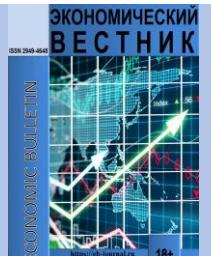


Научно-исследовательский журнал «*Экономический вестник / Economic Bulletin*»  
<https://eb-journal.ru>

2025, Том 4 № 2 / 2025, Vol. 4. Iss. 2 <https://eb-journal.ru/archives/category/publications>

Научная статья / Original article

УДК 330.42



<sup>1</sup>Буглевский Е.А., <sup>2</sup>Антоненко В.С.,  
<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет,  
<sup>2</sup>Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики

**Применение динамической стохастической модели рынка для анализа  
эффекта от введения потоварных налогов и лицензий**

**Аннотация:** целью исследования является разработка динамической стохастической модели рынка и ее применение с целью изучения эффекта от введения потоварных налогов и лицензий.

**Методы:** в качестве методов в представленном исследовании используются математические методы анализа рынка с несовершенной конкуренцией.

**Результаты (Findings):** в исследовании представлена вычислительно простая динамическая модель отрасли с гетерогенными фирмами, позволяющая провести исследование эффекта от введения налогов и лицензий. Соответствующие эффекты были исследованы и подробно описаны, проведены вычислительные симуляции, позволившие подтвердить аналитически полученные выводы.

**Выводы:** был проведен анализ влияния потоварных налогов и лицензий на рыночное равновесие. Лицензии сокращают количество фирм и увеличивают издержки, снижая среднюю эффективность фирм. Потоварные налоги, уменьшая количество фирм, повышают их среднюю эффективность, несмотря на неизменные цены. Полученные результаты показывают, что структура рынка определяется в первую очередь барьерами на вход новых участников.

**Ключевые слова:** рынок, монополистическая конкуренция, теория отраслевых рынков, налоги и лицензии, динамические модели, рыночное равновесие, гетерогенность фирм

**Для цитирования:** Буглевский Е.А., Антоненко В.С. Применение динамической стохастической модели рынка для анализа эффекта от введения потоварных налогов и лицензий // Экономический вестник. 2025. Том 4. № 2. С. 17 – 31.

Поступила в редакцию: 4 января 2025 г.; Одобрена после рецензирования: 3 марта 2025 г.; Принята к публикации: 28 апреля 2025 г.

<sup>1</sup>Buglevsky E.A., <sup>2</sup>Antonenko V.S.,  
<sup>1</sup>Saint-Petersburg State University,  
<sup>2</sup>National Research University Higher School of Economics

**Application of a dynamic stochastic market model to analyze  
the effect of introducing product taxes and licenses**

**Abstract:** the purpose of the study is to develop a dynamic stochastic market model and apply it to identify the effects of implementing product taxes and licenses.

**Methods:** the study utilizes mathematical methods for analyzing markets with imperfect competition.

**Findings:** the research presents a computationally simple dynamic model of an industry with heterogeneous firms, enabling the exploration of tax and license effects. Corresponding effects were investigated and described in detail, with computational simulations conducted to confirm analytically derived conclusions.

**Conclusions:** The analysis of the impact of product taxes and licenses on market equilibrium was conducted. Licenses reduce the number of firms and increase costs, decreasing average firm efficiency. Product taxes, while re-

ducing the number of firms, increase their average efficiency despite unchanged prices. The results indicate that market structure is primarily determined by entry barriers for new participants.

**Keywords:** market, monopolistic competition, industrial organization, taxes and licenses, dynamic models, market equilibrium, firm heterogeneity

**For citation:** Buglevsky E.A., Antonenko V.S. Application of a dynamic stochastic market model to analyze the effect of introducing product taxes and licenses. Economic Bulletin. 2025. 4 (2). P. 17 – 31.

The article was submitted: January 4, 2025; Approved after reviewing: March 3, 2025; Accepted for publication: April 28, 2025.

## Введение

Динамические модели рынков с несовершенной конкуренцией являются частью теории отраслевых рынков, и представляют собой инструмент анализа рынков с учетом временного фактора. Такой подход, в отличие от традиционных статических моделей, позволяет учитывать такие факторы, как, во-первых, неоднородность фирм, во-вторых, эндогенный вход на рынок новых компаний.

Традиционные статические модели несколько упрощают картину, предполагая постоянное число фирм на рынке, что может быть оправдано только в краткосрочном периоде. Однако в долгосрочной перспективе такая статичность не учитывает влияние стратегических решений фирм относительно входа и выхода, которые, в свою очередь, зависят от ожиданий будущих доходов и состояния конкуренции на рынке [1]. В этом контексте динамическое моделирование демонстрирует более полное понимание структурных изменений на рынке, предоставляя возможности для анализа аспектов, недоступных статическим подходам.

Гетерогенность или, иными словами, неоднородность фирм на рынке вызывает интерес к изучению последствий такой неоднородности. Одним из ключевых понятий здесь является «степень эффективности» фирмы. В отрасли одновременно присутствуют фирмы с различными уровнями производительности, и те, чья эффективность опускается ниже определенного порога, вынуждены покинуть рынок. Это явление обусловлено стохастическими факторами и стратегическими решениями фирм, что требует более сложного подхода к моделированию их поведения. Другим важнейшим фактором выступает «оборот фирм» (turnover), то есть вход новых фирм на рынок и выход старых. Эти изменения состава участников рынка, выраженные в приходе и уходе фирм, составляют значимый фактор рыночной динамики, оказывающий влияние на структуру рынка. Доля таких входящих или выходящих компаний может составлять 10-15% в год, что подчеркивает важность динамических моделей для анализа реальной экономической активности.

В данной работе представлена модель, описывающая рынок с монополистической конкуренцией, где гетерогенность фирм и динамика входа и выхода предприятий взаимосвязаны. Основное внимание уделяется исследованию влияния налогов и лицензий на продукцию и стоимость лицензий на рыночное равновесие. Здесь лицензия понимается как цена, которую фирма должна заплатить за право входа на рынок. Такое исследование важно для понимания того, как подобные механизмы влияют на ключевые характеристики рынка, такие как цена, объем производства, а также средняя и граничная «степень эффективности» фирм.

Тема получила свое развитие с классических исследований Йовановича [2], Хопенхайна [3], Эриксона и Пейкса [4], Мелица [5], а также Асплунда и Ноке [6]. Исследования [2, 3] сформировали фреймворк для анализа динамических моделей рынков, включающий ориентацию фирм на ожидаемую чистую приведенную стоимость будущих доходов. Исследование [4] вводит новый «марковский» класс моделей с недетерминированным долгосрочным равновесием. В этой работе вводится возможность инвестирования, выражавшегося в возможности фирмы долгосрочно влиять на свою эффективность, и, как следствие, зависимость долгосрочного равновесия от краткосрочных факторов. В работе [5] предлагается получившая ныне широкое распространение модель Мелица, которая, хотя не является динамической, является попыткой достичь тех же результатов в статическом случае. В работе [6] представлена модель Асплунда-Ноке являющейся наиболее полной теоретической моделью динамической отрасли.

Современная литература по моделям формирования и эволюции рыночной структуры может быть разделена на две категории: теоретико-игровые, позволяющие объединить возможности статического и динамического подхода, дающие возможность исследовать как динамику, так и сравнительную статику; и марковские, то есть простые стохастические модели [7].

В теоретико-игровых моделях фирмы делают стратегический выбор в отношении таких факторов, как объемы производства, цены, инвестиции, а также в отношении входа на рынок или выхода из него. К этому классу относится большинство динамических моделей, связанных с теорией отраслевых рынков и международной торговли, такие как модель Хопенхайна [3], предполагающая однако совершенную конкуренцию фирм на рынке и убывающую отдачу от масштаба, модель Асплунда-Ноке [6], модель Бильби, Гирони и Мелица [8] предполагающая гетерогенность фирм и полную информированность агентов, а также ряд других моделей [9, 10, 11, 12]. В этих моделях предлагается набор возможных решений фирмы и одна или несколько экономических переменных для оптимизации, а затем делается попытка определить оптимальные решения фирм в зависимости от ситуации на рынке и действий своих конкурентов. Кроме того, игровые теоретические модели обычно конструируются так, чтобы учитывать такие факторы, как издержки входа на рынок, взаимозаменяемость продуктов, а также ожидания участников относительно уровня конкуренции, с которой им придется столкнуться.

В то же время в марковских моделях рыночные доли просто являются результатом последовательностей случайных событий, и агенты (будь то фирмы или клиенты) не делают стратегический выбор. Эти модели абстрагируются от деталей конкретных отраслей и вместо этого берут за основу базовые процессы, которые управляют поведением динамики рыночной доли. Например, модель может просто включать процесс, в котором рыночная доля каждой фирмы испытывает случайное блуждание [7].

Многие марковские модели динамики рыночной доли относятся к семейству «урновых» моделей, которые основаны на классической задаче последовательного добавления шаров разных цветов в одну или несколько урн. Такие модели применяются для изучения динамики структуры рынка новых технологий, как, например, в работе Франчини и Бользана [13], отраслей, конкурирующих в географическом пространстве, как, например, в работе Ботацци и других [14], а также долей рынка фирм или продуктов в международной торговле, как например в работе Фонтанелли и других [15]. В таких моделях клиенты или последователи технологий обычно представлены в виде «шаров», а фирмы или технологии обычно представлены разными цветами, так что добавление шара определенного цвета в урну представляет собой добавление клиента к определенной фирме; таким образом, «урновые» модели направ-

ную включают микроскопические действия отдельных агентов (например, клиентов).

Причина существования этих двух различных подходов к моделированию динамических рынков в различных целях, которые ставят перед собой эти модели. Теоретико-игровые модели, как правило, обладают высокой степенью обобщенности и могут быть применены для многих различных рынков, поэтому могут применяться для макроэкономического анализа, как, например, в работе [8]. Марковские модели, напротив, позволяют весьма подробно описать конкретный рынок и, потому, специфицировать модель под него.

Модель, предлагаемая в настоящей работе, относится к классу теоретико-игровых, то есть допускающей как сравнительную статистику, так и динамический анализ, и является развитием модели Асплунда-Ноке [6] с включением дополнительных бихевиористических предпосылок и допущений, позволяющих получать аналитические решения и проводить численные симуляции. Подобное ранее было сделано в работах [1] [16], однако в этих моделях фирмы принимают решения на основании своего «состояния» и «долгосрочного среднего состояния отрасли», в предлагаемой же в настоящей работе модели фирмы принимают решения исходя из адаптивных ожиданий относительно конкурентности рынка.

## Материалы и методы исследований

### Описание модели

Модель, которую мы используем – это стохастическая динамическая модель отрасли, то есть, отдельного рынка с монополистической конкуренцией и неоднородной популяцией фирм. Часть фирм впервые возникает (рождается), а часть исчезает с рынка (умирает) под воздействием случайных факторов и конкуренции. Случайные факторы динамически меняют конкурентоспособность каждой отдельной фирмы, выраженную «степенью эффективности», представленной в модели величиной постоянных издержек (но интерпретируемую более широко).

Предполагается, что в отрасли имеется континуум потребителей и континуум фирм. Каждая фирма производит уникальный дифференцированный продукт, и принимает как данную нисходящую кривую спроса и текущее количество фирм на рынке, не пытаясь стратегически влиять на рынок (ибо фирм очень много). Фирмы обладают адаптивными ожиданиями, состоящими в том, что они каждый период времени предсказывают будущее состояние рынка (а именно, количество фирм на рынке) как эквивалентное текущему. Фирмы различаются по своим типам или, иначе говоря, «степенью эффективности», которая под-

вержена случайным индивидуальным шокам в динамике рынка. «Степень эффективности» измеряется постоянными издержками каждой фирмы, и шоки в каждый момент могут напрямую влиять на этот параметр. Конкретнее, природой задана некая непрерывная функция распределения издержек  $G(\cdot)$ . Постоянные издержки каждой действующей фирмы в каждый период  $t$  могут, с некоторой вероятностью, или остаться на прежнем уровне, или оказаться новыми. Вероятность более высоких или менее высоких обновленных издержек задана этой функцией распределения  $G(\cdot) \in [0,1]$  определяющей также и постоянные издержки каждого нового участника рынка. Иными словами, в каждый период  $t$  постоянные издержки  $i$ -й фирмы  $f_{it}$  определяются выражением:

$$\begin{cases} f_{it} = f_{i(t-1)} & \text{с вероятностью } \alpha \\ f_{it} \sim G(\cdot) & \text{с вероятностью } (1 - \alpha). \end{cases}$$

То есть, с вероятностью  $\alpha$  предельные издержки в  $t$ -й период будут равны предельным издержкам в  $(t-1)$ -й период, иначе стохастически изменятся. В качестве интуитивной интерпретации этих специфичных для каждой фирмы шоков, можно представлять себе внезапную смену (эффективного или нет) генерального директора, или, вообще, высшего менеджмента. В каждый период менеджер может с определенной вероятностью покинуть фирму, и фирма будет вынуждена нанять нового. Поскольку фирма не обладает надежной информацией об уровне компетенции

новых кандидатов на пост менеджера, она будет «вытягивать» их из совокупного распределения  $G(\cdot)$ .

Предполагается, что фирмы сталкиваются с аффинной функцией производственных издержек вида:

$$TC_{it} = c * x_{it} + f_{it},$$

где  $x_{it}$  – объем выпуска,  $c$  – предельные издержки, являющиеся в данной постановке модели идентичными у всех фирм.

Кроме производственных издержек, впервые входя на рынок новая фирма должна единоразово заплатить некую сумму  $\epsilon > 0$ , представляющую собой «невозвратные издержки», «плату за изучение рынка», то есть издержки входа.

Время дискретно и индексируется  $t$ . Фирмы имеют бесконечный горизонт планирования и максимизируют свою чистую приведенную стоимость (Net Present Value, NPV), выражющую ожидаемую динамику прибыли с неким дисконтом.

Последовательность розыгрыша, то есть, принятия решений, такова:

1. Стадия входа. Потенциальные фирмы принимают решение, пробовать ли им входить на рынок, не зная свой «будущий» стартовый уровень издержек – случайную величину из распределения  $G(\cdot)$ . Положительное решение фирма принимает в случае, если ожидаемая чистая приведенная стоимость потока прибылей превышает ее издержки входа  $\epsilon$  при текущем уровне конкуренции. Размер «пула» потенциальных участников, вообще говоря, неограничен, то есть не существует явных ограничений на количество пробующих войти в отрасль фирм. Когда средняя прибыльность отрасли высокая, экспериментаторов становится больше.

2. Стадия обучения, получения информации. Существующие и входящие фирмы наблюдают реализацию случайных величин, то есть, новые (или старые) уровни своих издержек.

3. Стадия выхода. Фирмы принимают решение о выходе. Фирмы выходят из рынка в случае, если ожидаемая чистая приведенная стоимость потока прибылей становится меньше нуля. На этапе выхода новые участники рынка, то есть только что вошедшие фирмы, рассматриваются как полноценные участники рынка, то есть тоже могут остаться или принять решение о выходе узнав уровень своих издержек.

4. Стадия выпуска. Оставшиеся на рынке фирмы принимают решение об объеме производства и получают прибыль.

Функция полезности репрезентативного потребителя имеет вид:

$$U = \int_0^m \left( x_i - x_i^2 - 2\sigma \int_0^m x_j x_i dj \right) di + x_0,$$

где  $m$  – количество (объем) фирм,  $x_i$  – количество  $i$ -го товара, потребляемого агентом,  $\int_0^m x_j x_i dj$  – перекрестные производства потребляемых товаров,  $x_0$  – внешнее благо (outside good).

Зная функцию полезности репрезентативного потребителя, мы можем вывести функцию прибыли.

Обозначим

$$\int_0^m x_i di = Q$$

Тогда условие первого порядка примет вид:

$$1 - 2x_i - 4\sigma * Q - P_i = 0$$

Выразим из условия первого порядка цену и подставим в функцию прибыли. Условие первого порядка для максимизации прибыли  $i$ -ой фирмы имеет вид:

$$-2x_i + (1 - 2x_i - 4\sigma * Q - c) = 0$$

Выразим  $x_i$ :

$$x_i = \frac{1 - 4\sigma * Q - c}{4}$$

Возьмем интеграл от обеих сторон уравнения, в левой части уравнения интеграл превратится в  $Q$ , правую часть уравнения упростим и выразим  $Q$ :

$$Q = \frac{m - mc}{4(1 + \sigma * m)}$$

Теперь вернемся к  $x_i$  и подставим туда  $Q$ . После упрощений получим:

$$x_i = \frac{1 + \sigma * c * m}{4(1 + \sigma * m)} - \frac{c}{4} = \frac{1 - c}{4(1 + \sigma m)}$$

Подставив получившийся результат в условие первого порядка, можно показать также, что:

$$P_i = \frac{1 + c}{2}$$

Таким образом выпуск, и, соответственно, цена продукции у всех фирм одинаковы и зависят от предельных издержек и количества фирм на рынке. Далее, можно показать, что оптимальная прибыль при линейной функции прибыли и монополистической конкуренции может быть записана следующий образом:

$$\Pi_i = 2 * x_i^2 - f_i$$

Подставляя ранее найденный  $x_i$  в выражение выше, и вынося 4 за скобку, наконец получим:

$$\Pi_i = \frac{S}{8} \left( \frac{1 - c}{1 + \sigma m} \right)^2 - f_i$$

Определим чистую приведенную стоимость.

$$NPV_i = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{\Pi_{it}}{(1+r)^t}$$

$$E(NPV_i) = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{\alpha^t \Pi_{i0} + (1 - \alpha^t) E\Pi}{(1+r)^t} = \frac{1+r}{1+r-\alpha} E\Pi_{i0} + \frac{1}{r} E\Pi - \frac{\alpha}{1+r-\alpha} E\Pi$$

Данное выражение нуждается в уточнении. С вероятностью  $\alpha$  постоянные издержки фирмы не изменятся в первом периоде, с вероятностью  $(1 - \alpha)$  изменятся, и ожидаемая прибыль станет равна  $E\Pi$ . Аналогично, во втором периоде, с вероятностью  $\alpha^2$  издержки будут равны издержкам в нулевом периоде, с вероятностью же  $(1 - \alpha^2)$  они не будут равны издержкам в нулевом периоде, а ожидаемая прибыль, станет, соответственно, равна  $E\Pi$ . Таким образом условная ожидаемая прибыль фирмы, находящейся на рынке, в  $t$ -м периоде будет равна  $\alpha^t \Pi_{i0} + (1 - \alpha^t) E\Pi$ , где  $E\Pi$  – безусловная ожидаемая прибыль фирмы.

где  $r$  – ставка дисконтирования. Это позволяет обозначить условия входа на рынок, как:

$$E(NPV) > \varepsilon$$

То есть фирмы входят на рынок до тех пор, пока ожидаемая чистая приведенная стоимость больше издержек входа. Поскольку функция прибыли отрицательно зависит от  $m$ , всегда найдется такое количество фирм, при котором  $E(NPV) = \varepsilon$ . Условия же выхода с рынка имеет вид:

$$E(NPV_i) = E(NPV | \Pi_i = \Pi_{i0}) < 0$$

То есть фирма покидает рынок тогда, когда ее ожидаемая чистая приведенная стоимость при условии, что прибыль равна текущей, меньше нуля.

Таким образом используя поведенческую предпосылку о том, что фирмы имеют аддитивные ожидания относительно количества фирм в отрасли, то есть  $E(m) = m$ , и предпосылку о том, что фирмы знают распределение  $G(\cdot)$ , мы можем получить, что безусловно ожидаемая прибыль может быть записана как:

$$E\Pi = \frac{S}{8} \left( \frac{1 - c}{1 + \sigma m} \right)^2 - Ef$$

где  $Ef$  – безусловное матожидание издержек  $f$ , имеющих распределение  $G(\cdot)$ . Таким образом безусловная ожидаемая  $NPV$  имеет вид.

$$E(NPV) = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{E\Pi}{(1+r)^t} = \frac{1+r}{r} E\Pi$$

Условная ожидаемая чистая приведенная стоимость таким образом имеет вид:

*Среднее долгосрочное состояние отрасли*

Среднее долгосрочное состояние отрасли может быть понято набор  $(M, K, f)$ , такой что  $M > 0, K > 0, f > 0$ , где  $M$  – количество фирм,  $K$  – количество входящих на рынок (выходящих с рынка) фирм,  $f$  – максимальные постоянные издержки среди фирм, находящихся в отрасли. Поскольку каждый период времени эти значения являются случайными, под среднем долгосрочным состоянием мы понимаем среднее (ожидаемое) значение этих величин, вокруг которых (с той или иной дисперсией) будут колебаться фактические значения.

Для вывода условий, характерных для среднего долгосрочного состояния представим безусловную ожидаемую прибыль как  $E\pi = E\pi(m)$ , то есть как функцию от количества фирм в отрасли, а условную ожидаемую прибыль как  $E\pi_i = E\pi_i(f_i, m)$ , то

$$m_t = m_{t-1} - (1 - \alpha) * (1 - P(\bar{f})) * m_{t-1} + P(\bar{f}) * k_t,$$

где  $P(f)$  – кумулятивная функция распределения постоянных издержек, а  $P(\bar{f})$ , соответственно кумулятивная функция распределения постоянных издержек точке, соответствующей максимальным издержкам в отрасли. Это выражение имеет следующую интерпретацию: если фирм континуум, то их число в следующий момент времени равняется числу фирм в предыдущий момент времени, минус число фирм, у которых издержки изменились и стали «плохими» плюс число фирм-новичков, которые вошли на рынок с «хорошими» издержками.

Для среднего долгосрочного состояния отрасли верно, что:

$$E(m_t) = E(m_{t-1}) = E(m) = M,$$

$$E(k_t) = E(k_{t-1}) = E(k) = K.$$

Таким образом основное уравнение динамики может быть переписано следующим образом.

$$(1 - \alpha) * (1 - P(\bar{f})) * M - K * P(\bar{f}) = 0$$

То есть в среднем долгосрочном состоянии отрасли количество фирм, чьи издержки стали «плохими», то есть большими, чем  $\bar{f}$ , и они, как след-

$$\frac{1+r}{1+r-\alpha} E\pi_i(\bar{f}, M) + \frac{1}{r} E\pi(M) - \frac{\alpha}{1+r-\alpha} E\pi(M) = 0,$$

где  $E\pi(M)$  – это значение функции безусловной ожидаемой прибыли при количестве фирм, равном  $M$ ,  $E\pi_i(\bar{f}, M)$  – значение функции условной ожидаемой прибыли при постоянных издержках равных  $\bar{f}$  и количестве фирм равном  $M$ . Оно означает, что, во-первых, в среднем долгосрочном состоянии отрасли число фирм после стадии выхода снова равняется  $M$ , а во-вторых, для фирмы, чьи из-

есть как функцию от фактических издержек и количества фирм в отрасли.

#### *Основное уравнение динамики*

Заметим, что число фирм в момент времени  $t$  может быть записано следующим образом (основное уравнение динамики):

$$m_t = m_{t-1} - (1 - \alpha) * (1 - P(\bar{f})) * m_{t-1} + P(\bar{f}) * k_t,$$

ствие, покинули рынок равняется количеству фирм, вошедших на рынок, чьи издержки стали «хорошими», то есть меньшими, чем  $\bar{f}$ .

#### *Уравнение последней вошедшей фирмы*

Заметим, что для предельной вошедшей фирмы выполняется следующее условие.

$$\frac{1+r}{r} E\pi(M+K) = \varepsilon$$

где  $E\pi(M+K)$  – это значение функции безусловной ожидаемой прибыли при количестве фирм, равном  $M+K$ . Оно означает, что предельной ( $K$ -й) вошедшей фирме безразлично, входить на рынок или нет и что в среднем долгосрочном состоянии отрасли после стадии входа остается  $M+K$  фирм.

#### *Уравнение последней вышедшей фирмы.*

После стадии входа, когда в отрасли осталось  $M+K$  фирм происходит стадии пересчета издержек, после чего начинается стадия выхода, после которой в отрасли должно остаться  $M$  фирм. Таким образом для предельной вышедшей фирмы выполняется следующее условие.

издержки равны «граничному» значению  $\bar{f}$ , безразлично, выходить из отрасли или оставаться в ней.

#### *Система уравнений для среднего долгосрочного состояния отрасли*

Таким образом, соединив три вышеописанных уравнения, содержащие три неизвестных  $(M, K, \bar{f})$ , получаем систему, решив которую, можно получить среднее долгосрочное состояние отрасли при условии, что оно существует.

$$\begin{cases} \frac{1+r}{r} E\pi(M+K) = \varepsilon \\ \frac{1+r}{1+r-\alpha} E\pi_i(\bar{f}, M) + \frac{1}{r} E\pi(M) - \frac{\alpha}{1+r-\alpha} E\pi(M) = 0 \\ (1 - \alpha) * (1 - P(\bar{f})) * M - K * P(\bar{f}) = 0 \end{cases}$$

Подставив соответствующие функции окончательно получаем.

$$\begin{cases} \frac{1+r}{r} \left( \frac{S}{8} \left( \frac{1-c}{1+\sigma(M+K)} \right)^2 - Ef \right) = \varepsilon \\ \frac{1+r}{r} * \frac{S}{8} \left( \frac{1-c}{1+\sigma(M)} \right)^2 + \left( \frac{1}{r} - \frac{\alpha}{1+r-\alpha} \right) Ef - \frac{1+r}{1+r-\alpha} \bar{f} = 0 \\ (1-\alpha) * (1 - P(\bar{f})) * M - K * P(\bar{f}) = 0 \end{cases}$$

*Влияние предельных издержек и потоварных налогов на среднее долгосрочное состояние отрасли*

Предварительно отметим, что влияние введения потоварных налогов оказывается непосредственно через изменение предельных издержек. То есть при введении потоварного налога размером  $t$  предельные издержки становятся выше на  $t$ . Таким образом нам необходимо предварительно исследовать влияние самих предельных издержек  $c$  на среднее долгосрочное состояние отрасли. Из основного уравнения динамики можно вывести следующее:

$$K = M(1-\alpha) \frac{1-P(\bar{f})}{P(\bar{f})}$$

Следовательно:

$$M + K = M \left( \frac{1-\alpha + \alpha P(\bar{f})}{P(\bar{f})} \right)$$

Обозначим

$$P(\bar{f}) = \frac{P(\bar{f})}{1-\alpha + \alpha P(\bar{f})}$$

И сразу же отметим, что  $P(\bar{f}) \in [0, 1]$ . Таким образом,

$$M + K = \frac{M}{P(\bar{f})}$$

Из уравнения последней вошедшей фирмы можно вывести то, что:

$$M + K = \frac{1-c}{\sigma} \sqrt{\frac{S}{8} \left( \frac{1+r}{r\varepsilon + (1+r)Ef} \right)} - \frac{1}{\sigma}$$

Обозначим

$$B = \sqrt{\frac{S}{8} \left( \frac{1+r}{r\varepsilon + (1+r)Ef} \right)}$$

Таким образом

$$M + K = \frac{1}{\sigma} ((1-c)B - 1)$$

Следовательно

$$M = \frac{P(\bar{f})}{\sigma} ((1-c)B - 1)$$

Из уравнения последней вышедшей фирмы можно вывести то, что:

$$M = \frac{1-c}{\sigma} \sqrt{\frac{S}{8} \left( \frac{1+r-\alpha}{(1-\alpha)Ef + r\bar{f}} \right)} - \frac{1}{\sigma}$$

Обозначим

$$\mathcal{A}(\bar{f}) = \sqrt{\frac{S}{8} \left( \frac{1+r-\alpha}{(1-\alpha)Ef + r\bar{f}} \right)}$$

Таким образом

$$M = \frac{1}{\sigma} ((1-c)\mathcal{A}(\bar{f}) - 1) = \frac{P(\bar{f})}{\sigma} ((1-c)B - 1)$$

Отсюда можно окончательно вывести обратную функцию  $\bar{f}(c)$ , а именно:

$$c = 1 - \frac{1 - P(\bar{f})}{\mathcal{A}(\bar{f}) - B * P(\bar{f})}$$

**Утверждение 1:** если равновесное среднее долгосрочное состояние отрасли  $(M, K, \bar{f})$  существует, то  $\mathcal{A}(\bar{f}) < B$ .

**Доказательство.**

Поскольку  $M > 0$ , то  $\sigma M = (1-c)\mathcal{A}(\bar{f}) - 1 > 0$ , а следовательно,  $c < 1 - 1/\mathcal{A}(\bar{f})$ , и, как следствие:

$$c = 1 - \frac{1 - P(\bar{f})}{\mathcal{A}(\bar{f}) - B * P(\bar{f})} < 1 - \frac{1}{\mathcal{A}(\bar{f})}$$

Следовательно,

$$\mathcal{A}(\bar{f}) - \mathcal{A}(\bar{f}) * P(\bar{f}) > \mathcal{A}(\bar{f}) - B * P(\bar{f})$$

Следовательно,  $\mathcal{A}(\bar{f}) < B$ , что и требовалось доказать.

**Утверждение 2:** если равновесное среднее долгосрочное состояние отрасли  $(M, K, \bar{f})$  существует, то  $\frac{d\bar{f}}{dc} < 0$ .

**Доказательство.**

Продифференцировав обратную функцию  $\bar{f}(c)$  получаем:

$$\frac{dc}{d\bar{f}} = - \frac{\mathcal{P}_f(\bar{f}) (B - \mathcal{A}(\bar{f})) + \mathcal{A}_f(\bar{f})(P(\bar{f}) - 1)}{(\mathcal{A}(\bar{f}) - B * P(\bar{f}))^2}$$

где

$$\mathcal{P}_f(\bar{f}) = \frac{dP(\bar{f})}{d\bar{f}} = \frac{(1-\alpha)p(\bar{f})}{(1-\alpha + \alpha P(\bar{f}))^2} > 0$$

где  $p(\bar{f})$  – значение функции плотности вероятности постоянных издержек в точке, соответствующей максимальным издержкам в отрасли. Поэтому  $p(\bar{f}) > 0$ , а значит и все выражение  $\mathcal{P}_f(\bar{f}) > 0$ .

Аналогичным образом,

$$\mathcal{A}_f(\bar{f}) = \frac{d\mathcal{A}(\bar{f})}{d\bar{f}} = -\frac{r}{2} \sqrt{\frac{S(1+r-\alpha)}{8((1-\alpha)Ef+r\bar{f})^3}} < 0$$

Таким образом, учитывая тот факт, что  $\mathcal{P}(\bar{f}) \leq 1$ , получаем, что выражение  $\mathcal{A}_f(\bar{f})(\mathcal{P}(\bar{f}) - 1) \geq 0$ . А также принимая во внимание Утверждение 1,  $\mathcal{A}(\bar{f}) < B$ , и то, что  $\mathcal{P}_f(\bar{f}) > 0$ , получаем  $\mathcal{P}_f(\bar{f})(B - \mathcal{A}(\bar{f})) > 0$ , и как итог все выражение  $\mathcal{P}_f(\bar{f})(B - \mathcal{A}(\bar{f})) + \mathcal{A}_f(\bar{f})(\mathcal{P}(\bar{f}) - 1) > 0$ , следовательно  $\frac{dc}{d\bar{f}} < 0$ , а следовательно  $\frac{dx}{dc} < 0$ , что и требовалось доказать.

**Утверждение 3:** если равновесное среднее долгосрочное состояние отрасли  $(M, K, \bar{f})$  существует, то  $\frac{dM}{dc} < 0$ .

Доказательство:

$$\frac{dM}{dc} = \frac{\mathcal{P}_f(\bar{f})}{\sigma} \frac{d\bar{f}}{dc} ((1-c)B - 1) - B \frac{\mathcal{P}(\bar{f})}{\sigma}$$

Поскольку  $\mathcal{P}_f(\bar{f}) > 0$  как раннее показывалось,  $\frac{d\bar{f}}{dc} < 0$  по утверждению 2, а  $((1-c)B - 1) > 0$ , так как  $M > 0$ , то  $\frac{dM}{dc} < 0$ , что и требовалось доказать.

**Утверждение 4:** если равновесное среднее долгосрочное состояние отрасли  $(M, K, \bar{f})$  существует, то  $\frac{d(\frac{K}{M})}{dc} > 0$

Доказательство:

Поскольку  $K = M(1-\alpha)^{\frac{1-p(\bar{f})}{p(\bar{f})}}$ , то  $\frac{K}{M} = (1-\alpha)(\frac{1}{p(\bar{f})} - 1)$ , и, как следствие:

$$\frac{d(\frac{K}{M})}{dc} = -(1-\alpha) \frac{p(\bar{f})}{(p(\bar{f}))^2} * \frac{df}{dc} > 0$$

где  $p(\bar{f})$  – значение функции плотности вероятности постоянных издержек в точке, соответствующей максимальным издержкам в отрасли, поэтому  $p(\bar{f}) > 0$ , а  $\frac{df}{dc} < 0$ , как доказано в утверждении 2.

Следовательно, все выражение  $\frac{d(\frac{K}{M})}{dc} > 0$ , что и требовалось доказать.

**Утверждение 5:** если равновесное среднее долгосрочное состояние отрасли  $(M, K, \bar{f})$  существует, то  $\frac{dx}{dc} < 0$ , где  $x$  – выпуск отдельной фирмы.

Доказательство.

Напомним, что  $x = \frac{1}{4} \frac{1-c}{1+\sigma M}$ , таким образом,

$$\frac{dx}{dc} = -\frac{1}{4} \frac{(1+\sigma M) + (1-c)\sigma \frac{dM}{dc}}{(1+\sigma M)^2}$$

Представим как  $M = \frac{1}{\sigma}((1-c)\mathcal{A}(\bar{f}) - 1)$ , а следовательно,  $\frac{dM}{dc} = \frac{1}{\sigma}((1-c)\mathcal{A}_f(\bar{f}) \frac{d\bar{f}}{dc} - \mathcal{A}(\bar{f}))$ . Подставив оба значения в исходное и упростив, получим:

$$\frac{dx}{dc} = -\frac{1-c}{4} * \frac{(1-c)\mathcal{A}_f(\bar{f}) \frac{d\bar{f}}{dc}}{(1+\sigma M)^2} < 0$$

Как показано ранее (утверждение 2 и его доказательство),  $\frac{d\bar{f}}{dc} < 0$  и  $\mathcal{A}_f(\bar{f}) < 0$ , а следовательно все выражение  $\frac{dx}{dc} < 0$ , что и требовалось доказать.

Утверждение о том, что  $\frac{dP}{dc} > 0$  при существовании среднего долгосрочного состояния отрасли доказывается тривиально.

#### Влияние издержек входа и лицензий на среднее долгосрочное состояние отрасли

Предварительно отметим, что влияние введения лицензий оказывается непосредственно через изменение издержек входа. То есть при введении лицензии размером  $l$  издержки входа становятся выше на  $l$ . Таким образом нам необходимо предварительно исследовать влияние самих издержек  $\varepsilon$  на среднее долгосрочное состояние отрасли. Аналогично ситуации с анализом предельных издержек определим.

$$\mathcal{P}(\bar{f}) = \frac{P(\bar{f})}{1 - \alpha + \alpha P(\bar{f})}$$

$$\mathcal{A}(\bar{f}) = \sqrt{\frac{S}{8} \left( \frac{1+r-\alpha}{(1-\alpha)Ef+r\bar{f}} \right)}$$

И напомним, что:

$$M = \frac{1}{\sigma}((1-c)\mathcal{A}(\bar{f}) - 1)$$

$$M + K = \frac{M}{P(\bar{f})}$$

Таким образом,

$$M + K = \frac{M}{P(\bar{f})} = \frac{1}{\sigma P(\bar{f})} ((1-c)\mathcal{A}(\bar{f}) - 1)$$

Как итог, уравнение последней вошедшей фирмы может быть преобразовано в следующее:

$$\varepsilon = \frac{1+r}{r} \left( \frac{S}{8} \left( \frac{(1-c)P(\bar{f})}{P(\bar{f}) + (1-c)\mathcal{A}(\bar{f}) - 1} \right)^2 - Ef \right)$$

Получившееся уравнение может быть интерпретировано как обратная функция  $\varepsilon(\bar{f})$ .

**Утверждение 6:** если равновесное среднее долгосрочное состояние отрасли  $(M, K, \bar{f})$  существует

ет, то  $\frac{d\bar{f}}{ds} > 0$ .

**Доказательство:**

$$\frac{d\varepsilon}{d\bar{f}} = \frac{s(1+r)(1-c)^2}{4r} * \mathcal{P}_f(\bar{f}) \frac{\mathcal{P}_f(\bar{f})(1-c)\mathcal{A}(\bar{f}) - 1 - (1-c)\mathcal{P}(\bar{f})\mathcal{A}_f(\bar{f})}{(\mathcal{P}(\bar{f}) + (1-c)\mathcal{A}(\bar{f}) - 1)^3},$$

где

$$\mathcal{P}_f(\bar{f}) = \frac{d\mathcal{P}(\bar{f})}{d\bar{f}} = \frac{(1-\alpha)p(\bar{f})}{(1-\alpha + \alpha\mathcal{P}(\bar{f}))^2} > 0,$$

Продифференцировав обратную функцию  $\varepsilon(\bar{f})$  получим:

где  $p(\bar{f})$  – значение функции плотности вероятности постоянных издержек в точке, соответствующей максимальным издержкам в отрасли. Поэтому  $p(\bar{f}) > 0$ , а значит и все выражение  $\mathcal{P}_f(\bar{f}) > 0$ .

Аналогичным образом,

$$\mathcal{A}_f(\bar{f}) = \frac{d\mathcal{A}(\bar{f})}{d\bar{f}} = -\frac{r}{2} \sqrt{\frac{s(1+r-\alpha)}{8((1-\alpha)\mathcal{E}\bar{f} + r\bar{f})^3}} < 0$$

Поскольку  $M > 0$ , то  $((1-c)\mathcal{A}(\bar{f}) - 1) > 0$ . В свою очередь  $\mathcal{P}(\bar{f}) > 0$  поскольку это кумулятивная функция вероятности. Следовательно, во-первых,  $\mathcal{P}_f(\bar{f})((1-c)\mathcal{A}(\bar{f}) - 1) > 0$  и  $(1-c)\mathcal{P}(\bar{f})\mathcal{A}_f(\bar{f}) < 0$ , как итог все выражение  $\mathcal{P}_f(\bar{f})((1-c)\mathcal{A}(\bar{f}) - 1) - (1-c)\mathcal{P}(\bar{f})\mathcal{A}_f(\bar{f}) > 0$ , а во-вторых,  $\mathcal{P}(\bar{f}) + (1-c)\mathcal{A}(\bar{f}) - 1 > 0$ . Соединив эти результаты, мы окончательно получаем что все выражение  $\frac{d\varepsilon}{d\bar{f}} > 0$ , и как следствие выражение  $\frac{d\bar{f}}{ds} > 0$ , что и требовалось доказать.

**Утверждение 7:** если равновесное среднее долгосрочное состояние отрасли  $(M, K, \bar{f})$  существует, то  $\frac{dM}{ds} < 0$ .

**Доказательство:**

Продифференцировав выражение  $M = \frac{1}{\sigma}((1-c)\mathcal{A}(\bar{f}) - 1)$  получим:

$$\frac{dM}{ds} = \frac{1-c}{\sigma} \mathcal{A}_f(\bar{f}) \frac{d\bar{f}}{ds} < 0.$$

Поскольку  $\mathcal{A}_f(\bar{f}) < 0$  и  $\frac{d\bar{f}}{ds} > 0$  как показано в утверждении 6 и его доказательстве, итоговое выражение  $\frac{dM}{ds} < 0$ , что и требовалось доказать.

**Утверждение 8:** если равновесное среднее долгосрочное состояние отрасли  $(M, K, \bar{f})$  существует,

$$Q = Mx = \frac{M}{4} * \frac{1-c}{1+\sigma M} = \frac{M}{4\mathcal{A}(\bar{f})} = \frac{((1-c)\mathcal{A}(\bar{f}) - 1)}{4\sigma\mathcal{A}(\bar{f})}$$

ет, то  $\frac{d(\frac{K}{M})}{ds} < 0$ .

**Доказательство:**

Поскольку  $K = M(1-\alpha)^{\frac{1-\mathcal{P}(\bar{f})}{\mathcal{P}(\bar{f})}}$ , то  $\frac{K}{M} = (1-\alpha)(\frac{1}{\mathcal{P}(\bar{f})} - 1)$ , и, как следствие:

$$\frac{d(\frac{K}{M})}{ds} = -(1-\alpha) \frac{p(\bar{f})}{(\mathcal{P}(\bar{f}))^2} * \frac{df}{ds} < 0$$

где  $p(\bar{f})$  – значение функции плотности вероятности постоянных издержек в точке, соответствующей максимальным издержкам в отрасли, поэтому  $p(\bar{f}) > 0$ , а  $\frac{df}{ds} < 0$ , как доказано в утверждении 6.

Следовательно, все выражение  $\frac{d(\frac{K}{M})}{ds} < 0$ , что и требовалось доказать.

Утверждение о том, что  $\frac{dx}{ds} > 0$  при существовании среднего долгосрочного состояния отрасли доказывается тривиально.

**Утверждение 9.** если равновесное среднее долгосрочное состояние отрасли  $(M, K, \bar{f})$  существует, то  $\frac{dQ}{ds} < 0$

**Доказательство:**

Заметим, что:

$$\frac{1 + \sigma M}{1 - c} = \mathcal{A}(\bar{f})$$

Тогда:

$$T = \frac{M}{4} * \frac{1-c}{1+\sigma M} = \frac{M}{4\mathcal{A}(\bar{f})} = \frac{((1-c)\mathcal{A}(\bar{f}) - 1)}{4\sigma\mathcal{A}(\bar{f})}$$

Продифференцировав получившееся выражение, получим:

$$\frac{dQ}{d\varepsilon} = \frac{1}{4\sigma} * \frac{\mathcal{A}_f(\bar{f})}{(\mathcal{A}(\bar{f}))^2} * \frac{d\bar{f}}{d\varepsilon} < 0$$

Как показано в утверждении 6,  $\frac{d\bar{f}}{d\varepsilon} > 0$ ;  $\mathcal{A}_f(\bar{f}) < 0$ , а следовательно все выражение  $\frac{dQ}{d\varepsilon} < 0$ , что и требовалось доказать.

**Утверждение 10.** если равновесное среднее долгосрочное состояние отрасли  $(M, K, \bar{f})$  существует, то  $\frac{dP}{ds} = 0$

**Доказательство:**

Поскольку, как показано ранее  $P = \frac{1+c}{2}$ , то  $\frac{dP}{ds} = 0$ , что и требовалось доказать.

#### Численные примеры и симуляции

Для получения численных решений любых из предложенных выше уравнений и условий, а также проведения компьютерных симуляций рыночной динамики необходимо в первую очередь определить распределение  $G(\cdot)$ . Мы, в качестве примера, воспользуемся равномерным распределением. Во-первых, оно достаточно простое, во-вторых, в нем мы можем гарантированно добиться выполнения того условия, что  $f < 1$ .

Поскольку компьютерная симуляция поведения непрерывного континуума гетерогенных фирм представляется невозможной, определим мини-

мально возможное изменение  $M$  как 0.01. Иными словами, каждая фирма вносит вклад в  $M$  размером 0.01, а общее количество фирм, поведение которых будет симулироваться будет составлять, таким образом,  $100 * M$ . Именно этим объясняется ступенчатая форма графиков ниже.

Для базового сценария воспользуемся следующими изначальными значениями параметров модели:

1.  $G(\cdot) = U(0.1, 0.2)$ , то есть возможные издержки распределены равномерно от 0.2 до 0.3, и, как следствие имеют математическое ожидание  $Ef = 0.15$ .

2.  $r = 0.1$ , то есть ставка дисконтирования составляет 10%.

3.  $\sigma = 1$ , где  $\sigma$  – параметр функции полезности.

4.  $S = 8$ , где  $S$  – объем рынка.

5.  $c = 0.4$ , то есть предельные издержки производства равны 0.4.

6.  $\varepsilon = 0.004$ , то есть издержки входа на рынок составляют 0.004.

7.  $\alpha = 0.9$ , то есть с вероятностью равной 0.9 предельные издержки каждой фирмы в  $t$ -й период окажутся равны ее предельным издержкам в  $(t - 1)$ -й период.

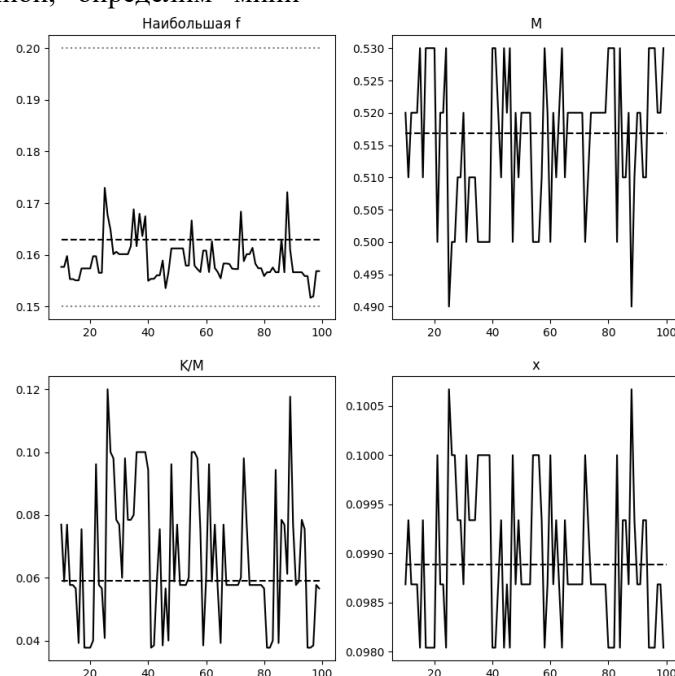


Рис. 1. Поведение характеристик рыночного равновесия в базовом сценарии.

Fig. 1. Behavior of market equilibrium characteristics in the baseline scenario.

На рис. 1 продемонстрирована динамика рыночного равновесия в базовом сценарии. Первый график демонстрирует поведение максимальных постоянных издержки, среди фирм находящихся на рынке, второй график демонстрирует поведение количества фирм, третий график поведение «относительного кругооборота» фирм, то есть соотношение количества вошедших/вышедших фирм к общему количеству фирм на рынке, четвертый график показывает количество продукции,

произведенное каждой фирмой. Пунктирным линиям здесь и далее соответствуют значения этих характеристик в среднем долгосрочном состоянии отрасли. На график наибольших постоянных издержек среди фирм, находящихся в отрасли, для наглядности добавлены пунктирные линии, соответствующие безусловным максимальным возможным постоянным издержкам, и безусловным ожидаемым постоянным издержкам.

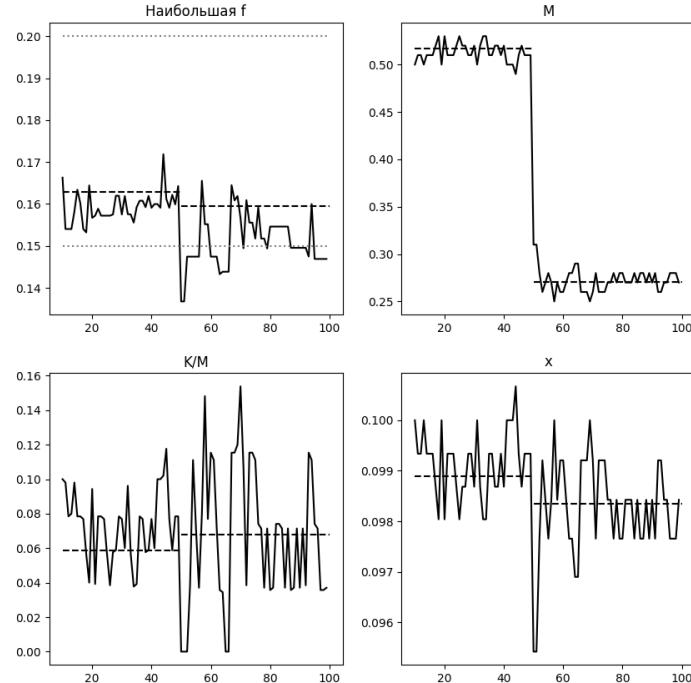


Рис. 2. Реакция отрасли на введение потоварных налогов.  
Fig. 2. Industry response to the introduction of product taxes.

Видно, что расчетная величина наибольших постоянных издержек среди фирм, находящихся в отрасли, как правило, ниже расчетной. Причина тому в том, что даже в случае, если рыночное равновесие в симуляции в точности совпадает с рыночным равновесием в среднем долгосрочном состоянии отрасли, а количество фирм является ко-

нечным числом, то максимальные расчетные издержки среди фирм, находящихся в отрасли, всегда будут меньше теоретических так как вероятность того, что будет существовать фирма, чьи издержки в точности равны граничным стремится к нулю.

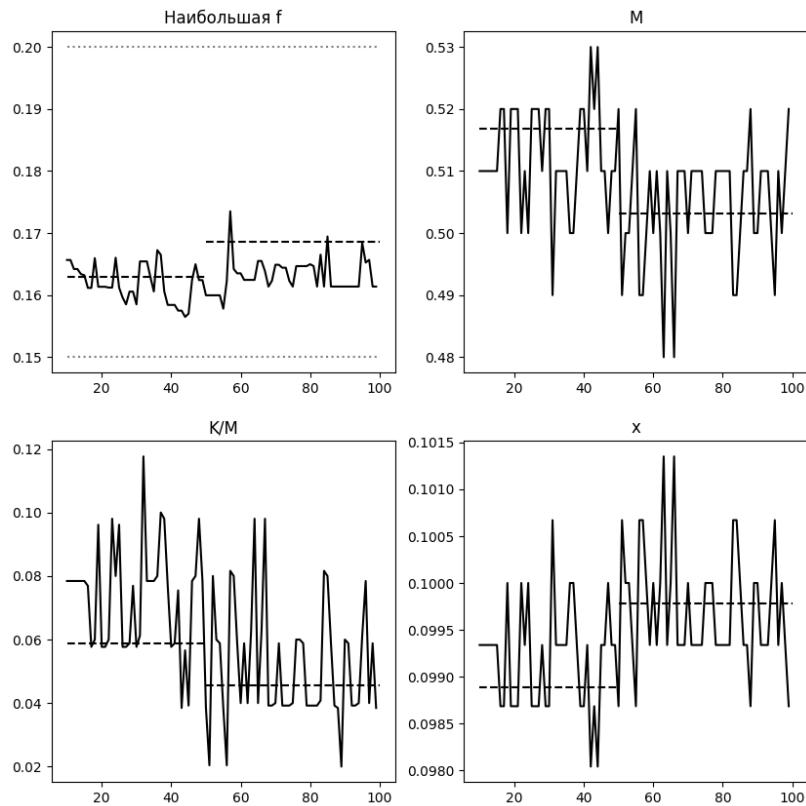


Рис. 3. Реакция отрасли на введение лицензий.  
Fig. 3. Industry response to the introduction of licenses.

На рис. 2 и 3 представлены реакции отрасли на введение потоварных налогов и лицензий соответственно, которые подтверждают результаты теоретических выкладок. В обоих случаях «шок» происходит на 50-й итерации. Подтверждается интуитивное предположение о том, что реакция рынка на ввод лицензии более «гладкая», чем на ввод потоварных налогов. Ввиду предпосылки об адаптивных ожиданиях, фирмы после введения потоварных налогов, предполагая, что количество

фирм в отрасли останется неизменным, начинают «паниковать» и массово покидать отрасль, в результате чего остаются только наиболее эффективные фирмы. Однако эта крайне высокая «эффективность» не может сохраняться долго и новые фирмы, пользуясь открывшимися возможностями, начинают относительно чаще входить на этот рынок, что увеличивает «конкурентность» рынка и ведет к тому, что в среднем долгосрочном состоянии отрасли.

Таблица 1

Сравнительная статика характеристик среднего долгосрочного состояния отрасли.

Table 1

Comparative statics of the characteristics of the average long-term state of the industry.

	$\bar{f}$	$M$	$K/M$	$x$	$P$	$Q$
Базовый сценарий	0.162924	0.51686441	0.058921692	0.0988882	0.7	0.05111179
Ввод потоварного налога	0.1595143	0.27099735	0.0680268527	0.09834796	0.75	0.026652
Ввод лицензии	0.16862488	0.503233358	0.04571974128	0.0997849	0.7	0.05021509

Ввод лицензий оказывает влияние более гладко. Фирмы, уже находящиеся на рынке, сталкиваются с тем, что новые фирмы входят на рынок реже, а потому общее количество фирм уменьшается, в результате рынок становится менее «конкурентным», средняя эффективность фирм уменьшается, а выпуск каждой конкретной фирмы на рын-

ке возрастает. Расчетные численные характеристики среднего долгосрочного состояния отрасли представлены также в таблице 1, где  $\bar{f}$  – максимальные издержки среди фирм, находящихся в отрасли,  $M$  – количество фирм в отрасли,  $K/M$  – соотношение числа вошедших (вышедших) фирм к общему числу,  $x$  – количество продукции, про-

изведенное одной фирмой,  $P$  – цена,  $Q$  – количество продукции, произведенное всеми фирмами.

### Результаты и обсуждения

Как результат, имеем то, что введение потоварного налога ведет (в среднем долгосрочном состоянии) к уменьшению максимальных постоянных издержек среди фирм, находящихся в отрасли, и, как следствие, к уменьшению средних постоянных издержек среди этих фирм, что может быть интерпретировано как рост «средней эффективности» фирм, находящихся в отрасли. Вместе с тем, несмотря на рост «средней эффективности», выпуск каждой из оставшихся на рынке фирм сокращается и цена, как следствие, падает. Представляется интересной интерпретация происходящего, как ситуации, когда увеличение средней эффективности фирм в некотором смысле «компенсирует» отрицательный эффект, вызванный введением потоварного налога, и выраженный падением общего количества фирм на рынке. Более того, рост «интенсивности конкуренции» на рынке проявляется также в том, что фирмы (относительно) чаще входят и выходят, то есть растет «кругооборот» или, проще говоря, «текучка» фирм, допускающая выживание только наиболее эффективных. Хотя очевидно, что в ситуации до введения налога «наиболее эффективные фирмы» также работали на рынке как «менее эффективные», вынужденные покинуть рынок после введения налога, в (гипотетической) ситуации, если бы фирмы могли тем или иным образом влиять на свою «степень эффективности», то введение потоварного налога могло бы способствовать тому, чтобы мотивировать фирмы «инвестировать» в его потенциальное увеличение, при том эффект от инвестиций мог бы сохраниться и после отмены этого налога, повлияв таким образом на отрасль в долгосрочной перспективе даже после своей отмены.

Введение лицензии, в то же время, затрудняя вход на рынок новых фирм, приводит как к сокращению общего их количества на рынке, так и к росту максимальных издержек фирм, находящихся в отрасли, а значит и к росту средних издержек фирм, находящихся в отрасли, и, как следствие, к падению «средней эффективности» этих фирм. При этом цена не меняется, а количество товара, произведенное каждой конкретной фирмой, возрастает, однако общий объем предложения падает.

Подобная ситуация, вообще говоря, более типична для рынков с несовершенной конкуренцией, чем ситуация, возникающая в случае введения потоварного налога. В том случае, несмотря на падение количества фирм, «степень конкурентности» рынка лишь возросла, а объемы производства каждой фирмы упали. В случае же введения ли-

цензий, вместе с падением количества фирм, возросли и объемы производства у каждой фирмы, при том общий объем продаж уменьшился. Схожая ситуация будет наблюдаться в моделях олигополии, когда с падением числа олигополистов цена растет, при том каждый олигополист производит больше, однако общий объем продаж уменьшается. Однако в динамической модели рынка такой результат достигается не путем экзогенного ограничения количества фирм, которые работают в отрасли (вход в отрасль все еще свободный, никаких ограничений нет), а просто путем увеличения издержек входа. Получившийся результат еще раз подчеркивает, что структура рынка определяется не количеством фирм, а барьерами на вход в отрасль вообще и издержками входа в частности.

Более того, исходя из доказанного выше, можно подобрать такие издержки входа, что количество фирм будет близко к нулю, и такие постоянные издержки, что количество фирм будет близко к нулю. Иными словами, в первом случае такая ситуация обусловлена высокими барьерами входа, во втором случае она обусловлена размером рынка. На первый взгляд оба случая могут быть охарактеризованы как «монополия», однако эти две «монополии» будут вести себя абсолютно по-разному. Первая «монополия» будет вести себя как традиционная монополия, и шанс на ее «банкротство» будет очень мал, вторая же «монополия» будет под постоянной угрозой, ибо новые фирмы будут регулярно пытаться занять ее место, и, если она окажется менее эффективной, чем какая-либо из этих новых фирм, она рискует покинуть рынок.

Здесь также возникает интересная ситуация: представляется, что в отличие от случая с потоварными налогами, «реакция» рынка происходит не сразу, ибо для фирм, уже находящихся в отрасли, то есть уже имеющих лицензию, ничего не поменялось. Однако значительное снижение относительного числа новых фирм и, как следствие, снижение конкурентности рынка ведет к тому, что фирмы, оставшиеся на рынке, со временем становятся в среднем «менее эффективными», однако поскольку они уже имеют лицензию а конкуренция на рынке ослабилась, их «рыночная власть» усиливается, в результате, они, будучи менее эффективными, остаются на рынке и лишь повышают цены.

### Выводы

В ходе написания работы была построена и проанализирована динамическая модель отрасли с гетерогенными фирмами. Благодаря введению поведенческой предпосылки о том, что фирмы обладают адаптивными ожиданиями относительно количества фирм в отрасли, удалось получить про-

стую в плане расчетов, но в то же время весьма плодотворную модель.

Была проанализирована реакция рынка на введение потоварных налогов и лицензий, показано влияние налогов и лицензий на такие характеристики рыночного равновесия, как цена, количество произведенной продукции, количество фирм, «кругооборот» фирм, и максимальные постоянные издержки среди фирм, находящихся в отрасли, то есть на их минимально возможную эффективность. Продемонстрирована и описана разница в поведении рынка в ответ на ввод потоварных налогов и лицензий: введение лицензии, затрудняв вход на рынок новых фирм, приводит как к сокращению общего их количества на рынке, так и к росту максимальных издержек фирм, находящихся в отрасли, а значит, ведет к росту средних

издержек фирм, находящихся в отрасли, и, как следствие, к падению «средней эффективности» этих фирм. При этом цена остается неизменной, а количество товара, произведенное каждой конкретной фирмой, растет, однако общий объем предложения падает. Введение же потоварных налогов хотя и уменьшает количество фирм на рынке, фактический «уровень конкурентности» этого рынка возрастает, и чтобы выживать, фирмам требуется быть более эффективными, то есть «средняя эффективность» фирм на рынке после ввода потоварных налогов возрастает, однако, цена товара не меняется. Этот результат еще раз подчеркивает тот факт, что структура рынка определяется не количеством фирм, а барьерами на вход в отрасль вообще и издержками входа в частности.

### Список источников

1. Dunne T., Klimek S.D., Roberts M.J., Xu D.Y. Entry, exit, and the determinants of market structure // RAND Journal of Economics. 2013. № 44 (3). P. 462 – 487
2. Jovanovic B. Selection and the Evolution of Industry // Econometrica. 1982. № 50 (3). P. 649 – 70.
3. Hopenhayn H. Entry, exit, and firm dynamics in long run equilibrium // Econometrica. 1992. № 60. P. 1127 – 1150.
4. Ericson R., Pakes A. Markov-Perfect Industry Dynamics: A Framework for Empirical Work // Review of Economic Studies. 1995. № 62 (1). P. 53 – 82.
5. Melitz M.J. The Impact of Trade on Intra-Industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity // Econometrica. 2003. № 71 (6). P. 1695 – 1725.
6. Asplund M., Noke V. Firm Turnover in Imperfectly Competitive Markets // Review of Economic Studies; 2006. № 73-2. P. 295 – 327.
7. Hickey J. Simple model of market share dynamics based on clients' firm-switching decisions // Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2024.
8. Bilbiie F.O., Ghironi F., Melitz M.J. Monopoly Power and Endogenous Product Variety: Distortions and Remedies // American Economic Journal: Macroeconomics. 2019. № 11 (4). P. 140 – 174.
9. Acemoglu D., Akcigit U., Alp H., Bloom N., Kerr W. Innovation, Reallocation, and Growth // American Economic Review. 2018. № 108 (11). P. 3450 – 3491.
10. Berry S.T., Compiani G. Empirical models of industry dynamics with endogenous market structure // Annual Review of Economics. 2021. Vol. 13. P. 309 – 334.
11. Aguirregabiria V., Collard-Wexler A., Ryan S.P. Dynamic games in empirical industrial organization // In: Handbook of Industrial Organization. Elsevier, 2021. P. 225 – 343.
12. Aguirregabiria V., Mira P. Dynamic discrete choice structural models: A survey // Journal of Econometrics, 2010. № 152. P. 38 – 67.
13. Franchini S., Balzan R. Large-deviation theory of increasing returns // Physical Review E. 2023.
14. Bottazzi G., Dosi G., Fagiolo G., Secchi A. Modeling industrial evolution in geographical space // Journal of Economic Geography. 2007. № 7. P. 651 – 672.
15. Fontanelli L., Guerini M., Napoletano M. International trade and technological competition in markets // Journal of Economic Dynamics and Control. 2023.
16. Weintraub G.Y., Benkard C.L., Van Roy B. Markov Perfect Industry Dynamics With Many Firms // Econometrica; 2008. № 76 (6). P. 1375 – 1411.

### References

1. Dunne T., Klimek S.D., Roberts M.J., Xu D.Y. Entry, exit, and the determinants of market structure. RAND Journal of Economics. 2013. No. 44 (3). P. 462 – 487
2. Jovanovic B. Selection and the Evolution of Industry. Econometrica. 1982. No. 50 (3). P. 649 – 70.

3. Hopenhayn H. Entry, exit, and firm dynamics in long run equilibrium. *Econometrica*. 1992. No. 60. P. 1127 – 1150.
4. Ericson R., Pakes A. Markov-Perfect Industry Dynamics: A Framework for Empirical Work. *Review of Economic Studies*. 1995. No. 62 (1). P. 53 – 82.
5. Melitz M.J. The Impact of Trade on Intra-Industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity. *Econometrica*. 2003. No. 71 (6). P. 1695 – 1725.
6. Asplund M., Noke V. Firm Turnover in Imperfectly Competitive Markets. *Review of Economic Studies*; 2006. No. 73-2. P. 295 – 327.
7. Hickey J. Simple model of market share dynamics based on clients' firm-switching decisions. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 2024.
8. Bilbiie F.O., Ghironi F., Melitz M.J. Monopoly Power and Endogenous Product Variety: Distortions and Remedies. *American Economic Journal: Macroeconomics*. 2019. No. 11 (4). P. 140 – 174.
9. Acemoglu D., Akcigit U., Alp H., Bloom N., Kerr W. Innovation, Reallocation, and Growth. *American Economic Review*. 2018. No. 108 (11). P. 3450 – 3491.
10. Berry S.T., Compiani G. Empirical models of industry dynamics with endogenous market structure. *Annual Review of Economics*. 2021. Vol. 13. P. 309 – 334.
11. Aguirregabiria V., Collard-Wexler A., Ryan S.P. Dynamic games in empirical industrial organization. In: *Handbook of Industrial Organization*. Elsevier, 2021. P. 225 – 343.
12. Aguirregabiria V., Mira P. Dynamic discrete choice structural models: A survey. *Journal of Econometrics*, 2010. No. 152. P. 38 – 67.
13. Franchini S., Balzan R. Large-deviation theory of increasing returns. *Physical Review E*. 2023.
14. Bottazzi G., Dosi G., Fagiolo G., Secchi A. Modeling industrial evolution in geographical space. *Journal of Economic Geography*. 2007. No. 7. P. 651 – 672.
15. Fontanelli L., Guerini M., Napoletano M. International trade and technological competition in markets. *Journal of Economic Dynamics and Control*. 2023.
16. Weintraub G.Y., Benkard C.L., Van Roy B. Markov Perfect Industry Dynamics With Many Firms. *Econometrica*; 2008. No. 76 (6). P. 1375 – 1411.

### Информация об авторах

Буглевский Е.А., аспирант, Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7-9; g.lichtenfield@gmail.com

Антоненко В.С., аспирант, Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики, г. Санкт-Петербург, ул. Союза Печатников, д. 16, lesnoyotkaz@yandex.ru

© Буглевский Е.А., Антоненко В.С., 2025