

# Игры с Черной Королевой: как фирмы выбирают уровень инвестиций в исследования и разработки<sup>1</sup>

*Инвестирование в исследования и разработки (ИиР) в последние несколько десятилетий превратилось в рутинный процесс как для крупных, так и для средних технологических компаний. Более того, ИиР часто выступают в качестве главного оружия в конкурентной борьбе. В данной статье рассматриваются две простые модели выбора уровня инвестиций в ИиР компаниями. Затем на примере компаний – лидеров из фармацевтической отрасли и автомобилестроения, полученные теоретические предсказания тестируются на эмпирических данных. Оказалось, что в среднем компании из одной отрасли выбирают близкие между собой нормы финансирования исследований и разработок. При этом, как привило, фирмы поддерживают уровень ИиР-интенсивности на протяжении времени или даже увеличивают его.*

**Ключевые слова:** затраты на исследования и разработки, норма инвестирования в ИиР, инновационное развитие, R&D, частные затраты на исследования и разработки.



**В. К. Копыток,**  
младший научный сотрудник,  
Центр экономики инноваций Института макроэкономических исследований  
Всероссийской академии внешней торговли  
Минэкономразвития России/аспирант  
Национального исследовательского  
университета «Высшая школа экономики»  
ikopytok@gmail.com

— У нас, — сказала Алиса, с трудом переводя дух, — когда долго бежишь со всех ног, непременно попадешь в другое место.

— Какая медлительная страна! — сказала Королева. — Ну, а здесь, знаешь ли, приходится бежать со всех ног, чтобы только остаться на том же месте! Если же хочешь попасть в другое место, тогда нужно бежать по меньшей мере вдвое быстрее!

Черная Королева. Алиса в Зазеркалье (Льюис Кэрролл)<sup>2</sup>

## Введение

Технологическое развитие стало рассматриваться в качестве одного из ключевых факторов экономического роста начиная с эндогенных моделей П. Ромера и Р. Лукаса [5, 6]. Необходимость включения нового фактора роста в модели была обусловлена тем, что одним накоплением капитала невозможно объяснить высокие темпы экономического роста, характерные для развитых и развивающихся стран примерно последние 150 лет. Инвестиции в исследования и разработки (далее ИиР) традиционно считаются главным источником инноваций, а, следовательно, и экономического роста [8]. Еще в 1990 г. П. Ромер [7] и Ф. Личтенберг [4] показали, что существует взаимосвязь между инвестициями в исследования и разработки, производительностью труда и экономическим ростом.

В последние несколько десятилетий ИиР перестали быть уделом избранных компаний, и превратились в рутинный процесс [2]. Фирмы считают вложения в ИиР одной из стратегических целей, более того, есть

причины полагать, что со временем объем инвестиций в ИиР становится все более значимым. «Многие олигополистические фирмы используют инновации как главное оружие, с помощью которого они защищают себя от конкурентов, и с помощью которого они пытаются превзойти своих соперников» [2]. Рутинные инновации крупных компаний следует отличать от прорывных изобретений индивидуальных предпринимателей [2]. Тем не менее, и те, и другие агенты инноваций одинаково важны для экономического роста. Изобретатели создают новые продукты, а фирмы доводят их до совершенства и массово внедряют в повседневную жизнь.

Взаимодействие крупных игроков в высокотехнологичных отраслях можно охарактеризовать метафорой, вынесенной в эпиграф и заголовок данной статьи. Чтобы не отстать от конкурентов, компании, находящиеся в условиях олигополистической конкуренции, вынуждены все больше и больше инвестировать в создание новых продуктов (через выполнение исследований и разработок). Как и в стране Черной

<sup>1</sup> Исследование (а, в частности, название статьи) вдохновлено замечательной книгой американского экономиста Уильяма Баумоля «Микротеория инновационного предпринимательства», переведенной на русский язык издательством Института Гайдара в 2013 г.

<sup>2</sup> Lewis Carroll. Through the Looking-Glass and What Alice Found There. Пер. Н. Демурова.

Королевы Льюиса Кэрролла, чтобы сохранить существующее положение вещей (например, свою рыночную долю), компания должна приложить очень большие усилия. Стоит лишь немного замедлиться, как на рынке появятся усовершенствованные продукты конкурентов, которые вытеснят компанию из отрасли. Чтобы улучшить свое положение в отрасли, необходимо «бежать по меньшей мере вдвое быстрее», чем конкуренты.

Подобные интуитивные наблюдения о конкуренции компаний в высокотехнологичных отраслях требуют теоретического обоснования и эмпирического подтверждения. Может ли на рынке с несколькими крупными игроками установиться некая договоренность сохранять существующее положение вещей? Почему инвестиции в исследования и разработки постоянно растут? Соответствует ли реальное поведение компаний описанным здесь паттернам?

В данной статье приводятся несколько простых моделей, которые объясняют характер конкуренции в высокотехнологичных отраслях, а также показывают, какие еще состояния могут быть реализованы как равновесные. Кроме того, на примере нескольких отраслей, изучается реальное поведение фирм в условиях олигополистической конкуренции.

Статья имеет следующую структуру. В разделе 1 определяется ИиР-интенсивность, а также приводится описание ее динамики для разных отраслей за последнее десятилетие. В разделе 2 развиваются несколько простых моделей, которые могут помочь понять поведение инновационных фирм. В разделе 3 на эмпирических данных проверяется, соответствуют ли выводы теоретических моделей реальности.

## 1. ИиР-интенсивность и ее динамика

Интенсивность исследований и разработок компании можно измерять по-разному. Самый простой способ — посмотреть на абсолютные затраты на ИиР. Однако в реальной экономике даже компании из одной отрасли очень сильно отличаются по размеру. По этой причине, более логично корректировать величину затрат на ИиР на масштаб экономической деятельности фирмы, например, смотреть на отношение инвестиций в ИиР к объему совокупных продаж. Профессор Бронвик Холл [3] отмечает, что «многие фирмы определяют

величины своих бюджетов на НИОКР, ориентируясь на отраслевое соотношение затрат на исследования и разработки и объема продаж». Таким образом, фирмы играют в игру Черной Королевы, выбирая такую долю затрат на ИиР, которая не сильно уступает среднеотраслевой. В данном исследовании в качестве ИиР-интенсивности рассматривается отношение затрат фирмы на исследования и разработки к величине совокупных продаж.

На рис. 1-4 показана среднеотраслевая динамика ИиР-интенсивности для 32 отраслей с 2006 по 2016 гг. Графики построены на основе данных The EU Industrial R&D Investment Scoreboard. Для каждого года были отобраны компании из одной отрасли, затем посчитана сумма затрат всех компаний на исследования и разработки, а также совокупный объем продаж отрасли. Затем было найдено значение среднеотраслевой ИиР-интенсивности. Нужно отметить, что в рейтинге представлено только от 1500 до 2500 компаний с самыми высокими абсолютными затратами на ИиР для разных лет. Таким образом, каждая отрасль характеризуется наиболее инновационными компаниями. Однако, другие компании, которые не вошли в выборку, не сильно важны для анализа. Во-первых, их рыночная доля существенно меньше, поскольку, как правило, крупнейшие игроки являются с одними из самых крупных инноваторов. Во-вторых, данное исследование посвящено изучению поведения инновационных фирм, а не компаний, которые инвестируют в исследования и разработки существенно меньше остальных.

Как видно из рисунков, для большинства отраслей средняя ИиР-интенсивность достаточно стабильна на протяжении 11 рассматриваемых лет. Наибольший относительный рост ИиР-интенсивности наблюдался в банковском секторе, в строительстве, производстве табака, производстве напитков и в секторе финансовых услуг. Если сравнивать значения в 2006 и в 2016 гг., то сильного падения (больше, чем на 1 процентный пункт) не наблюдается ни в одной отрасли.

Для 2006-2010 гг. в выборке рассматривается 2000 компаний, для 2011 г. — 1400 компаний, в 2012 г. — 1500 компаний, в 2013 г. — 2000 компаний, в 2014-2016 гг. — 2500 компаний. Однако, разный размер выборки не сильно сказывается на представленных на графиках закономерностях. Во-первых, здесь рассма-

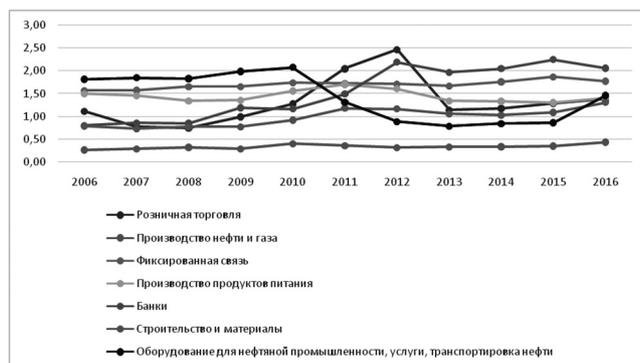


Рис. 1. Динамика средней по отраслям ИиР-интенсивности, %

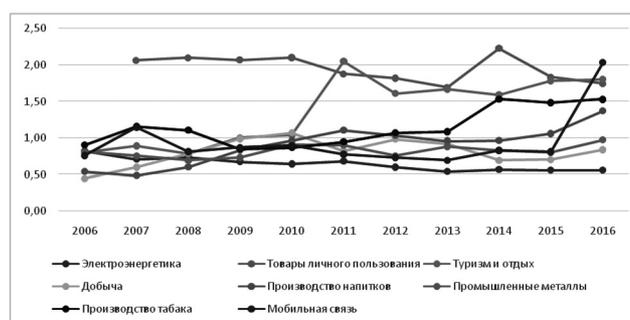


Рис. 2. Динамика средней по отраслям ИиР-интенсивности, %

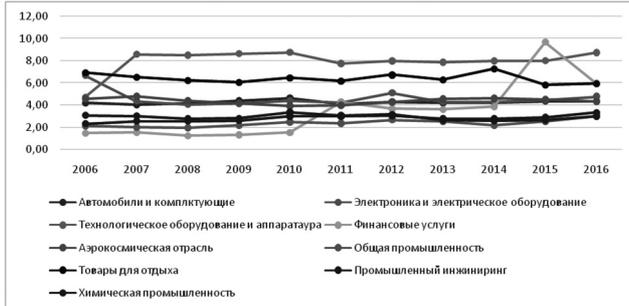


Рис. 4. Динамика средней по отраслям ИиР-интенсивности, %

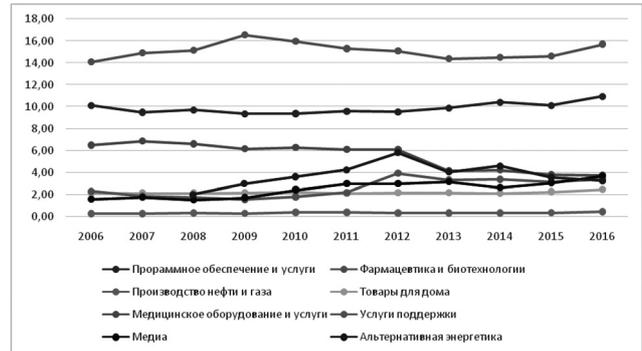


Рис. 4. Динамика средней по отраслям ИиР-интенсивности, %

триваются только те отрасли, в которых в выборке по каждому из годов присутствует более 10 компаний. Вторых, компании, находящиеся в конце списка, занимают маленькие рыночные доли и имеют существенно более низкую ИиР-интенсивность, поэтому их вклад в среднее значение по отрасли пренебрежимо мал.

Таким образом, на уровне отраслей в течение 11 лет наблюдается либо колебание вокруг какого-то постоянного уровня, либо постепенный рост ИиР-интенсивности.

## 2. Модели<sup>3</sup>

В самом простом варианте игру с Черной Королевой можно представить в виде известной модели «Дилемма заключенного». В такой игре между собой соревнуются две идентичные фирмы-олигополиста из одной высокотехнологичной отрасли. Каждая фирма может выбрать одну из двух доступных ей стратегий: финансировать исследования и разработки в объеме  $H$  денежных единиц или в объеме  $L$  денежных единиц<sup>4</sup>, где  $H > L$  (табл. 1). Финансирование в объеме  $H$  соответствует общеотраслевой норме финансирования исследований и разработок.

Если обе фирмы решили финансировать ИиР в высоком объеме  $H$ , то прибыли, которые они получат будут стремиться к нулю (точнее, норма экономического

прибыли будет стремиться к нулю). Это объясняется тем, что предполагается, что в данной отрасли отсутствуют серьезные барьеры на вход, поэтому если бы прибыли, получаемые фирмами при одинаковых усилиях, были положительными, это бы привлекло в отрасль новых игроков, и экономическая прибыль снизилась бы до нуля. Если одна из фирм решит снизить затраты на ИиР и выбирает объем финансирования  $L$ , то ее конкурент получает преимущество в инновационной гонке, разрабатывает усовершенствованный продукт и захватывает большую часть рынка, получая прибыль  $\pi_H$ . Вторая фирма при этом не окупает затраты на ИиР (пусть даже они низкие), и получает отрицательную прибыль  $\pi_N < 0$ . Если же обе фирмы выбирают низкий уровень усилий, то они получают относительно небольшие, но положительные прибыли  $\pi_L$  за счет экономии на ИиР<sup>5</sup>. Таким образом, в данной модели  $\pi_H > \pi_L > 0 > \pi_N$ .

Единственным равновесием по Нэшу в этой игре (и в чистых, и в смешанных стратегиях) является ситуация, когда обе фирмы выбирают высокий уровень финансирования ИиР. Одновременный выбор низкого уровня финансирования является Парето-улучшением, но этот исход не равновесный. Таким образом, даже с помощью такой простой модели можно продемонстрировать природу колоссального роста расходов на НИОКР высокотехнологичных компаний.

В случае, когда предполагается повторяющаяся игра, у фирм, кроме выбора среднеотраслевого уровня финансирования исследований и разработок или низкого уровня финансирования, есть еще третья опция — выбрать уровень расходов, который существенно превышает среднюю по отрасли норму финансирования (табл. 2). За счет наращивания расходов на исследования и разработки, такая компания стремится получить продукт, который качественно превосходит аналоги у конкурентов, и увеличить свою рыночную

Таблица 1

Простейшая модель игры с Черной Королевой

Фирма 1	Фирма 2	
	$H$	$L$
$H$	(0; 0)	( $\pi_H$ ; $\pi_N$ )
$L$	( $\pi_N$ ; $\pi_H$ )	( $\pi_L$ ; $\pi_L$ )

<sup>3</sup> Данный раздел во многом опирается на теорию, изложенную в главе 4 книги Уильяма Баумоля «Микротекория инновационного предпринимательства». В частности, здесь представлены две немного модифицированные игро-теоретические модели.

<sup>4</sup> В реальном мире, как уже отмечалось, речь идет не об абсолютных значениях финансирования ИиР, а о некоторых нормах финансирования (высоких или низких).

<sup>5</sup> Может возникнуть справедливый вопрос, почему в этом случае, как и в случае с высокими усилиями, экономическая прибыль не стремится к нулю. Ответ заключается в том, что, хотя мы и рассматриваем сейчас простую статическую игру, на самом деле, мы неявно предполагаем, что такое взаимодействие повторяется много раз. Обычным состоянием отрасли является выбор высоких усилий (далее будет показано почему), поэтому здесь через некоторое время прибыль снизится до нуля. Выбор низкого уровня усилий — это отклонение от общепринятого поведения, которое в одном периоде позволяет получить положительные прибыли.

Таблица 2  
Игры с Черной Королевой в случае трех стратегий

Фирма 1	Фирма 2		
	<i>L</i>	<i>N</i>	<i>H</i>
<i>L</i>	$(\pi_A; \pi_A)$	$(\pi_L; \pi_H)$	$(\pi_L; \pi_P)$
<i>N</i>	$(\pi_H; \pi_L)$	(0; 0)	$(\pi_L; \pi_P)$
<i>H</i>	$(\pi_P; \pi_L)$	$(\pi_P; \pi_L)$	$(\pi_N; \pi_N)$

долю. Предполагается, что фирмы полностью идентичные, поэтому в одинаковых ситуациях они получают одинаковые прибыли.

Если обе фирмы решают финансировать исследования и разработки на среднеотраслевом уровне *N* (от «normal» — нормальный уровень), то они получают нулевые экономические прибыли, как и в первой модели. Если обе фирмы решают выбрать низкий уровень затрат *L*, то они получают небольшие положительные прибыли  $\pi_A$  за счет экономии. Если же фирмы одновременно выбирают высокий уровень затрат *H*, то они получают средние отрицательные прибыли  $\pi_N$ , поскольку полученной выручки не хватит, чтобы покрыть понесенные затраты, а рыночная доля останется прежней. Если одна из фирм выбрала высокий уровень усилий *H*, а вторая низкий или нормальный уровень усилий, то предполагается, что первая фирма получает довольно высокую положительную прибыль  $\pi_P$ , а вторая — теряет рыночную долю и получает отрицательную прибыль  $\pi_L$ . Если же одна из фирм продолжает решать придерживаться отраслевой нормы финансирования исследований и разработок, выбирая уровень затрат *N*, а вторая выбирает низкий уровень затрат, то первая фирма получает высокую прибыль  $\pi_H$ , а вторая — отрицательную прибыль  $\pi_L$ . При этом  $\pi_H > \pi_P$ , потому что во втором случае у фирмы намного выше издержки. Таким образом, общее соотношение прибылей в данной модели:  $\pi_H > \pi_P > \pi_A > 0 > \pi_N > \pi_L$ .

В статическом случае единственным равновесием Нэша в чистых стратегиях будет исход (*H*; *H*), когда обе фирмы выбирают высокий уровень усилий. Характерно, что он не является оптимальным выбором (набор стратегий (*L*; *L*) доминирует его по Парето). Интересно, что даже в динамическом случае бесконечно повторяющейся игры ни при каких нормах дисконта  $\delta$ , как равновесный не может поддерживаться исход (*N*; *N*), если обе фирмы используют триггерные стратегии<sup>6</sup>.

Если обе фирмы придерживаются стратегии *L*, то дисконтированный поток прибылей равен нулю. Если одна из фирм решает отклониться и играет стратегию *H*, то для нее дисконтированный поток прибылей задается следующим выражением:

$$\pi_{\text{диск. откл.}} = \pi_P + \delta\pi_N + \delta^2\pi_{N\dots} = \pi_P + (\delta/(1+\delta))\pi_N.$$

Чтобы фирме было невыгодно отклоняться от стратегии *L*, должно выполняться условие:

$$\pi_P + (\delta/(1+\delta))\pi_N < 0 \text{ или } (\pi_P + \pi_N)\delta + \pi_P < 0.$$

Не существует  $\delta \in (0; 1)$ , для которого бы выполнялось это условие при любом соотношении значений  $\pi_P$  и  $\pi_N$ . В данной модели фирмы вынуждены постоянно увеличивать инвестиции в исследования и разработки, чтобы остаться в гонке.

Таким образом, устойчивый характер могут носить только две модели поведения инновационных фирм: либо придерживаться отраслевой нормы финансирования исследований и разработок до тех пор, пока другие игроки придерживаются этой же стратегии (если угроза повышения затрат на исследования и разработки другими фирмами мала), либо выбирать высокий уровень финансирования в ответ на аналогичный выбор другой компании. Уильям Баумоль называет такую ситуацию «храповым механизмом» [3]. Как только одна из фирм отклоняется от средней нормы и увеличивает финансирование, остальные фирмы следуют за ней. При этом ни одна из фирм не может в равновесии отклониться в другую сторону, выбрав низкий уровень финансирования исследований и разработок. Подобный характер взаимодействия приводит к постепенному росту отраслевых норм финансирования исследований и разработок, а также объясняет ту невероятную скорость появления инноваций в последние 20 лет. Сам рыночный механизм стимулирует компании постоянно создавать новые и совершенствовать старые продукты.

### 3. Эмпирическое исследование. Фармацевтическая и автомобильная отрасли

В данном разделе приводится описание инновационного поведения фирм из фармацевтической и автомобильной отраслей с 2007 по 2016 гг. Данные были взяты из базы «The EU Industrial R&D Investment Scoreboard»<sup>7</sup>.

Выбор фармацевтической отрасли обусловлен тем, что она относится к пятерке отраслей с наибольшей интенсивностью затрат на ИиР. В 2016 г. первыми десятью компаниями по общему объему продаж являлись Novartis, Roche, Johnson&Johnson, Pfizer, Merck US, Sanofi, Astrazeneca, Bayer, Glaxosmithkline и Gilead Sciences.

В табл. 3 различными оттенками серого отмечен характер изменений по сравнению с прошлым годом:

- светлый, если ИиР-интенсивность в текущем году увеличилась по сравнению с прошлым годом не менее, чем на 1 процентный пункт (аналог стратегии *H* в моделях);

<sup>6</sup> Играют *N* до тех пор, пока другой игрок играет *N*. Если один из игроков отклонился от стратегии *N* и сыграл *H* в периоде *t*, то второй игрок также играет *H*, начиная с периода *t*+1. Дисконтируя прибыли, можно показать, что при некоторых значениях нормы дисконтирования, игрокам может быть не выгодно отклоняться от стратегии *N*.

<sup>7</sup> The EU Industrial R&D Investment Scoreboard — ежегодно публикуемый рейтинг самых инновационных компаний Европейского союза и мира по совокупным расходам на исследования и разработки. Рейтинг выпускается с 2004 г.

ИиР-интенсивность (в процентах от чистых продаж) десяти крупнейших компаний мира фармацевтической отрасли в 2007-2016 гг.

Компания \ Год	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Novartis	14,5	16,1	17,4	16,7	16,0	15,5	16,1	17,1	16,7	19,4
Roche	15,7	18,0	19,1	19,4	18,9	19,4	18,6	18,6	18,7	19,4
Johnson&Johnson	13,4	12,6	11,9	11,3	11,1	11,6	11,4	11,4	11,4	12,9
Phizer	14,5	16,7	16,5	15,5	13,9	13,1	12,8	12,7	16,8	15,7
Merck US	21,1	20,2	20,1	21,3	18,7	16,4	16,7	16,2	17,4	17,7
Sanofi	15,5	16,3	16,7	15,3	13,6	14,4	14,0	14,4	14,2	15,2
AstraZeneca	14,7	17,1	15,9	13,5	12,9	14,1	15,9	17,2	19,4	23,0
Bayer	7,7	8,1	8,3	9,5	9,1	8,3	8,0	8,1	8,7	9,4
Glaxosmithkline	14,9	14,3	15,2	12,8	13,2	13,4	13,4	13,1	13,5	12,9
Gilead Sciences	12,0	13,3	12,6	12,6	13,3	14,3	18,7	18,9	11,5	9,2
Среднеотраслевая норма	14,9	15,1	16,5	15,9	15,3	15,1	14,4	14,5	14,6	15,7

- потемнее, если ИиР-интенсивность увеличилась или уменьшилась менее, чем на 1 процентный пункт (аналог стратегии *N* в модели);
- темный, если ИиР-интенсивность уменьшилась не менее, чем на 1 процентный пункт (аналог стратегии *L* в модели).

Выбор подобных порогов, конечно, немного условен, но обусловлен спецификой фармацевтической отрасли. Согласно данным совместного исследования, проведенного учеными университета Тафтса и фармацевтической компании Eli Lilly [9], в 2013 г. средние расходы на создание одного успешного фармацевтического продукта равнялись примерно 5000-8000 млн евро (например, 8511 млн евро для Sanofi, 8034 млн евро для AstraZeneca, 6537 млн евро для Phizer, 5566 млн евро для Bayer). Снижение или увеличение ИиР-интенсивности на 1 процентный пункт для первой десятки фармацевтических компаний эквивалентен снижению или увеличению затрат на исследования и разработки примерно на 500 млн евро — примерно 1 — менее 10% от средних затрат на выпуск нового продукта. Таким образом, если мы исходим из предположения, что конкуренция в отрасли происходит путем создания новых продуктов, то подобные отклонения

могут считаться несущественными в смысле получения конкурентного преимущества.

Из данных, представленных в табл. 3, можно сделать два основных вывода. Во-первых, фирмы достаточно условно придерживаются среднеотраслевой нормы ИиР-интенсивности (от 14,5 до 16,5% с 2007 по 2016 гг.). Если в 2007 г. семь фирм находились на расстоянии одного процентного пункта вверх или вниз от среднеотраслевой ИиР-интенсивности, то в 2016 г., таких компаний всего три. Можно заметить, что фирмы скорее придерживаются собственной нормы ИиР-интенсивности. В основном они либо инвестируют в исследования и разработки на уровне предыдущего года, либо увеличивают ИиР-интенсивность. Заметный спад сразу для нескольких компаний наблюдался 2009-2011 гг., что, очевидно, связано с мировым финансовым кризисом, который заставил компании сократить свои исследовательские бюджеты.

Можно выделить несколько причин, которые объясняют отличие эмпирических результатов от предсказаний модели. Во-первых, в идеальном случае необходимо рассматривать более узкие отрасли, в которых фирмы являются прямыми конкурентами друг друга. В модели мы исходим из предпосылки, что фирмы

Таблица 4

ИиР-интенсивность (в процентах от чистых продаж) двенадцати крупнейших компаний мира автомобильной отрасли в 2007-2016 гг.

Компания \ Год	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Toyota Motor	3,9	3,9	3,6	4,4	3,8	4,2	3,7	3,5	3,7	3,7
Volkswagen	4,0	4,5	5,2	5,7	4,9	6,9	4,9	6,0	6,5	6,4
General Motors	3,2	4,4	5,4	5,3	5,1	5,4	4,9	4,6	4,7	4,9
Ford Motors	4,5	4,3	5,0	4,1	3,9	3,9	4,1	4,4	4,8	4,5
Honda Motors	5,2	5,0	4,9	5,6	5,4	6,5	5,7	5,4	5,0	4,9
Fiat	2,3	3,0	3,3	3,4	3,4	3,7	4,0	4,0	3,8	3,7
Nissan Motor	4,7	4,4	4,2	5,4	5,1	4,5	4,9	4,8	4,4	4,4
BMW	6,5	5,6	5,4	5,1	4,8	4,9	5,1	6,3	5,7	5,6
Hyundai Motor	2,3	3,2	2,7	2,4	2,1	2,7	1,6	1,7	2,1	2,2
Peugeot	3,8	3,4	4,4	4,8	4,3	4,4	4,5	3,6	4,2	4,1
Renault	5,9	6,2	6,1	5,0	4,5	4,8	4,6	4,4	4,6	4,9
KIA Motors	–	–	–	–	–	0,9	1,8	2,3	2,4	2,9
Среднеотраслевая норма	4,0	4,2	4,2	4,6	4,1	4,3	4,2	4,2	4,4	4,4

# ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА

конкурируют, производя очень похожие продукты, которые являются субститутами. В фармацевтической отрасли компании производят разные лекарственные средства, которые не могут рассматриваться как субституты. Во-вторых, из этого вытекает еще одно объяснение. На разработку и выпуск разных лекарств нужны разные объемы бюджетов НИОКР, поэтому в зависимости от продуктовой линейки у компаний будут разные нормы инвестирования в ИиР. Чтобы получить более точные результаты, необходимо рассмотреть более узкую отрасль, по возможности, с более-менее однородными компаниями.

По этой причине второй отраслью, которая рассматривается в этой статье, является отрасль производства легковых автомобилей, в которой все производителя являются прямыми конкурентами друг друга. В 2016 г. первыми двенадцатью компаниями по общему объему продаж являлись Toyota Motor, Volkswagen, General Motors, Ford Motors, Honda Motors, Fiat, Nissan Motor, BMW, Hyundai Motor, Peugeot, Renault и KIA Motors.

В табл. 4 различными оттенками серого отмечен характер изменений по сравнению с прошлым годом:

Таблица 5

Средняя ИиР-интенсивность (отношение затрат на ИиР к чистым продажам, %) по отраслям промышленности в 2006-2016 гг.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Автомобили и комплектующие	4,2	4,0	4,2	4,4	4,6	4,1	4,3	4,2	4,2	4,4	4,4
Электроника и электрическое оборудование	6,7	4,4	4,1	4,2	4,4	4,2	5,1	4,3	4,3	4,5	4,8
Программное обеспечение и услуги	10,1	9,5	9,7	9,3	9,4	9,6	9,5	9,9	10,4	10,1	10,9
Технологическое оборудование и аппаратура	4,7	8,6	8,5	8,6	8,7	7,8	8,0	7,9	8,0	8,0	8,7
Фармацевтика и биотехнологии	14,1	14,9	15,1	16,5	15,9	15,3	15,1	14,4	14,5	14,6	15,7
Финансовые услуги	1,5	1,5	1,2	1,3	1,5	4,3	3,7	3,6	3,9	9,7	6,0
Аэрокосмическая отрасль	4,6	4,8	4,4	4,1	3,9	4,0	4,3	4,5	4,6	4,5	4,3
Общая промышленность	2,1	2,0	2,0	2,2	2,5	2,4	2,7	2,5	2,2	2,5	3,0
Товары для отдыха	6,9	6,5	6,2	6,1	6,5	6,2	6,7	6,3	7,3	5,8	6,0
Розничная торговля	1,1	0,8	0,7	1,0	1,3	2,0	2,5	1,1	1,2	1,3	1,4
Промышленный инжиниринг	2,3	2,6	2,6	2,6	3,0	3,0	3,1	2,8	2,8	2,9	3,3
Химическая промышленность	3,1	3,0	2,8	2,8	3,3	3,1	3,1	2,7	2,6	2,6	3,0
Производство нефти и газа	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
Товары для дома	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,1	2,2	2,2	2,1	2,2	2,4
Фиксированная связь	1,6	1,6	1,7	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,9	1,8
Производство продуктов питания	1,5	1,5	1,3	1,3	1,6	1,7	1,6	1,3	1,3	1,3	1,4
Медицинское оборудование и услуги	6,5	6,8	6,6	6,1	6,2	6,1	6,1	4,1	4,2	3,8	3,8
Банки	0,8	0,9	0,9	1,2	1,2	1,5	2,2	2,0	2,0	2,2	2,1
Строительство и материалы	0,8	0,7	0,8	0,8	0,9	1,2	1,2	1,1	1,0	1,1	1,3
Оборудование для нефтяной промышленности, услуги, транспортировка нефти	1,8	1,8	1,8	2,0	2,1	1,3	0,9	0,8	0,8	0,9	1,5
Электроэнергетика	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6
Товары личного пользования	–	2,1	2,1	2,1	2,1	1,9	1,8	1,7	2,2	1,8	1,7
Туризм и отдых	0,8	0,9	0,8	1,0	1,0	2,1	1,6	1,7	1,6	1,8	1,8
Добыча	0,4	0,6	0,8	1,0	1,1	0,8	1,0	0,9	0,7	0,7	0,8
Производство напитков	0,5	0,5	0,6	0,8	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	1,4
Услуги поддержки	2,3	1,9	1,7	1,5	1,8	2,2	3,9	3,3	3,4	3,1	3,4
Промышленные металлы	0,8	0,8	0,7	0,7	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	0,8	1,0
Производство табака	0,9	1,2	1,1	0,8	0,9	0,9	1,1	1,1	1,5	1,5	1,5
Медиа	1,6	1,7	1,5	1,7	2,4	3,0	3,0	3,1	2,6	3,1	3,7
Газ, вода, коммунальные услуги	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Промышленная транспортировка	1,8	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,5	0,5	0,8
Мобильная связь	0,8	1,1	0,8	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8	2,0
Товары личного пользования	2,1	–	–	–	–	–	–	–	–	2,7	–
Альтернативная энергетика	–	–	2,0	3,0	3,6	4,2	5,8	4,0	4,6	3,5	3,2
Розничная торговля продуктами питания и товарами повседневного спроса	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,3
Лесная промышленность, производство бумаги	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	–	1,0
Страхование жизни	0,3	0,1	0,3	0,7	0,1	0,3	1,1	1,3	0,8	0,7	–
Недвижимость	–	–	–	–	–	–	–	0,2	6,2	0,5	1,3
Страхование	0,7	0,6	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	1,5	1,3	0,2	–
Инвестиции в акционерный капитал	–	–	–	–	–	–	–	4,2	4,2	4,4	4,7
Телекоммуникации	12,1	–	–	–	–	–	–	–	–	2,7	–

Источник: The EU Industrial R&D Investment Scoreboard, расчеты автора

- светлый, если ИиР-интенсивность в текущем году увеличилась по сравнению с прошлым годом не менее, чем на 0,5 процентных пункта (аналог стратегии *H* в моделях);
- потемнее, если ИиР-интенсивность увеличилась или уменьшилась менее, чем на 0,5 процентных пункта (аналог стратегии *N* в модели);
- темный, если ИиР-интенсивность уменьшилась не менее, чем на 0,5 процентных пункта (аналог стратегии *L* в модели).

Здесь выбор порогов отсечения сложнее обобщать, поскольку новые модели автомобилей не являются новым продуктом, который сильно отличается по свойствам от предыдущего. Скорее для этой отрасли характерен процесс постепенного усовершенствования. Но, поскольку, среднеотраслевая ИиР-интенсивность в этой отрасли значительно ниже, чем в фармацевтической отрасли, то порог отсечения уменьшен в два раза.

Из табл. 4 видны примерно такие же закономерности, как и из табл. 3. Компании скорее придерживаются своей нормы инвестирования в ИиР. Наибольшее число резких спадов финансирования ИиР происходило в 2011 и в 2013 гг. Однако, в целом, компании стремятся поддерживать инвестиции в исследования и разработки на уровне предыдущего года или повышают этот уровень. Компания KIA Motors, которая являлась новичком на рынке, крайне динамично увеличивает свою норму ИиР-интенсивности, однако, в 2016 г. она все еще была значительно ниже среднеотраслевой нормы.

Однако, главный результат заключается в том, что компании придерживаются характерных для себя норм инвестирования в ИиР, и с течением времени увеличивают их (табл. 5).

## Заключение

В отличие от модельных предположений, в реальности фирмы из высокотехнологичных отраслей не конкурируют между собой исключительно по объемам затрат на исследования и разработки. Скорее, они выбирают некоторый достаточный для себя уровень ИиР-интенсивности, который позволяет им оставаться конкурентоспособными. Тем не менее, в среднем компании из одной отрасли выбирают близкие между собой нормы финансирования исследований и разработок. При этом, как правило, фирмы поддерживают уровень ИиР-интенсивности на протяжении времени

или даже увеличивают его. С течением времени игры с Черной Королевой становятся все более интенсивными — среднеотраслевая норма ИиР-интенсивности постепенно увеличивается.

В дальнейших исследованиях необходимо рассмотреть более узкие отрасли, в которых фирмы являются прямыми конкурентами. Это позволит приблизить условия эмпирического исследования к стандартным модельным предположениям. Отдельно интересно проанализировать появление новичков на рынке и их стратегии в отношении затрат на исследования и разработки.

## Список использованных источников

1. The EU Industrial R&D Investment Scoreboard. <http://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard.html>.
2. Baumol, J. William. Entrepreneurship, Innovation and Growth: The David-Goliath Symbiosis // Journal of Entrepreneurial Finance and Business Ventures: Vol. 7: Iss. 2, 2002. P. 1-10.
3. Baumol, J. William. The Microtheory of Innovative Entrepreneurship. Princeton University Press, 2010.
4. F. R. Lichtenberg. R&D investment and international productivity differences // NBER Working Paper № 4161. 1992.
5. R. E. Lucas. On mechanisms of economic development // Journal of Monetary Economics 22.1, 1988. P. 3-42.
6. P. Romer. Increasing returns and long-run growth // Journal of Political Economy, 94, 1986. P. 1002-1037.
7. P. Romer. Endogenous technological change // Journal of Political Economy, 98.05, 1990. P. 71-102.
8. M. Trajtenberg. Economic Analysis of product innovation. Cambridge University Press. Cambridge, 1990.
9. <https://www.forbes.com/sites/matthewherper/2013/08/11/the-cost-of-inventing-a-new-drug-98-companies-ranked/#68675bf82f08>.

## Black Queen Games: how firms choose R&D investment norms

**V. K. Kopytok**, junior researcher, Center for economics of innovation of the Institute for macroeconomic research of the Russian foreign trade academy/graduate student, HSE.

Investing in R&D in the past few decades has become a routine process for both large and medium-sized technology companies. Moreover, R&D often serves the main weapon in the competition between firms. In this article, we consider two simple models for selecting the level of investment in R&D by companies. Then, on the example of leading companies from the pharmaceutical industry and automotive industry, the theoretical predictions are tested on empirical data. It turned out that on average firms from the same industry choose close norms of investment in R&D. At the same time, as a rule, firms maintain the level of R&D-intensity over time or even increase it.

**Keywords:** R&D investment, R&D intensity, innovation development, R&D, corporate R&D investment.