

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= (\alpha - \beta y)x - \frac{\alpha x^2}{k_x + T \times D} \\ \frac{dy}{dt} &= (1 - \tau) \left((-\gamma + \delta x)y - \frac{\delta y^2}{k_y} \right) \\ \frac{dy}{dt} &= T(1 - D - L) + y \times \tau \end{aligned} \quad (3)$$

где k_x – коэффициент внутривидовой конкуренции МИПов;

k_y – аналогический коэффициент для корпораций;

x – количество МИПов;

y – количество корпораций;

t – время;

α – коэффициент рождаемости МИПов;

β – коэффициент поглощения МИПов корпорациями;

γ – коэффициент смертности корпораций;

δ – коэффициент рождаемости корпораций;

τ – доля налогообложения корпораций;

T – собранные налоги за все периоды (рост экономики);

D – доля налогов, уходящих на помощь МИПам (дотации);

L – часть налогов, которая теряется из казны (коррупция и инфляция).

С целью изучения параметров модели были проанализированы официальные статистические данные ОЭСР по рождаемости и смертности компаний, выявлению корреляций между динамикой банкротств и созданием новых компаний по Великобритании. В табл. 2 представлены коэффициенты рождаемости и смертности по странам ОЭСР за 2010 г.

Таблица 2.

Коэффициенты рождаемости и смертности компаний по странам за 2010 г.*

Страны	Коэффициент рождаемости	Коэффициент смертности
Финляндия	0,025	8
Румыния	0,06	13,5
Нидерланды	0,065	4
Болгария	0,07	4
Испания	0,085	12
Словения	0,09	9
Италия	0,09	9,5
Португалия	0,1	
Франция	0,013	14,5
Дания	0,14	13
Венгрия	14	13,7
Словакия	18	
США	10	11,5
Австралия	11	14
Великобритания	11,5	11,5
Корея	14	13
Среднее значение	10,25	10,8

*Источник: статистический сборник ОЭСР

Как можно увидеть из табл. 2, среднее значение коэффициента рождения и смертности примерно одинаково (10,25 и 10,8 соответственно), что говорит о сохранении баланса в экономической системе: новые компании образуются примерно с той же скоростью, с которой другие ликвидируются.

Для определения корреляции данные временные ряды проанализированы в пакете SPSS Statistics методом корреляции Пирсона.

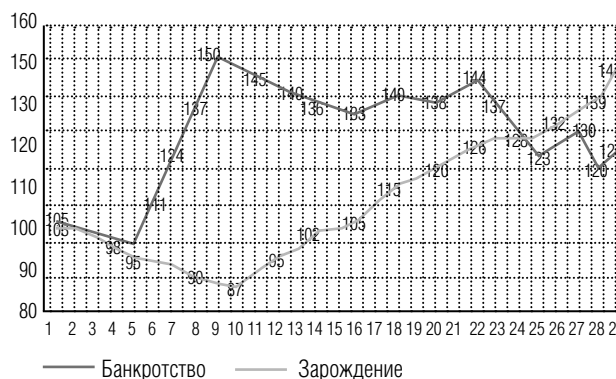


Рис. 4. Динамика банкротств и рождаемости новых компаний в Великобритании
*Источник: статистический сборник ОЭСР

Таблица 3.

Корреляция Пирсона для рядов рождаемости и банкротства компаний

Корреляции			
		Банкротство	Зарождение
Банкротство	Корреляция Пирсона	1	-,255
	Знч.(1-сторон)		,095
	N	28	28
Зарождение	Корреляция Пирсона	-,255	1
	Знч.(1-сторон)	,095	
	N	28	28

С вероятностью 90% можно заключить, что между динамикой банкротств предприятий и динамикой их рождаемости существует отрицательная взаимосвязь. На этом примере можно предположить, что динамика рождения и смертности компаний будет обратозависимой, а также иметь колебательный характер, что аналогично динамике эволюции популяций в системе «хищник-жертва» в ее равновесном состоянии.

Необходимо отметить, что постоянный корпоративный налог на доходы компаний в Великобритании равен 26%, что примерно соответствует ставке налога и других развитых странах, варьирующейся от 20 до 30%.

Математическая модель (3) была реализована в авторской компьютерной программе с возможностью изменения параметров и вывода результатов в виде графиков динамики популяций. Основываясь на статистических данных, описанных выше, были подобраны значения параметров модели, близкие к реальным. В табл. 4 представлены параметры для различных состояний: равновесие, постепенный спад, полное вымирание и экспоненциальный рост.

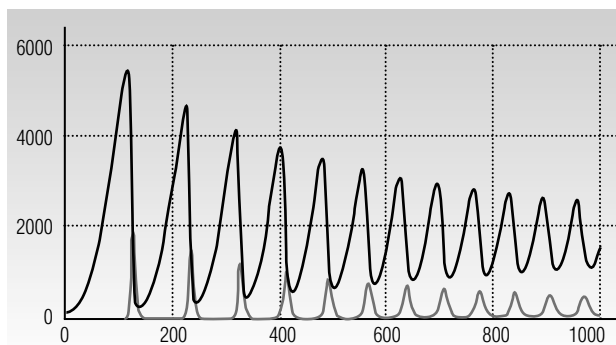


Рис. 5. Постепенный спад обеих популяций

При определенных параметрах уравнения, заданных в программе, происходит постепенный спад обеих популяций (рис. 5) или полное их вымирание на определенном этапе (рис. 6). Значения коэффициентов для различных типов состояний системы приведены в табл. 4. На рис. 5 представлен тип развития системы «постепенный спад», происходящий из-за недостаточного финансирования стартапов дотациями (дотационная ставка (D) = 0,001).

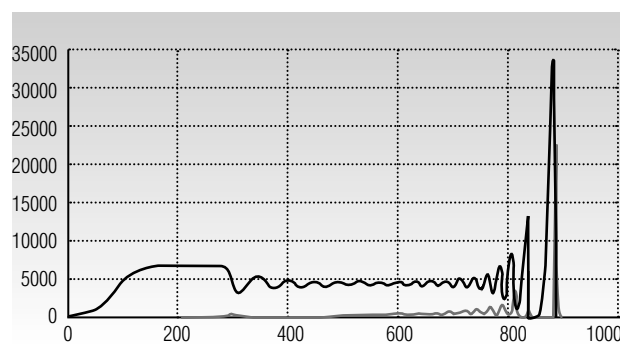


Рис. 6. Полное вымирание обеих популяций

Тип развития системы «полное вымирание», представленный на рис. 6, происходит из-за чрезмерно высокой ставки корпоративного налога ($\tau = 0,45$), что значительно выше средней налоговой ставки в развитых странах.

Таблица 4.

Коэффициенты параметров модели для различных типов состояний

Тип развития системы	$x_{нач}$	$y_{нач}$	α	β	γ	δ	k_x	k_y	τ	D	L
Равновесное состояние (рис. 4)	50	100	0,05	0,0002	0,05	1	6800	450000	0	0	0
Постепенный спад (рис. 5)	50	100	0,05	0,0002	0,05	1	6800	450000	0,229	0,001	0,3
Полное вымирание (рис. 6)	50	100	0,05	0,0002	0,05	1	6800	450000	0,45	0,02	0,03
Экспоненциальный рост (рис. 7)	50	100	0,09	0,00002	0,055	0,8	68000	45000	0,016	0,039	0,001

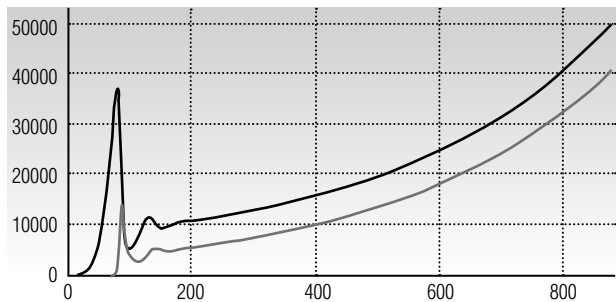


Рис. 7. Рост обеих популяций

Однако, в результате подбора показателей нам удалось добиться экспоненциального роста обеих популяций, как показано на рис. 7.

Монотонный экспоненциальный рост достигается за счет выбора определенного значения параметра, определяющего уровень налогов, собираемых с корпораций ($\tau = 0,016$), которые впоследствии будут отчислены в пользу стартапов (данный показатель ниже реального значения), а также соответствующего параметра, определяющего уровень субвенций стартапам на каждом шаге ($D = 0,039$). Также необходимо отметить, что значение параметра рождаемости стартапов было приведено к близкому к реальному значению ($0,09$), значение параметра «поглощения» стартапов корпорациями (β было уменьшено до значения $0,00002$, уровни конкуренции стартапов и корпораций были приближены к общему значению (68000 и 45000 соот-

ветственно). Исследование в области устойчивости процесса в координатах, соответствующих этим параметрам, предполагается выполнить и описать в последующих публикациях.

8. Заключение

Как видно из результатов исследования, данная модель при определенных параметрах на некотором этапе приходит в монотонный экспоненциальный рост обеих популяций. Данный результат был невозможен в рамках изначальной системы уравнений Лотки-Вольтерры. В данном случае, как мы видим из рис. 7, сама экосистема растет настолько, чтобы вмещать в себя экспоненциально растущие популяции корпораций и МИПов.

Данная модель может быть применена для моделирования реальных инновационных экосистем, которые на сегодняшний день существуют во всех передовых странах. Следующим этапом изучения является более детальное исследование процессов налогообложения крупного бизнеса на примере развитых стран в пользу субвенций МИПам, стартапам и бизнес-инкубаторам. Как показало исследование, при определенных параметрах, заданных как по отношению к налогам с крупного бизнеса, так и к дотациям малому бизнесу, инновационная экосистема может дать рост обоим участникам системы, так и экосистемы в целом. ■

Литература

1. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года (Распоряжение Правительства РФ от 8 декабря 2011 г. №2227-р «Об утверждении Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года»).
2. Кузнецова И.А., Гостева С.Ю., Грачева Г.А. Методология и практика статистического измерения инновационной деятельности в экономике России: современные тенденции // Вопросы статистики. 2008. №5. С. 30–46.
3. Экология. Учебник для 10 (11) классов / Под ред. Н.М.Черновой. 11-е изд., испр. М.: Дрофа, 2007. 304 с.
4. Jackson D.J. What is an innovation ecosystem? // National Science Foundation, Arlington, VA. [Электронный ресурс]: http://erc-assoc.org/sites/default/files/topics/policy_studies/DJackson_Innovation%20Ecosystem_03-15-11.pdf (дата обращения: 20.05.2014).
5. Carson R. Improve venture capital returns with IP portfolio management. Ezine Articles. [Электронный ресурс]: <http://ezinearticles.com/?Improve-Venture-Capital>Returns-With-IP-Portfolio-Management&id=1420039> (дата обращения: 25.05.2014).
6. Романов В.П., Лелчук А.В. Мультиагентные системы в экономике. М.: РЭУ им. Г.В.Плеханова», 2013. 87 с.
7. Ahmadian A. System dynamics and technological innovation system // Chalmers University of Technology. Department of Energy and Environment, Division of Environmental Systems Analysis. Göteborg, Sweden, 2008. Report No. 2008:15 [Электронный ресурс]: <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/74728.pdf> (дата обращения: 21.05.2014);
8. Bena J., Li K. Corporate innovations and mergers and acquisitions // Sauder School of Business, University of British Columbia [Электронный ресурс]: http://finance.sauder.ubc.ca/~kaili/bl_JF.pdf (дата обращения: 22.05.2014).

9. Сырой С. Sun и MySQL: Военная хитрость или брак по любви? [Электронный ресурс]: <http://www.x-drivers.ru/articles/analytics/26/1.html> (дата обращения: 01.06.2014).
10. Furrier J., Vellante D. Analysis: Is Oracle better off after Sun acquisition? [Электронный ресурс]: <http://www.forbes.com/sites/siliconangle/2013/07/09/analysis-is-oracle-better-off-after-sun-acquisition/> (дата обращения: 05.05.2014).
11. Зыкин В. Чем хороша Sun для Oracle? // [Электронный ресурс]: <http://www.x-drivers.ru/articles/analytics/56/2.html> (дата обращения: 15.05.2014).
12. Stunt V. Why Google is buying a seemingly crazy collection of companies // CBC News, Feb. 2014 [Электронный ресурс]: <http://www.cbc.ca/news/technology/why-google-is-buying-a-seemingly-crazy-collection-of-companies-1.2537110> (дата обращения: 16.05.2014).
13. Levy A., Womack B. Google outspends top five rivals combined in deals push // Bloomberg, Jan 15, 2014. [Электронный ресурс]: <http://www.bloomberg.com/news/2014-01-15/google-outspends-top-five-rivals-combined-in-deals-push.html> (дата обращения: 24.05.2014).
14. Bloomberg 2013 Annual. Global financial advisory mergers & acquisitions rankings 2013. [Электронный ресурс]: <http://www.bloomberg.com/professional/content/uploads/sites/2/2014/01/M-and-A-2013.pdf> (дата обращения: 03.06.2014).
15. Бегаева А.А. Корпоративные слияния и поглощения: проблемы и перспективы правового регулирования / Отв. ред. Н.И. Михайлов. М.: Инфотропик Медиа, 2010. 132 с.
16. Comes C.-A. Banking system: Three level Lotka-Volterra model // Procedia Economics and Finance. 2012, no. 3. P. 251–255.
17. Kamann D.J., Nijkamp P. Technogenesis: incubation and diffusion / Serie Research Memoranda. Amsterdam: University Amsterdam, 1988.
18. Modis T. Technological forecasting at the stock market // Technological Forecasting and Social Change. 1999, no. 62. P. 173–202.

INNOVATION ECOSYSTEM MODELLING BASED ON «PREDATOR-PREY» MODEL

Victor ROMANOV

*Professor, Department of Information Systems in Economics and Management,
Faculty of Mathematical Economics and Informatics, Plekhanov Russian University of Economics
Address: 36, Stremyanny lane, Moscow, 117997, Russian Federation
E-mail: victorromanov1@gmail.com*

Bulat AKHMADEEV

*Post-graduate student, Department of Information Systems in Economics and Management,
Faculty of Mathematical Economics and Informatics, Plekhanov Russian University of Economics
Address: 36, Stremyanny lane, Moscow, 117997, Russian Federation
E-mail: bulat.a@mail.ru*



This paper provides insights into a concept and essence of corporate merger & acquisition processes, as well as an analytical review of these processes in research and professional literature. Drivers and purposes of parties to these transactions, as well as their types have been identified. The most significant corporate mergers and acquisitions in the IT sector over the last decade have been considered. A synergetic effect in their operations resulting from these processes has been shown; such effect appears when an acquisition is aimed to get access to new technologies or head-hunting. Corporate merger & acquisition implications have been demonstrated from the perspective of natural ecosystem

development, analogies with biological relationships – «predator-prey» mergers have been drawn. Objects in economic and biological systems are found out to behave alike. It has been demonstrated that a biological ecosystem may be innovative to a certain extent, when it is being formed by means of establishing effective financial, informational and other kinds of feedback links between economic entities. The concept of innovative ecosystem has been analyzed, and its major growth drivers have been investigated. Author's own model of innovative ecosystem dynamic development based on the Lotka–Volterra model (the «predator-prey» model) has been suggested, where predators refer to corporations and preys – to small-scale innovative enterprises (SIE). This model has been implemented in author's software program, and under certain system parameters it shows monotonic exponential growth of populations. Conclusions have been made that innovative ecosystem growth can be achieved thanks to proper regulation of corporate taxation parameters and SIE subsidies, as well as regulation of intraspecific competition and corporation/SIE acquisition ratio.

Key words: merger and acquisition, innovation ecosystem, «predator-prey» model, Lotka-Volterra model, system dynamics.

Citation: Romanov V.P., Akhmadeev B.A. (2015) Modelirovanie innovacionnoj jekosistemy na osnove modeli «hishhnik-zhertva» [Innovation ecosystem modelling based on «predator-prey» model]. *Business Informatics*, no. 1 (31), pp. 7–17 (in Russian).

References

1. *Strategija innovacionnogo razvitiya Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda* [Strategy of innovation development of the Russian Federation for the period until 2020] (Statement of RF Government, 8 December 2011, No. №2227-р «About the Strategy of the Russian Federation innovation development for the period until 2020»). (in Russian)
2. Kuznetsova I.A., Gosteva S.Yu., Gracheva G.A. (2008) Metodologija i praktika statisticheskogo izmerenija innovacionnoj dejatel'nosti v jekonomike Rossii: sovremennye tendencii [Methodology and practice of statistical measurement of innovation activity in Russian economy: modern tendencies]. Moscow: *Voprosy statistiki*, no. 5, pp. 30–46. (in Russian)
3. Chernova N.M., ed. (2007) *Jekologija. Uchebnik dlja 10 (11) klassov* [Ecology. Textbook for 10 (11) years]. Moscow: Drofa. (in Russian)
4. Jackson D.J. (2014) *What is an innovation ecosystem?* National Science Foundation, Arlington, VA. Available at: http://erc-assoc.org/sites/default/files/topics/policy_studies/DJackson_Innovation%20Ecosystem_03-15-11.pdf (accessed 20 May 2014).
5. Carson R. (2014) *Improve venture capital returns with IP portfolio management*. Ezine Articles. Available at: <http://ezinearticles.com/?Improve-Venture-Capital-Returns-With-IP-Portfolio-Management&id=1420039> (accessed 25 May 2014).
6. Romanov V.P., Leščuk A.V. (2013) *Mul'tiagentnye sistemy v jekonomike* [Multi-agent systems in economics]. Moscow: Plekhanov Russian University of Economics. (in Russian)
7. Ahmadian A. (2008) *System dynamics and technological innovation system*. Göteborg: Chalmers University of Technology. Department of Energy and Environment, Division of Environmental Systems Analysis. Report No. 2008:15. Available at: <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/74728.pdf> (accessed 21 May 2014).
8. Bena J., Li K. (2014) *Corporate innovations and mergers and acquisitions*. Sauder School of Business, University of British Columbia. Available at: http://finance.sauder.ubc.ca/~kaili/bl_JF.pdf (accessed 22 May 2014).
9. Syroj S. (2014) Sun i MySQL: Voennaja hitrost' ili brak po ljubvi? [Sun and MySQL: military art or union of hearts?]. Available at: <http://www.x-drivers.ru/articles/analytics/26/1.html> (accessed 01 June 2014). (in Russian)
10. Furrier J., Vellante D. (2014) Analysis: Is Oracle better off after Sun acquisition? Available at: <http://www.forbes.com/sites/siliconangle/2013/07/09/analysis-is-oracle-better-off-after-sun-acquisition/> (accessed 05 May 2014).
11. Zykin V. (2014) Chem horosha Sun dlja Oracle? [What is good in Sun for Oracle?]. Available at: <http://www.x-drivers.ru/articles/analytics/56/2.html> (accessed 15 May 2014). (in Russian)
12. Stunt V. (2014) Why Google is buying a seemingly crazy collection of companies. *CBC News*, Feb. 2014 (electronic journal). Available at: <http://www.cbc.ca/news/technology/why-google-is-buying-a-seemingly-crazy-collection-of-companies-1.2537110> (accessed 16 May 2014).
13. Levy A., Womack B. (2014) *Google outspends top five rivals combined in deals push*. Bloomberg. Jan 15, 2014. Available at: <http://www.bloomberg.com/news/2014-01-15/google-outspends-top-five-rivals-combined-in-deals-push.html> (accessed 24 May 2014).
14. Bloomberg Annual (2013). *Global financial advisory mergers & acquisitions rankings 2013*. Available at: <http://www.bloomberg.com/professional/content/uploads/sites/2/2014/01/M-and-A-2013.pdf> (accessed 03 June 2014).
15. Begaeva A.A. (2010) *Korporativnye slijanija i pogloshhenija: problemy i perspektivy pravovogo regulirovanija* [Corporate mergers and acquisitions: problems and prospects of legal regulation]. Edited by N.I. Mihajlov. Moscow: Infotropik Media. (in Russian)
16. Comes C.-A. (2012). Banking system: Three level Lotka-Volterra model. *Procedia Economics and Finance*, no. 3, pp. 251–255.
17. Kamann D.J., Nijkamp P. (1988). *Technogenesis: incubation and diffusion*. Serie Research Memoranda. Amsterdam: University Amsterdam.
18. Modis T. (1999). Technological forecasting at the stock market. *Technological Forecasting and Social Change*, no. 62, pp. 173–202.