
ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ

**Ценовой индекс на компьютерные игры:
что скрыто от невооруженного глаза?**

© 2024 г. М.В. Арсланов, Т.А. Ратникова

М.В. Арсланов,
ВШЭ, Москва; e-mail: markarslanov8@gmail.com,

Т.А. Ратникова,
ВШЭ, Москва; e-mail: taratnikova@yandex.ru

Поступила в редакцию 30.07.2023

Аннотация. В данной работе представлено исследование ценовой динамики широкого спектра видеоигр в период с 2008 по 2020 г. В ходе исследования создана необходимая для анализа база данных; проводится моделирование цен видеоигр эконометрическими методами и конструируются ценовые индексы для различных игровых жанров: ролевые (RPG, Role-Playing Game), стратегии (Strategy), экшн-игры (Action), приключения (Adventure), казуальные игры (Casual), инди-игры (indie), симуляторы (Simulators) и др. Гипотетически разброс цен на видеоигры по разным жанрам и системным требованиям обусловлен разным объемом усилий, необходимых для их создания. В ходе конструирования гедонистических ценовых индексов производится очищение цен от характеристик качества продуктов (компьютерных игр). В роли характеристик используются системные параметры видеоигр. Также в работе применяются различные подходы к модификации гедонистических индексов путем рассмотрения неоднородности жанров. Благодаря исследованию удастся отследить динамику стоимости видеоигр на рассматриваемом промежутке времени с представлением запаздывающих и опережающих тенденций. В конце исследования предлагается диверсификация жанров по ценовой эластичности ключевых переменных, которые были использованы в ходе построения моделей.

Ключевые слова: гедонистические регрессии; видеоигры; жанры видеоигр; индексы цен; модели с фиксированным эффектом; модели со случайными эффектами; многоуровневые модели.

Классификация JEL: C33, C51, C81.

УДК: 330.43.

Для цитирования: Арсланов М.В., Ратникова Т.А. (2024). Ценовой индекс на компьютерные игры: что скрыто от невооруженного глаза? // *Экономика и математические методы*. Т. 60. № 3. С. 82–93. DOI: 10.31857/S0424738824030073

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы, и особенно в период, начавшийся с пандемии Covid-19, наблюдается интенсивный рост цифровизации во всех сферах общественной деятельности, в частности в области досуга. Значительное число людей проводит свободное время за видеоиграми, используя свои телефоны, планшеты и ноутбуки. Данная сфера развивается достаточно стремительно, поскольку разработчики видеоигр с каждым годом внедряют новые технологии и прорабатывают все более изощренные сценарии продукта. Вместе с возрастанием спроса, а также с совершенствованием и усложнением продуктов растут и цены. И возникает естественный вопрос, как отделить эффект увеличения спроса от эффекта изменения качества продуктов на рынке компьютерных игр. Традиционный ответ на этот вопрос дает гедонистический подход к моделированию цен. Этот подход позволяет, с одной стороны, моделировать связь цены с качественными и количественными характеристиками компьютерной игры и их изменениями, с другой стороны, дает возможность выделить индекс цен, который представляет собой очищенную от многообразия неоднородных характеристик компьютерных игр компоненту цены, позволяющую увидеть реальную динамику цен. Помимо этого, индекс цен на компьютерные игры, в принципе, позволяет увидеть особенности динамики инфляции, характерные для этого сегмента потребительского рынка.

О важности моделирования индексов цен в современной экономике писал еще Эрнст Берндт в своей монографии (Berndt, 2005). Бизнесменам и аналитикам необходимо знать, как следует

проводить дефлирование объема продаж, выпуска и издержек, чтобы представлять эти показатели в реальном выражении, очищенном от инфляции. Долгосрочные контракты между продавцами и покупателями учитывают при денежных транзакциях инфляцию на конкретных рынках. Именно потому, что индексы цен имеют такое широкое распространение в современной экономике, важно, чтобы они строились настолько надежно и аккуратно, насколько это практически возможно.

В данной работе индексы цен будут сконструированы с помощью *гедонистического подхода*, который принято использовать в тех случаях, когда речь идет о рынках высоко гетерогенных по качествам продуктов со стремительно обновляющимся ассортиментом, что делает практически невозможными иные способы построения индексов (Турунцева, Зямалов, 2022).

В данной работе будет сконструирован индекс цен на компьютерные игры за период 2008–2020 гг., а также мы попробуем выяснить, в какие периоды прирост цены приходился в большей мере на изменение качества продуктов за счет совершенствования игровых платформ, технологии игр и усложнения сценариев, а в какие периоды рост цен в большей степени был связан с ростом спроса на игры. В качестве базовой модели будет использована традиционная *гедонистическая регрессия*, которая затем будет усложнена попытками очистить индекс цен от неоднородности игровых жанров путем учета фиксированных эффектов жанра или же случайных эффектов жанра в самой цене, а также — влияния случайных эффектов жанра на цену некоторых характеристик игр, которые в ходе анализа будут признаны ключевыми.

Работа будет иметь следующую структуру: после введения следует краткий обзор публикаций, посвященных гедонистическим регрессиям и индексам и изучению ценообразования в игровой индустрии, будет специфицирована и обоснована базовая модель и ее модификации. В следующем разделе речь пойдет о данных и их предварительном анализе, потом мы опишем основные результаты исследования и в заключительной части подведем итоги.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Вопрос, на который стоит дать ответ прежде, чем переходить к основному содержанию работы, состоит в следующем: в чем заключается смысл оценивания гедонистических регрессий и конструирования гедонистических индексов цен.

Гедоническая функция описывает вариацию рыночных цен на продукты в зависимости от их характеристик. Использование гедонических регрессий наиболее целесообразно в тех случаях, когда в наличии имеются данные о ценах и характеристиках для некоторого набора продуктов и можно полагать, что характеристики хорошо предсказывают и объясняют изменчивость цен. Их имеет смысл использовать в тех случаях, когда стоимость опции или изменение характеристик невозможно идентифицировать независимо, поэтому данные о них приходится получать исходя из цен, по которым продаются на рынке товары с различными спецификациями. Оценки регрессионных коэффициентов представляют собой оценку вклада единичного изменения характеристики в цену продукта с учетом воздействия разброса, присущего другим характеристикам. Такие оценки особенно хорошо подходят для измерения величины изменений качества продукта, когда изменяется только заданный набор характеристик и требуется стоимостная оценка изменения только этих характеристик. Результаты гедонистических регрессий можно использовать для того, чтобы определять наиболее типичные характеристики, применяемые для отбора продукта. Синергетический эффект отбора цен в соответствии с характеристиками, выявленными с помощью гедонической регрессии в качестве определяющих цену, и их последующего использованием для внесения поправок на качество, должен обеспечить хорошие результаты (Руководство по индексам потребительских цен ..., 2007).

С точки зрения содержательной трактовки предполагается, что решение потребителя о покупке базируется на стремлении максимизировать полезность (Руководство по индексам потребительских цен ..., 2007). Было бы удобно, если бы коэффициенты гедонических регрессий отражали бы предельные полезности для потребителя тех или иных характеристик продуктов. Однако существующая гедонистическая теория не позволяет давать столь однозначной интерпретации.

В 1960-х годах бытовало представление, сегодня признанное ошибочным, о том, что коэффициенты, полученные гедоническим методом, отражают потребительскую стоимость, а не стоимость затрат. Розен, как это было продемонстрировано в его работе (Rosen, 1974), пришел к выводу о том, что гедонические коэффициенты, как правило, отражают как потребительскую стоимость, так и стоимость затрат производителя, т.е. представляют ситуацию как со стороны предложения, так и со стороны спроса.

Отношения таких коэффициентов могут отражать предельные нормы замещения для потребителей или предельные нормы замещения (трансформации) характеристик для производителей. Здесь существует то, что в эконометрике называется проблемой идентификации, при которой наблюдаемые цены и объемы продаж совместно определяются соображениями спроса и предложения, а их базовые источники не поддаются разделению. Собираемые данные о ценах обусловлены одновременно колебаниями спроса разных потребителей с различными вкусами и предпочтениями и колебаниями предложения разных производителей с различными технологиями.

Однако, несмотря на неоднозначность интерпретации, гедонические регрессии признаны в настоящее время важным аналитическим инструментом. Он пропагандируется в Руководствах таких организаций, как ОЭСР (Triplett, 2002), Евростат (Eurostat, 2001), и широко используется Бюро статистики труда США (Kokoski, Wachrer, Rozaklis, 2001; Moulton, 2001).

Как правило, в руководствах рассматривается теория и многочисленные методики построения индексов на базе таких сопоставимых продуктов, как индекс потребительских цен (ИПЦ) и индекс стоимости жизни (ИСЖ), которые чрезвычайно важны для индексирования заработных плат. Но рассчитывают индексы и для отдельных секторов производства товаров и услуг, например, индексы финансовых или телекоммуникационных услуг. И гедонистический подход оказывается незаменим, если в секторе происходит постоянное и быстрое обновление продуктов, как это имеет место в секторах высоких технологий, и нет возможности пользоваться методиками, основанными на сравнении цен одного и того же набора товаров в различные моменты времени. К этому типу секторов относится и сектор производства компьютерных игр, и его индекс цен тоже может представлять определенный интерес.

Рынку компьютерных игр в настоящее время уделяется довольно много внимания в современной научной литературе, в которой он рассматривается то как часть креативной экономики (Ожегова, Ожегов, 2015), то как часть информационной экономики (Varian, 2000). Большая часть работ имеет характер конъюнктурных обзоров рынка в целом или эмпирических исследований того, какие важно учитывать характеристики игр при конструировании моделей, объясняющих цены. В работе (Varian, 1995) представлен весьма интересный теоретический подход для моделирования выбора потребителя на рынке информационных услуг: покупать продукт или брать его напрокат. Но, к сожалению, модель, которая удачно описывает потребление книг, журналов, фильмов, не подходит для нашего случая. Есть небольшой пласт эконометрических исследований, призванных ответить на некоторые специальные вопросы, например, о том, почему стратегия выпуска версий одной и той же игры может быть оптимальна для разработчика игр с точки зрения ценообразования (Cox, 2017), или о том, какие свойства превращают игру в блокбастер (Cox, 2014). Однако работ, посвященных попыткам поиска более совершенных моделей и методов конструирования индекса цен на компьютерные игры, нам пока не удалось найти. Это обстоятельство служит мотивацией для написания нашей работы и предложения ее на суд читателю.

МОДЕЛЬ И ЕЕ МОДИФИКАЦИИ

Уравнение гедонистической регрессии, с помощью которой будет оцениваться вклад изменения характеристик в цену и от этого вклада отделяться инфляционная составляющая (или индекс цен), будет специфицировано следующим образом:

$$\ln price_i = \beta_0 + \sum_{t=1}^T \beta_t X_{it} + \sum_{t=1}^T d_t year_{it} + \varepsilon_i, \quad \varepsilon_i \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2), \quad (1)$$

где $price_i$ — цена в рублях, по которой видеоигра i была выпущена на рынок; под X_{it} понимаются всевозможные наблюдаемые характеристики видеоигры, представленные в табл. 1; t — идентификатор года выпуска игры.

Цена в данном исследовании представлена в виде начальной стоимости продукта. Иными словами, цена устанавливается на момент выпуска видеоигры, и изменения ее в дальнейшем периоде не учитываются.

Набор переменных основан на статистических данных о видеоиграх, собранных с онлайн-сервиса Steam¹.

Коэффициенты при наборе временных дамми-переменных ($year$) в гедонистических регрессиях являются основой для вычисления ценового индекса: $Index_t = e^{d_t}$.

¹ Steam: Библиотека (<https://store.steampowered.com/search/>).

Таблица 1. Характеристики, используемые в исследовании

Переменная	Значение	Тип переменной
<i>id</i>	Идентификатор наблюдения (название видеоигры)	—
<i>year</i>	Год создания игры	Набор дамми-переменных
<i>month</i>	Месяц создания игры	Набор дамми-переменных
<i>game_avards</i>	Число возможных наград в игре	Логарифм числа наград
<i>processor</i>	Процессор	Набор бинарных переменных для наиболее распространенных версий процессоров.
<i>memory</i>	Оперативная память	Непрерывная переменная (в Гб)
<i>storage</i>	Место на жестком диске	Непрерывная переменная (в Гб)
<i>win</i>	Игра поддерживается на платформе Windows	Дамми-переменная
<i>mac</i>	Игра поддерживается на платформе Mac OS X	Дамми-переменная
<i>linux</i>	Игра поддерживается на платформе Linux	Дамми-переменная
<i>vr_supported</i>	Поддержка VR-системы	Дамми-переменная
<i>pand</i>	Период пандемии	Дамми-переменная

Базовая модель будет оцениваться по всей выборке с помощью обычного МНК.

Далее мы приведем модификации модели, призванные тем или иным образом отразить неоднородность цен в зависимости от игровых жанров.

Очевидно, что наблюдаемые и измеримые характеристики далеко не в полной мере способны отразить свойства видеоигры, воздействующие на потребителя. Есть множество атрибутов игры, связанных с сюжетом, жанром, стилем анимации и т.п., которые плохо поддаются оцифровке. Для того чтобы учесть по возможности все это многообразие неизмеримых характеристик, мы введем в уравнение модели специфические эффекты жанров, а затем, варьируя спецификацию этих эффектов, сконструируем несколько модификаций базовой модели.

В первой модификации будет учтен фиксированный эффект жанра на константу с помощью набора фиктивных переменных (k — идентификатор жанра):

$$\ln price_i = \beta_0 + \sum_{t=1}^T \beta_t X_{it} + \sum_{k=1}^K \gamma_k genre_{ik} + \sum_{t=1}^T d_t year_{it} + \varepsilon_i, \quad \varepsilon_i \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2). \quad (2)$$

Смысл этой модификации состоит в том, чтобы непосредственно в самом уравнении регрессии отразить неоднородность цен, вызванную жанровыми особенностями игры. Эта модель также оценивается обычным МНК.

Во второй модификации эффект жанра на цену будет трактоваться как случайный. Это позволит учесть коррелированность наблюдений, относящихся к играм одного и того же жанра в ковариационной матрице регрессионных ошибок. В частности, данный метод рассматривается как один из способов борьбы с неоднородностью.

$$\ln price_i = \beta_0 + u_k + \sum_{t=1}^T \beta_t X_{it} + \sum_{t=1}^T d_t year_{it} + \varepsilon_i, \quad \varepsilon_i \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2), \quad u_k \sim N(0, \sigma_u^2). \quad (3)$$

Эта модель подлежит оцениванию симуляционным методом максимального правдоподобия с ковариационной матрицей ошибок, в которой диагональные элементы равны $\sigma_\varepsilon^2 + \sigma_u^2$, а для ошибок, относящихся к играм одного жанра в матрице, будут существовать нетривиальные недиагональные элементы σ_u^2 .

Третья модификация предназначена для учета случайных эффектов жанра во влиянии ключевой характеристики игры, которой по предварительным исследованиям может быть признаны переменные объема памяти на жестком диске (*Storage*) и объема оперативной памяти (*Memory*). Использование данных переменных обосновано тем, что фланговые жанры преимущественно требуют больше места на памяти устройства, чем менее популярные жанры.

$$\ln price_i = \beta_0 + u_k + (\alpha + \mu_k) Storage_i + \sum_{t=1}^T \beta_t X_{it} + \sum_{t=1}^T d_t year_{it} + \varepsilon_i, \quad u_k \sim N(0, \sigma_u^2), \quad \mu_k \sim N(0, \sigma_\mu^2); \quad (4)$$

$$\ln price_i = \beta_0 + u_k + (\alpha + \mu_k) Memory_i + \sum_{t=1}^T \beta_t X_{it} + \sum_{t=1}^T d_t year_{it} + \varepsilon_i, \quad u_k \sim N(0, \sigma_u^2), \quad \mu_k \sim N(0, \sigma_\mu^2). \quad (5)$$

Поскольку данные переменные фактически отвечают за объем всех файлов видеоигры и объем используемой ими оперативной памяти, можно предположить, что чем большее значение принимают эти переменные, тем качественнее будет игра. На создание видеоигры с большим объемом памяти тратится значительное количество ресурсов компаний-разработчиков, поскольку, как правило, большой объем связан с тщательной проработкой игрового контента, а значит — с более высокими требованиями к качеству программирования и оптимизации алгоритмов. Соответственно, в тех жанрах, где игроку требуется наибольшее погружение в виртуальный мир, потребуются как увеличение памяти на жестком диске, так и использование больших ресурсов оперативной памяти.

Следует отметить, что пользователи не всегда смотрят на данную характеристику при покупке видеоигры, а иногда и вовсе стараются избегать приобретения товара с высокими значениями данного показателя, поскольку объем свободного места на жестком диске может быть ограничен. Несмотря на это, большие объемы памяти, требуемой для установки той или иной видеоигры, могут служить гарантом качества продукта в силу насыщенности игрового контента.

Модель также будет оцениваться симуляционным методом максимального правдоподобия.

Наконец, четвертая модификация будет представлять собой модель индивидуальных регрессий по каждому жанру:

$$\ln price_{ik} = \beta_{0k} + \sum_{t=1}^T \beta_{kt} X_{kit} + \sum_{t=1}^T d_{ik} year_{kit} + \varepsilon_{ik}, \quad \varepsilon_{ik} \sim N(0, \sigma_{\varepsilon}^2). \quad (6)$$

В ней предполагается, что влияние всех характеристик на цену неоднородно по жанрам. Таким образом, эта модель призвана исчерпывающим образом учесть всю жанровую неоднородность данных об играх и их ценах в самом уравнении модели.

Далее возникает естественный вопрос, какая модель из представленных позволяет конструировать индекс цен наиболее адекватно имеющимся данным и степени их неоднородности. Для ответа на этот вопрос мы будем использовать модель ANCOVA, которая предоставляет возможность сопоставлять спецификации (1), (2) и (5), аналог теста Хаусмана, посредством которого можно сделать выбор между спецификациями (2) и (3), и тест множителя Лагранжа для выяснения оправданности использования спецификации (4).

ДАННЫЕ

Данные для исследования были получены с онлайн-сервиса Steam при помощи парсинга на языке python с использованием библиотеки BeautifulSoup. После загрузки число наблюдений составляло 44 000. Далее была проведена стадия предобработки данных, в результате чего число наблюдений сократилось до 12 256.

Объектом наблюдения в нашей базе данных служит *цена*, назначенная разработчиком за конкретную игру в момент ее выпуска для потребителей на российском рынке видеоигр. Следует отметить, что в дальнейших расчетах используются цены, взятые из архивов данного онлайн-сервиса с учетом даты выпуска видеоигры. Предполагается, что в дальнейшем эта цена не меняется, и все пользователи покупают игру именно по этой цене. При этом с помощью многочисленных фильтров выборка была очищена от многообразия платформ, разновидностей изданий игры и от тех видов игр, которые требуют периодического внесения оплаты за подписку в дополнение к первоначальной стоимости покупки игры, от наборов, где содержатся две и более видеоигры и от нескольких выбросов с очень высокими ценами.

Цены доступны в приведенном к 2020 г. уровню с учетом колебаний курса рубля к доллару или иной валюте, к которой была изначально привязана цена компанией-разработчиком.

Также для улучшения качества исследования были удалены наблюдения, в которых были пропущены данные о системных характеристиках видеоигр: размере оперативной памяти, объеме занимаемого на жестком диске места, числе наград внутри видеоигр. Данные об оперативной и HDD-памяти для удобства были приведены к единому измерению — Гб.

Все непрерывные переменные модели прологарифмированы.

Поскольку существует определенная тенденция компаний разрабатывать видеоигры на конкретных оперативных системах, мы отобрали наиболее используемые из всех имеющихся, а именно: Windows 7, Windows 8, Windows 10, Windows XP, Windows Vista. В дополнение к типам ОС

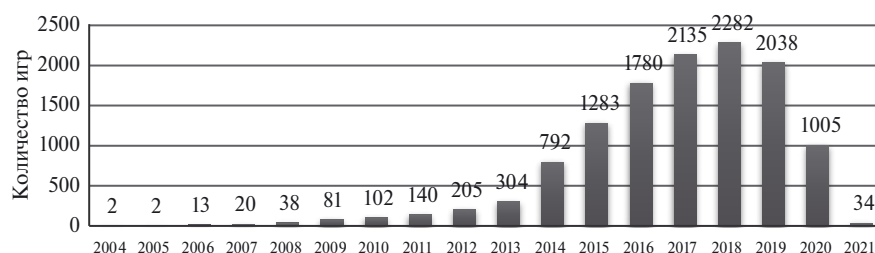


Рис. 1. Распределение числа выпущенных игр по годам

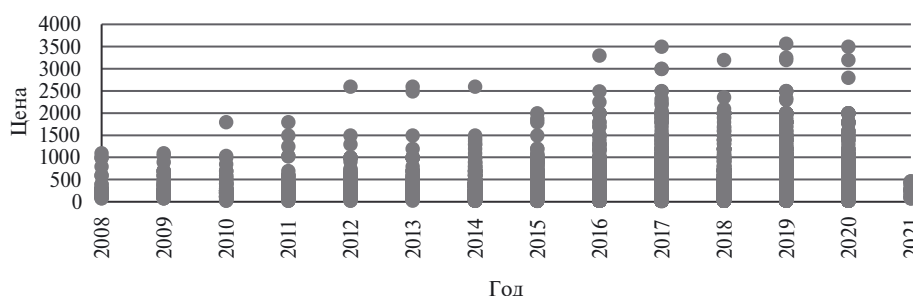


Рис 2. Распределение цен на видеоигры во времени

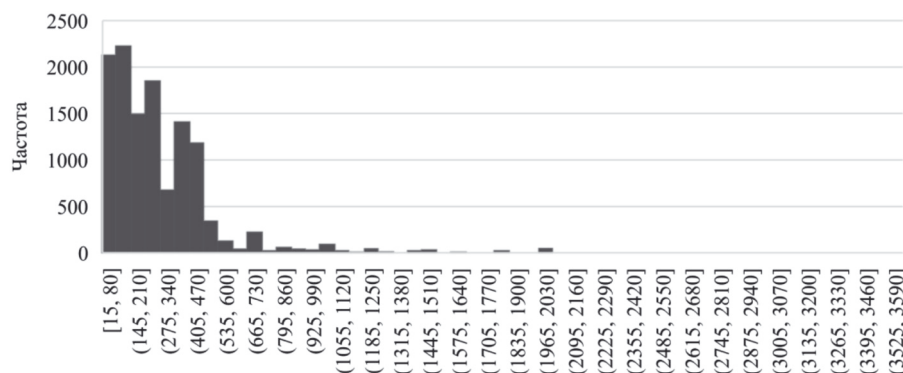


Рис 3. Распределение цен на видеоигры

использовались данные о видах процессоров, из которых также рассматривались самые популярные: I3, I5, I7, AMD.

Число выпускаемых игр год от года росло, о чем свидетельствует диаграмма, приведенная на рис. 1. На рис. 2 показано, как с ростом числа игр рос разброс цен на них.

Основные выводы, которые можно сделать из предварительного визуального анализа данных о ценах, состоят в том, что по мере роста числа выпускаемых игр средние цены на них вели себя нелинейно в период с 2007 по 2021 г.: в 2013 и 2019 г. наблюдались резкие скачки цен, скачок в 2019 г. объясняется началом пандемии, когда спрос на игры резко повысился, а скачок в 2013 г. связан с выходом на рынок игр нового поколения с продвинутой сценарием и «механикой».

Если теперь обратиться к оценке плотности распределения цен (рис. 3), то видно, что крайне редко покупают игры дороже 1 тыс. руб. Однако есть значимое число игр с практически нулевой ценой. Это связано с политикой разработчиков, имевшей место в ранний период развития рынка, когда тестовые версии игр предоставлялись потребителям почти бесплатно.

Таблица 2. Описательная статистика

№	Жанр	Число наблюдений	Средняя цена видеоигры	Стандартное отклонение стоимости видеоигры	Цена		Корректировка цены / объема		
					min	max	Память на жестком диске	Оперативная память	С учетом COVID-19
1	Action Games	2754	329,39	343,28	28	3500	0,55	0,26	0,1327
2	Adventure Games	1637	296,90	276,35	28	3566	0,42	0,19	0,1387
3	Casual Games	1210	193,94	189,38	16	2191	0,23	0,08	−0,0002
4	Indie Games	3324	210,64	176,75	28	3300	0,18	0,15	0,1186
5	RPG Games	909	367,69	358,29	28	3200	0,50	0,42	0,1550
6	Racing Games	230	368,35	333,73	30	2060	0,40	0,55	0,0558
7	Sexual Content Games	133	58,69	66,54	29	420	−0,04	−0,12	−0,1976
8	Simulation Games	676	351,38	338,71	30	3200	0,47	0,28	0,0896
9	Sports Games	184	401,84	470,71	29	3000	0,35	0,30	0,0980
10	Strategy Games	981	340,53	303,76	28	2600	0,52	0,32	0,0748

Данные табл. 2 анализа описательных статистик показывает, как различаются средние цены и их размах по жанрам за весь период, а также сколь разнообразно устроена корреляция цен с характеристиками объема памяти (на жестком диске и оперативной) и дамми-переменной, отвечающей за изменение цены после начала пандемии, в зависимости от жанра.

Для более качественного анализа были удалены жанры: бесплатные игры («Free to Play Games»), игры с ранним доступом («Early Access Games»), жестокие игры («Violent Games»), игры 18+ («Nudity Games»), массовые многопользовательские игры («Massively Multiplayer Games»), поскольку число наблюдений в них мало, не превышает 100.

Столбец, где помещаются средние значения цен по жанрам, косвенно служит подтверждением идеи дифференциации константы гедонистической регрессии по жанрам, а последние три столбца показывают, что степень, и даже знак влияния ключевых технических характеристик игр на цену, может существенно варьировать в зависимости от жанра. Также очень неодинаково по жанрам влияние пандемии на цены.

В следующем разделе работы мы попытаемся выяснить, насколько сильно учет в моделях обнаруженных жанровых особенностей продуктов игрового рынка способен повлиять на динамику ценового индекса и различается ли по жанрам вклад инфляционных эффектов и эффектов технологических изменений в цену.

ОСНОВНЫЕ ЭМПИРИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Основная цель этого раздела — изучить, как меняются оценки ценового индекса при усложнении гедонистической модели.

Рис. 4 позволяет увидеть, как выглядит составляющая цены, отвечающая за инфляцию и флуктуации спроса на рынке компьютерных игр, с точки зрения моделей, по-разному элиминирующих составляющую цены, отвечающую за технологические изменения в характеристиках продуктов игровой индустрии:

$index_0$ — индекс цен, рассчитанный по базовой модели (1);

$index_1$ — индекс цен, рассчитанный по модели с детерминированными эффектами жанра (2);

$index_g_re$ — индекс цен со случайными эффектами жанра (3);

$index_g_re_pand$ — индекс цен со случайными эффектами жанра в переменной, отвечающей за период пандемии (3);

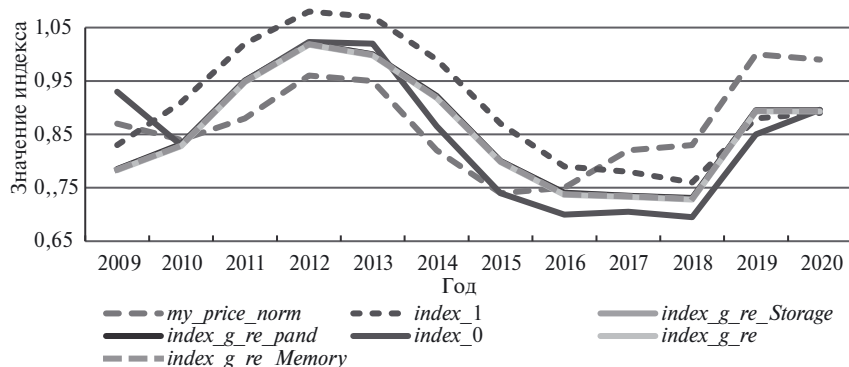


Рис 4. Цена и ценовые индексы с учетом и без учета характеристик и жанровой неоднородности самих цен и ее влияния на вклад характеристик в цены

index_g_re_Storage — индекс цен со случайными эффектами жанра в объеме на жестком диске (4);

index_g_re_Memory — индекс цен со случайными эффектами жанра в объеме оперативной памяти (5).

Показатель *my_price_norm* — усредненные по периодам цены на видеоигры, нормированные на максимальное значение, приведен на графике для иллюстрации динамики фактических цен.

На рис. 4 видно, что в целом все модельные индексы воспроизводят довольно близко общую конфигурацию динамики средних цен (среднегодовых цен, нормированных на фактический глобальный максимум) за исследуемый период. Однако в зависимости от модели различается длительность периода, в который составляющая цен, связанная со всплесками спроса, превалировала над технологической (значение индекса превышает 1): по моделям с фиксированным эффектом жанра на константу этот период продолжался с 2011 до 2014 г., а согласно базовой модели и моделям со случайным эффектом жанра на константу или на константу и наклон при избранном ключевом показателе этот период длится только два года — 2012 и 2013 г.

В целом же технологическая компонента цены преобладает над компонентой, отражающей колебания спроса. Наименьшее значение составляющей спроса приходится на 2016–2018 гг. И даже в период пандемии, когда наблюдался резкий скачок цен на игры, он был в меньшей степени связан с изменениями спроса, чем с технологическими изменениями в продуктах. Интерес представляет такой парадокс: если модель учитывает набор характеристик, но не берет во внимание жанровую неоднородность значений этих характеристик (*index_0*), то оценка составляющей спроса в цене оказывается значительно выше, чем у тех моделей, которые так или иначе уделяют внимание учету жанровой неоднородности, однако начиная с 2018 г., эти различия в оценках нивелируются.

Исходя из результатов динамики представленных индексов, можно утверждать, что, безусловно, технологический прогресс в значительной мере связан с данной отраслью, а поэтому фиксированные эффекты будут наиболее сильно выражаться в значении индекса. Несмотря на это случайные эффекты также лучше объясняют динамику поведения стоимости видеоигр, чем базовая модель. Следует заметить, что с 2015 г. у индексов прослеживается запаздывающая динамика по сравнению со средней стоимостью игр. Это может быть связано с экономической ситуацией в мире после 2014 г., поскольку многие игры производились зарубежом, что впоследствии привело к сильному росту цен.

Расхождения в моделях с фиксированными эффектами (FE) и случайными эффектами (RE) относительно оценки длительности периодов существенны и порождают вопрос о том, какую из моделей можно считать состоятельной. Традиционный тест Хаусмана, применяемый в анализе панельных данных, здесь неприменим. Однако можно использовать идею вспомогательной тестовой регрессии Мундлака.

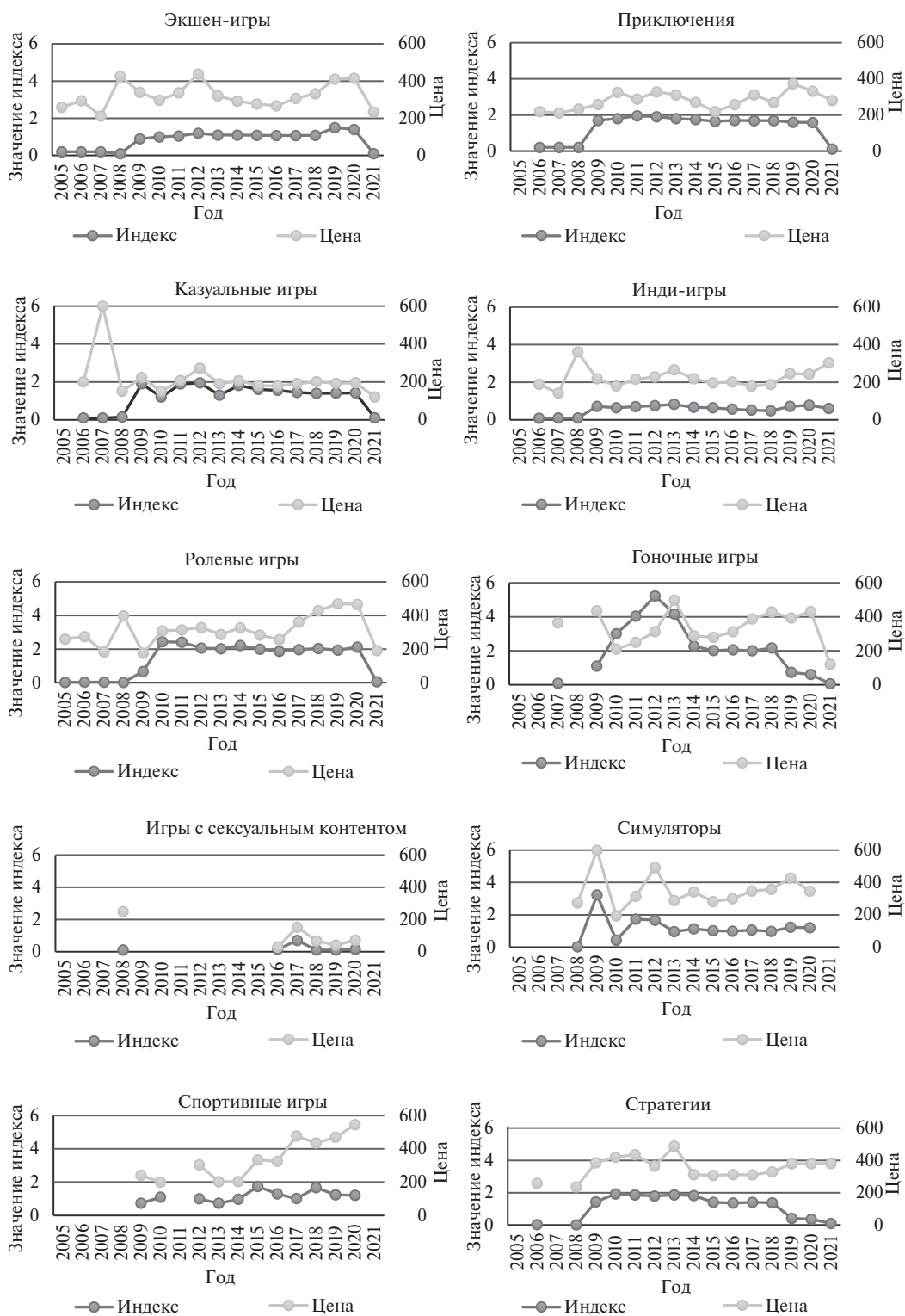


Рис. 5. Жанровое разнообразие цен и индивидуальные ценовые индексы для отдельных игровых жанров

На основании результата проведенного теста ($F = 64,61$, $p\text{-value} = 0,00$) было выявлено, что модель с детерминированными ненаблюдаемыми эффектами жанров более адекватно описывает имеющиеся данные, нежели модель со случайными эффектами. Иными словами, жанровая неоднородность цен весьма значительна и наиболее достоверно картину отражает *index_1*. Что же касается индексов, построенных с учетом со случайных эффектов жанров, в которых учтена коррелированность цен продуктов одного жанра, то тест отношения правдоподобия отдает им предпочтение по сравнению с базовой моделью, пренебрегающей какими бы то ни было эффектами жанров на цены (например, для модели, по которой рассчитывался индекс *index_g_re*, статистика $LR = 624,21$ с $p\text{-value} = 0,00$, для остальных случайных моделей результаты практически те же).

Если теперь предположить, что существенны не только ненаблюдаемые эффекты жанров на константу, но и влияние технических характеристик игр на цены в различных жанрах различаются, то целесообразно рассмотреть модель отдельных регрессий по жанровым подвыборкам. Результаты оценки индексов цен в этом случае показаны на рис. 5.

Из данных на рис. 5 видно, насколько различна динамика отдельных индексов по жанрам. В некоторых случаях наблюдений слишком мало, чтобы можно было составить четкое представление о поведении индекса. Однако теперь становится понятным происхождение всплеска в сводном рыночном индексе в окрестности 2013 г.: он связан с выходом на рынок продуктов нового игрового жанра «Игра — симулятор» и скачком цен на игры в жанре «Гонимые игры». Также, как уже отмечалось ранее, стоимость многих жанров начала расти в 2015 г. из-за сложившейся экономической и политической ситуации в мире.

В заключение остается обсудить, какие дополнительные возможности дает оценка гедонистических моделей с такими случайными эффектами жанра на наклоны при ключевых переменных, как объем оперативной памяти (*Memory*), объем памяти на жестком диске (*Storage*) и дамми для учета эффекта периода пандемии (*Pand*). Здесь следует отметить, что из-за сильной мультиколлинеарности технически затруднительно оценивать модели с фиксированными эффектами жанров на наклоны, в моделях же со случайными эффектами жанра на наклоны при ключевых переменных мультиколлинеарности не возникает.

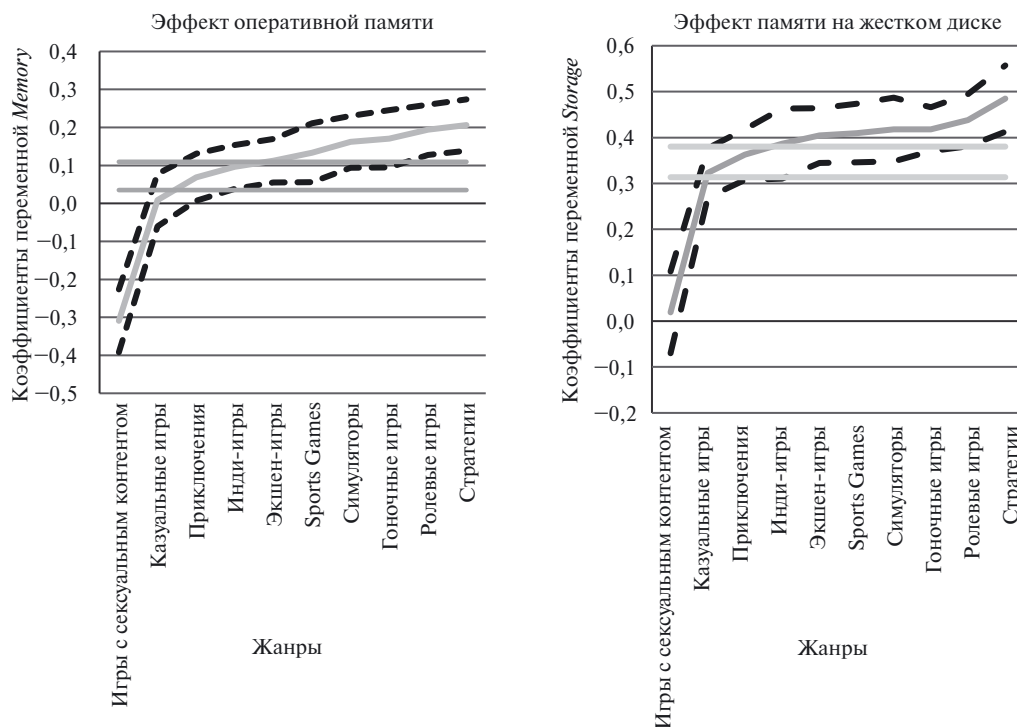


Рис. 6. Жанровая диверсификация ценовой эластичностей ключевых переменных

С точки зрения визуального анализа нет отличий в моделях со случайным эффектом жанра только на константу и моделей со случайным эффектом жанра еще и на наклоны. Однако эти модели позволяют оценить влияние важных технических характеристик игр с учетом различия между жанрами и сопоставить эти оценки с теми, которые дают модели отдельных регрессий по жанрам.

Рис. 6 демонстрирует результаты оценок эффектов объема оперативной памяти (*Memory*) и объема памяти на жестком диске (*Storage*), обнаруженные для различных жанров. Из этого графика хорошо видно, что существуют отдельные жанры, для которых эластичности ключевых переменных статистически значимо отличаются от среднего. Наиболее сильные эффекты характерны для таких жанров, как ролевые игры, экшн-игры, стратегии, гоночные игры. Данные жанры являются наиболее высокотехнологичными, поскольку разработка игр в них требует наибольших усилий разработчика. В то же время существуют жанры второстепенного плана, например инди-игры, казуальные игры, которые создаются массово, из-за чего качество таких видеоигр иногда страдает. Однако они могут занимать большой объем жесткого диска, так как после выпуска разработчик дополнительно выпускает новый платный контент в виде дополнений, которые, в свою очередь, влияют на объем этих игр.

Что касается эффекта пандемии на цену, то ни в среднем, ни в отдельных жанрах обнаружить его статистически значимых проявлений не удалось.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе представлены гедонистические ценовые регрессии и попытка конструирования в рамках гедонистического подхода индексов цен на компьютерные игры по данным о ценах и характеристиках продуктов, реализованных на российском рынке в период с 2009 по 2020 г. Поскольку цены были предварительно продефлированы (это автоматически делается на сайте, с которого собирались данные для исследования), инфляционная компонента цены не обсуждается, но можно выявить периоды, когда всплески спроса в большей мере определяли цены, чем изменения в качестве продуктов. Исследование индекса позволило выявить период, когда составляющая спроса в цене превалировала над технологической, однако оценка продолжительности этого периода варьирует в рамках различных модификаций модели: 2012–2013 гг. — в модели со случайным эффектом жанра и 2011–2015 гг. — в модели с фиксированным эффектом.

В работе также построены индексы отдельных жанров и исследована жанровая неоднородность влияния ключевых факторов на цену: объема места на жестком диске и объема оперативной памяти. Интересным выводом оказалось довольно тесное совпадение ценовых индексов у жанров «инди» и «приключения», так как оба жанра довольно сильно отличаются по диапазону цен. Во многом это может быть связано с некоторой схожестью этих жанров, однако их системные характеристики сильно разнятся. Следует отметить, что наибольшее влияние на стоимость видеоигр оказал параметр, отвечающий за объем памяти на жестком диске. Однако в дальнейшем данная тенденция может измениться, поскольку в последнее время разработчики нацелены на улучшение формата продукта. Такой переход характеризуется внедрением более качественного контента, который поддерживается передовыми видеокартами и процессорами. В свою очередь, размер контента, который может выражаться во времени, затрачиваемом на полное прохождение видеоигры, постепенно снижается.

Дальнейший этап исследования может включать рассмотрение влияния разных типов процессоров и видеокарт на стоимость видеоигр и связь ценообразования на видеоигры с увеличением стоимости этих компонент.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Берндт Э.Р. (2005). *Практика эконометрики. Классика и современность*. Пер. с англ. к.э.н. Е.Н. Лукаша; под ред. С.А. Айвазяна. Москва: Юнити-Дана. 864 с. [Berndt E.R. (2005). *The practice of econometrics: Classics and contemporary*. Moscow: Juniti-Dana. 864 p. Originally published in 1996, Reading (MA): Addison-Wesley Publ. Co.]
- Ожегова Л.А., Ожегов А.Ю. (2015). Региональные особенности мирового рынка игровой индустрии. *Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология*. Т. 1 (2). С. 24–32. [Ojegova L.A., Ojegov A. Yu. (2015). Regional features of the world market of the game industry. *V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Geography. Geology*, 1 (2), 24–32 (in Russian).]

- Руководство по индексу потребительских цен: теория и практика* (2007). МОТ, МВФ, ОЭСР, Евростат, ЕЭК ООН, Всемирный банк. Вашингтон: Международный валютный фонд. ISBN: 92-2-113699-X. [Consumer price index manual: Theory and practice. (2007). International Labour Organization, OECD, The World Bank, The United Nations Economic Commission for Europe, Statistical Office of the European Communities. Luxembourg (in Russian).]
- Турунцева М.Ю., Зямалов В.Е.** (2022). Гедонистические ценовые индексы: опыт применения к российскому рынку // *Экономический журнал Высшей школы экономики*. 26 (3). 429–449. DOI: 10.17323/1813-8691-2022-26-3-429-449 [Turuntseva M.Y., Zyamalov V.E. (2022). Hedonic price indices: Application to the Russian market. *HSE Economic Journal*, 26 (3), 429–449. DOI: 10.17323/1813-8691-2022-26-3-429-449 (in Russian).]
- Cox J.** (2014). What makes a blockbuster video game? An empirical analysis of US sales data. *Managerial and Decision Economics*, 35 (3), 189–198. DOI: 10.1002/mde.2608
- Cox J.** (2017). Play it again, Sam? Versioning in the market for second-hand video game software. *Managerial and Decision Economics*, 38 (4), 526–533. DOI: 10.1002/mde.2800
- Eurostat (2001). *Economy — wide material flow accounts and derived indicators: A methodological guide*. Office for Official Publications of the European Communities.
- Kokoski M., Waehrer K., Rozaklis P.** (2001). *Using hedonic methods for quality adjustment in the CPI: The consumer audio products component*. US Department of Labor, Bureau of Labor Statistics, Office of Prices and Living Conditions.
- Moulton B.R.** (2001). The expanding role of hedonic methods in the official statistics of the United States. *Proceedings of a Symposium on Hedonic Methods*. Wiesbaden: Deutsches Bundesbank and German Federal Statistical Office.
- Rosen S.** (1974). Hedonic prices and implicit markets: Product differentiation and pure competition. *Journal of Political Economy*, 82, 34–49. DOI: 10.1086/260169
- Triplett J.E.** (2002). Handbook on quality adjustment of price indexes for information and communication technology products. *OECD Directorate for Science, Technology and Industry*. Paris: OECD. DOI: 10.1787/643587187107
- Varian H.R.** (1995). *Pricing information goods*. University of Michigan. DOI: 10.1109/ICSSSM.2013.6602532
- Varian H.R.** (2000). Buying, sharing and renting information goods. *The Journal of Industrial Economics*, 48 (4), 473–488. DOI: 10.1111/1467-6451.00133

Price index for computer games: What is hidden from the naked eye?

© 2024 M.V. Arslanov, T.A. Ratnikova

M.V. Arslanov,
HSE University, Moscow, Russia; e-mail: markarslanov8@gmail.com,

T.A. Ratnikova,
HSE University, Moscow, Russia; e-mail: taratnikova@yandex.ru

Received 30.07.2023

Abstract. This paper presents a study of the price dynamics of a wide range of video games in the time period from 2008 to 2020. During the research, a necessary database for analysis was created, video game prices were modeled using econometric methods, and price indices were constructed for various game genres: RPG (Role-Playing Game), strategy (Strategy), action (Action), adventure games (Adventure), causal games (Casual), indie games (Indie), simulators (Simulators) etc. Hypothetically, the price range of video games by genre and system requirements were due to the different amount of effort required to create them. During the construction of hedonistic price indices, prices were cleared from the characteristics of the quality of products (computer games). Video game system parameters were used as characteristics. The work also uses various approaches to modify hedonistic indices by considering genre heterogeneity. Thanks to the study, it is possible to track the dynamics of the behavior of the cost of video games over the considered period of time, with the representation of lagging and advancing trends. Genre diversification of the price elasticity of key variables used during the construction of models was provided.

Keywords: hedonic regressions; video games; video game genres; price indices; fixed-effect models; random effect models; multilevel mixed-effect models.

JEL Classification: C33, C51, C81.

UDC: 330.43.

For reference: **Arslanov M.V., Ratnikova T.A.** (2024). Price index for computer games: What is hidden from the naked eye? *Economics and Mathematical Methods*, 60, 3, 82–93. DOI: 10.31857/S0424738824030073 (in Russian).