

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

**Левин М.И., Матросова К.А., Перцова Е.В.,
Шилова Н.В.**

**Разработка и исследование моделей инновационных
изменений качественных характеристик продуктов и
технологических процессов**

Москва 2019

Аннотация. В настоящее время одной из главных проблем расширения ассортимента товаров и услуг является улучшение их качественных характеристик, а не только рост объемов их производства. Как правило, затруднительно улучшить характеристики одних продуктов, не изменяя других. Теория таких изменений является предметом исследования в настоящей работе. Подобный анализ невозможен без разработки экономических моделей, расширяющих традиционные модели распространения инноваций, их конкуренции, а также экономических условий, обеспечивающих возникновение и развитие инноваций. В первую очередь изучение взаимосвязанных инновационных процессов позволит приступить к решению этой задачи.

Ключевые слова: микроэкономика, инновация, качество, технологические изменения, производственные цепочки, гедонистические цены.

Abstract. One of the main problems of expanding the range of goods and services is not only to increase their production volumes but also to improve their quality characteristics. As a rule it is difficult to improve the performance of some products without changing others characteristics. The subject of research in this paper is the theory of such changes. Such an analysis is impossible without the development of economic models that extend the traditional models of the spread of innovation, their competition, as well as the economic conditions that ensure the emergence and development of innovation. First of all the study of interrelated innovation processes will allow us to proceed to this task.

Key words: microeconomics, innovation, quality, technological changes, production chains, hedonic prices.

Левин М.И. заведующий кафедрой микроэкономики Экономического факультета Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ

Матросова К.А. старший преподаватель кафедры микроэкономического анализа Экономического факультета Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ

Перцова Е. В. доцент кафедры микроэкономики Экономического факультета Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ

Шилова Н. В. доцент кафедры микроэкономики Экономического факультета Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ

Данная работа подготовлена на основе материалов научно-исследовательской работы, выполненной в соответствии с Государственным заданием РАНХиГС при Президенте Российской Федерации на 2018 год

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
1 Модели, рассматривающие качественные улучшения при создании новых продуктов или технологий	5
1.1 Ранние экономические модели, учитывающие характеристики продуктов	5
1.2 Инновации продуктов и услуг в динамике	7
1.3 Экономические условия, обеспечивающие возникновение и развитие инноваций....	11
1.4 Выбор технологической инновации	17
2 Модели улучшения взаимосвязанных качественных характеристик продуктов или технологических процессов	21
2.1 Детерминанты экологических инноваций.....	21
2.2 Экология и производительность	27
2.3 Условия, обеспечивающие возможность повышения эффективности функционирования систем	34
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	45
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	46

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время одной из главных проблем расширения ассортимента товаров и услуг является улучшение их качественных характеристик, а не только рост объемов их производства. Как правило, затруднительно улучшить характеристики одних продуктов, не изменяя других. Теория таких изменений является предметом исследования в настоящей работе. Подобный анализ невозможен без разработки экономических моделей, расширяющих традиционные модели распространения инноваций, их конкуренции, а также экономических условий, обеспечивающих возникновение и развитие инноваций. В первую очередь изучение взаимосвязанных инновационных процессов позволит приступить к решению этой задачи.

Целью нашего исследования являются разработка понятийного аппарата для анализа улучшения качественных характеристик технологических процессов и продуктов, а также исследование моделей взаимосвязанных улучшений качества новых технологий, товаров и услуг в экологической сфере.

Для этого авторами были поставлены две основные задачи: 1) исследовать существующие модели, рассматривающих качественные улучшения при создании новых продуктов или технологий; 2) проанализировать условия, которые смогли бы обеспечить повышение эффективности функционирования систем с учетом взаимосвязанных качественных характеристик.

1 Модели, рассматривающие качественные улучшения при создании новых продуктов или технологий

1.1 Ранние экономические модели, учитывающие характеристики продуктов

Данный раздел посвящен моделям дискретного выбора и классическим моделям, в которых учитываются характеристики товаров. Для этого обратимся к работе Anderson, De Palma, Thisse (1989) [1], в которой авторы анализируют взаимосвязи между различными концептуальными подходами, используемыми при моделировании спроса на дифференцированные продукты. Сначала они приводят несколько основных моделей, далее пытаются показать, что при определенных условиях все эти различные модели могут быть объединены.

Двумя наиболее распространенными подходами являются модель репрезентативного потребителя (Spence, 1976 [2]; Dixit and Stiglitz, 1977 [3]) и модель характеристик (characteristics model). Функция полезности, используемая в модели репрезентативного потребителя, обычно является CES-функцией (Constant Elasticity of Substitution, постоянная эластичность замещения), а агрегированные предпочтения разнообразия в ней представлены в качестве параметра функции полезности (ρ в CES-функции). Однако такая модель не оправдала себя в ситуации, когда необходимо описывать потребителей с особыми предпочтениями (specific tastes).

В модели характеристик (также адресная модель, address model), продукты описываются набором характеристик, которыми они обладают (Lancaster, 1979 [4]; Archibald, Eaton, Lipsey, 1986 [5]). Индивидуальные предпочтения задаются непосредственно характеристиками (в модели репрезентативного потребителя они задаются благами), а агрегированные предпочтения разнообразия отражаются в том, что потребители обладают различными видами наиболее предпочитаемых товаров.

Третья модель была предложена в работе Perloff and Salop (1985) [6], в которой была представлена попытка объединить две ранее описанные модели с помощью системы вероятностного выбора, хотя сам принцип объединения не был подробно описан. Такая модель во многом похожа на теорию дискретного выбора, используемую в эконометрике (Amemiya, 1981 [7]; McFadden, 1984 [8]). В этой теории индивиды сталкиваются с взаимоисключающими выборами; при этом предполагается, что они максимизируют свою стохастическую функцию полезности. В результате каждый индивид обладает положительной вероятностью выбора, определенной для каждого варианта выбора.

Наконец, можно использовать систему агрегированного спроса (САС, англ. A. D. S.) в качестве некоторого базисного элемента, который обладает рядом априорно «нужных» свойств, таких как свойство нестрогого замещения (gross substitutes property), и некоторой симметрией по Чэмберлину (Chamberlinian symmetry) и т. д. (см. Friedman, 1977 [9]; Shubik, Levitan, 1980 [10]).

Anderson, De Palma, Thisse (1989) [1] показывают, что все эти различные модели *могут быть объединены при определенных условиях*. В данном случае они используют простую модель характеристик и ее дополнения и определяют множество ограничений, которые нужно наложить на данную САС, обладающую свойством нестрогого замещения, а это множество ограничений, в свою очередь, должно порождаться используемой моделью характеристик. В частности, Anderson, De Palma, Thisse (1989) [1] показывают, что размерность пространства характеристик должна быть достаточно большой по сравнению с числом вариантов дифференцированных продуктов. В качестве иллюстрации авторы используют модели логит, пробит и линейной вероятности (logit, probit and linear probability) и выводят их явные адресные (и детерминированные) представления, тем самым подтверждая гипотезу Manski (1977) [11] о том, что случайность в наблюдаемом поведении потребителя заключается (по крайней мере, частично) в ненаблюдаемых характеристиках, которые влияют на потребительский выбор. Это позволяет Anderson, De Palma, Thisse (1989) [1] представить альтернативу классической интерпретации этих моделей с точки зрения стохастической полезности, а также определить их внутренние ограничения. Наконец, Anderson, De Palma, Thisse (1989) [1] используют САС, порожденную CES-моделью репрезентативного потребителя, чтобы показать, что она может быть также выведена из особой модели характеристик, сходной с той, что была упомянута ранее.

Важным вкладом работы Anderson, De Palma, Thisse (1989) [1] является определение условий, при которых система агрегированного спроса для дифференцированных товаров может быть получена из характеристической модели с гетерогенными потребителями. В этом смысле Anderson, De Palma, Thisse (1989) [1] соотносят свою работу с работами Houthakker (1955) [12], Johansen (1972) [13] и Hildenbrand (1981) [14]. Она также некоторым образом связана с теоремой Дебре-Зонненшайна, согласно которой любая непрерывная функция избыточного рыночного спроса является суммой непрерывных функций индивидуальных избыточных спросов (Shafer and Sonnenshein, 1982 [15]). Дальнейшие исследования Hildenbrand (1983) [16] и Grandmont (1987) [17] показали, что определенные распределения индивидуального дохода или предпочтений дают более строгие ограничения для рыночных спросов.

1.2 Инновации продуктов и услуг в динамике

Инновации являются ключевым фактором устойчивого развития фирм, поскольку позволяют постоянно увеличивать прибыльность продуктов и услуг фирмы. В экономических работах по инновациям обычно различаются два базовых типа инноваций: товарные/продуктовые инновации (product innovations) и технологические инновации (process innovations) (Chenavaz, 2012 [18]).

Товарные инновации являются деятельностью, которая нацелена на общее улучшение качества продукта и на производство лучших товаров (Lambertini and Mantovani, 2009 [19]; Pan and Li, 2016 [20]). Например, модернизацию программного обеспечения можно интерпретировать как товарную инновацию (Saha, 2007 [21]), так как она нацелена на улучшение конечного продукта. Технологические инновации представляют собой усилия по снижению производственных издержек (Lambertini and Orsini, 2015 [22]; Li and Ni, 2016 [23]). В работе Zhi Li, Jian Ni (2018) [24] авторы предлагают динамическую контрольную модель технологических инноваций в условиях наличия контроля качества с третьей стороны. В ней анализируются оптимальные решения фирмы относительно объемов производства и инвестиций в товарные инновации. Целью Zhi Li, Jian Ni (2018) [24] является изучение влияния сертификации качества на производственные и инвестиционные решения фирмы. Остановимся на данном исследовании и модели Zhi Li, Jian Ni (2018) [24] подробнее.

Сертификация или другие внешние методы контроля качества набирают популярность. В качестве типичного примера Zhi Li, Jian Ni (2018) [24] приводят сертификацию Q-mark, примененную в Гонконге, в рамках которой проводится аудит и контроль товаров и услуг компаний, фабрики которых расположены в Гонконге, материковом Китае и Макао. Сертификация Q-mark дает подтверждение контроля качества фирмам с эффективными системами производства и управления качеством, которые производят товары надлежащего качества. Любая фирма может подать заявку на прохождение сертификации на добровольной основе. Фирмы, успешно прошедшие сертификацию Q-mark, получают право размещать отметки Q-mark на своих товарах, что дает потребителям дополнительную гарантию качества приобретаемых товаров. Zhi Li, Jian Ni (2018) [24] также приводят пример сертификации качества в рамках китайско-корейского соглашения о свободной торговле (China-Korea free trade agreement, СКА), которая также предоставляет потребителям гарантии высокого качества при покупке импортных товаров. Если фирмы прошли такой контроль качества, то, во-первых, современные потребители лучше осведомлены о продукте, имеют больше средств и больше заботятся о качестве товаров. Чтобы поддерживать здоровый образ жизни, они охотнее приобретают товары и услуги, которые имеют гарантию качества. Во-вторых, многие страховые компании выдают страховку гарантии качества товаров только фирмам,

прошедшим сертификацию качества. В-третьих, в торговле между Китаем и Южной Кореей время, требуемое для таможенных проверок, значительно сокращается (2-3 дня против 7-14 дней) для фирм, которые имеют сертификат качества от СКА.

Сертификация качества может влиять на инвестиционное поведение фирм в товарных инновациях, которые улучшают качество продукции (Lambertini and Orsini, 2015; [22] Pan and Li, 2016 [20]). Чтобы подробнее изучить современные причины роста популярности сертификации качества, Zhi Li, Jian Ni (2018) [24] предлагают динамическую модель товарных инноваций фирмы и производственных решений в условиях добровольного прохождения сертификации качества. Целью является анализ инвестиционного поведения фирм в товарных инновациях в условиях сертификации качества. Рассмотрению подвергаются оптимальные производственные и инвестиционные выборы фирм до и после получения сертификата качества. Поскольку функция ценности (value function) фирмы, полученная после получения сертификата качества, используется в проблеме динамического контроля до прохождения сертификации качества, проблема оптимизации фирмы анализируется посредством совместного применения обратной индукции и принципа максимума Понтрягина (аналогично походу Li, 2013 [25]). Когда время получения сертификата качества известно, оптимальные производственные и инвестиционные решения могут быть выражены аналитически. Чтобы получить оптимальные решения фирмы, Zhi Li, Jian Ni (2018) [24] используют итеративный алгоритм, который определяет наилучшее время получения сертификата качества. Далее Zhi Li, Jian Ni (2018) [24] анализируют динамику модели посредством количественных методов. Их результаты показывают, что фирмы должны постоянно улучшать качество товара, однако процесс товарных инвестиций может быть прерывистым.

Остановимся на обзоре Zhi Li, Jian Ni (2018) [24] подробнее. «Товарные инновации, направленные на то, чтобы сделать продукт лучше, стали основным источником роста фирмы (Chenavaz, 2012 [18]), что подтверждается значительным числом исследований. Spence (1975) [26] и Mussa and Rosen (1978) [27] впервые обсудили роль качества продукта в влиянии на оптимальную монополистическую стратегию. С тех пор в нескольких работах обсуждалось влияние монопольной власти на качество продукции в статических условиях (например, Besanko, Donnenfeld, White, 1987 [28]; Lambertini, 2006 [29]). В своей недавней работе Lambertini and Orsini (2015) [22] дополнительно расширили анализ, включив в него модель динамического контроля (dynamic control model) технологических и товарных инноваций; они обнаружили, что монополистическая власть подавляет инвестиции в товарные инновации. В то же время ряд других исследований касается взаимосвязи между товарными и технологическими инновациями, где технологические инновации относятся к деятельности,

направленной на снижение издержек производства. Например, Lin and Saggi (2002) [30] исследовали взаимосвязь между товарными и технологическими инновациями в трехэтапной модели. Далее, в работе Mantovani (2006) [31] автор предложил динамическую модель для изучения взаимодополняемости между инновациями в области рыночных продуктов и технологическим инновациями в области снижения издержек в условиях монополии. Lambertini and Mantovani (2009) [19] использовали модель динамического контроля для изучения динамического поведения монополиста, производящего различные продукты, который инвестирует как в технологические инновации, так и в товарные. В работе Chenavaz (2012) [18] была разработана модель технологических и товарных инноваций, чтобы определить оптимальную цену продукта и инвестиционную стратегию в отношении товаров и технологий в условиях меняющегося во времени спроса. В недавней работе Pan and Li (2016) [20] была расширена модель Chenavaz (2012) [18] так, что функции издержек фирмы относительно технологических и товарных инноваций зависят от инвестиций в инновации и от накопленных знаний о товарных и технологических инновациях. Кроме того, Zhang, Lettice and Zhao (2015) [32] предложили исследовательскую модель для изучения совместного влияния (joint effects) социального капитала на возможности массовой кастомизации (mass customization capability) и возможности товарных инноваций. Choi, Narasimhan, Kim (2016) [33] рассмотрели методы стратегических инноваций и предположили, что новая парадигма, в которой технологические и товарные инновации проводятся параллельно, а не последовательно, может гарантировать устойчивый рост фирмы. Guimaraes, Severo, Dorion, Coallier and Olea (2016) [34] провели исследование эффективности расходования организационных ресурсов на инновации в производстве среди бразильских мебельных фирм» (Zhi Li, Jian Ni, 2018, стр. 14 [24]).

Zhi Li, Jian Ni (2018) [24] также относится к литературе по динамическим инвестиционным мероприятиям в области НИОКР. «В работе Minniti (2010) [35] было изучено строение НИОКР с помощью модели, в которой одновременно проводятся горизонтальные и вертикальные инновации; в процессе моделирования также исследуется взаимосвязь между конкуренцией на рынке товаров и передовым ростом. Matsumura, Matsushima and Cato (2013) [36] показали, что инвестиции в НИОКР не всегда являются убывающей функцией от интенсивности конкуренции на рынке при отсутствии побочных эффектов (spillover). Chrystie, Malgorzata and Anna (2013) [37] представили стандартную модель стратегических НИОКР с побочными эффектами в факторах НИОКР и обнаружили, что дуопольные фирмы, участвующие в стандартной двухэтапной игре в НИОКР и конкуренции по Курно, окажутся в ситуации дилеммы заключенных, принимая решения относительно НИОКР, когда побочные эффекты и затраты на НИОКР относительно низки. В недавней работе El Ouardighi and Tapiero

(1998) [38] были проанализированы НИОКР фирм с побочными эффектами, зависящими от запаса НИОКР, исходя из предположения, что НИОКР фирм сокращают издержки производства, и что фирмы могут извлекать выгоду из части запаса НИОКР конкурентов, не платя за это. Позже в работе Shibata (2014) [39] были исследованы инвестиционные стратегии НИОКР для фирм в условиях наличия побочных эффектов НИОКР в различных рыночных структурах, в то время как в работе Xing (2014) [40] был изучен оптимальный выбор риска НИОКР в рамках наличия сетевых внешних экстерналий посредством анализа пространственной модели Хотеллинга. Addressi, Saltari and Tilli (2014) [41] провели как теоретические, так и эмпирические исследования для изучения влияния НИОКР на использование внешней гибкости (external flexibility)» (Zhi Li, Jian Ni, 2018, [24] стр. 14).

В Zhi Li, Jian Ni (2018) [24] анализируется динамическая инвестиционная стратегия товарных инноваций для фирм в условиях сертификации качества за счет анализа динамической модели контроля и связанных с ней динамических переменных состояния и вспомогательных переменных (dynamic state and costate variables) с помощью известного принципа максимума Понтрягина. «Этот тип динамических моделей, которые включают как переменные состояния, так и вспомогательные переменные, широко применяется в исследованиях для изучения динамического принятия решений фирмами. Например, Cellini and Lambertini (2002) [42] разработали динамическую модель для анализа стратегий дифференциации продуктов фирм, причем уровень дифференциации продукта служит переменной состояния. Lambertini and Zaccour (2014) [43] представили альтернативную динамическую модель конкуренции фирм при наличии рекламы. Они рассматривали надбавку в цене за репутацию фирмы (goodwill) в результате рекламы как переменную состояния и обнаружили, что совокупные расходы на репутацию имеют U-образную форму. В работе Jorgensen and Zaccour (2014) [44] был представлен обзор исследований, в которых используются динамические модели из области теории игр, рассматривающие совместное рекламирование (cooperative advertising). Martin-Herran, Sique and Zaccour (2011) [45] рассмотрели эффективность франчайзинговых систем с применением динамической теоретико-игровой модели на стратегических взаимодействиях между франшизодателями и франшизополучателями, тогда как Martin-Herran and Taboubi (2015) [46] исследовали ценовую координацию сетей поставщиков (supply chain) в динамической перспективе. Yang, Dye and Ding (2015) [47] представили модель динамического контроля для изучения распределения динамических торговых кредитов и технологий хранения скоропортящихся продуктов, где инвентарь товаров является переменной состояния. Zhang, Wei, Zhang and Tang (2016) [48] продолжили развивать динамическую модель, которая сможет учитывать общие ресурсные

ограничения для анализа ценообразования, обслуживания и стратегий инвестирования в технологии хранения скоропортящихся товаров» (Zhi Li, Jian Ni, 2018 [24], стр. 15).

Zhi Li, Jian Ni (2018) [24] приводят несколько ключевых особенностей своего исследования:

1) разработка новой динамической модели контроля для производственных решений и товарных инноваций, которая включает в себя влияние наличия сертификации качества. Zhi Li, Jian Ni (2018) [24] разработали итеративный алгоритм, чтобы оптимально рассчитать для фирмы время получения сертификата качества так, чтобы можно было получить оптимальные производственные и инвестиционные решения для фирмы.

2) авторы показывают, что, хотя фирма должна постоянно и постепенно улучшать качество продукции, с течением времени могут возникать скачки оптимального уровня производства и инвестиций; в частности, необходимо существенно ускорить инвестиции в товарные инновации до получения сертификата качества.

По сравнению с существующими исследованиями (из недавних Hasnas, Lambertini, and Palestini, 2014 [49]; Lambertini and Mantovani, 2009 [19]; Pan and Li, 2016 [20]), которые поддерживают сглаживание инвестиционных путей для инноваций, полученные Zhi Li, Jian Ni (2018) [24] результаты вместо этого предполагают, что не всегда оптимально сглаживать (smooth) инновационный путь продукта.

3) Zhi Li, Jian Ni (2018) [24] обнаружили, что фирма должна получить сертификацию качества раньше при условии, что инвестиции в инновационные продукты менее дорогостоящие, издержки производства единицы продукции меньше, темпы амортизации из-за старения технологии ниже, процентная ставка ниже и / или цена продукта более чувствительна к качеству продукции.

1.3 Экономические условия, обеспечивающие возникновение и развитие инноваций

Оптимальные показатели качества и объема выпуска, которые выбирают фирмы, зависят не только от вкусов потребителей и их готовности платить. Исследователи, занимающиеся маркетингом и экономикой, изучают также влияние структуры продаж на показатели качества (количества) товара производителя. При этом все фирмы вне зависимости от типа структуры продаж вынуждены планировать качество продукции и объем продаж за несколько месяцев до начала сезона, а значит сталкиваться с неопределенностью относительно размера рынка. В недавнем исследовании Liu, Shi, Petruzzi (2018) [50] авторы приводят подробный обзор работ по различным факторам, влияющим на оптимальные

показатели цены, объема и качества производимой продукции, а также показывают, как неопределенность размера рынка влияет на оптимальные показатели качества (количества) при различных структурах продаж, когда потребители являются гетерогенными в своей готовности платить за качество продукта. Остановимся на этой работе подробнее.

«Оптимальные показатели объема выпуска для производителя, так же, как и оптимальные показатели качества, зависят от того, продается ли этот продукт в рамках централизованной или децентрализованной структуры. В данном случае качество продукта относится к одной или нескольким характеристикам продукта, по которым все потребители имеют одинаковое направление предпочтений. К примеру, это наблюдается для скорости работы процессора и объема памяти для рынка персональных компьютеров, или для длины пробега на топливную единицу для рынка автомашин. Децентрализованная структура обозначает ситуацию, когда производитель продает свою продукцию эксклюзивно независимому ритейлеру, который, в свою очередь, осуществляет продажи конечному потребителю. Централизованная структура продаж обозначает иную ситуацию, когда производитель продает свою продукцию эксклюзивно и напрямую конечному потребителю. Примером децентрализованных продаж можно назвать компанию LG на рынке электроники. Примером централизованной структуры являются производители одежды Zara и Gap» (Liu, Shi, Petruzzi, 2018 [50], стр. 1144). Довольно часто оказывается, что оптимальные показатели качества для децентрализованных продаж ниже, чем для централизованных при условии, что размер рынка определен, а потребители одинаково гетерогенны в своей готовности платить за качество товара (Economides, 1999 [51]).

Какой бы ни была структура продаж, как правило индивидуальные потребители на рынке все-таки различаются в своей готовности платить за единицу качества, однако в реальности часто существует неопределенность относительно общего размера рынка, несмотря на систему предзаказов и т. п. (например, на рынках электроники или одежды, о которых говорилось выше). Gibson (2004) [52] продемонстрировал аналогичную ситуацию на инновациях для Apple's iPod. Liu, Shi, Petruzzi (2018) [50] приводят несколько подобных исследований для сезонных коллекций верхней одежды: Desai, Koenigberg and Purohit (2007) [53]; Fisher, Hammond, Obermeyer and Rama (1994) [54]; Kuksov and Wang (2013) [55]; Ofek and Turut (2013) [56]. Так, производители одежды вне зависимости от типа структуры продаж вынуждены планировать качество продукции и объем продаж за несколько месяцев до начала сезона.

В работе Liu, Shi, Petruzzi (2018) [50] рассматривается, как неопределенность размера рынка корректирует влияние типа структуры продаж на качество и объем продукции. В частности, Liu, Shi, Petruzzi (2018) [50] сравнивают оптимальные показатели качества (объема)

для этих двух структур, а затем оценивают то, как неопределенность размеров рынка влияет на направление и степень этого сравнения. В целях проведения сравнения Liu, Shi, Petruzzi (2018) [50] обозначают разницу между оптимальными показателями для централизованной и для децентрализованной структуры продаж как дифференциал продаж относительно качества (количества), далее обозначаемый как *качественный (количественный) дифференциал*. Далее Liu, Shi, Petruzzi (2018) [50] задействуют классическую модель потребительской полезности из области теории игр, в которой предполагается, что потребители одинаково гетерогенны в своей готовности платить за качество продукта, однако они добавляют в модель случайную переменную, отражающую неопределенность размеров рынка. После Liu, Shi, Petruzzi (2018) [50] определяют оптимальные показатели качества и объема выпуска для производителя для централизованной, затем для децентрализованной структуры продаж, после чего анализируют влияние рыночной неопределенности на количественные и качественные дифференциалы. Кроме того, Liu, Shi, Petruzzi (2018) [50] расширяют исследование за счет включения в анализ неоднородного распределения гетерогенности потребителей, а затем посредством замены понятия потребительской гетерогенности на понятие конкуренции на уровне ритейла (retail-level competition).

Полученные Liu, Shi, Petruzzi (2018) [50] результаты показали, что, в отличие от обычно наблюдаемого эффекта снижения качества в рамках децентрализованных продаж при отсутствии неопределенности, появления неопределенности размеров рынка порождает противоположный эффект увеличения качества, который потенциально меняет знак дифференциала качества с положительного на отрицательный, в зависимости от того, является гетерогенность потребителей слабой или сильной. В частности, если гетерогенность потребителя умеренная, то неопределенность размера рынка уменьшает качественный дифференциал, который существовал бы в отсутствие неопределенности, однако не меняет знака дифференциала. Однако если потребительская гетерогенность высокая или низкая, то неопределенность размера рынка меняет полярность дифференциала так, что оптимальные показатели качества при децентрализованных продажах становятся выше, чем при централизованных. По мнению Liu, Shi, Petruzzi (2018) [50], это происходит в силу того, что неопределенность порождает функциональный эквивалент возрастающих предельных издержек качества товара на единицу проданной продукции, что снижает соответствующие оптимальные показатели качества в любом типе структуры продаж. Однако это снижение ослабляется в децентрализованной структуре относительно централизованной, поскольку двойная наценка (double marginalization) снижает доступность продукта, что приводит к относительно низким издержкам качества на единицу проданной продукции. Соответственно, если потребительская гетерогенность либо высокая, либо низкая, то неопределенность

размера рынка (НРР) создает отрицательный качественный дифференциал, который не существовал бы в ином случае. Однако если гетерогенность потребителей умеренная, то НРР лишь снижает положительный дифференциал качества/

Аналогичным образом Liu, Shi, Petruzzi (2018) [50] обнаруживают, что если потребительская гетерогенность относительно низкая, то НРР порождает количественный дифференциал, который иначе бы не существовал. Если же потребительская гетерогенность является относительно высокой, то НРР увеличивает количественный дифференциал. Более того, Liu, Shi, Petruzzi (2018) [50] обнаружили, что чем выше НРР, тем больше количественный дифференциал. По их мнению, это происходит в силу того, что неопределенность порождает необходимость дополнить решение о рыночных целях решением о доступности товара, чтобы компенсировать риск возникающего несоответствия между спросом и предложением. Двойная наценка усиливает это решение при децентрализованных продажах.

Liu, Shi, Petruzzi (2018) [50] пытались восполнить пробел между двумя связанными направлениями исследований. Первое направление имеет дело с маркетингом и экономической литературой и направлено на изучение полярности качественного дифференциала производителя: Jeuland and Shugan (1983) [57], Villas-Boas (1998) [58], Economides (1999) [51], Xu (2009) [59], Zhao, Atkins, and Liu (2009) [60], Shi, Liu, and Petruzzi (2013) [61], Chen, Liang, Yao, and Sun (2017) [62] и Zhu and He (2017) [63]. В рамках этого направления Liu, Shi, Petruzzi (2018) [50] выделяют работы Jeuland and Shugan (1983) [57], Villas-Boas (1998) [58] и Economides (1999) [51], которые изучают рыночные условия, порождающие положительный качественный дифференциал, тогда как Xu (2009) [59] и Shi, Liu, and Petruzzi (2013) [61] описывают рыночные условия (без неопределенности), которые порождают отрицательный качественный дифференциал. Liu, Shi, Petruzzi (2018) [50] дополняют это направление исследований, показывая, как рыночная неопределенность, а не смещенная гетерогенность потребительской готовности платить, может сделать полярность качественного дифференциала отрицательной.

Второе направление исследований, связанное с операционным менеджментом, концентрируется на влиянии неопределенности на оптимальные показатели цены, объема и качества производимой продукции. Liu, Shi, Petruzzi (2018) [50] приводят следующие работы Gerchak and Mossman (1992) [64], Federgruen and Heching (1999) [65], Petruzzi and Dada (1999) [66], Lariviere and Porteus (2001) [67], Bernstein and Federgruen (2004) [68], Wang (2006) [69], Geng (2007) [70], Carlton and Dana (2008) [71], He, Marklund and Vossen (2008) [72], Allon and Federgruen (2007 [73]; 2008 [74]; 2009 [75]), Qi, Chu, and Chen (2016) [76], Rong, Chen, and Shen (2015) [77], и Jiang and Tian (2016) [78]. Среди них Liu, Shi, Petruzzi (2018) [50] отдельно отмечают следующие:

- Carlton and Dana (2008) [71] применяют модель продавца газет (newsvendor framework) для изучения вопросов, связанных с дизайном линейки продуктов. Они показывают, что неопределенность может снижать оптимальное качество товара, если потребительские предпочтения однородны.

- Geng (2007) [70] изучает влияние неопределенности на совместные решения производителя относительно качества и объема производства для различных функций совокупного спроса.

- Bernstein and Federgruen (2004) [68] и Allon and Federgruen (2007 [73]; 2008 [74]; 2009 [75]) расширяют анализ за счет рассмотрения эффектов конкуренции.

- Rong, Chen and Shen (2015) [77] изучают влияния неопределенности спроса на оптимальный дизайн линейки товаров на рынке, состоящем из двух потребительских сегментов с различными готовностями платить за качество товара.

Однако, в отличие от Liu, Shi, Petruzzi (2018) [50], эти исследования не рассматривают влияние типа структуры продаж на решения производителя об оптимальном качестве и объеме производства. В качестве исключения Liu, Shi, Petruzzi (2018) [50] отмечают работу Jerath, Kim and Swinney (2017) [79], в которой изучается влияние производственных издержек, отложенной цены и структуры продаж на оптимальные решения производителя. В ней показывается, что качество и наличные товары (inventory) являются субститутами, децентрализация структуры продаж может привести к повышению качества продукта, а оптовые контракты не могут регулировать структуру продаж. Исследование Liu, Shi, Petruzzi (2018) [50], таким образом, дополняет работу Jerath, Kim and Swinney (2017) [79], поскольку в нем изучается взаимодействие между потребительской гетерогенностью, НРР и априорными ценами с целью установления того, как рыночная неопределенность влияет на качественный дифференциал, а также с целью обобщения вышеупомянутых эффектов на различные распределения потребительской гетерогенности или рыночной неопределенности. Кроме того, исследование Liu, Shi, Petruzzi (2018) [50] должно помочь сравнить и проанализировать влияние сходных эффектов, возникающих в результате конкуренции на уровне ритейла.

Работа Liu, Shi, Petruzzi (2018) [50] также косвенно имеет отношение к большому числу работ по структурам продаж с двойными каналами поставок (dual-channel supply chains), в которых качество товара задается либо экзогенно (Arya, Mittendorf, and Sappington, 2007 [80]; Cai, 2010 [81]; Cattani, Gilland, Heese and Swaminathan, 2006 [82]; Chiang, 2010 [83]; Chiang, Chhajed and Hess, 2003 [84]; Chiang and Monahan, 2005 [85]; Dumrongsiri, Fan, Jain and Moinszadeh, 2008 [86]; Huang and Swaminathan, 2009 [87]; Tsay and Agrawal, 2004 [88], и Hua, Wang and Cheng 2010 [89]), либо эндогенно (см. напр. Ha, Long and Nasiry, 2015 [90]). В качестве примера Liu, Shi, Petruzzi (2018) [50] предлагают рассмотреть работу Dumrongsiri,

Fan, Jain and Moinzadeh (2008) [86], в которой анализируется влияние предельных издержек и переменчивости спроса на равновесные цены и на стимулы производителя использовать прямой канал поставок в дополнение к косвенному каналу на рынке, в котором качество (услуг) задается экзогенно. На, Long and Nasiry (2015) [90] изучают решения производителя относительно оптимального уровня качества, когда на рынке параллельно существуют централизованные и децентрализованные структуры продаж, причем неопределенность спроса отсутствует, дают пример эффективного синтеза этих направлений исследований. Последняя работа, по мнению Liu, Shi, Petruzzi (2018) [50], отличается тем, что в ней используют структуру поставок с одним каналом, которая может либо централизованной, либо децентрализованной.

Сравнивая разницу для оптимальных показателей качества (количества) между централизованной и децентрализованной структурой продаж, Liu, Shi, Petruzzi (2018) [50] приходят к нескольким выводам:

1) неопределенность размера рынка создает или усиливает уже имеющийся положительный количественный дифференциал, причем чем выше изначальный уровень неопределенности, тем больше дифференциал;

2) неопределенность размера рынка снижает качественный дифференциал так, что он меняет свой знак на противоположный для большинства показателей потребительской гетерогенности. Отсюда следует, что именно неопределенность размера рынка, а не смещенная гетерогенность в потребительской готовности платить, может привести к тому, что оптимальные показатели качества для производителя при децентрализованной структуре продаж будут выше, чем аналогичные показатели для централизованной структуры, при прочих равных. Это заключение особенно важно с прикладной точки зрения, поскольку оно непосредственно противоречит хорошо известному эффекту снижения качества от децентрализации, согласно которому гомогенизация потребителей приведет к устранению всякой неопределенности размера рынка;

3) влияние неопределенности размера рынка как на количественный, так и на качественный дифференциал продолжает сохраняться, если однородные определения потребительской гетерогенности и неопределенность размера рынка расширить на неоднородные распределения, или же когда потребительская гетерогенность заменяется конкуренцией на ритейл-уровне.

1.4 Выбор технологической инновации

В недавней работе Wang, Seidle (2017) [91] попытались построить модель, предсказывающую, какая фирма совершит определенную технологическую инновацию, в каком сегменте будет действовать и насколько существенным будет образовавшийся технологический разрыв в зависимости от особенностей спроса (технологического сегмента) и характеристик соответствующего сегмента и т.п. «Организации являются основными источниками творческих изменений в экономике (Hagedoorn, 1996 [92]; Schumpeter, 1942 [93], 1949 [94]), поэтому изучение факторов, которые стимулируют или ограничивают инновации является важнейшей темой для изучения, причем как на отраслевом и государственном уровне, так и в качестве отдельно взятых явлений. Однако большинство фирм испытывают сложности в определении необходимой им степени технологического прогресса (Lee et al., 2011 [95]; Lerner, 1997 [96]). Фирмы, являющиеся технологическими лидерами, реализуют наиболее передовые инновации для того, чтобы выигрывать в конкуренции, тогда как отстающие фирмы предпринимают стратегические действия для того, чтобы догнать таких лидеров (Lerner, 1997 [96]). Организации могут иметь различные причины для инноваций в зависимости от таких параметров, как их конкурентное положение в отрасли, гетерогенность предпочтений потребителей (Adner and Snow, 2010 [97]; Windrum et al., 2009 [98]) и существующий запас комплементарных активов, доступных для инвестирования в технологическое развитие (Wu et al., 2014 [99]). Принимая во внимание важность технологических инноваций, следует задать вопрос: какие факторы могут влиять на степень инноваций среди фирм? Иными словами, что определяет степень увеличения технологической сложности внедряемых фирмой производственных процессов?

Среди множества драйверов инноваций, рассматриваемых исследователями, чаще всего внимание уделяется рыночной доле компаний (Chandy and Tellis, 2000 [100]; Eggers, 2014 [101]; Mas-Ruiz and Ruiz-Moreno, 2011 [102]). Однако в современной литературе нет однозначного мнения о том, как доля рынка влияет на развитие технологий (Aboulnasr et al., 2008 [103]). Например, Sorescu et al. (2003) [104], изучая фармацевтическую промышленность, отмечают, что доминирующие компании внедряют значительно больше радикальных инноваций и совершают больше технологических прорывов, чем более маленькие компании. Высокая доля рынка приводит к большим инновациями из-за отдачи от масштаба, которая делает расходы на НИОКР (научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы) относительно более доступными для ведущих компаний (Mas-Ruiz and Ruiz-Moreno, 2011 [102]), из-за того, что рыночная власть позволяет успешно коммерциализировать новые продукты (Blundell et al., 1999 [105]; Chandy and Tellis, 2000 [100]; Nicholas, 2003 [106]), а также благодаря тому, что фирмы стремятся использовать свои лидирующие позиции для того,

чтобы продолжать зарабатывать на своей репутации качества (Caminal and Vives, 1996 [107]). Тем не менее, существуют исследования, в которых подчеркивается наличие обратного эффекта, то есть что рыночная доля снижает или замедляет инновации (Dutta et al., 1995 [108]). Christensen and Bower (1996) [109] отмечают склонность ведущих производителей дисководов фокусироваться на нуждах текущих клиентов, которым не требуются серьезные технологические изменения. Фирма с высокой долей рынка может проводить меньше инноваций из-за боязни потерять прибыль от текущих продаж (Chandy and Tellis, 2000 [100]), а также из-за инерции, связанной с тем, что фирма уже добилась успеха и занимает устойчивую позицию на рынке (Aron and Lazear, 1990 [110])» (Wang, Seidle, 2017, стр. 166 [91]).

Wang, Seidle (2017) [91] полагают, что такое противоречие в результатах исследований может быть устранено за счет более подробного изучения технологических сегментов внутри отраслей, а также соответствующих ожиданий их клиентов. «Отрасли обычно характеризуются гетерогенным спросом клиентов, то есть множества клиентов в различных сегментах рынка будут иметь различные предпочтения относительно как минимально ожидаемого уровня работы определенной технологии, так и относительно готовности платить за товары, которые этому уровню соответствуют или превосходят (Adner and Levinthal, 2001 [111]; Adner and Snow, 2010 [97]; Amankwah-Amoah, 2016 [112]; Qian and Soopramanien, 2015 [113]). Такие различия в предпочтениях неоднозначно влияют на фирмы, которые снабжают эти различные сегменты рынка (Klepper, 1996 [114])» (Wang, Seidle, 2017, стр. 167 [91]). Исследование спроса, в котором делается попытка определить, как крупные стратегические решения влияют на создание добавочной стоимости (Priem et al., 2012 [115]; Ye et al, 2012 [116]), является важной частью работы Wang, Seidle (2017) [91]. Подобное исследование спроса, по мнению Wang, Seidle (2017) [91], помогает изучать отрасли, характеризующиеся совместным существованием старых и новых технологий, в которых некоторые фирмы применяют стратегию «технологического отступления» (technology retreat) (Adner and Snow, 2010 [97]), перемещая старые технологии на рынке с гетерогенным спросом.

В работе Wang, Seidle (2017) [91] доля рынка дизагрегируется на долю сегмента – более точную единицу измерения, которая особенно подходит для измерения гетерогенности спроса – и проводится изучение того, как этот показатель способен прогнозировать степень технологических инноваций компании. Решение фирмы перейти на новую технологическую ступень рассматривается Wang, Seidle (2017) [91] совместно с тем, какую конкурентную позицию занимает фирма, а также вместе с интенсивностью конкуренции в данном сегменте. Если технологические инновации порождают инновационные выгоды, то обычно конкуренция нивелирует эти выгоды (Scherer, 2015 [117]). Однако конкуренция внутри

отрасли обычно ассоциируется с большим объемом инноваций в процессе производства и в конечном продукте (Tang, 2006 [118]). Поскольку степень конкуренции может значительно варьироваться между сегментами, необходимо рассматривать каждый сегмент по отдельности. По этой причине Wang, Seidle (2017) [91] рассматривают связующую роль конкуренции между сегментами для анализа взаимосвязи между долей сегмента и степенью инноваций. Данные из отраслей по производству видео дисплеев (flat panels, т.е. экранов телевизоров и мониторов) в разных странах мирах в целом поддерживают выдвинутые Wang, Seidle (2017) [91] гипотезы. Когда фирма с высокой долей в технологически развитом сегменте способна эффективно справляться с конкуренцией, она внедряет более продвинутые технологии для того, чтобы сохранять лидирующую позицию на этом сегменте. Степень технологических инноваций в этом случае зависит от того, насколько фирме требуется улучшить показатели своей продукции, чтобы соответствовать запросам своих наиболее требовательных клиентов. С другой стороны, фирма с высокой долей в промышленном сегменте, характеризующемся старыми технологиями, также демонстрирует высокую степень инноваций, однако в этом случае причиной является стремление фирмы соответствовать запросам клиентов, более заинтересованных в цене продукта.

Wang, Seidle (2017) [91] используют исследования в области гетерогенности спроса по технологическому жизненному циклу, среди них Adner (2004) [119]; Adner and Levinthal (2001) [111]; Amankwah-Amoah (2016) [112], чтобы определить влияние на инновации фирм со стороны клиентов в различных сегментах данной отрасли. Leiblein and Madsen (2009) [120] рассматривает технологию с точки зрения поколения производимого продукта, что отражает релевантность такого подхода для таких отраслей, как производство полупроводников. В этих отраслях обычно существует передовое поколение изделий (которое дает наилучшие результаты по высокой цене), которое превосходит, но не замещает полностью предыдущие технологические варианты. Wang, Seidle (2017) [91] показывают, что доля рынка является надежным индикатором инноваций фирм, когда доля рынка подразделяется на более точный индикатор, а именно доля сегмента.

Результаты, полученные Wang, Seidle (2017) [91], подтверждают распространенную точку зрения о том, что конкуренция стимулирует инновации, ранее поддержанную Adner and Zemsky (2003) [121]; Khanna (1995) [122]; Lerner (1997 [96]). Кроме того, Wang, Seidle (2017) [91] исследуют другие факторы, которые либо способствуют инновациям, либо замедляют их, когда доля рынка подразделяется на более точный показатель (сегмент) (Qian and Soopramanien, 2015 [113]). «Изучение данного вопроса со стороны спроса предполагает, что степень технологических инноваций фирмы зависит от того, как различные технологические

сегменты используют существующие технологии и как они оценивают потенциальные изменения в конечном продукте. Внедрение новых технологий может быть более интенсивным в том случае, когда фирма с большей долей сегмента стремится удерживать свою конкурентную позицию по отношению к требовательным покупателям с высокой готовностью платить (Adner, 2004 [119])» (Wang, Seidle, 2017, стр. 176 [91]). Wang, Seidle (2017) [91] предоставляют эмпирическое подтверждение предположению о том, что решение о сохранении технологического статуса зависит от того, каким показателям должны удовлетворять новейшие технологии в данной отрасли.

Показатель инновационных стратегий компаний, используемый в работе Wang, Seidle (2017) [91] (степень технологических инноваций) отражает элементы новизны в производственном процессе. Прогресс в поколениях готовой продукции достигается за счет фирм, которые стремятся вывести стандарты качества на новый уровень для всей отрасли, либо снизить производственные издержки, связанные с их конкретными продуктами, либо и то, и другое. Таким образом, Wang, Seidle (2017) [91] утверждают, что противопоставление продукта и процесса производства, распространенное в литературе по инновациям, может неточно описывать драйверы инноваций для фирм, которые стремятся оставаться конкурентоспособными в разнообразных технологических отраслях. Кроме того, полученные Wang, Seidle (2017) [91] результаты помогают сделать более точные предположения о том, какая фирма с большей вероятностью совершит определенную технологическую инновацию, в каком сегменте она будет действовать, и насколько существенным будет образовавшийся технологический разрыв.

2 Модели улучшения взаимосвязанных качественных характеристик продуктов или технологических процессов

В данной главе рассматриваются исследования, посвященные особенностям экологических и технологических инноваций, направленных на повышение качества окружающей среды.

2.1 Детерминанты экологических инновации

Экологическая инновация – это любая инновация, которая приводит к значительному прогрессу в достижении целей устойчивого развития за счет сокращения воздействия нашей продукции на окружающую среду, повышения устойчивости природы к воздействию экологических проблем или достижения более эффективного и ответственного использования природных ресурсов, согласно определению Европейской комиссии, то есть эко-инновация включает в себя технологические и нетехнологические формы инноваций, которые предотвращают или уменьшают отрицательное воздействие на окружающую среду. Marinescu, Ciocoiu, Cicea (2015) [123] рассматривают эко-инновации на примере электрического и электронного оборудования: их отходы представляют угрозу для окружающей среды по двум основным причинам: высокие объемы производства и значительное воздействие на окружающую среду.

Marinescu, Ciocoiu, Cicea (2015) [123] считают, что в данной области можно добиться сокращения выбросов парниковых газов, поэтому инновации необходимы для сокращения производства отходов или для повторного использования отходов, для их переработки, или для восстановления отходов или извлечения материалов. Усиление эко-инноваций в области WEEE (Waste Electric and Electronic Equipment, отходы электрического и электронного оборудования) означает выявление факторов, которые способствуют ее развитию. Косвенно, эко-инновации помогают бороться с изменениями климата и могут предложить новые решения старых глобальных проблем. Ниже представлен обзор исследований, приведенных Marinescu, Ciocoiu, Cicea (2015) [123].

Marinescu, Ciocoiu, Cicea (2015) [123] разделяют понятия инноваций и изобретений, понимая под инновациями в целом новые продукты или услуги на рынке, в то время как изобретения касаются создания нового процесса или деятельности. При этом оба варианта должны быть проверены рынком (другими словами, должен быть производитель, желающий осуществить задуманное, и потребитель, который хочет купить результат). Считается, что Fussier Claude и Peter James [124] были первыми из тех, кто использовали эту концепцию в 1996 году, в книге под названием «Driving Eco-Innovation: A Breakthrough Discipline for

Innovation and Sustainability» (Morand, 2006 [125]). Через год James (1997) [126] смело определяет эко-инновацию как «новые продукты и процессы, которые имеют ценность для клиентов и бизнеса, но при этом значительно уменьшают воздействие на окружающую среду». Помимо упомянутых Marinescu, Ciocoiu, Cicea (2015) [123] используют понятия эко-производства и эко-эффективности. Эко-производство относится к каждому соответствующему игроку на мировых рынках и драйверу конкурентоспособности на этом рынке. Эко-эффективность «измеряется как отношение (добавленной) стоимости того, что было произведено (например, ВВП), и (добавленного) воздействия на окружающую среду продукта или услуги (например, выбросов SO₂)» (Yu et al., 2013 [127]). Кроме того, эко-инновация не может существовать без эко-эффективности. Как было упомянуто раньше Marinescu, Ciocoiu, Cicea (2015) [123], эти два широких понятия (изобретения и инновации) не могут существовать без проверки рынком. Тот же принцип справедлив для концепции эко-инноваций, которые должны сопровождаться выполнением условий эко-эффективности. Учитывая непрерывное ухудшение условий окружающей среды из-за экономического развития и роста в течение XX века, концепция эко-эффективности должна присутствовать в каждой сфере человеческой деятельности и не должна ограничиваться эко-инновациями. «Rennings (2000) [128] описывает детерминанты эко-инноваций как: технологический толчок (эффективность материалов, качество продукта, ассортимент продуктов, энергоэффективность), регуляторный стимул (существующее природоохранное законодательство, стандарты безопасности и гигиены труда, ожидаемое регулирование) и рыночные стимулы (потребительский спрос, имидж, затраты на рабочую силу, новые рынки, конкуренция, доля на рынке). В другом исследовании (Rave et al., 2011 [129]) рассматриваются цели и детерминанты эко-инноваций, причем показывается, что одними из наиболее важных факторов являются ценовое давление, динамические стимулы, возможность внедрения новых продуктов и экологическая политика. Кроме того, в исследовании приводятся новые данные о специфических для отрасли и фирм драйверах эко-инноваций» (Marinescu, Ciocoiu, Cicea (2015, стр. 7) [123].

Marinescu, Ciocoiu, Cicea (2015) [123] разделяют эти силы на несколько категорий. Del Rio et al. (2013) [130] анализирует основные детерминанты эко-инноваций по разным размерам фирм (малым и большим) и возрасту (новые и старые), а также по детерминантам, специфичными для эко-инноваций продукта или процесса, или по детерминантам, относящимся к-новым-для-рынка и новым-для-фирмы инновациям. Del Rio et al. (2013) [130] выдвигает несколько гипотез и проверяет их с помощью эконометрических средств. Некоторые детерминанты являются общими как для малых, так и для крупных фирм, а другие определяются в зависимости от размера фирмы. «Такую же ситуацию можно было бы

упомянуть для эко-инноваций процесса или продукта. Например, сокращение единичных издержек энергии / материалов и размера. Что касается возраста фирмы, здесь детерминанты сходны как у новых, так и старых фирм, и между ними нет четкой разницы. Все эти исследовательские работы касаются эко-инноваций и их детерминант или драйверов в целом и не относятся к одной отдельной области. Что касается WEEE, существует немного исследований, в которых рассматриваются конкретные факторы, которые способствуют эко-инновациям, особенно с точки зрения макро-перспективы. O'Hare et al. (2006) [131] показывают, что три основных фактора для эко-дизайна в конкретной отрасли медицинской электроники могут быть сгруппированы по следующим категориям: регулирование, устойчивые закупки и инновации, вызванные конкуренцией. В исследовании Эко-Инновационной Обсерватории (Eco-innovation Observatory, 2014 [132]), посвященном эко-инновациям в Италии, упоминается, что особое внимание следует уделять переработке и извлечению ценных веществ, таких как редкоземельные металлы и драгоценные металлы, в целях постоянного улучшения экологической устойчивости при переработке этого особого вида отходов. В исследовании представлены некоторые драйверы и барьеры для эко-инноваций, а именно: сочетание политики, которое больше акцентирует сторону предложения по сравнению с мерами спроса, наличие рискованного капитала для эко-инновационных проектов / стартапов, организационные аспекты и ограниченный рост эффективности ввиду сложной бюрократии и фрагментированности управления эко-инновациями в рамках системы государственного управления, прочная правовая основа, учитывающая охрану окружающей среды, социальная осведомленность в отношении потребностей и возможностей в контексте устойчивости и эко-инноваций, распространение передовых практик в области эко-инноваций. С точки зрения производителей электрического и электронного оборудования, критерии внедрения эко-дизайна в Румынии были определены в работе Ciocoiu, Vanacu and Tartiu (2011) [133]. В вышеупомянутой работе определены четыре группы критериев (социально-экономические, технические, законодательные и характеристики компаний), которые могут повлиять на успешную реализацию эко-проектов, а полученные результаты показывают, что характеристики компаний (размер компании, сфера деятельности, заинтересованность высшего руководства, заинтересованность сотрудников, бюджет на НИОКР в области эко-дизайна и инноваций) являются наиболее важными факторами. Далее будет предпринята попытка проанализировать некоторые детерминанты эко-инноваций в сфере отходов электрического и электронного оборудования с точки зрения макроэкономики» (Marinescu, Ciocoiu, Cicea, 2015, стр. 8 [123]).

Среди наиболее важных драйверов эко-инноваций в сфере отходов электрического и электронного оборудования Marinescu, Ciocoiu, Cicea (2015, стр. 10-14 [123]) выделили следующие:

а) Стандартизация продукта. Процесс стандартизации относится к созданию универсальных характеристик для товаров или услуг, что уменьшает их разнообразие. Это также предполагает создание стандартов в отношении технических аспектов товаров. При стандартизации потребитель может принимать более обоснованное решение при покупке определенных товаров. В области управления отходами стандартизация помогает сократить объем отходов за счет обеспечения совместимости компонентов. В качестве примера Marinescu, Ciocoiu, Cicea (2015) [123] приводят стандартизированные этикетки, которые могут помочь потребителю в выборе пригодного для повторного использования продукта, или компаниям по переработке отходов при отслеживании компонентов опасных отходов. ОЭСР (OECD, 2009 [134]) отмечает, что «появляются стандарты, направленные на стимулирование устойчивого производства и эко-инноваций путем создания спроса как внутри фирм, так и среди потребителей». Эти стандарты не только стимулируют эко-инновации, но также помогают в распространении новых экологически чистых технологий, продуктов или услуг за счет предопределения спроса.

б) Стимулирование экологической осведомленности. Экологическая осведомленность относится к типу поведения, которое характеризует решение потребителя о покупке экологически чистых продуктов. Эта концепция тесно связана с готовностью платить больше за экологически чистые продукты. Эти продукты могут относиться к переработанным материалам, биоразлагаемым упаковкам, энергосберегающим товарам, а также товарам, которые уменьшают выбросы парниковых газов и другие. Стимулирование потребителей покупать такие продукты требует изучения факторов, оказывающих решающее воздействие на потребительский выбор. Marinescu, Ciocoiu, Cicea (2015) [123] приводит работу Laroche et al. (2001) [135], в ней эти факторы сгруппированы по пяти категориям: демография, знания, ценности, поведение и отношения. Наиболее важным является знание, которое влияет на потребителя в процессе принятия решений. Laroche et al. (2001) [135] предполагают, что решение зависит от объема используемой информации и от того, как она собирается и как она организована.

в) Обучение молодежи посредством специальных курсов. По мнению Marinescu, Ciocoiu, Cicea (2015) [123], образование в сфере переработки отходов стимулирует эко-инновации, предоставляя учебный опыт, способный улучшить способность учащихся принимать взвешенные решения о менеджменте отходов. Курсы, семинары и другие

образовательные программы в области отходов не только обучают участников, но и помогают решать проблемы менеджмента отходов.

d) Источники финансирования для стимулирования эко-инноваций. Как правило возможности финансирования предназначены для оказания помощи различным субъектам в разработке проектов в области отходов. Эти средства могут поступать из грантов или субсидий, национальных или международных программ, государственных схем. Например, Национальное агентство по охране окружающей среды в Сингапуре реализует схему совместного финансирования под названием «Фонд 3R» (Reduce, Reuse, Recycle, «Сокращение, повторное использование, переработка»), чтобы «побудить организации к осуществлению проектов по минимизации отходов и их переработке» (National Environment Agency, 2013 [136]). Marinescu, Ciocoiu, Cicea (2015) [123] упоминают, что проекты, которые имеют эко-инновационный характер в своем развитии, могут получить финансирование из разных источников. Эти средства могут иногда покрывать до 50% соответствующих затрат на проект.

e) Проекты, связанные с эко-инновациями. Проекты, разработанные вокруг идеи эко-инноваций, играют важную роль в ее продвижении по всему миру. Снижение воздействия продуктов или процессов на окружающую среду является целью любых эко-инноваций, поэтому проекты, разработанные с учетом этой цели, способствуют экономическим, социальным и экологическим улучшениям для стран, компаний и общества.

f) Регулирование. Регуляция известна своей стимулирующей ролью в эко-инновациях. Существующие отношения между регулированием и эко-инновациями были изучены в работе Kesidou and Demirel (2012) [137], которые показали, что нормативные требования влияют на эко-инновации в менее инновационных компаниях. Другие, например Ahmed et al. (2010) [138], считают, что эко-инновации являются «индуцированным результатом регулирования». Даже если Marinescu, Ciocoiu, Cicea (2015) [123] говорят о стандартах эффективности, технологическом контроле или ограничениях выбросов, каждая нормативная мера поощряет фирмы к проведению эко-инноваций.

g) Государственные меры. Одной из наиболее известных политик в отношении WEEE является Расширенная ответственность производителя (Extended Producer Responsibility) или Сопровождение продукта (Product Stewardship). На практике это означает, что когда товар достигает конца своего жизненного цикла, производитель должен провести его утилизацию либо самостоятельно, либо с помощью другой компании, чтобы найти наиболее эффективный способ для его утилизации (Capel, 2013 [139]). Компоненты продукта могут быть повторно использованы или переработаны. Многие компании проводят в этом отношении программы повторного использования, выкупа или переработки. Другая политика – это Комплексная

политика в отношении продуктов (Integrated Product Policy), которая направлена на уменьшение ущерба окружающей среде посредством изучения всех этапов жизненного цикла продуктов и предпринимая действия там, где это наиболее эффективно.

h) Преимущества для клиентов. Этот фактор относится к ситуации, когда клиенты готовы платить за продукт, который может иметь дополнительную выгоду или определенное преимущество. Например, эко-инновации в отношении детского питания или одежды приносят существенные выгоды клиентам, поскольку они, похоже, очень хорошо отвечают их требованиям. В области WEEE можно упомянуть такие преимущества, как улучшение здоровья и безопасности местных сообществ, используя эко-инновации в процессе переработки отходов.

i) Снижение издержек. Согласно Belin et al. (2011) [140], снижение издержек связано с потенциалом эко-инноваций в области экономии энергии или материальных ресурсов. Они также относятся к сокращению издержек на утилизацию отходов за счет использования эко-инновационных решений. Экономические выгоды, возникающие в результате снижения издержек, превращаются в фактор, способствующий развитию эко-инноваций. Crespi and Quatraro (2015) [141] также признают важность снижения издержек, считая их «мотивацией для эко-инноваций».

j) Сети передачи знаний. Европейская Комиссия сообщает, что «более 70% предприятий среднего и малого бизнеса указали на необходимость наличия хороших деловых партнеров и хорошего доступа к внешней информации и знаниям, включая услуги технической поддержки для ускорения внедрения и развития эко-инноваций» (European Commission, 2011b [142]). Согласно Barsoumian et al. (2011) [143], были разработаны сети для поддержки инноваций и достижения более высоких экологических показателей. Различные типы сетей (кластеры, полюсы передового опыта и технологические платформы) объединяют заинтересованные стороны в общей области интересов.

Marinescu, Ciocoiu, Cicea (2015) [123] отметили следующее:

- регулирование всегда оказывает давление на предприятия с целью разработки и использования эко-инноваций для снижения негативного воздействия их деятельности на окружающую среду;
- снижение издержек входит в число факторов, которые мотивируют компании к эко-инновациям с экономической точки зрения;
- сети передачи знаний, в любой их форме, относятся к недавно обнаруженным факторам, которые улучшают эко-инновационный потенциал фирм.

2.2 Экология и производительность

Основная идея работы Grubb, Ulph (2002) [144] заключается в том, что, хотя экологическая политика может стимулировать инновации, которые приведут к более чистым технологиям, рассмотренные Grubb, Ulph (2002) [144] теоретические и эмпирические данные не дают уверенности в том, что одной лишь экологической политики достаточно для реализации крупных экологических инноваций. Для получения результата необходимо проводить поддерживающую технологическую политику. В данном случае Grubb, Ulph (2002) [144] говорят о двух провалах рынка, поэтому необходимо определить, какие комбинации этих двух типов политики могут быть наиболее эффективными. Рассмотрим данное исследование подробнее.

Одним из главных направлений государственной политики является энергетика, которая должна одновременно соответствовать различным и часто противоречивым целям:

- целью различных программ приватизации и усиления конкуренции является сокращение затрат на энергоснабжение;
- безопасность поставок, включая управление невозобновляемыми ресурсами;
- снижение экологического следа – решение многих экологических проблем, таких как выбросы углекислого газа (CO_2), связанные с производством и потреблением энергии;
- социальные проблемы – обеспечение тех благ, которые рассматриваются как необходимость для самых бедных слоев общества (Grubb, Ulph, 2002, стр. 92 [144]).

Технологические изменения способны уменьшить или устранить политическое напряжение, связанное с приоритетами энергетической политики, в зависимости от масштабов перемен, которые можно реально ожидать.

С другой стороны, цель экологической политики – компенсировать или устранить внешние эффекты, возникающие в результате загрязнения. Это может быть достигнуто с помощью налогов Пигу, стандартов, торгуемых квот и т.п. Все они направлены на то, чтобы представить потребителям и производителям истинные экономические издержки их решений. «При фиксированных технологиях и ограниченных возможностях замещения такие меры могут привести к существенной реструктуризации внутри и между отраслями и странами, что приводит к выбору сложных компромиссов в политике. Поэтому возникает вопрос о том, может ли экологическая политика (или даже угроза введения экологической политики) вызывать достаточное количество инноваций в новых экологически чистых технологиях, чтобы смягчить значительную часть этой дорогостоящей реструктуризации. Действительно, индуцированное воздействие экологической политики на инновации рассматривается

многими экономистами в области экологии как самое мощное средство, посредством которого такая политика будет уменьшать выбросы.

В обсуждении до сих пор инновации рассматривались как потенциально благоприятные силы, которые помогают достичь целей в области энергетики / окружающей среды, в то время как политика в области энергетики / окружающей среды рассматривается как квазитехнологическая политика, которая стимулирует такие выгодные инновации. Однако это связано с тем, что речь об определенном типе инноваций, а не об инновациях в целом. Обычные инновации, которые порождают новые продукты или технологии и таким образом повышают уровень экономической активности, могут усугубить энергетические и экологические проблемы, поскольку это увеличение активности приводит к увеличению потребностей в энергии и / или выбросам загрязняющих веществ.

Как известно, инновации подвержены многим провалам рынка. Их можно разделить на несколько категорий.

- Дизайн исследования - неспособность получить необходимое число фирм для инноваций (потенциальное чрезмерное дублирование) и заставить эти фирмы выбирать правильные пути исследований.

- Решения в области НИОКР – неспособность фирм провести необходимый объем НИОКР. Здесь существует четыре типа сбоев:

- эффект недостаточной оценки – прибыль не отражает реальной экономической ценности нового продукта / технологии;

- эффект отделенности – инновизирующие фирмы рассматривают только их собственные выгоды от инноваций, а не выгоды от того, чтобы другие внедряли инновации;

- эффект перелива - фирмы недостаточно инвестируют в инновации, если они понимают, что другие могут извлечь выгоду из их открытий;

- стратегический эффект - стремление фирм опережать своих конкурентов в гонке за инновациями.

Первые три эффекта приводят к недостаточным инвестициям в исследования и разработки, тогда как четвертый сопряжен с чрезмерными инвестициями.

- Обмен информацией - у фирм обычно недостаточно стимулов делиться своими открытиями с конкурирующими фирмами.

Цель технологической политики в том, чтобы исправить эти провалы рынка. Учитывая разнообразие провалов рынка, простых политик, таких как субсидии на НИОКР / налоговые кредиты, как правило, будет недостаточно, чтобы исправить все эти проблемы» (Grubb, Ulph, 2002, стр. 93 [144]).

Grubb, Ulph (2002) [144] подчеркивают особенность инноваций в области энергетики и окружающей среды для экологических инноваций как общественного блага. Они приводят работу Arrow (1962) [145], в которой анализируется, каким образом инновации от «обучения на практике» могут стать внешней выгодой (экстерналией) от инвестиций. Когда эти инвестиции связаны с технологиями, которые затрагивают многообразные проблемы общественных благ, эта "инновационная экстерналия" особенно актуальна для государственной политики. «Pizer et al. (2000) [146] демонстрируют в простой теоретической модели тот факт, что такие внешние выгоды от инноваций возрастают с учетом увеличения масштабов экологических проблем и степени, с которой «оптимальный» налог Пигу может быть незначительным изначально, за которым следуют более значительные сокращения с накоплением инновации.

Эти особенности, конечно, чаще характерны для современных экологических проблем и, в частности, для проблемы изменения климата. В другой упрощенной стилизованной модели Grubb et al. (1995) [147] делают вывод о том, что для изменения климата преимущества первоначального смягчения могут подавляться инновационными экстерналиями: преимущества в виде открытия будущих вариантов путем адаптации инфраструктуры и инноваций могут быть намного больше, чем прямые выгоды Пигу от начальных сокращений. Это фактически означало бы, что оптимальный налог на углерод будет в несколько раз больше, чем уровень, соответствующий экстерналии в нединамической модели» (Grubb, Ulph, 2002, стр. 94 [144]).

По мнению Grubb, Ulph (2002) [144] это является очень грубым подходом, ведь предполагается, что все инвестиции, снижающие выбросы углерода, имеют равный потенциал для долгосрочных инноваций. Возможно, что некоторые меры, направленные на рост инвестиции в областях, которые имеют особенно большой потенциал для технологических инноваций, могут быть более эффективными, чем общий подход к налогообложению высоких уровней выбросов углерода, с помощью которого обычно пытаются стимулировать инновации.

Grubb, Ulph (2002) [144] отдельно рассматривают исследования, посвященные влиянию экологической политики на инновации, например, Downing, White (1986) [148], Magat (1979) [149], Malueg (1989) [150] и Milliman, Prince (1989) [151], изучили эффективность ряда различных экологических мер. Однако в них основное внимание уделялось исключительно загрязняющей деятельности фирм, а взаимодействие между такой деятельностью и продуктовым рынком почти не рассматривалось. Действительно, рынок продуктов, как правило, воспринимался как совершенно конкурентный. Наконец, в этих работах инновации

моделировались как деятельность, происходящая в условиях полной определенности и полноты информации.

Первые два из этих утверждений, по мнению Grubb, Ulph (2002) [144], противоречат важнейшим аспектам экономики инноваций: исследования и разработки проводятся по стратегическим причинам, чтобы получить некоторые преимущества на товарном рынке; и что НИОКР обычно представляют собой значительные фиксированные издержки для фирм, что, в свою очередь, служит возникновению несовершенного конкурентных товарных рынков. Более поздние исследования учли этот стратегический аспект инноваций в условиях несовершенной конкуренции.

Grubb, Ulph (2002) [144] рассматривают модель, в которой фирмы не только производят полезный продукт, но и генерируют выбросы. Правительство проводит экологическую политику. Фирмы имеют возможность проводить НИОКР, которые позволят внедрить более экологичную технологию с более низким уровнем выбросов на единицу продукции. Как влияет жесткость экологической политики на количество таких зеленых НИОКР? В качестве предпосылок приводят следующие: не-турнирная модель; нет переливов НИОКР; фирмы производят однородный продукт; единственным политическим инструментом является налог Пигу на выбросы; единственная форма инноваций подразумевает внедрение более зеленой технологии с более низким уровнем выбросов на единицу продукции; закрытая экономика; уровни НИОКР и выпуска выбираются фирмами одновременно; число фирм фиксировано.

1) Простая нестратегическая не-турнирная модель.

Существует множество возможных путей исследований, которые может предпринять фирма. Эти пути обладают двумя характеристиками. Во-первых, они достаточно схожи, так, что определенный уровень НИОКР, достигнутый на одном пути, дает такой же итоговый прогресс, как и в случае, если бы НИОКР были затрачены на другой путь. Таким образом, с точки зрения НИОКР, эти пути являются совершенными субститутами. С другой стороны, эти пути достаточно различны: открытие, сделанное на одном пути, может быть настолько отличным от открытий, сделанных на других путях, что они могут быть независимо запатентованы, и поэтому дают первооткрывателю исключительное право использовать такую новую технологию. Таким образом, в этом классе моделей патенты могут защитить фирмы от бесплатной имитации со стороны конкурентов, но не от дорогостоящих инноваций со стороны соперников. Предполагается, что патентная защита является совершенной, т.е. переливов нет. В итоге увеличение ставки налога на единицу выбросов оказывает прямое влияние на увеличение предельной отдачи от НИОКР. Это косвенно влияет на изменение удельных издержек производства каждой фирмы и, следовательно, ее выпуск. Если общий эффект увеличения налогов заключается в увеличении удельных издержек, то объем производства

будет снижаться, что уменьшит стимул к инновациям. А если в целом увеличение налогов приведет к снижению удельных затрат, объем производства возрастет, что повысит стимул к инновациям.

Прямой эффект издержек – увеличение налогов повышает удельные издержки; а косвенный эффект издержек – при постоянном выпуске, увеличение налога стимулирует увеличение объема НИОКР, снижая тем самым выбросы и, следовательно, издержки. Какой из этих двух эффектов издержек перевесит, зависит от функции эмиссии. Сложнее обнаружить функции, для которых прямой эффект меньше косвенного, поэтому Grubb, Ulph (2002) [144] для простоты изложения предполагают, что прямой эффект издержек является доминирующим. Поэтому косвенный эффект увеличения налогов отрицательный, и значит общее влияние увеличения налога на выбросы на стимулы для проведения экологических инноваций является неоднозначным.

2) Долгосрочные эффекты: вход / выход фирм

Здесь также есть два вида влияния увеличения налогов на выбросы на вхождение фирм на рынок. Прямой эффект приводит к падению прибыли и выходу фирм, что повышает стимулы к инновациям остальных фирм. Косвенный эффект реализуется через эффект издержек / выхода. Если увеличение налогов приводит к росту издержек, то это приведет к сокращению производства конкурентов фирмы, что приведет к увеличению ее собственной прибыли, тем самым способствуя вхождению фирм на рынок, дальнейшему сокращению объема производства и, следовательно, дальнейшему снижению стимулов к инновациям. А значит итоговый результат неоднозначен (Grubb, Ulph, 2002, стр. 96 [144]).

3) Стратегические решения в области НИОКР

Фирмы выбирают объем НИОКР прежде, чем выбирать выпуск, что дает фирмам стимулы чрезмерно инвестировать в НИОКР, чтобы отнять долю рынка у своих конкурентов. В то время как введение дополнительного стратегического инвестиционного мотива изменит количественные прогнозы предыдущего анализа, оно незначительно влияет на качественные прогнозы, поэтому краткосрочные и долгосрочные эффекты увеличения налогов неоднозначны, поскольку прямой и позитивный эффект стимулирования компенсируется отрицательным косвенным эффектом (Grubb, Ulph, 2002, стр. 96 [144]).

4) Проблемы открытой экономики

В случае можно рассматривать модели, в которых каждая фирма сталкивается с различной налоговой ставкой. Однако это мало отличается, поскольку общие производные от различных функций прибыли по отношению к общей ставке экологического налога, с которыми сталкиваются все фирмы, заменяются частными производными по налогу, с которым сталкивается соответствующая фирма. Качественные результаты не изменяются.

Один из вопросов, который возникает в этом международном контексте, заключается в том, как налоговая ставка, взимаемая в одной стране, влияет на результаты НИОКР в другой: это полностью определяется природой функции выбросов. Таким образом, вывод работы Simpson and Bradford (1993) [152] о том, что ставка налога в одной стране не влияет на НИОКР в другой, в решающей степени зависит от предположения о том, что функция выбросов отрицательна и экспоненциальна (Grubb, Ulph, 2002, стр. 96 [144]).

5) Разные виды инноваций

Фирмы могут проводить научно-исследовательские работы, которые снижают издержки производства, и / или товарные инновации, которые улучшат их продукцию. Ulph and Ulph (1996) [153] рассматривают более общую структуру, в которой фирмы могут проводить две формы НИОКР: одна из них уменьшает выбросы, а другая уменьшает другой компонент издержек. Они показывают, что все качественные предсказания из области сравнительной статистики точно соответствуют указанным выше для случая, когда существуют только экологические исследования и разработки. Если фирма проводит более одного типа НИОКР, она будет выполнять их до тех пор, пока предельные отдачи не будут уравнены. Но тогда в предельном случае безразлично, к какому типу НИОКР фирма обратится, и все ее поведение будет точно таким же, как если бы она выбрала только один тип НИОКР (Grubb, Ulph, 2002, стр. 97 [144]).

6) Другие виды экологической политики

Помимо налогов Пигу можно рассмотреть введение стандартов выбросов: квота на фирму (абсолютная) или квота на 1 единицу выпуска (относительная).

Абсолютные нормы выбросов. Grubb, Ulph (2002) [144] приводят два эффекта на инновации. Прямой отрицательный эффект: снижение требуемых уровней выбросов снижает эффективность любого уменьшения выбросов на единицу продукции при увеличении выпуска. Второй положительный косвенный эффект: ужесточение политики уменьшает выпуск и поэтому делает более ценным поиск способов увеличения выпуска.

Относительные нормы выбросов. Grubb, Ulph (2002) [144] предлагают рассматривать их как сочетание политики ограничения абсолютных выбросов плюс неявное субсидирование производства, т.е. неявная субсидия на выпуск. Это должно стимулировать технологические инновации, но основное влияние будет оказываться на инновации, которые непосредственно снижают издержки производства – классические трудосберегающие инновации.

Таким образом, относительные квоты, вероятно, будут менее эффективны в стимулировании экологической инновации, чем абсолютные нормы выбросов.

7) Дифференцированные продукты

Если конечная функция прибыли удовлетворяет всем необходимым условиям, то все выводы о конкуренции в области НИОКР остаются верными. Предоставление дифференцированных продуктов также означает, что конкуренция на рынке товаров теперь может принимать форму конкуренции по Бертрону. Эта форма конкуренции изучается в работах Barrett (1994) [154], Ulph (1996) [155] и других. Ulph (1996) [155] показывает, что общие качественные выводы о влиянии налогов на выбор НИОКР одинаковы, независимо от того, имеет ли место конкуренция по Бертрону или по Курно (Grubb, Ulph, 2002, стр. 97 [144]).

8) Переливы НИОКР

Предположим, существует совершенная патентная защита. Grubb, Ulph (2002) [144] приводят работу Katsoulacos and Xerapadeas (1996) [156], в которой обсуждаются два эффекта при переливах. С одной стороны, это напрямую влияет на снижение предельной отдачи от инноваций, поскольку фирмы понимают, что проводимые ими НИОКР снижают издержки их конкурентов. С другой стороны, это косвенно влияет на то, что для любого определенного объема расходов на НИОКР каждой фирмы общая сумма сокращения издержек будет больше, поэтому объем выпуска каждой фирмы будет выше, и это увеличит стимул для дальнейшего снижения издержек. Поэтому общий знак эффекта от перелива по параметру НИОКР снова неоднозначный (хотя численное моделирование предполагает, что он отрицательный, то есть прямой эффект доминирует).

9) Турнирные модели конкуренции по НИОКР

В данном случае та фирма, которая делает открытие, имеет доступ к полностью эффективному патенту с бесконечным сроком действия и сможет воспользоваться новой технологией. По сути, это гонка за первенство в инновациях. Увеличение налога уменьшит прибыль как победителя, так и проигравшего; вопрос в том, больше ли эффект для победителя или проигравшего. Снова Grubb, Ulph (2002) [144] приводят два противоположных эффекта. Прямой эффект заключается в том, что именно потому, что у победителя есть новая технология, его издержки возрастают меньше за счет увеличения налогов, чем у проигравшего. Однако косвенный эффект заключается в том, что, поскольку победитель имеет больший выпуск, чем проигравший, его прибыль больше зависит от какого-либо увеличения издержек. Поэтому конкурентная угроза может либо увеличиться, либо уменьшиться с увеличением налога. В общем случае, конкурентная угроза будет уменьшаться, когда разница в рыночной доле между победителем и проигравшим достаточно большая, и увеличиваться, когда разница в долях рынка будет небольшой. Grubb, Ulph (2002) [144] приводят три фактора, которые будут определять, какой из этих случаев будет иметь место: (i) степень улучшения технологии; (ii) размер налога; (iii) характер спроса и, следовательно, важность различий в издержках при определении доли рынка.

2.3 Условия, обеспечивающие возможность повышения эффективности функционирования систем

Стандартная олигополия описывает конкуренцию нескольких частных фирм и бывает двух видов: старая и новая (De Fraja, 2009 [157]). Старая смешанная олигополия («old mixed oligopoly») подразумевает, что конкурирующие фирмы имеют разные цели, например, одна фирма максимизирует прибыль, другая – выручку, третья – долю отраслевого выпуска и т.д. (подробнее о целевых функциях фирм Cornes, Itaya, 2016 [158]). Новая смешанная олигополия («new mixed oligopoly») описывает конкуренцию государственной (или нескольких государственных) и частных фирм, все они могут иметь разные целевые функции: чаще частные фирмы максимизируют прибыль, а государственные – общественное благосостояние или излишек потребителя. Олигополия в отличие от конкурентного рынка сама по себе содержит экстерналию: каждая фирма, принимая решение о цене или выпуске, оказывает влияние на выигрыши других. Примером, где смешанные олигополии пересекаются с другими экстерналиями, является загрязнение окружающей среды (Bárcena-Ruiz, Garzón, 2006 [159]). В данном случае имеет место отрицательный эффект, связанный с ухудшением качества окружающей среды и снижением благосостояния населения.

Рассмотрим завод, сбрасывающий отходы в водоем или воздух. С одной стороны, завод производит «полезное» благо, конкурируя на некотором олигополистическом рынке производимого продукта, с другой стороны – загрязнение (экстерналию), отрицательно влияющее на жителей, пользующихся водоемом или проживающих вблизи завода. Государство в свою очередь пытается снизить уровень загрязнения, вводя штрафы и ограничения на выбросы или субсидии на более «чистые» технологии. В нашем примере может быть несколько заводов, один из которых принадлежит государству или городскому муниципалитету, который, с одной стороны, заинтересован в улучшении качества жизни жителей (экологической ситуации), с другой – в доходах от завода (налоговых поступлениях в местный бюджет), на которые также можно было бы улучшить благосостояние людей (например, строя школы, больницы или спортивные объекты).

В таблице 1 представлены исследования, в которых анализировалась различная экологическая политика при смешанных олигополиях. Особенностью работы Kato (2009) [160] является рассмотрение двух связанных регионов: регион А находится выше по течению реки, чем регион В, поэтому часть загрязнения, создаваемого фирмами из региона А, попадает в регион В. Wang, Hsu, Lee (2011) [161] предполагают неоднородность создаваемого продукта, поэтому вводят экологическую чувствительность потребителей и отдельные функции спроса

на государственный и частный товары. Для оценки общественного благосостояния Pi, Yang, Yu (2013) [162] используют стандартные излишки потребителей и производителей, зависящие только от «полезного» блага, а экологическую составляющую вводят через параметр неприятия загрязнения. Ye, Zhao (2016) [163] на примере двух фирм, частной и государственной, и линейного спроса на «полезный» продукт анализируют, как изменение параметров производства повлияет на эффективность экологической политики.

Таблица 1. Экологическая политика при смешанных олигополиях

Исследование	Частная фирма	Государственная фирма	Потребители	Общественное благосостояние	Загрязнение
Kato K. Essays on mixed oligopoly with applications to environmental problems Partial privatization and unidirectional transboundary pollution). – 2009. [160]	Издержки фирмы i $C_i = \frac{1}{2} c q_i^2$ Целевая функция частной фирмы $\pi_i = P(Q) q_i - \frac{c q_i^2}{2}$ $i = h$, если фирма принадлежит частным инвесторам региона A $i = f$, если фирма принадлежит частным инвесторам региона B	Издержки государственной фирмы $C_0 = \frac{1}{2} c q_0^2$ Функция прибыли государственной фирмы $\pi_0 = P(Q) q_0 - \frac{c q_0^2}{2}$ Целевая функция государственной фирмы $U_0 = \alpha W + (1 - \alpha) \pi_0$	$U = aQ - \frac{Q^2}{2}$ $Q = a - P$	$w_A = \int_0^Q p(s) ds - \frac{c q_0^2}{2} - \frac{c q_1^2}{2} - \frac{d(\theta Q)^2}{2} + m$ $w_B = -\frac{d\{(1 - \theta)Q\}^2}{2}$ $W = w_A + w_B$ $= \int_0^Q p(s) ds - \frac{c q_0^2}{2} - \frac{c q_1^2}{2} - \frac{d(\theta Q)^2}{2} - \frac{d\{(1 - \theta)Q\}^2}{2} + m$	Общий уровень выбросов в регионе $l = A, B$ $D_l(E_l) = \frac{d(E_l^2)}{2}$
Wang L. F. S., Hsu C. C., Lee J. Y. Environmental Policies, Consumers Awareness, and Privatization in a Differentiated Oligopoly with Free Entry. – 2011. [161]	Прибыль частной фирмы i $\pi_i = p_i q_i - \frac{q_i^2}{2} - t e_i - f$	Прибыль государственной фирмы 0 $\pi_0 = p_0 q_0 - \frac{q_0^2}{2} - t e_0 - f$	$U = \alpha \sum_{j=0}^{n-1} q_j - \frac{\beta - \gamma}{2} \sum_{j=0}^{n-1} q_j^2 - \frac{\gamma}{2} \left(\sum_{j=0}^{n-1} q_j \right)^2 - \frac{\varphi}{2} Q^2 - \frac{s}{2} Z^2$ Дифференцированный продукт, два спроса: на государственный и частный продукт	$W = CS + PS + T$ $PS = \pi_0 + \sum_{i=1}^n \pi_i$	Чувствительность к экологической составляющей продукта задается через функцию полезности потребителей
Pi J., Yang L., Yu Z. Privatization and environmental pollution in a mixed duopoly. – 2013. [162]	Издержки $C_1 = \frac{1}{2} q_1^2 + F, F = 0$ Целевая функция частной фирмы (прибыль)	Издержки $C_0 = \frac{1}{2} q_0^2 + F, F = 0$ Прибыль $\pi_0 = (a - q_0 - q_1) q_0 - \frac{1}{2} q_0^2$	Спрос $p = a - q_0 - q_1$	$W = CS + PS - \lambda E$ $CS = \frac{1}{2} (q_0 + q_1)^2$ $PS = \pi_0 + \pi_1$ $E = q_0 + q_1$ λ - уровень неприятия загрязнения	Загрязнение определяется выпуском фирм $E = q_0 + q_1$

	$\pi_1 = (a - q_0 - q_1)q_1 - \frac{1}{2}q_1^2$				
Gil Molto M. J., Varvarigos D. Environmental Investments in Mixed vs Private Oligopoly: What are the Implications of Privatization? – 2014. [163]	Издержки частной фирмы i $C_i = x_i q_i + q_i^2$ $C_i = (1 - \sqrt{e_i})q_i + q_i^2$ Целевая функция частной фирмы i $\pi_i = Pq_i - t_i E_i - C_i$	Издержки $C_0 = x_0 q_0 + q_0^2$ $C_0 = (1 - \sqrt{e_0})q_0 + q_0^2$ Прибыль $\pi_0 = Pq_0 - t_0 E_0 - C_0$ Целевая функция $\max W$	$U = \varphi + aQ - \frac{Q^2}{2}$ $Q = a - P$	$W = \pi_0 + \sum_{i=1}^n \pi_i + \frac{Q^2}{2} - \Omega$	Загрязнение на единицу выпуска $e_0 = (1 - x_0)^2$, $e_i = (1 - x_i)^2$ Общее загрязнение каждой фирмы $E_0 =$ $e_0 q_0$, $E_i = e_i q_i$ Чистое загрязнение с учетом переработки (за счет налоговых отчислений) Ω $= (1 - dt) \left(E_0 + \sum_{i=1}^n E_i \right)$
Ye G., Zhao J. Environmental regulation in a mixed economy. – 2016.	Издержки производства $C(q) = kq$ Целевая функция частной фирмы (1) π_1 $= (a - q_0 - q_1)q_1 - kq_1$ $- c\alpha_1 q_1 - \tau(1 - \alpha_1)q_1$	Прибыль π_0 $= (a - q_0 - q_1)q_0 - kq_0$ $- c\alpha_0 q_0 - \tau(1 - \alpha_0)q_0$ Целевая функция государственной фирмы $\max G = (1 - \lambda)W$ $+ \lambda\pi_0$	Спрос $p = a - q_0 - q_1$	$W = \int_0^Q P(t)dt - P(Q)Q$ $+ \sum_{i=0}^1 (\pi_i + T_i) - D(E)$ $D(E) = \delta E$ $E = e_0 + e_1$	Одна единица выпуска пропорциональна одной единице загрязнения $e_i = (1 - \alpha_i)q_i$ с издержками c и налоговой ставкой τ

Решение задачи на поиск оптимального соотношения загрязнений и полезного продукта не всегда очевидно, особенно, если косвенную полезность от загрязнения получает агент, принимающий решение об ограничении этого загрязнения, например, муниципалитет как в примере выше. Еще одна дилемма связана с эффективностью самого производственного процесса: фирмы выбирают наиболее дешевый способ производства, но что происходит, если дополнительно вводятся штрафы, налоги за производственные выбросы или поощрения, субсидии за их отсутствие? В этом случае фирма, по сути, должна выбирать между повышением экологичности или повышением технологичности своего производства.

В исследовании Gil-Molto, Varvarigos (2014) [164] производители имеют квадратичную функцию издержек, зависящую от выпуска q и уровня технологии x . Технология напрямую влияет на уровень загрязнения на одну единицу выпуска $e = (1 - x)^2$, таким образом абсолютный уровень загрязнения каждой фирмы равен $E = eq$. Функция издержек такая, что $C_e < 0$, $C_{ee} > 0$, $C_{eq} < 0$, (Requate, 2005 [165]). Прибыль каждой фирмы состоит из выручки за минусом издержек и налогов на загрязнение. Спрос потребителей на полезное благо задается линейно. Общественное благосостояние состоит из излишка потребителей, прибыли фирм и чистого загрязнения (net pollution), то есть загрязнения с учетом уровня переработки d , которая финансируется из налоговых поступлений. Каждая частная фирма максимизирует свою прибыль, выбирая уровень выпуска и уровень технологии. Государственная фирма максимизирует общественное благосостояние, также выбирая свой выпуск и уровень технологии.

На рисунке 1 представлена зависимость оптимального уровня технологии, которую будут выбирать государственная (0) и частные (i) фирмы, в зависимости от ставки налога t и доли перерабатываемого загрязнения d . Очевидно, ставка налога положительно влияет на «чистоту» технологии и отрицательно на уровень выбросов. Заметим, что при ставке налога меньше 50% частные фирмы выбирают нулевой уровень технологии, соответствующий самому загрязняющему производству (рисунок 2).

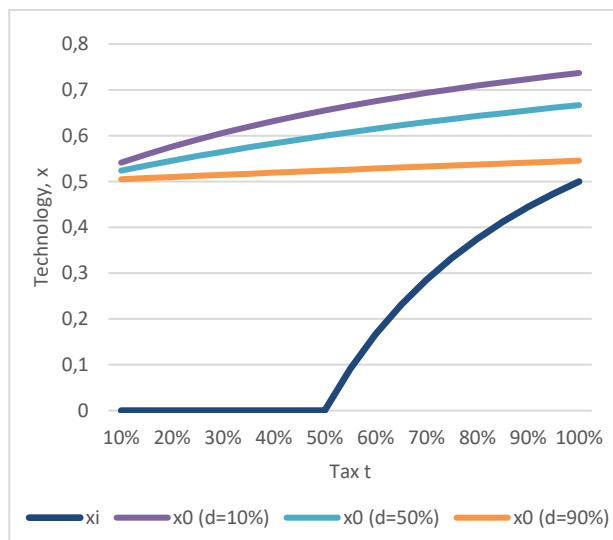


Рисунок 1 – Выбор технологии в зависимости от ставки налога на загрязнение и уровня переработки

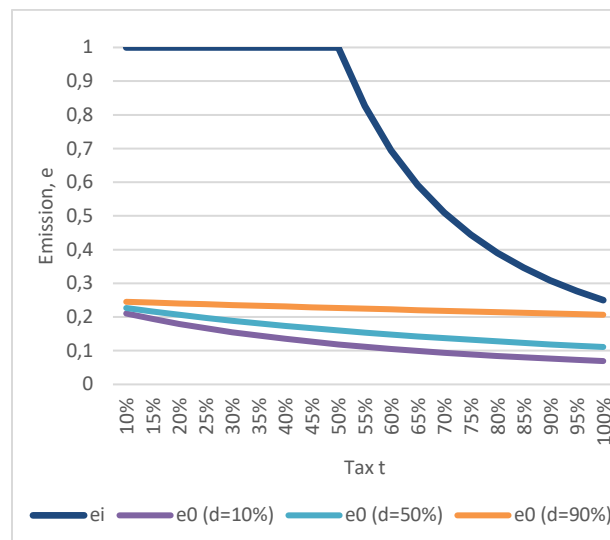


Рисунок 2 – уровень загрязнения на единицу выпуска в зависимости от ставки налога на загрязнение и уровня переработки

Что касается выпусков фирм, то, во-первых, ставка налога положительно влияет на выпуск государственной фирмы и отрицательно на выпуск частной. Это может объясняться необходимостью «компенсировать» снижающееся производство полезного продукта частных фирм за счет увеличения объема производства государственной фирмы. Во-вторых, пороговая ставка налога, при которой выпуск государственной фирмы превышает выпуск любой частной, возрастает с увеличением количества частных фирм на рынке; то есть чувствительность к ставке налога действительно зависит от количества фирм в отрасли (рисунок 3).

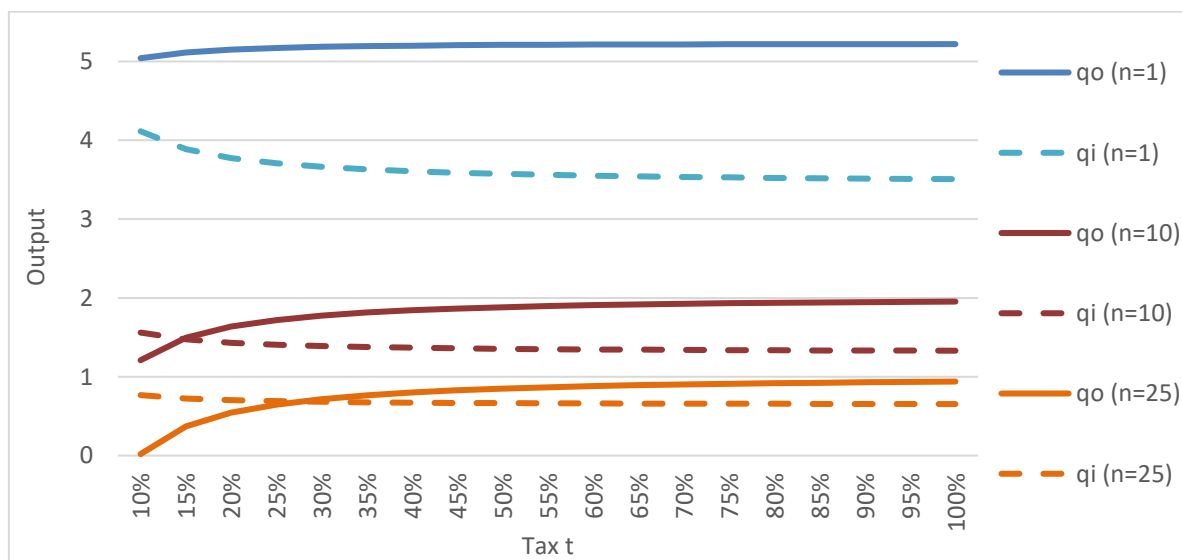


Рисунок 3 – Выбор выпуска частной и государственной фирмами (при $d=50\%$, $a=20$)

Gil-Molto, Varvarigos (2014) [164] предлагают проанализировать, как приватизация государственной фирмы отразится на данном рынке. Мы, в свою очередь, предлагаем проанализировать более общий случай: не одну, а m государственных фирм (и n частных).

На рисунке 4 представлено равновесное предельное загрязнение на единицу выпуска. Мы рассматриваем два уровня технологии борьбы с загрязнением: низкий ($d = 0,1$) и высокий ($d = 0,9$). Обратите внимание, что выбор технологии для частной фирмы равен нулю, для уровня налога ниже 0.5, поэтому на рисунке 4 присутствует излом. Более высокий уровень переработки d подразумевает первоначально более низкий уровень предельного загрязнения (для более низкого уровня налогов) для государственной фирмы, но более медленное снижение при росте ставки налога и, следовательно, более высокий уровень предельного загрязнения при более высоком уровне налогов. В то время как предельный уровень загрязнения для государственной фирмы уменьшается, он остается практически неизменным при росте налога на загрязнение.

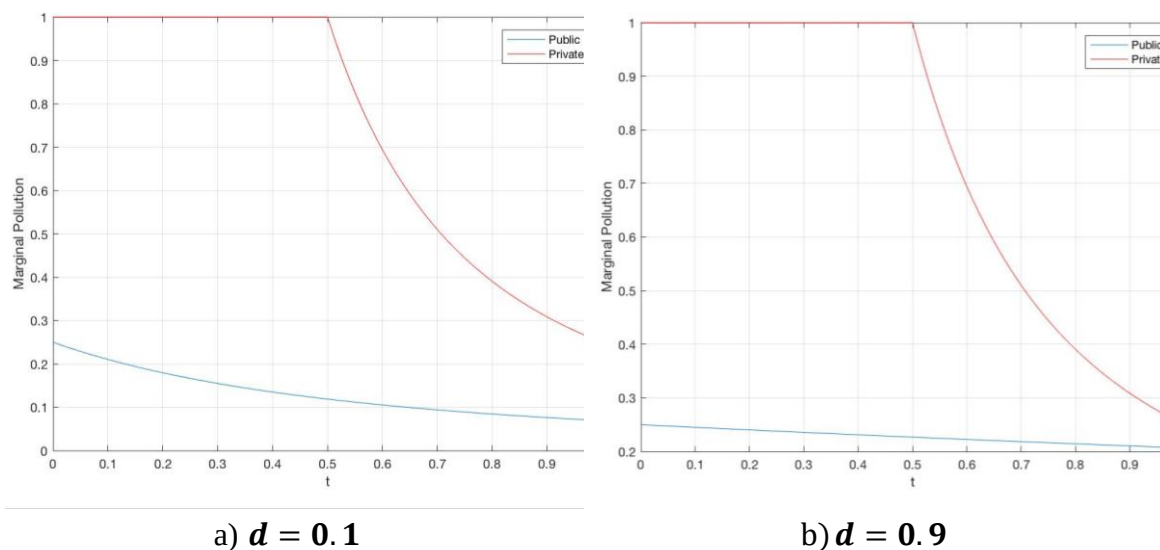
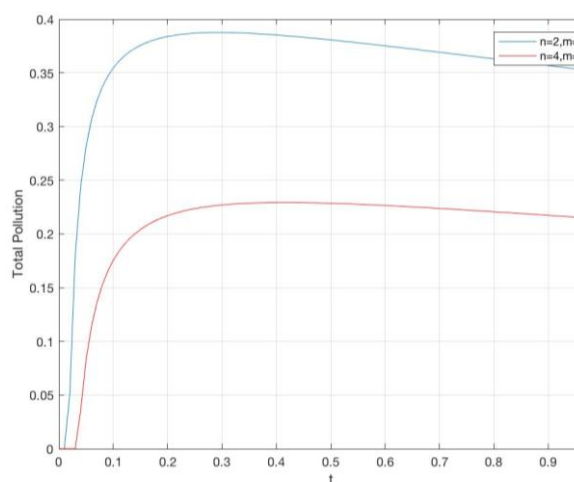


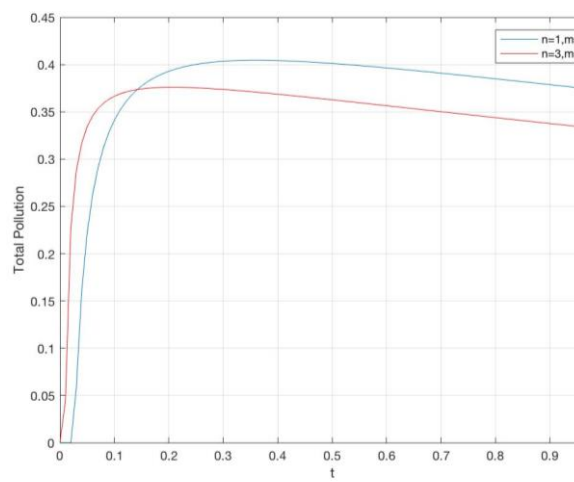
Рисунок 4 – Загрязнение на единицу выпуска и технологическая эффективность для государственной и частной фирм при различных уровнях перерабатываемого загрязнения

На рисунке 5 показано влияние структуры рынка на общее загрязнение. На рисунке 5 (а) показан эффект увеличения размера рынка. Интересно, что увеличение размера рынка снижает общий уровень загрязнения (для каждого уровня налогов).

Следовательно, растущая конкуренция снижает общий уровень загрязнения. На рисунке 5 (b) представлено влияние изменения состава рынка. Мы видим, что большее число частных фирм подразумевает более высокое общее загрязнение при низких налогах, а общее загрязнение ниже для более высоких налогов. Следовательно, если на рынке имеет место высокая доля частных фирм, то налогообложение эффективно работает с точки зрения сокращения общего загрязнения, тогда как налогообложение в качестве инструмента не работает в случае преобладания государственных фирм.



а) Увеличение числа государственных и частных фирм в два раза

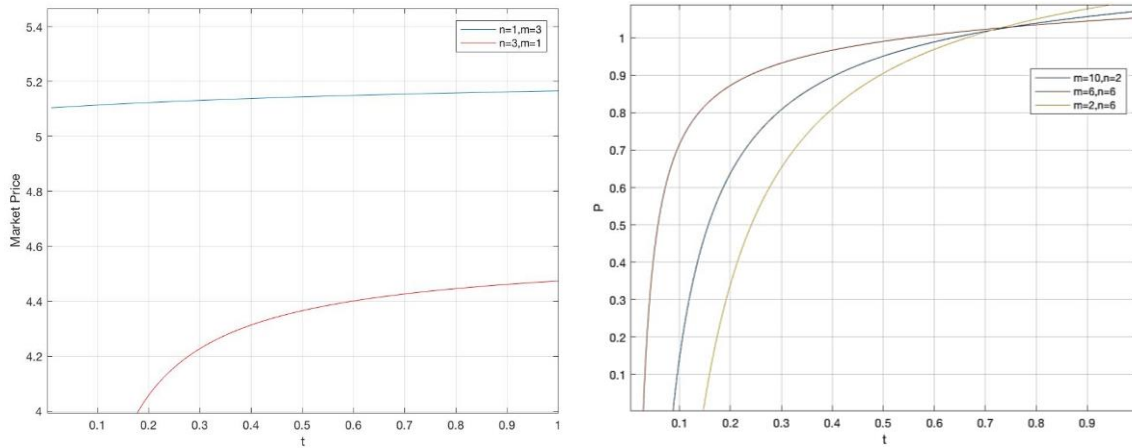


б) Изменение соотношения государственных и частных фирм

Рисунок 5 – Загрязнение и структура рынка

Наконец, мы рассматриваем рыночную цену для различной структуры рынка (рисунок 6), во всех случаях она предсказуемо растет при росте налога. На рисунке 6 (а) видно, что при небольшом количестве фирм рыночная цена больше на рынке, где доля государственных фирм выше. Более того, это верно для всех уровней налогов. Поэтому, учитывая результаты об общем загрязнении, более важно иметь на рынке государственные фирмы, но сохранять долю государственных фирм в минимальном объеме. На рисунке 6 (b) мы увеличили количество фирм в несколько раз. Оказалось, цена «полезного» блага практически не отличается для высоких ставок налога (>60%) на рынках с различной рыночной структурой: мы проанализировали три ситуации, когда количество государственных фирм в пять раз больше, столько же или в три раза меньше, чем частных. В остальном снижение загрязнения и снижение рыночной цены

подразумевает увеличение конкуренции между частными фирмами и может регулироваться налогами.



а) Низкое количество фирм

б) Высокое количество фирм

Рисунок 6 – Стоимость «полезного» блага в зависимости от ставки налога на загрязнение и структуры рынка

В нашей модели мы будем рассматривать несколько типов агентов: частных фирм, производящих полезный продукт q и осуществляющих загрязнение x на единицу выпуска; потребителей полезного продукта Q , страдающих от загрязнения X ; муниципальную или государственную фирму, также производящую и полезный продукт, и «грязь»; государство, устанавливающее налоги на загрязнение, квоты на выброс или выдающее субсидии на «чистые» технологии.

Потребитель максимизирует свою полезность U , частная фирма – прибыль Π , муниципальная фирма – общественное благосостояние SW .

Что касается заводов, или производителей, то их функция издержек зависит от двух характеристик: технологической эффективности α и экологической эффективности β . Уровень загрязнения на единицу выпуска отрицательно зависит от экологической эффективности β , $x_i = x_i(\beta_i)$. Параметры α и β отрицательно влияют

издержки i -й фирмы $C_i(q_i, \alpha_i, \beta_i)$, где

$$\frac{dC_i}{d\beta_i} = \frac{\partial C_i}{\partial x_i} * \frac{dx_i}{d\beta_i} + \frac{\partial C_i}{\partial \beta_i}$$

$$(-) = (-) * (-) + (-)$$

1

при условии, что

$$\left| \frac{\partial C_i}{\partial x_i} * \frac{dx_i}{d\beta_i} \right| < \left| \frac{\partial C_i}{\partial \beta_i} \right| \quad 2$$

В качестве примера авторы подобрали следующую функцию

$$C_i = \left(1 - \sqrt{(1 - \beta_i)x_i(\beta_i)} \right) (1 - \alpha_i)q_i + q_i^2 \quad 3$$

В работе рассматривается статическая модель конкуренции по Курно, дифференциация товаров отсутствует (если товары неоднородные, фундаментальные выводы не меняются). Игра состоит из трех этапов и решается методом обратной индукции:

- 1) государство назначает налоги, субсидии, квоты;
- 2) фирмы выбирают уровень β_i (определяя инвестиционные вложения R_{ix} такие, что $\beta_i \left(\begin{smallmatrix} R_{ix} \\ + \end{smallmatrix} \right)$);
- 3) фирмы-производители конкурируют по Курно, одновременно и независимо выбирая уровень выпуска полезного продукта.

Соотношение экологической эффективности, которую выберут частные и государственные фирмы, будет определяться двумя параметрами: ставкой налога t и уровнем переработки d , а именно

- при $\frac{1-\beta_{private}}{1-\beta_{public}} \geq \frac{1+t(1-d)}{t}$ предельные выгоды от инвестирования в экологическую эффективность в частной фирме выше, чем в государственной;
- при $\frac{1-\beta_{private}}{1-\beta_{public}} \leq \frac{1+t(1-d)}{t}$ предельные выгоды от инвестирования в экологическую эффективность в государственной фирме выше, чем в частной.

На рисунке 7 представлены различные уровни $\frac{1-\beta_{private}}{1-\beta_{public}}$, где $\beta_{public} = \beta_0$ и $\beta_{private} = \beta_1$. Заметим, что с увеличением этого показателя возможные соотношения $\frac{1+t(1-d)}{t}$ сокращаются, а значит тем вероятнее экологически эффективное поведение государственной фирмы, чем частной.

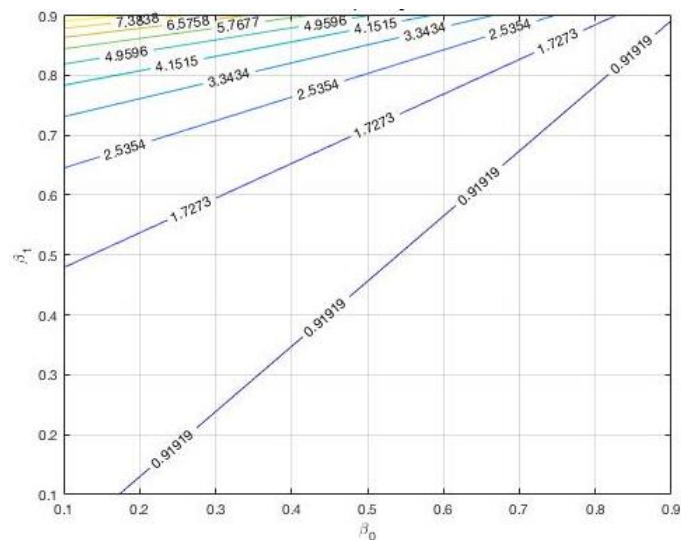


Рисунок 7 – Уровни для различных $\frac{1-\beta_1}{1-\beta_0}$

Дальнейшее исследование будет связано с двумя направлениями. Первое, решение задачи на поиск оптимального распределения инвестиций в производство. Предположим, фирмы могут проводить технологические или экологические инновации, тратя на них свой инвестиционный бюджет. Для простоты считаем, что инвестиции, как и ранее, строго положительно влияют на каждый тип эффективности, но имеют убывающую отдачу, например $\alpha_i = \alpha_i \left(\begin{smallmatrix} R_{iq} \\ + \end{smallmatrix} \right) = 2a_i \sqrt{R_{iq}}$ и $\beta_i = \beta_i \left(\begin{smallmatrix} R_{ix} \\ + \end{smallmatrix} \right) = 2b_i \sqrt{R_{ix}}$. При этом инвестиционный бюджет каждой фирмы ограничен, $R_{iq} + R_{ix} \leq R_i$, иначе издержки можно было снизить до нуля. Поэтому не все предпочитаемые распределения инвестиций доступны для заводов-производителей. Из-за данного ограничения фирмы вынуждены распределять часть инвестиционного бюджета для улучшения экологической составляющей производства, а другую – для технологической, так как улучшение экологической эффективности приведет к снижению выбросов, а значит штрафов за загрязнение; а улучшение технологической эффективности снизит издержки производства на единицу выпуска. Вторым возможным направлением исследования будет включение в модель параметров лоббирования интересов жителей города или заводов, а также учет возможной коррупции при определении штрафов за загрязнение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Последние несколько десятилетий рост объемов производства или эффективности производства не является основной целью фирм, перед ними стоят новые вызовы: поиск новых рынков, новых продуктов, совершенствование существующих технологий и пр. Поэтому фирмы все больше сосредоточены на качественных характеристиках своих продуктов. Данная работа направлена на анализ качественных изменений, которые, в свою очередь, влияют на другие характеристики блага, другие продукты (в том числе заменители и дополнители), другие рынки и т.д. Анализ подобных изменений невозможен без разработки экономических моделей, расширяющих традиционные модели распространения инноваций, их конкуренции, а также экономических условий, обеспечивающих возникновение и развитие инноваций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Anderson S.P., De Palma A., Thisse J.F. Demand for differentiated products, discrete choice models, and the characteristics approach //The Review of Economic Studies. – 1989. – Т. 56. – №. 1. – С. 21-35.
- 2 Spence M. Product selection, fixed costs, and monopolistic competition //The Review of economic studies. – 1976. – Т. 43. – №. 2. – С. 217-235. Richards T. J., Bonnet C. Models of consumer demand for differentiated products. – Working Paper, 2016. – №. 16-741.
- 3 Dixit A.K., Stiglitz J.E. Monopolistic competition and optimum product diversity //The American Economic Review. – 1977. – Т. 67. – №. 3. – С. 297-308.
- 4 Lancaster K. Variety, equity, and efficiency: product variety in an industrial society. – New York: Columbia University Press, 1979. – Т. 10.
- 5 Archibald G.C., Eaton B.C., Lipsey R.G. Address models of value theory //New developments in the analysis of market structure. – Palgrave Macmillan, London, 1986. – С. 3-52.
- 6 Perloff J.M., Salop S.C. Equilibrium with product differentiation //The Review of Economic Studies. – 1985. – Т. 52. – №. 1. – С. 107-120.
- 7 Amemiya T. Qualitative response models: A survey //Journal of economic literature. – 1981. – Т. 19. – №. 4. – С. 1483-1536.
- 8 McFadden D.L. Econometric analysis of qualitative response models //Handbook of econometrics. – 1984. – Т. 2. – С. 1395-1457.
- 9 Friedman J.W. Oligopoly and the Theory of Games. – North-Holland, 1977. – Т. 8.
- 10 Shubik M., Levitan R. Market structure and behavior. – Harvard Univ Pr, 1980.
- 11 Manski C.F. The structure of random utility models //Theory and decision. – 1977. – Т. 8. – №. 3. – С. 229-254.
- 12 Houthakker H.S. The Pareto distribution and the Cobb-Douglas production function in activity analysis //The Review of Economic Studies. – 1955. – Т. 23. – №. 1. – С. 27-31.
- 13 Johansen L. Production functions. – North-Holland, 1972.
- 14 Hildenbrand W. Short-run production functions based on microdata //Econometrica: Journal of the Econometric Society. – 1981. – С. 1095-1125.

- 15 Shafer W., Sonnenschein H. Market demand and excess demand functions //Handbook of mathematical economics. – 1982. – T. 2. – C. 671-693.
- 16 Hildenbrand W. On the" Law of Demand" //Econometrica: Journal of the Econometric Society. – 1983. – C. 997-1019.
- 17 Grandmont J.M. Distributions of Preferences and the" Law of Demand" //Econometrica: Journal of the Econometric Society. – 1987. – C. 155-161.
- 18 Chenavaz R. Dynamic pricing, product and process innovation //European Journal of Operational Research. – 2012. – T. 222. – №. 3. – C. 553-557.
- 19 Lambertini L., Mantovani A. Process and product innovation by a multiproduct monopolist: a dynamic approach //International Journal of Industrial Organization. – 2009. – T. 27. – №. 4. – C. 508-518.
- 20 Pan X., Li S. Dynamic optimal control of process–product innovation with learning by 4.2ng //European Journal of Operational Research. – 2016. – T. 248. – №. 1. – C. 136-145.
- 21 Saha S. Consumer preferences and product and process R&D //The RAND Journal of Economics. – 2007. – T. 38. – №. 1. – C. 250-268.
- 22 Lambertini L., Orsini R. Quality improvement and process innovation in monopoly: a dynamic analysis //Operations Research Letters. – 2015. – T. 43. – №. 4. – C. 370-373.
- 23 Li S., Ni J. A dynamic analysis of investment in process and product innovation with learning-by-4.2ng //Economics Letters. – 2016. – T. 145. – C. 104-108.
- 24 Li Z., Ni J. Dynamic product innovation and production decisions under quality authorization //Computers & Industrial Engineering. – 2018. – T. 116. – C. 13-21.
- 25 Li S. Emission permit banking, pollution abatement and production–inventory control of the firm //International journal of production economics. – 2013. – T. 146. – №. 2. – C. 679-685.
- 26 Spence A.M. Monopoly, quality, and regulation //The Bell Journal of Economics. – 1975. – C. 417-429.
- 27 Mussa M., Rosen S. Monopoly and product quality //Journal of Economic theory. – 1978. – T. 18. – №. 2. – C. 301-317.
- 28 Besanko D., Donnenfeld S., White L.J. Monopoly and quality distortion: effects and remedies //The Quarterly Journal of Economics. – 1987. – T. 102. – №. 4. – C. 743-767.

- 29 Lambertini L. (ed.). The economics of vertically differentiated markets. – Edward Elgar Publishing, 2006.
- 30 Lin P., Saggi K. Product differentiation, process R&D, and the nature of market competition //European Economic Review. – 2002. – T. 46. – №. 1. – C. 201-211.
- 31 Mantovani A. Complementarity between product and process innovation in a monopoly setting //Economics of Innovation and New Technology. – 2006. – T. 15. – №. 03. – C. 219-234.
- 32 Zhang M., Lettice F., Zhao X. The impact of social capital on mass customisation and product innovation capabilities //International Journal of Production Research. – 2015. – T. 53. – №. 17. – C. 5251-5264.
- 33 Choi K., Narasimhan R., Kim S. W. Opening the technological innovation black box: The case of the electronics industry in Korea //European Journal of Operational Research. – 2016. – T. 250. – №. 1. – C. 192-203.
- 34 Guimarães J.C.F. et al. The use of organisational resources for product innovation and organisational performance: A survey of the Brazilian furniture industry //International Journal of Production Economics. – 2016. – T. 180. – №. C. – C. 135-147.
- 35 Minniti M. Female entrepreneurship and economic activity //The European Journal of Development Research. – 2010. – T. 22. – №. 3. – C. 294-312.
- 36 Matsumura T., Matsushima N., Cato S. Competitiveness and R&D competition revisited //Economic modelling. – 2013. – T. 31. – C. 541-547.
- 37 Chrystie, B., Malgorzata, K. and Anna, S. On the prisoner's dilemma in R&D with input spillovers and incentives for R&D cooperation //Mathematical Social Sciences. – 2013 – T.66 – C. 254-261
- 38 El Ouardighi F., Tapiero C. S. Quality and the diffusion of innovations //European Journal of Operational Research. – 1998. – T. 106. – №. 1. – C. 31-38.
- 39 Shibata T. Market structure and R&D investment spillovers //Economic Modelling. – 2014. – T. 43. – C. 321-329.
- 40 Xing M. On the optimal choices of R&D risk in a market with network externalities //Economic Modelling. – 2014. – T. 38. – C. 71-74.
- 41 Addessi W., Saltari E., Tilli R. R&D, innovation activity, and the use of external numerical flexibility //Economic Modelling. – 2014. – T. 36. – C. 612-621.

- 42 Cellini R., Lambertini L. A differential game approach to investment in product differentiation //Journal of Economic Dynamics and Control. – 2002. – T. 27. – №. 1. – C. 51-62.
- 43 Lambertini L., Zaccour G. Inverted-U aggregate investment curves in a dynamic game of advertising //Economics Letters. – 2015. – T. 132. – C. 34-38.
- 44 Jørgensen S., Zaccour G. A survey of game-theoretic models of cooperative advertising //European Journal of Operational Research. – 2014. – T. 237. – №. 1. – C. 1-14.
- 45 Martín-Herrán G., Sigué S. P., Zaccour G. Strategic interactions in traditional franchise systems: Are franchisors always better off? //European Journal of Operational Research. – 2011. – T. 213. – №. 3. – C. 526-537.
- 46 Martín-Herrán G., Taboubi S. Price coordination in distribution channels: a dynamic perspective //European Journal of Operational Research. – 2015. – T. 240. – №. 2. – C. 401-414.
- 47 Yang C.T., Dye C.Y., Ding J.F. Optimal dynamic trade credit and preservation technology allocation for a deteriorating inventory model //Computers & Industrial Engineering. – 2015. – T. 87. – C. 356-369.
- 48 Zhang J. et al. Pricing, service and preservation technology investments policy for deteriorating items under common resource constraints //Computers & Industrial Engineering. – 2016. – T. 95. – C. 1-9.
- 49 Hasnas I., Lambertini L., Palestini A. Open Innovation in a dynamic Cournot duopoly //Economic Modelling. – 2014. – T. 36. – C. 79-87.
- 50 Liu Y., Shi H., Petruzzi N. C. Optimal quality and quantity provisions for centralized vs. decentralized distribution: Market size uncertainty effects //European Journal of Operational Research. – 2018. – T. 265. – №. 3. – C. 1144-1158.
- 51 Economides N. Quality choice and vertical integration //International Journal of Industrial Organization. – 1999. – T. 17. – №. 6. – C. 903-914.
- 52 Gibson, B. (2004). Hard drive shortage behind iPod Mini global delay. The Mac Observer. Retrieved on August 30, 2017 from https://www.macobserver.com/tmo/article/Hard_Drive_Shortage_Behind_iPod_Mini_Global_Delay/

- 53 Desai P.S., Koenigsberg O., Purohit D. Research note—the role of production lead time and demand uncertainty in marketing durable goods //Management Science. – 2007. – T. 53. – №. 1. – C. 150-158.
- 54 Fisher M.L. et al. Making supply meet demand in an uncertain world //Harvard business review. – 1994. – T. 72. – C. 83-83.
- 55 Kuksov D., Wang K.A model of the “it” products in fashion //Marketing Science. – 2013. – T. 32. – №. 1. – C. 51-69.
- 56 Ofek E., Turut Ö. Vaporware, suddenware, and trueware: New product preannouncements under market uncertainty //Marketing Science. – 2013. – T. 32. – №. 2. – C. 342-355.
- 57 Jeuland A.P., Shugan S.M. Managing channel profits //Marketing science. – 1983. – T. 2. – №. 3. – C. 239-272.
- 58 Villas-Boas J.M. Product line design for a distribution channel //Marketing Science. – 1998. – T. 17. – №. 2. – C. 156-169.
- 59 Xu X. Optimal price and product quality decisions in a distribution channel //Management Science. – 2009. – T. 55. – №. 8. – C. 1347-1352.
- 60 Zhao X., Atkins D., Liu Y. Effects of distribution channel structure in markets with vertically differentiated products //QME. – 2009. – T. 7. – №. 4. – C. 377-397.
- 61 Shi H., Liu Y., Petruzzi N. C. Consumer heterogeneity, product quality, and distribution channels //Management Science. – 2013. – T. 59. – №. 5. – C. 1162-1176.
- 62 Chen J. et al. Price and quality decisions in dual-channel supply chains //European Journal of Operational Research. – 2017. – T. 259. – №. 3. – C. 935-948.
- 63 Zhu W., He Y. Green product design in supply chains under competition //European Journal of Operational Research. – 2017. – T. 258. – №. 1. – C. 165-180.
- 64 Gerchak Y., Mossman D. On the effect of demand randomness on inventories and costs //Operations research. – 1992. – T. 40. – №. 4. – C. 804-807.
- 65 Federgruen A., Heching A. Combined pricing and inventory control under uncertainty //Operations research. – 1999. – T. 47. – №. 3. – C. 454-475.
- 66 Petruzzi N.C., Dada M. Pricing and the newsvendor problem: A review with extensions //Operations research. – 1999. – T. 47. – №. 2. – C. 183-194.
- 67 Lariviere M.A., Porteus E.L. Selling to the newsvendor: An analysis of price-only contracts //Manufacturing & service operations management. – 2001. – T. 3. – №. 4. – C. 293-305.

- 68 Bernstein F., Federgruen A. A general equilibrium model for industries with price and service competition //Operations research. – 2004. – Т. 52. – №. 6. – С. 868-886.
- 69 Wang Y. Joint pricing-production decisions in supply chains of complementary products with uncertain demand //Operations Research. – 2006. – Т. 54. – №. 6. – С. 1110-1127.
- 70 Geng Q. Newsvendor analysis of supply chains: Issues of product design and channel conflicts : дис. – University of Illinois at Urbana-Champaign, 2007.
- 71 Carlton D.W., Dana J.D. Product variety and demand uncertainty: Why markups vary with quality //The Journal of Industrial Economics. – 2008. – Т. 56. – №. 3. – С. 535-552.
- 72 He C., Marklund J., Vossen T. Research note—Vertical information sharing in a volatile market //Marketing Science. – 2008. – Т. 27. – №. 3. – С. 513-530.
- 73 Allon G., Federgruen A. Competition in service industries //Operations Research. – 2007. – Т. 55. – №. 1. – С. 37-55.
- 74 Allon G., Federgruen A. Service competition with general queueing facilities //Operations Research. – 2008. – Т. 56. – №. 4. – С. 827-849.
- 75 Allon G., Federgruen A. Competition in service industries with segmented markets //Management Science. – 2009. – Т. 55. – №. 4. – С. 619-634.
- 76 Qi L., Chu L.Y., Chen R.R. Quality provision with heterogeneous consumer reservation utilities //Production and Operations Management. – 2016. – Т. 25. – №. 5. – С. 883-901.
- 77 Rong Y., Chen Y.J., Shen Z.J.M. The impact of demand uncertainty on product line design under endogenous substitution //Naval Research Logistics (NRL). – 2015. – Т. 62. – №. 2. – С. 143-157.
- 78 Jiang B., Tian L. Effects of demand uncertainty and production lead time on product quality and firm profitability //Working paper. – 2016.
- 79 Jerath K., Kim S.H., Swinney R. Product quality in a distribution channel with inventory risk //Marketing Science. – 2017. – Т. 36. – №. 5. – С. 747-761.
- 80 Arya A., Mittendorf B., Sappington D. E. M. The bright side of supplier encroachment //Marketing Science. – 2007. – Т. 26. – №. 5. – С. 651-659.
- 81 Cai G.G. Channel selection and coordination in dual-channel supply chains //Journal of Retailing. – 2010. – Т. 86. – №. 1. – С. 22-36.

- 82 Cattani K. et al. Boiling frogs: Pricing strategies for a manufacturer adding a direct channel that competes with the traditional channel //Production and Operations Management. – 2006. – T. 15. – №. 1. – C. 40.
- 83 Chiang W.K. Product availability in competitive and cooperative dual-channel distribution with stock-out based substitution //European Journal of Operational Research. – 2010. – T. 200. – №. 1. – C. 111-126.
- 84 Chiang W.K., Chhajed D., Hess J.D. Direct marketing, indirect profits: A strategic analysis of dual-channel supply-chain design //Management science. – 2003. – T. 49. – №. 1. – C. 1-20.
- 85 Chiang W. K., Monahan G.E. Managing inventories in a two-echelon dual-channel supply chain //European Journal of Operational Research. – 2005. – T. 162. – №. 2. – C. 325-341.
- 86 Dumrongsiri A. et al. A supply chain model with direct and retail channels //European Journal of Operational Research. – 2008. – T. 187. – №. 3. – C. 691-718.
- 87 Huang W., Swaminathan J.M. Introduction of a second channel: Implications for pricing and profits //European Journal of Operational Research. – 2009. – T. 194. – №. 1. – C. 258-279.
- 88 Tsay A.A., Agrawal N. Channel conflict and coordination in the e-commerce age //Production and operations management. – 2004. – T. 13. – №. 1. – C. 93-110.
- 89 Hua G., Wang S., Cheng T.C.E. Price and lead time decisions in dual-channel supply chains //European journal of operational research. – 2010. – T. 205. – №. 1. – C. 113-126.
- 90 Ha A., Long X., Nasiry J. Quality in supply chain encroachment //Manufacturing & Service Operations Management. – 2015. – T. 18. – №. 2. – C. 280-298.
- 91 Wang I.K., Seidle R. The degree of technological innovation: A demand heterogeneity perspective //Technological Forecasting and Social Change. – 2017. – T. 125. – C. 166-177.
- 92 Hagedoorn J. Innovation and entrepreneurship: Schumpeter revisited //Industrial and Corporate Change. – 1996. – T. 5. – №. 3. – C. 883-896.
- 93 Schumpeter J. Capitalism, socialism and democracy Harper //New York. – 1942.
- 94 Schumpeter J. Economic Theory and Entrepreneurial History, Change and the Entrepreneur //J. Schumpeter,,Essays on Entrepreneurs, Innovations, Business Cycles and

the Evolution of Capitalism”, RV Clemence, Ed. New Brunswick: Transaction Publishers. – 1949.

95 Lee J., Kim B.C., Lim Y.M. Dynamic competition in technological investments: An empirical examination of the LCD panel industry //International Journal of Industrial Organization. – 2011. – T. 29. – №. 6. – C. 718-728.

96 Lerner J. An empirical exploration of a technology race //The Rand Journal of Economics. – 1997. – C. 228-247.

97 Adner R., Snow D. Old technology responses to new technology threats: demand heterogeneity and technology retreats //Industrial and Corporate Change. – 2010. – T. 19. – №. 5. – C. 1655-1675.

98 Windrum P., Ciarli T., Birchenhall C. Consumer heterogeneity and the development of environmentallyfriendly technologies //Technological Forecasting and Social Change. – 2009. – T. 76. – №. 4. – C. 533-551.

99 Wu B., Wan Z., Levinthal D.A. Complementary assets as pipes and prisms: Innovation incentives and trajectory choices //Strategic Management Journal. – 2014. – T. 35. – №. 9. – C. 1257-1278.

100 Chandy R.K., Tellis G.J. The incumbent’s curse? Incumbency, size, and radical product innovation //Journal of marketing. – 2000. – T. 64. – №. 3. – C. 1-17.

101 Eggers J.P. Competing technologies and industry evolution: The benefits of making mistakes in the flat panel display industry //Strategic Management Journal. – 2014. – T. 35. – №. 2. – C. 159-178.

102 Mas-Ruiz F., Ruiz-Moreno F. Rivalry within strategic groups and consequences for performance: the firm-size effects //Strategic Management Journal. – 2011. – T. 32. – №. 12. – C. 1286-1308.

103 Aboulnasr K. et al. Competitive response to radical product innovations //Journal of Marketing. – 2008. – T. 72. – №. 3. – C. 94-110.

104 Sorescu A.B., Chandy R.K., Prabhu J. C. Sources and financial consequences of radical innovation: Insights from pharmaceuticals //Journal of marketing. – 2003. – T. 67. – №. 4. – C. 82-102.

105 Blundell R., Griffith R., Van Reenen J. Market share, market value and innovation in a panel of British manufacturing firms //The Review of Economic Studies. – 1999. – T. 66. – №. 3. – C. 529-554.

- 106 Nicholas T. Why Schumpeter was right: innovation, market power, and creative destruction in 1920s America //The Journal of Economic History. – 2003. – T. 63. – №. 4. – C. 1023-1058.
- 107 Caminal R., Vives X. Why market shares matter: An information-based theory //The RAND Journal of Economics. – 1996. – C. 221-239.
- 108 Dutta P.K., Lach S., Rustichini A. Better late than early: Vertical differentiation in the adoption of a new technology //Journal of Economics & Management Strategy. – 1995. – T. 4. – №. 4. – C. 563-589.
- 109 Christensen C.M., Bower J.L. Customer power, strategic investment, and the failure of leading firms //Strategic management journal. – 1996. – T. 17. – №. 3. – C. 197-218.
- 110 Aron D.J., Lazear E.P. The introduction of new products //The American Economic Review. – 1990. – T. 80. – №. 2. – C. 421-426.
- 111 Adner R., Levinthal D. Demand heterogeneity and technology evolution: implications for product and process innovation //Management science. – 2001. – T. 47. – №. 5. – C. 611-628.
- 112 Amankwah-Amoah J. Competing technologies, competing forces: The rise and fall of the floppy disk, 1971–2010 //Technological Forecasting and Social Change. – 2016. – T. 107. – C. 121-129.
- 113 Qian L., Soopramanien D. Incorporating heterogeneity to forecast the demand of new products in emerging markets: Green cars in China //Technological Forecasting and Social Change. – 2015. – T. 91. – C. 33-46.
- 114 Klepper S. Entry, exit, growth, and innovation over the product life cycle //The American economic review. – 1996. – C. 562-583.
- 115 Priem R.L., Li.S., Carr J. . Insights and new directions from demand-side approaches to technology innovation, entrepreneurship, and strategic management research //Journal of management. – 2012. – T. 38. – №. 1. – C. 346-374.
- 116 Ye G., Priem R.L., Alshwer A.A. Achieving demand-side synergy from strategic diversification: How combining mundane assets can leverage consumer utilities //Organization Science. – 2012. – T. 23. – №. 1. – C. 207-224.
- 117 Scherer F.M. First mover advantages and optimal patent protection //The Journal of Technology Transfer. – 2015. – T. 40. – №. 4. – C. 559-580.

- 118 Tang J. Competition and innovation behaviour //Research Policy. – 2006. – T. 35. – №. 1. – C. 68-82.
- 119 Adner R.A demand-based perspective on technology life cycles //Business Strategy over the Industry Lifecycle. – Emerald Group Publishing Limited, 2004. – C. 25-43.
- 120 Leiblein M.J., Madsen T.L. Unbundling competitive heterogeneity: incentive structures and capability influences on technological innovation //Strategic Management Journal. – 2009. – T. 30. – №. 7. – C. 711-735.
- 121 Adner R., Zemsky P. Disruptive technologies and the emergence of competition //RAND Journal of Economics. – 2005. – C. 229-254.
- 122 Khanna T. Racing behavior technological evolution in the high-end computer industry //Research Policy. – 1995. – T. 24. – №. 6. – C. 933-958.
- 123 Marinescu C., Ciocoiu C.N., Cicea C. Drivers of eco-innovation within waste electrical and electronic equipment field //Theoretical and Empirical Researches in Urban Management. – 2015. – T. 10. – №. 4. – C. 5-18.
- 124 Fussier C., James P. Driving Eco Innovation //A Break through Discipline for Innovation and Sustainability. – 1996.
- 125 Morand, F. Defining eco-innovation – ten years on. – 2006.
- 126 James P. The sustainability cycle: a new tool for product development and design //The Journal of Sustainable Product Design. – 1997. – C. 52-57.
- 127 Yu Y. et al. Eco-efficiency trends in China, 1978–2010: Decoupling environmental pressure from economic growth //Ecological Indicators. – 2013. – T. 24. – C. 177-184.
- 128 Rennings K. Redefining innovation—eco-innovation research and the contribution from ecological economics //Ecological economics. – 2000. – T. 32. – №. 2. – C. 319-332.
- 129 Rave T., Goetzke F., Larch M. The determinants of environmental innovations and patenting: Germany reconsidered. – Ifo Working Paper, 2011. – №. 97.
- 130 Del Rio P., Romero-Jordán D., Peñasco C. Analysing firm-specific and type-specific determinants of eco-innovation //Technological and Economic Development of Economy. – 2017. – T. 23. – №. 2. – C. 270-295.
- 131 O'Hare J. et al. Today's Moves Towards Eco-innovation in the Medical Electronics Sector //Sustainable Innovation. – 2006. – T. 6. – №. 2006. – C. 174-182.

132 Ecp-Innovation Observatory. Eco-innovation in Italy – Eco-innovation Observatory, 2014.

133 Ciocoiu C.N., Banacu C.S., Tartiu V.E. Assessment of eco design potential of electrical and electronic equipments producers //Annals of DAAAM & Proceedings. – 2011.

134 OECD. Sustainable manufacturing and eco-innovation, Framework, Practices and Measurement. – 2009.

135 Laroche M., Bergeron J., Barbaro-Forleo G. Targeting consumers who are willing to pay more for environmentally friendly products //Journal of consumer marketing. – 2001. – T. 18. – №. 6. – C. 503-520.

136 National Environment Agency. About the Fund. – 2013.

137 Kesidou E., Demirel P. On the drivers of eco-innovations: Empirical evidence from the UK //Research Policy. – 2012. – T. 41. – №. 5. – C. 862-870.

138 Ahmed S., Karmakar G. C., Kamruzzaman J. An environment-aware mobility model for wireless ad hoc network //Computer Networks. – 2010. – T. 54. – №. 9. – C. 1470-1489.

139 Capel C. Innovations in waste //Waste Management World, Retrieved from: <http://www.waste-managementworld.com/articles/print>. – 2013. – T. 11.

140 Belin J. et al. Determinants and specificities of eco-innovations–An econometric analysis for the French and German industry based on the Community Innovation Survey. – Groupe de Recherche en Economie Théorique et Appliquée, 2011. – №. 2011-17.

141 Crespi F., Quatraro F. (ed.). The economics of knowledge, innovation and systemic technology policy. – Routledge, 2015. – T. 6.

142 European Comission. European companies turn to eco-innovation to tackle rising input costs and scarcity of materials. – 2011b.

143 Barsoumian S., Severin A., van der Spek T. Eco-innovation and national cluster policies in Europe //A Qualitative Review. Europe INNOVA, European Cluster Observatory. – 2011.

144 Grubb M., Ulph D. Energy, the environment, and innovation //Oxford Review of Economic Policy. – 2002. – T. 18. – №. 1. – C. 92-106.

145 Arrow K.J. Economic welfare and the allocation of resources for invention //Readings in Industrial Economics. – Palgrave, London, 1972. – C. 219-236.

146 Parry I., Pizer W., Fischer C. How important is technological innovation in protecting the environment?. – 2000.

- 147 Grubb M., Thierry C., Ha-Duong M. The economics of changing course: implications of adaptability and inertia for optimal climate policy //Energy policy. – 1995. – T. 23. – №. 4/5. – C. 417-432.
- 148 Downing P.B., White L.J. Innovation in pollution control //Journal of environmental economics and management. – 1986. – T. 13. – №. 1. – C. 18-29.
- 149 Magat W.A. The effects of environmental regulation on innovation //Law and Contemporary Problems. – 1979. – T. 43. – №. 1. – C. 4-25.
- 150 Malueg D.A. Emission credit trading and the incentive to adopt new pollution abatement technology //Journal of environmental economics and management. – 1989. – T. 16. – №. 1. – C. 52-57.
- 151 Milliman S.R., Prince R. Firm incentives to promote technological change in pollution control //Journal of Environmental economics and Management. – 1989. – T. 17. – №. 3. – C. 247-265.
- 152 Simpson R.D., Bradford III R.L. Taxing variable cost: Environmental regulation as industrial policy //Journal of Environmental Economics and Management. – 1996. – T. 30. – №. 3. – C. 282-300.
- 153 Ulph A., Ulph D. Trade, strategic innovation and strategic environmental policy—a general analysis //Environmental policy and market structure. – Springer, Dordrecht, 1996. – C. 181-208.
- 154 Barrett S. Strategic environmental policy and international trade //Journal of public Economics. – 1994. – T. 54. – №. 3. – C. 325-338.
- 155 Ulph A. Strategic environmental policy and international trade—the role of market conduct //Environmental policy and market structure. – Springer, Dordrecht, 1996. – C. 99-127.
- 156 Katsoulacos Y., Xepapadeas A. Environmental innovation, spillovers and optimal policy rules //Environmental policy and market structure. – Springer, Dordrecht, 1996. – C. 143-150.
- 157 De Fraja G. Mixed oligopoly: old and new. – 2009.
- 158 Cornes R.C., Itaya J. Alternative Objectives in an Oligopoly Model: An Aggregative Game Approach. – 2016.
- 159 Bárcena-Ruiz J.C., Garzón M.B. Mixed oligopoly and environmental policy //Spanish Economic Review. – 2006. – T. 8. – №. 2. – C. 139-160.

160 Kato K. Essays on mixed oligopoly with applications to environmental problems. – 2009.

161 Wang L.F.S., Hsu C.C., Lee J.Y. Environmental Policies, Consumers Awareness, and Privatization in a Differentiated Oligopoly with Free Entry.

162 Pi J., Yang L., Yu Z. Privatization and environmental pollution in a mixed duopoly. – 2013.

163 Ye G., Zhao J. Environmental regulation in a mixed economy //Environmental and Resource Economics. – 2016. – T. 65. – №. 1. – C. 273-295.

164 Gil Molto M.J., Varvarigos D. Environmental Investments in Mixed vs Private Oligopoly: What are the Implications of Privatization? //The Sheffield Economic Research Paper Series (SERPS). – 2014.

165 Requate T. Dynamic incentives by environmental policy instruments—a survey //Ecological economics. – 2005. – T. 54. – №. 2-3. – C. 175-195.