

Прикладная эконометрика, 2024, т. 75, с. 78–97.

Applied Econometrics, 2024, v. 75, pp. 78–97.

DOI: 10.22394/1993-7601-2024-75-78-97

М.В. Арсланов, Т.А. Ратникова¹

Эффекты учета неоднородности характеристик в ценовых индексах видеоигр

В данной работе предпринята попытка построения гедонистических ценовых индексов для рынка компьютерных игр за период с 2007 по 2023 г. Особенность работы в том, что в использованных гедонистических регрессиях появляется учет дополнительных факторов, отражающих реакцию потребителя на объект исследования, в то время как в предыдущих исследованиях рассматривались лишь параметры объектов, задаваемые производителем. Кроме того, ранее моделировались цены, назначенные производителем в момент выпуска игры, и период исследования не захватывал 2022 и 2023 гг., а в настоящей работе используются финальные цены продуктов, зафиксированные на момент сбора данных, и период захватывает 2023 г.

В гедонистической регрессии зависимость цены от времени очищается от влияния ряда характеристик игр и некоторых факторов спроса на них, но есть ненаблюдаемые трудно специфицируемые наборы характеристик, например такие, как особенности жанра или режима игры. Учесть эффекты описанных переменных непосредственно в уравнении модели затруднительно, но если предположить их некоррелированность с явно специфицированными в модели переменными, то их можно трактовать как разного рода случайные эффекты, что позволяет получить эффективные и, возможно, даже состоятельные оценки ценового индекса.

Для построения индексов применяется гедонистический подход с временными фиктивными переменными, который модифицируется для учета описанных выше случайных эффектов. Использованный подход позволяет выявить факторы, эффекты которых на цены существенно различаются в зависимости от того, в каких жанрах, режимах и группах по масштабу пользовательской аудитории оказываются объекты.

В заключительной части исследования анализируются ежемесячные данные с 2020 по 2023 г. для более глубокого изучения эффектов после февраля 2022 г.

Индексы, построенные на годовых данных в интервале 2007–2023 гг., отражают ключевые мировые экономические события, что входит, на первый взгляд, в противоречие с мнением экспертов игровой индустрии о слабой чувствительности игрового рынка к кризисам. Однако анализ, проведенный на ежемесячных данных, позволяет убедиться в том, что игровая отрасль обладает очень высокой скоростью адаптации к экономическим и политическим потрясениям.

Ключевые слова: гедонистические регрессии; видеоигры; ценовые индексы; модели с фиксированными эффектами; модели со случайными эффектами; многоуровневые модели.

JEL classification: C33; C51; C81.

¹ Арсланов Марк Витальевич — Всероссийская академия внешней торговли Минэкономразвития России, Москва; markarсланov8@gmail.com.

Ратникова Татьяна Анатольевна — Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва; taratnikova@yandex.ru.

1. Введение

Вопрос о том, как различные характеристики объекта влияют на его стоимость, изучается на протяжении долгих лет. Еще в конце 1930-х гг. в работах (Leavens, 1938; Court, 1939) были выдвинуты предположения о том, что существует взаимосвязь некоторых специфических характеристик и стоимости автомобилей. В качестве инструмента для анализа связи факторов с ценой был построен гедонистический индекс, который оказался удобен при объяснении распределения цен на автомобильном рынке.

В (Triplett, 1996) описывается метод построения гедонистических индексов на компьютерное оборудование, который помог обнаружить факт падения стоимости последнего в связи с ростом качества полупроводников с 1958 по 1994 г. При этом автор отмечает, что на раннем этапе рассматриваемого промежутка времени качество полупроводников еще было низким, однако их дефицит приводил к весьма высокой стоимости комплектующих. Также в исследовании прослеживается сильная волатильность индекса, обусловленная экономическими шоками в индустрии производства компьютеров по ходу повышения производительности в смежных отраслях, производящих комплектующие.

Более актуальна в свете заявленной темы работа (Cox, 2017), которая непосредственно связана с индустрией видеоигр. В этой статье исследуется гедонистическая оценка стоимости видеоигр, учитывающая широкий спектр различных факторов. В частности, автор отмечает, что увеличение стоимости видеоигр связано с их переходом на онлайн-платформы, а также с включением дополнительного контента, связанного с новыми видеоигровыми механиками и поворотами сюжета, именуемыми «DLC».

Все четыре упомянутые публикации объединяет гедонистический подход, который, как утверждается в некоторых источниках (см., например, (Турунцева, Зямалов, 2022)), является единственно возможным в тех случаях, когда речь идет об анализе рынков товаров с сильно гетерогенными качествами и стремительно обновляющимся ассортиментом.

В данной работе будет построен ценовой индекс на видеоигры на интервале времени с 2007 по 2023 г. Для построения индекса будет применяться стандартный гедонистический подход с временными фиктивными переменными, который модифицируется для учета случайных эффектов жанров, режимов и групп по масштабу охвата пользовательской аудитории. Сконструированные модели будут оценены при помощи МНК и симуляционного ММП. Примененный подход позволит выявить факторы, эффекты которых на цены существенно различаются в зависимости от того, в каких группах оказываются объекты. Дополнительно будут подробно проанализированы ежемесячные данные с 2020 по 2023 г. для более глубокого изучения эффектов событий, последовавших после 24 февраля 2022 г.

Структура данной работы имеет следующий вид. Прежде всего, будет рассмотрен обзор источников с описанием гедонистических подходов к моделированию цен различных товаров. Затем речь пойдет о методологии моделирования, предпринятой в предлагаемом исследовании. Далее последует раздел с описанием данных и их предобработки, будут приведены результаты проделанной работы и их интерпретация. Окончательные итоги подводятся в заключительном разделе.

2. Обзор литературы

Одной из первых обстоятельных работ по использованию гедонистических индексов стала статья (Berndt, Griliches, 1990), в которой авторы пытались спрогнозировать динамику цены на микрокомпьютеры. В работе использовались данные по рынку США за 1982–1988 гг. В результате исследования было обнаружено, что реальные цены на микрокомпьютеры с поправкой на качество снижались примерно на 28% в год.

Работа (White et al., 2004) посвящена построению гедонистической регрессии цен на операционные системы персональных компьютеров и специальные пакеты программ для повышения производительности, рекламировавшиеся розничными продавцами в журнале PC World за период с 1984 по 2000 г. В результате перебора гедонистических спецификаций авторам удалось получить оценки ежегодного снижения цен с поправкой на качество. В частности, для операционных систем снижение цен было в диапазоне от –15% до –18%, а для пакетов повышения производительности оно составляло от –13% до –16%.

В (Brasington, Hite, 2008) с помощью гедонических регрессий цен на жилье вводится модель смешанного индекса. В частности, авторы сравнивают эффективность этой модели с традиционной гедонистической моделью и с гедонистической моделью, которая включает характеристики покупателя каждого дома. В результате выяснилось, что модель смешанного индекса превосходит другие модели, основанные на начальных распределениях прогнозируемой стоимости жилья и дисперсии прогнозов. Идея (Brasington, Hite, 2008) включения в модель факторов, характеризующих потребителя, опосредованно использована и в данном исследовании.

В статье (Gretz, 2010) приводятся результаты оценки гедонистических моделей, построенных на наборе данных, охватывающем индустрию домашних консольных видеоигр в США с 1976 по 2003 г. Цель данного исследования заключалась в анализе взаимосвязи между качеством программного обеспечения и ценой консоли. Основным результатом автора состоит в том, что улучшение качества программного обеспечения негативно сказывается на цене консоли. Похожие тенденции прослеживаются и для цен на компьютерные игры.

Работа (Cox, 2014) также посвящена исследованию видеоигровой индустрии. В ней используется уникальный набор данных по отдельным наименованиям видеоигр и оценивается влияние исчерпывающего набора наблюдаемых характеристик на вероятность того, что видеоигра станет блокбастером. Результаты показывают, что объем продаж игр более высокого качества значительно превосходит объем продаж игр более низкого качества.

И наконец, в (Choi et al., 2021) показывается, что стоимость игры существенно меняется в зависимости от того, является ли видеоигра одиночной или многопользовательской. Для проверки этой гипотезы авторы использовали данные с глобальной игровой платформы Steam. Также в исследовании обнаружена чувствительность цены к иным типам режимов видеоигры.

Основные выводы работ (Cox, 2014) и (Choi et al., 2021) будут проверены в настоящей работе на несколько ином наборе показателей и более протяженном периоде.

Заключая обзор, следует сказать, что среди множества работ, посвященных изучению индустрии видеоигр, эконометрическому анализу видеоигровой индустрии внимания уделено пока немного, и авторы надеются, что данное исследование будет представлять интерес для читателя как с содержательной, так и с методологической стороны.

3. Методология

Уравнение гедонистической регрессии в традиционной форме в настоящем исследовании будет связывать цены на видеоигры с характеристиками игр и спроса на них, а также с набором фиктивных переменных, отражающих год выпуска игры:

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

где $price_i$ — последняя зафиксированная в момент скачивания данных (т.е. на 2023 г.) цена видеоигры i в долларах США, j — идентификатор независимой переменной, под X_{ij} понимаются всевозможные наблюдаемые характеристики видеоигры и потребительских предпочтений (подробности представлены в табл. 1 раздела «Описание переменных»), $year_{it}$ — годовые фиктивные переменные, t — идентификатор года выпуска игры.

Оценки коэффициентов при годовых фиктивных переменных, по сути своей, есть детерминированные временные эффекты, изолированные от неоднородности и многообразия характеристик видеоигр и специфики потребительских предпочтений. Они станут основой для расчета ценового индекса, по которому можно будет изучать динамику инфляции на рынке игровой индустрии, и который традиционно для этого подхода вычисляется как экспонента от оценок коэффициентов при временных переменных:

$$Index_t = e^{d_t}. \quad (2)$$

Интерес представляет сопоставление индексов, рассчитанных с помощью уравнения (1) (далее $index_1$) и с помощью уравнения (3), в котором игнорируются характеристики игр и пользовательских предпочтений (далее $index_0$):

$$\ln price_i = d_0 + \sum_{t=1}^T d_t year_{it} + \varepsilon_i, \quad \varepsilon_i \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2). \quad (3)$$

Разность между ними будет показывать вклад характеристик игр и спроса на них в цену.

Однако, как отмечалось выше, есть множество специфических факторов, которые трудно измерить, но которые могут вносить существенный вклад в цену. Для упрощения дальнейшего изложения сгруппируем их в три блока и будем называть их *жанровыми*, *пользовательскими* и *режимными* факторами.

Жанровая составляющая используется для оценки стоимости видеоигры относительно 14 жанров (см. табл. 2), от самого дорогого по средней стоимости (Education, \$12.98), до самого дешевого (Free to Play, \$0.21). Пользовательская составляющая определяется совокупным числом игроков видеоигры за весь промежуток ее существования. Данная непрерывная переменная преобразована в дискретную переменную со значениями, соответствующими девяти группам по масштабу охвата пользовательской аудитории (табл. 4). Наконец, режимная составляющая, также разделенная на девять режимов, характеризуется той или иной механикой игры, на которую в первую очередь обращают внимание пользователи (табл. 3).

Для учета фиксированных эффектов описанных факторов будут использоваться следующие модификации базовой модели (1) (рассчитанные три индекса будут обозначаться как *index_g/e/c_fe*):

$$\ln price_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^J \beta_j X_{ij} + \sum_{g=1}^G \mu_g genre_{ig} + \sum_{t=1}^T d_t year_{it} + \varepsilon_i, \quad \varepsilon_i \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2), \quad (4)$$

$$\ln price_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^J \beta_j X_{ij} + \sum_{p=1}^P r_p owners_{ip} + \sum_{t=1}^T d_t year_{it} + \varepsilon_i, \quad \varepsilon_i \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2), \quad (5)$$

$$\ln price_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^J \beta_j X_{ij} + \sum_{r=1}^R \gamma_r regimes_{ir} + \sum_{t=1}^T d_t year_{it} + \varepsilon_i, \quad \varepsilon_i \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2). \quad (6)$$

В следующей группе модификаций специфические эффекты жанров, режимов и масштаба пользовательской аудитории будут трактоваться как случайные. Для оценивания коэффициентов моделей вместо обыкновенного МНК будет использован симуляционный метод максимального правдоподобия с ковариационной матрицей ошибок, в которой диагональные элементы равны $\sigma_\varepsilon^2 + \sigma_u^2$, в то время как корреляции в ошибках уравнений для видеогр из одной той же группы будут равны σ_u^2 (рассчитанные три индекса будут обозначаться как *index_g/e/c_re*):

$$\ln price_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^J \beta_j X_{ij} + u_{gi} + \sum_{t=1}^T d_t year_{it} + \varepsilon_i, \quad u_{gi} \sim N(0, \sigma_g^2), \quad \varepsilon_i \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2), \quad (7)$$

$$\ln price_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^J \beta_j X_{ij} + u_{ei} + \sum_{t=1}^T d_t year_{it} + \varepsilon_i, \quad u_{ei} \sim N(0, \sigma_e^2), \quad \varepsilon_i \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2), \quad (8)$$

$$\ln price_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^J \beta_j X_{ij} + u_{ci} + \sum_{t=1}^T d_t year_{it} + \varepsilon_i, \quad u_{ci} \sim N(0, \sigma_c^2), \quad \varepsilon_i \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2). \quad (9)$$

Наконец, в последней модификации будут выделены ключевые параметры (Z), эффекты которых на цену, предположительно, могут существенно различаться по группам, но трактоваться эти эффекты будут как случайные (соответствующие индексы будут обозначаться как *index_g/e/c_re_Recommendations* и *index_g/e/c_re_DLCcount*):

$$\ln price_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^J \beta_j X_{ij} + u_{gi} + (\alpha + \xi_g) Z_i + \sum_{t=1}^T d_t year_{it} + \varepsilon_i, \quad (10)$$

$$u_{gi} \sim N(0, \sigma_g^2), \quad \xi_g \sim N(0, \sigma_{\xi_g}^2), \quad \varepsilon_i \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2),$$

$$\ln price_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^J \beta_j X_{ij} + u_{ei} + (\alpha + \xi_e) Z_i + \sum_{t=1}^T d_t year_{it} + \varepsilon_i, \quad (11)$$

$$u_{ei} \sim N(0, \sigma_e^2), \quad \xi_e \sim N(0, \sigma_{\xi_e}^2), \quad \varepsilon_i \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2),$$

$$\ln price_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^J \beta_j X_{ij} + u_{ci} + (\alpha + \xi_c) Z_i + \sum_{t=1}^T d_t year_{it} + \varepsilon_i, \quad (12)$$

$$u_{ci} \sim N(0, \sigma_c^2), \quad \xi_c \sim N(0, \sigma_{\xi_c}^2), \quad \varepsilon_i \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2).$$

В последней серии модификаций нас будет интересовать не столько ценовой индекс, сколько оценка различий во влиянии ключевых показателей на цену в зависимости от принадлежности видеоигры к той или иной группе.

4. Данные

Источником данных послужил онлайн-сервис Steam², о котором уже упоминалось в связи с работой (Choi et al., 2021). Непосредственно задействованная в исследовании база данных была собрана при помощи парсинга на языке *python* с использованием библиотеки BeautifulSoup. База включает в себя более 74 тысяч наблюдений с января 2007 по июль 2023 г. В качестве объясняемой переменной рассматривается последняя зафиксированная в момент скачивания данных (т.е. на 2023 г.) цена видеоигры в долларах США.

Комментируя диаграмму, представленную на рис. 1, можно отметить бурный рост производства игр с 2014 г., а исходя из числа игр, выпущенных только за первое полугодие 2023 г., можно спрогнозировать продолжение роста в дальнейшем.

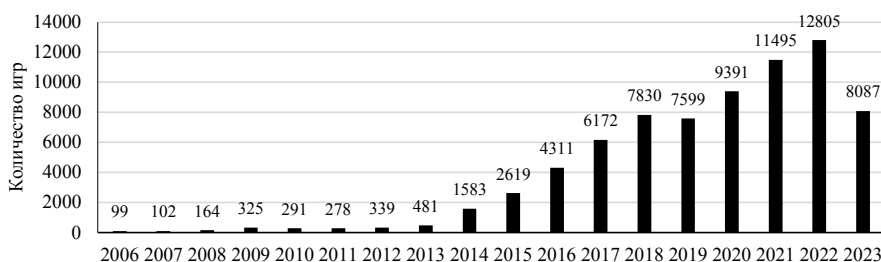


Рис. 1. Диаграмма распределения числа выпущенных игр по годам

Однако, при всей активности производства видеоигр, подавляющее большинство их имеет незначительную стоимость, от 0 до 3 долларов (рис. 2). Связано это, по-видимому, с тем, что на рынке видеоигр преобладает жанр Indie, не требующий от производителя существенных затрат ресурсов на разработку, а от потребителя существенных затрат времени на прохождение.

На рисунке 3 представлен разброс цен (на левой шкале) игр, выпущенных с 2006 по 2023 г., а сплошная серая линия и правая шкала дают представление о средней цене в соответствующий период. Из рисунка видно, что разброс средней цены (от 0 до 12 долларов США) на порядок ниже разброса самих цен (от 0 до 120 долларов США), что еще раз демонстрирует преобладание на рынке дешевых игр.

² Онлайн-сервис по продаже и покупке видеоигр. <https://store.steampowered.com/search/>.



Рис. 2. Распределение цен на видеоигры

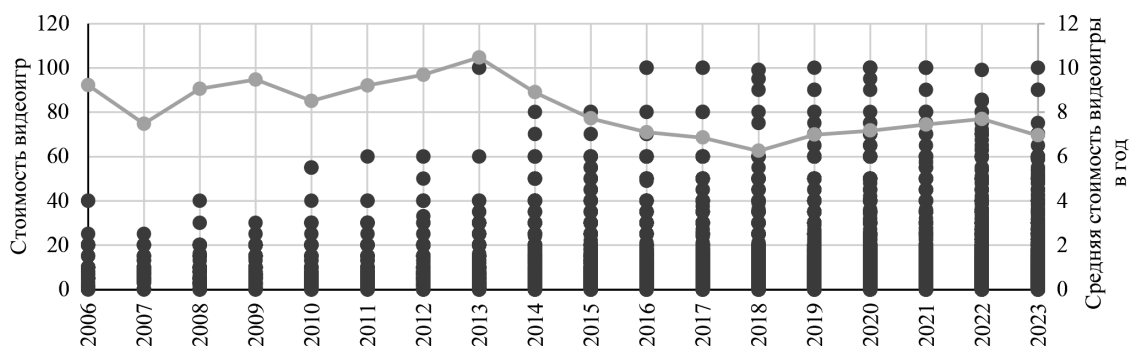


Рис. 3. Цены на видеоигры по годам

И хотя год от года прослеживается рост числа дорогих игр, однако средняя цена игр, выпущенных с 2013 по 2018 г., падает. В работе (Ильянов и др., 2020) этот парадокс объясняется ростом производительности в игровой индустрии в этот период, связанный с технологическим прогрессом в сфере компьютерного оборудования.

5. Описание переменных

Переменные, необходимые для анализа и отобранные на основе существующей литературы и возможностей сконструированной базы данных, представлены в табл. 1.

Как отмечалось ранее, в исследовании присутствуют три специфические группы факторов, представленные наборами фиктивных переменных. Рассматривая дескриптивную статистику цен по каждой из этих групп (таблицы 2, 3 и 4), стоит обратить внимание на то, что одна и та же игра может относиться к нескольким жанрам и предназначаться для использования в разных режимах. Это делается разработчиками для увеличения спроса на свой продукт, и численный перевес видеоигр жанра Indie (51952) объясняется тем, что во многих играх есть незначительные элементы данного жанра, который разработчик мог намеренно включить в свой продукт. К сожалению, отследить долю того или иного жанра, включенного в видеоигру, невозможно.

Таблица 1. Характеристики видеоигр, используемые в исследовании

| Наименование переменной | Описание переменной |
|--|--|
| <i>AppID, Name</i> | Идентификатор наблюдения, название видеоигры |
| <i>Year</i> | Год выпуска игры |
| <i>Price</i> | Цена видеоигры, установленная на 1 июля 2023 г. (долл.) |
| <i>Характеристики компьютерной игры со стороны предложения</i> | |
| <i>DLC count</i> | Количество возможных наград в игре |
| <i>Windows, Mac, Linux</i> | Игра поддерживается на платформе Windows, Mac или Linux |
| <i>Achievements</i> | Количество «достижений» в игре |
| <i>Average playtime forever</i> | Среднее время, проведенное в игре (час.) |
| <i>Median playtime forever</i> | Медианное время, проведенное в игре (час.) |
| <i>genre</i> | Фиктивная переменная жанра (всего 14 жанров) |
| <i>Age</i> | Наличие возрастного ограничения (1, если есть ограничение, 0 иначе) |
| <i>Dev-Pub</i> | Компания разработчик является издателем игры (1, если является, 0 иначе) |
| <i>Eng, Rus regimes</i> | Наличие английской или русской локализации |
| <i>owners</i> | Фиктивные переменные, характеризующие режим игры |
| <i>Reviews, Notes</i> | Фиктивные переменные количества игроков |
| <i>Support email</i> | Наличие обзоров игр и их описания |
| | Наличие технической поддержки в игре |
| <i>Характеристики компьютерной игры со стороны спроса</i> | |
| <i>Peak CCU</i> | Максимальное количество игроков за 1 день в игре за все время |
| <i>Positive, Negative, Recommendations</i> | Число позитивных и негативных отзывов, рекомендаций |
| <i>Average playtime forever</i> | Среднее время, проведенное в игре (час.) |
| <i>Median playtime forever</i> | Медианное время, проведенное в игре (час.) |

Заметим, что больше всего игр предназначено для использования в режиме одиночной игры (Single-player), наиболее комфортного для среднестатистического потребителя. Игры с режимом поддержки виртуальной реальности (VR Support) имеют наибольшую среднюю стоимость, поскольку они являются наиболее продвинутыми, т.е. требуют значительных временных затрат и сложного программного обеспечения от разработчика.

Говоря о блоке, связанном с группировкой по числу игроков, можно заметить положительную связь между средней стоимостью игры и числом играющих в нее людей, что выглядит вполне естественно с позиций производителя — цена тем выше, чем выше спрос на продукт. Если же игра не набирает полноценной аудитории, компании либо снижают ее стоимость, либо предлагают систему скидок. Но ситуация с максимальными ценами нелинейная. В сегменте с наименьшим числом игроков могут встречаться продукты с максимальной ценой, что естественно объясняется с позиции потребителя — высокие цены отталкивают большую часть пользователей от приобретения продукта.

В итоге в группах, где число пользователей превышает 200000 человек, максимальные цены не превосходят 60–70 долларов США за игру, а в группах с числом пользователей ниже этого порога максимальные цены колеблются от 80 до 100 долларов.

Таблица 2. Описательная статистика цен на видеоигры по жанрам

| № | Жанры | Среднее значение | Число наблюдений | Максимум | Минимум | Станд. отклонение |
|----|-----------------------|------------------|------------------|----------|---------|-------------------|
| 1 | Action | 7.34 | 30775 | 100 | 0 | 8.48 |
| 2 | Adventure | 7.70 | 28515 | 100 | 0 | 8.33 |
| 3 | Casual | 5.32 | 30939 | 100 | 0 | 6.28 |
| 4 | Early Access | 8.40 | 9170 | 100 | 0 | 7.95 |
| 5 | Free to Play | 0.21 | 6150 | 45 | 0 | 1.81 |
| 6 | Indie | 6.25 | 51952 | 100 | 0 | 6.64 |
| 7 | Massively Multiplayer | 4.71 | 1939 | 60 | 0 | 8.31 |
| 8 | Racing | 7.61 | 2742 | 70 | 0 | 9.52 |
| 9 | RPG | 8.57 | 12943 | 100 | 0 | 9.62 |
| 10 | Simulation | 8.51 | 14562 | 100 | 0 | 9.48 |
| 11 | Sports | 8.59 | 3385 | 100 | 0 | 10.38 |
| 12 | Strategy | 7.98 | 14093 | 100 | 0 | 8.99 |
| 13 | Education | 12.98 | 1428 | 100 | 0 | 20.01 |
| 14 | 18+ | 5.79 | 642 | 40 | 0 | 6.24 |

Таблица 3. Описательная статистика цен на видеоигры по режимам

| № | Режим игры | Среднее значение | Число наблюдений | Максимум | Минимум | Станд. отклонение |
|---|----------------------------|------------------|------------------|----------|---------|-------------------|
| 1 | Single-player | 7.27 | 69301 | 100 | 0 | 8.45 |
| 2 | Multi-player | 8.89 | 14232 | 100 | 0 | 10.63 |
| 3 | Co-op | 9.69 | 7106 | 100 | 0 | 10.99 |
| 4 | Cross-Platform Multiplayer | 8.04 | 2126 | 100 | 0 | 10.94 |
| 5 | Steam Achievements | 8.23 | 33795 | 100 | 0 | 9.31 |
| 6 | MMO | 4.24 | 1139 | 100 | 0 | 9.56 |
| 7 | VR Support | 10.27 | 641 | 70 | 0 | 9.88 |
| 8 | PvP | 8.24 | 9103 | 100 | 0 | 10.51 |
| 9 | Shared/Split Screen | 9.41 | 6017 | 100 | 0 | 9.98 |

Таблица 4. Описательная статистика цен на видеоигры по числу игроков

| № | Группы по масштабу охвата пользовательской аудитории | Среднее значение | Число наблюдений | Максимум | Минимум | Станд. отклонение |
|---|--|------------------|------------------|----------|---------|-------------------|
| 1 | 0–20000 | 6.60 | 56524 | 100 | 0 | 7.96 |
| 2 | 20000–50000 | 7.61 | 7402 | 80 | 0 | 8.90 |
| 3 | 50000–100000 | 8.81 | 383 | 95 | 0 | 10.22 |
| 4 | 100000–200000 | 9.67 | 2460 | 100 | 0 | 10.58 |
| 5 | 200000–500000 | 10.95 | 2052 | 70 | 0 | 12.08 |
| 6 | 500000–1000000 | 13.67 | 879 | 60 | 0 | 13.59 |
| 7 | 1000000–2000000 | 16.22 | 502 | 70 | 0 | 15.28 |
| 8 | 2000000–5000000 | 18.47 | 319 | 70 | 0 | 17.04 |
| 9 | 5000000–10000000 | 13.38 | 149 | 60 | 0 | 16.18 |

6. Результаты эмпирического анализа

Одна из целей данного исследования заключается в выявлении факторов, оказывающих наиболее существенное влияние на стоимость видеоигр. Помимо явного учета наблюдаемых и измеримых характеристик в уравнениях разных модификаций модели, как уже было сказано ранее, использовался широкий набор вариаций гедонистических регрессионных моделей, что позволило изучить чувствительность оценок ценовых индексов к способам учета неоднородности цен по специфическим группам переменных, которые по разным причинам затруднительно включать в регрессионные уравнения явным образом.

В результате оценивания были получены следующие модификации ценового индекса:

- *index_0* — индекс цен, включающий зависимость стоимости видеоигр исключительно от времени;
- *index_1* — индекс цен, рассчитанный с использованием всех факторов, описанных в табл. 1, но без учета влияния трех специфических блоков (жанрового, режимного и пользовательского);
- *index_g/e/c_fe* — индекс цен, учитывающий детерминированные эффекты по трем группам (жанровой, пользовательской и режимной, соответственно);
- *index_g/e/c_re* — индекс цен со случайными эффектами групп;
- *index_g/e/c_re_Recommendations* — индекс цен со случайными эффектами групп во влиянии переменной, отвечающей за число рекомендаций пользователей;
- *index_g/e/c_re_DLCcount* — индекс цен со случайными эффектами групп во влиянии переменной, отвечающей за количество дополнительного контента.

Стоит дать пояснение относительно выбора ключевых факторов, эффект которых имело смысл дифференцировать по специфическим группам — именно эти две переменные, *DLCcount* и *Recommendations*, продемонстрировали наиболее сильное и статистически значимое влияние на цену.

На рисунке 4 представлены результаты расчета ценовых индексов только подходами на основе МНК.

Динамика *index_0*, не очищенного от неоднородности разнообразных характеристик, следует общим трендам в российской экономике. Активный рост с 2007 до 2008 г. сменяется между 2008 и 2009 гг. более умеренным ростом, а затем в 2010 г. индекс возвращается к уровню 2007 г. Так в индексе отражается мировой финансовый кризис. Затем наступает период роста, хотя и менее выраженного, чем с 2007 по 2008 г., обрывающийся в 2014 г.

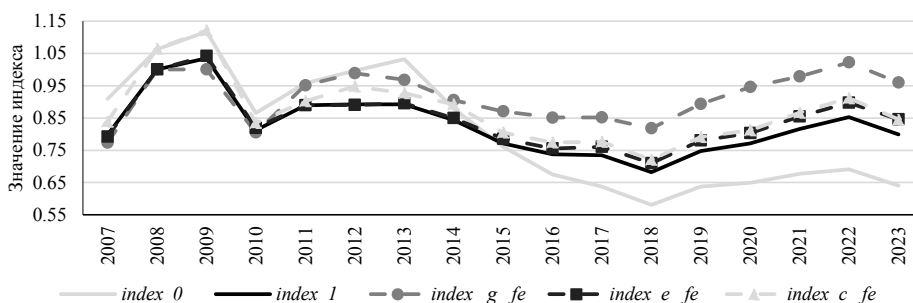


Рис. 4. Индексы цен на видеоигры по годам с учетом только детерминированных факторов и эффектов

и сменяющийся глубоким спадом вплоть до 2018 г. В ходе этого спада индекс падает вдвое. Согласно исследованию (Ильянов и др., 2020), этот спад объясняется не столько комплексным кризисом в экономике России, последовавшим за 2014 г., сколько ростом производительности в игровой индустрии в этот период, связанный с технологическим прогрессом в сфере компьютерного оборудования. С 2018 г. и весь период пандемии ковида индекс медленно, но монотонно растет (как известно, IT-отрасль не только не пострадала от пандемии, но даже оказалась в выигрыше, отражение этого видно и на рынке игровой индустрии), хотя так и не достигает уровня 2007 г., пока не наступает 2022 г. В 2023 г. индекс опять падает практически до уровня 2019 г. Так, по-видимому, проявляется эффект СВО и последовавших санкций, поскольку в этот период происходит отток части пользовательской аудитории из России.

Теперь посмотрим, как меняется характер динамики индекса по мере его очищения от неоднородности характеристик игр и спроса. Из рисунка 4 понятно, что нет смысла отдельно анализировать динамику индексов $index_1$, $index_e_fe$ и $index_c_fe$. Они почти накладываются друг на друга, при этом довольно сильно отличаясь от $index_0$ (исключение составляет лишь 2009 г., в который $index_c_fe$ достигает максимального значения 1.12, совпадая в этот момент с $index_0$). Это — прямое доказательство значительного влияния факторов на стоимость игр. Ошутимо расходятся индексы начинают с 2015 г., и если $index_0$ падает в 2018 г. на 51% по сравнению с максимумом 2009 г., то $index_1$, $index_e_fe$ и $index_c_fe$ падают на 42%. А в самом начале 2022 г., когда $index_0$ отличается примерно на 38% от максимума, $index_1$, $index_e_fe$ и $index_c_fe$ достигают уже отличия всего в 24% от того же максимума. Наконец, в 2023 г., когда $index_0$ ниже примерно на 43% от максимума, $index_1$, $index_e_fe$ и $index_c_fe$ ниже лишь примерно на 27%.

Следует сказать, что на протяжении первых 4-х лет преобладающее влияние на цену оказывали игровые режимы, в то время как с 2014 г. интерес пользователей сконцентрировался на жанровой составляющей. Этот вывод вытекает из отличий динамики $index_c_fe$ от динамики $index_g_fe$. У последнего индекса и в точке самого глубокого падения (в 2018 г.), разница с максимумом была относительно невысока, 27%, и в 2022 г. разница составляла всего 9%, а в 2023 она выросла лишь до 14%. Данный результат довольно закономерен, поскольку в начале появления крупных видеоигровых проектов компании не принимали во внимание жанр игры, т.к. пользователи больше обращали внимание на вариативность геймплея³. Особый интерес представляет анализ ситуации в отрасли в 2020-х гг. С начала пандемии индустрия видеоигр сделала значительный скачок вперед, что привело к увеличению производительности продукта на фоне резкого роста спроса, вызванного локдауном. Данный эффект виден на графике в увеличении разрыва между $index_0$ и остальными индексами. Также, обращая внимание на 2023 г., следует сказать, что за полгода значение индекса $index_g_fe$ почти достигло значения 2021 г., что говорит о дальнейшем росте влияния жанровых факторов на стоимость игр. Оценки построенных моделей представлены в табл. П1 и П2 в Приложении.

Следующим этапом, результаты которого представлены на рисунках 5–7, стал учет случайных эффектов разных групп факторов.

³ Термин из сферы видеоигр, обозначающий, как игрок взаимодействует с игровым миром. Геймплей включает в себя несколько компонентов, которые отвечают за всю интерактивность и делают игру захватывающей и интересной.

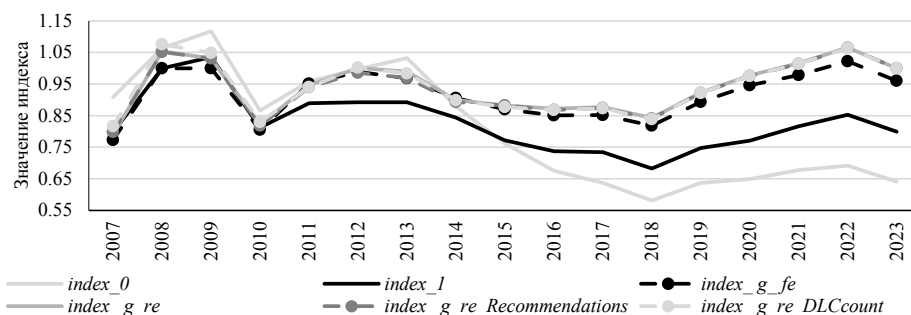


Рис. 5. Индексы цен по годам, построенные в зависимости от жанра

Сравнивая представленные на рис. 5 графики между собой, можно заметить, что:

- 1) все индексы так или иначе превысили $index_0$ после 2015 г.;
- 2) все индексы со случайным эффектом жанра практически совпали с $index_g_fe$.

Этот результат свидетельствует об устойчивости оценок, получаемых с учетом специфических эффектов жанра, а также о том, что жанровые эффекты, дифференцирующие влияние на цены переменных *Recommendations* и *DLCcount*, не привели к расхождению индексов $index_g_re_Recommendations$ и $index_g_re_DLCcount$ с индексом $index_g_re$. Данный результат косвенно указывает на то, что нет явно выраженной дифференциации влияния на цену количества дополнительного контента или количества рекомендаций на игры по жанрам.

Однако смысл гедонистических регрессий, из которых авторами были рассчитаны $index_g_re_Recommendations$ и $index_g_re_DLCcount$, состоит не столько в расчете этих индексов, сколько в потенциальной возможности вычисления и сравнительного анализа эффектов переменных *Recommendations* и *DLCcount* на цену в зависимости от жанра.

Интересный результат проиллюстрирован на рис. 6, где индекс $index_e_re$ и индексы из моделей со случайными эффектами масштаба пользовательской аудитории на коэффициенты при переменных, отвечающих за наличие дополнительного контента и рекомендаций пользователей ($index_e_re_Recommendations$ и $index_e_re_DLCcount$), на протяжении почти всего исследуемого периода (до 2020 г.) оказались ниже $index_0$.

Это означает, что если принимать во внимание неоднородность охвата разными играми пользовательской аудитории и неоднородность влияния рекомендаций пользователей на цену, то цена на игры оказывается ниже, чем это представляется на первый взгляд. Это подтверждает вывод, сделанный еще при анализе описательных статистик, что максимум цен в пользовательских аудиториях большого масштаба значительно уступает максимуму цен в относительно узких по масштабу аудиториях. Почему неоднородность эффекта дополнительного контента приводит к тому, что цены, очищенные от этого неоднородного по масштабу пользовательской аудитории эффекта, также оказываются ниже, чем на первый взгляд? Дополнительный игровой контент содержится в современных играх, в которые играет большинство пользователей, а это большинство, как было выяснено, предъявляет спрос на игры только при условии невысоких предельных цен. Однако с 2020 г. ситуация начинает радикально меняться. Поначалу рост цен можно объяснить пандемией, ставшей причиной увеличения спроса на видеоигры, но рост цен продолжается и после 2022 г., судя по динамике индексов $index_e_re$, $index_e_re_Recommendations$ и $index_e_re_DLCcount$. Но теперь этот рост цен может быть гипотетически объяснен оттоком из российской игровой индустрии производителей, непропорциональным по масштабу оттоку потребителей.

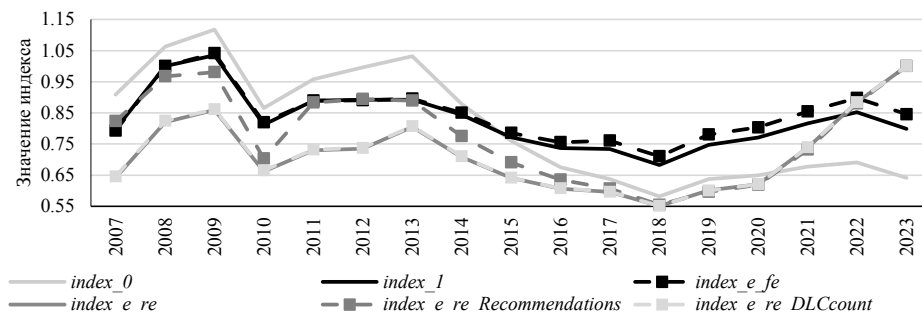


Рис. 6. Индексы цен по годам, построенные в зависимости от числа пользователей

Рассматривая индексы, разбитые по режимным характеристикам (рис. 7), можно заметить схожесть с индексами жанровых групп. Однако *index_c_re_Recommendations* выражен сильнее и имеет небольшое отклонение от *index_c_re* с 2007 по 2014 г. Как уже было сказано, во время выпуска первых игр пользователи в первую очередь обращали внимание на их режим. Впоследствии игроки сменили свой вектор интереса с режима на жанры, что отразилось на поведении *index_c_re_Recommendations* после 2014 г.

Следует сказать, что хотя все построенные индексы имеют динамику, схожую с динамикой неочищенного от неоднородности характеристика индекса цен видеоигр, однако учет наблюдаемых и скрытых эффектов вносит ощутимые изменения в представления о том, что происходит с ценами на этом рынке.

В заключение рассмотрим динамику индексов на месячных данных с начала 2020 до середины 2023 г. Особое внимание к этому промежутку времени связано с событиями, начавшимися в феврале 2022 г.

Для российской видеоигровой индустрии 2022 г. оказался непростым. Многие иностранные компании объявили о приостановке своей деятельности в стране, онлайн-сервис Steam остановил выплаты разработчикам из России, VK продал игровое подразделение My.Games, Сбербанк объявил о закрытии своего подразделения по разработке мобильных игр (SberGames) из-за отсутствия возможности продавать их на западные рынки — в целом, индустрия достаточно ощутимо пострадала от санкций. Однако при этом продолжил расти спрос на игровые товары. Согласно данным сервиса ЮKassa, за 10 месяцев 2022 г. количество покупок на игровых ресурсах выросло на 58% по сравнению с аналогичным периодом

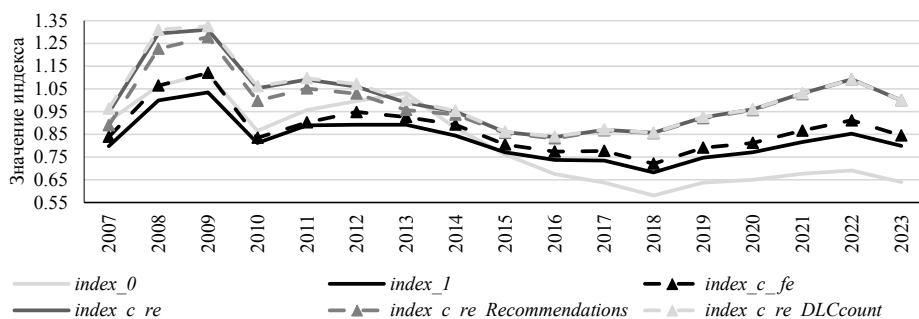


Рис. 7. Индексы цен по годам, построенные в зависимости от режима видеоигр

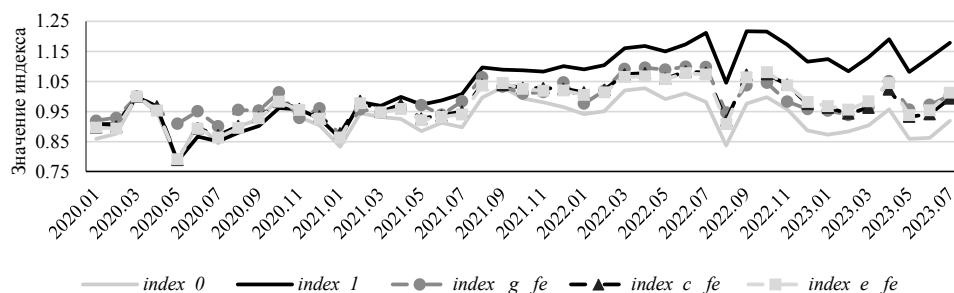


Рис. 8. Индексы цен на видеоигры по месяцам, без учета случайных эффектов

2021 г., обороты же магазинов выросли на 63%, увеличился спрос на игровые компьютеры, мыши и клавиатуры⁴.

На рисунке 8 представлены индексы в этом периоде, не учитывающие случайные эффекты.

Сравнивая эти результаты с представленными на рис. 4, можно заметить радикальную смену иерархии индексов. Прежде всего, значительное изменение наблюдается в индексах *index_g/c/e_fe*. Это связано с очищением выборки до 2020 г. и формированием новых фиктивных переменных по месяцам. Также, хотя базовый индекс *index_0* по-прежнему лежит в самом низу, *index_1*, начиная с сентября 2021 г., монотонно уходит от него вверх и в наивысшей своей точке (1.21) в июле 2022 г. на 24% превышает значение базового индекса *index_0*. Это говорит о том, что учет наблюдаемой неоднородности (наблюдаемых характеристик) показывает гораздо более высокий уровень цен, чем тот, который можно было бы объяснить ростом качества продуктов. Правда, если дополнительно учитываются еще фиксированные эффекты жанров, режимов и масштаба охвата пользовательской аудитории, рост цен на видеоигры оказывается значительно более низким, поскольку соответствующие индексы гораздо ближе лежат к *index_0*, чем к *index_1*. В августе 2022 г. все индексы резко падают, в среднем на 16%, чтобы уже в сентябре вернуться к своей наивысшей точке. Далее следует череда локальных спадов и подъемов, но все индексы, кроме *index_1*, колеблются вокруг своего среднего. В обзорах рынка можно найти такое объяснение почти обвального падения цен в августе 2022 г.: «Глобальный рынок видеоигр испытывает серьезные трудности. На фоне спада числа заражений коронавирусом и ослабления карантинных ограничений люди стали меньше времени проводить в четырех стенах и отдают предпочтение активному отдыху. Кроме того, давление на сектор оказывает постоянная нехватка чипов, опасения, связанные с рецессией, и общее снижение уровня жизни. К этому добавляется жесткая политика Китая и обрушение российского игрового сектора»⁵. А по поводу резкого подъема цен в сентябре отмечается, что «спрос на официально ввезенные в Россию видеоигры упал в четыре раза при выросшей на 75% цене»⁶. Возможно, так отразились на рынке видеоигр

⁴ См. Сфера компьютерных игр как индустрии для инвестиций. <https://vc.ru/u/1170013-marat-aydagulov/642531-sfera-kompyuternyh-igr-kak-industrii-dlya-investitsiy>.

⁵ См. Мировой рынок видеоигр рухнет на глазах. Что ждет многомиллиардную индустрию? <https://lenta.ru/articles/2022/08/22/videogames/>.

⁶ См. Рост цен и серый импорт обрушили продажи легальных видеоигр в России. https://www.rbc.ru/technology_and_media/16/10/2023/652929889a79475ff709a318.

политические и экономические события 2022 г. и связанный с ними отъезд из России пользователей и разработчиков.

Графики индексов, построенных с учетом случайных эффектов жанров, режимов и пользовательских групп, оказались очень схожими с индексами, изображенными на рис. 8, поэтому они не приводятся.

Последние результаты иллюстрируют справедливость утверждения, которое делалось ранее экспертами видеоигрового рынка, что данная индустрия слабо чувствительна к кризисам, а продолжает свое развитие даже во время кризисов. Это можно оспорить, приведя в качестве аргумента резкий спад в августе 2022 г. Однако тот факт, что уже в сентябре 2022 г. все вернулось «на круги своя», подтверждает утверждения экспертов. Если изучить ситуацию более подробно, то информация о том, что спрос на официально ввезенные в Россию видеоигры упал в четыре раза при выросшей на 75% их цене, относится только к играм «в коробках», которые официально поставляются в Россию из США и Европы. Спад продаж коснулся только официального ретейла, осуществляющего легальный импорт товаров. При этом стремительно выросло число «черных» продавцов на маркетплейсах, цены у которых значительно ниже, чем у официальных дилеров, поэтому, соответственно, вырос спрос на их услуги. Таким образом, можно заключить, что видеоигровая индустрия реагирует, и довольно остро, на экономические и политические кризисы, но способна практически мгновенно к ним адаптироваться.

7. Заключение

В данной работе представлены результаты расчетов гедонистических индексов на видеоигры. Особенность работы состоит в том, что в использованных гедонистических регрессиях появляется учет дополнительных факторов, отражающих реакцию потребителя на объект исследования, в то время как ранее рассматривались лишь параметры объектов, задаваемые производителем. Было выяснено, что некоторые переменные, характеризующие потребительский спрос, дают неоднозначные эффекты. Факторы, отвечающие за положительный и отрицательный отзыв игрока, всегда оказывают отрицательное влияние на стоимость продукта, в то время как рекомендации сильно увеличивают стоимость. Если издатель видеоигры является ее разработчиком, и существует наличие технической поддержки, то стоимость игры снижается.

В работе (Арсланов, Ратникова, 2024) моделировались цены, назначенные производителем в момент выпуска игры, а период исследования не охватывал 2022 и 2023 гг., в которые могли произойти существенные изменения на рынке, связанные с СВО и ее последствиями для российских потребителей. Но цена видеоигры, заданная первоначально, исходя из затрат разработчика, впоследствии меняется из-за изменения спроса, поэтому в настоящем исследовании используются финальные цены, т. е. такие, по которым игры продаются на текущий момент времени. В этом случае год выпуска игры означает ее возраст на сегодняшний день, и гедонистический индекс показывает, как в среднем меняется цена в процессе смены поколений видеоигр. В гедонистической регрессии эта связь очищается от влияния ряда характеристик игр и некоторых характеристик спроса на них, но есть ненаблюдаемые трудно специфицируемые наборы факторов, такие как особенности жанра или режима игры. Есть также такая наблюдаемая переменная, как охват аудитории за все время существования

игры. Она, хотя и является непрерывной, но проявляет свой эффект только после преобразования в дискретную порядковую переменную. Учесть эффекты описанных переменных непосредственно в уравнении модели затруднительно. Однако если предположить их некоррелированность с явно специфицированными в уравнении модели переменными, то их можно трактовать как разного рода случайные эффекты, что позволяет получить эффективные и, возможно, состоятельные оценки ценового индекса.

Разнообразные модификации гедонистической модельной регрессии позволили получить индексы, в разной степени очищенные от неоднородности наблюдаемых характеристик и ненаблюдаемой неоднородности. Варьирование способов учета неоднородности приводит к заметным различиям в поведении индексов при сохранении общности тенденций.

Индексы, построенные на годовых данных в интервале 2007–2023 гг., отражают ключевые мировые экономические события, что входит, на первый взгляд, в противоречие с мнением экспертов игровой индустрии о слабой чувствительности игрового рынка к кризисам. Однако анализ, проведенный на ежемесячных данных, позволил убедиться в том, что игровая отрасль обладает очень высокой скоростью адаптации к экономическим и политическим потрясениям.

Список литературы

- Арсланов М. В., Ратникова Т. А. (2024). Ценовой индекс на компьютерные игры: что скрыто от невооруженного глаза? *Экономика и математические методы*, 60 (3) (в печати).
- Ильянов Д. С., Чернышева Т. К., Юревич М. А. (2020). Источники роста экономики в XXI веке: индустрия видеоигр. *Теоретическая и прикладная экономика*, 3, 78–89. DOI: 10.25136/2409-8647.2020.3.31693.
- 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.
- Berndt E. R., Griliches Z. (1990). Price indexes for microcomputers: An exploratory study. *NBER Working Paper 3378*. National Bureau of Economic Research. https://www.nber.org/system/files/working_papers/w3378/w3378.pdf
- Brasington D. M., Hite D. (2008). A mixed index approach to identifying hedonic price models. *Regional Science and Urban Economics*, 38 (3), 271–284. DOI: 10.2139/ssrn.928252.
- Choi K. J., Hwang J. H., Lee J. Y. (2021). Different effects of price discounts on game purchase: Comparison between single and multi-games. *The Journal of the Korea Contents Association*, 21 (6), 561–571. DOI: 10.5392/JKCA.2021.21.06.561.
- Court A. T. (1939). Hedonic price indexes: with automotive examples. The Dynamics of Automobile Demand: Based Upon Papers Presented at a Joint Meeting of the American Statistical Association and the Econometric Society in Detroit, Michigan on December 27, 1938.
- 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.
- Gretz R. T. (2010). Console price and software availability in the home video game industry. *Atlantic Economic Journal*, 38 (1), 81–94. DOI: 10.1007/s11293-009-9209-3.

Leavens D. H. (1938). Report of the Atlantic City and Indianapolis meetings, December 27–30, 1937. *Econometrica*, 6 (2), 180–192.

Triplett J. E. (1996). High-tech industry productivity and hedonic price indices. In: *Industry Productivity: International Comparison and Measurement Issues*, 119–142. Paris: OECD.

White A. G., Abel J. R., Berndt E. R., Monroe C. (2004). Hedonic price indexes for personal computer operating systems and productivity suites. *NBER Working Paper* 10427. National Bureau of Economic Research. https://www.nber.org/system/files/working_papers/w10427/w10427.pdf.

Поступила в редакцию 19.09.2023
принята в печать 27.05.2024.

Приложение

Таблица П1. Оценки коэффициентов в моделях

| Факторы | Модель (1) | | Модель (3) с FE эффектами | | | Модель (4) с RE эффектами | | |
|---------------------------------|----------------|----------------|---------------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|
| | <i>index_0</i> | <i>index_1</i> | <i>index_g_fe</i> | <i>index_e_fe</i> | <i>index_c_fe</i> | <i>index_g_re</i> | <i>index_e_re</i> | <i>index_c_re</i> |
| <i>Peak CCU</i> | | 0.001*** | 0.001*** | 0.001*** | 0.001*** | 0.001*** | 0.001*** | 0.001*** |
| <i>DLC count</i> | | 0.002*** | 0.002*** | 0.002*** | 0.002*** | 0.002*** | 0.002*** | 0.001*** |
| <i>Windows</i> | | -0.403** | -0.299* | -0.411** | -0.613*** | -0.277* | -0.437** | 0.365 |
| <i>Mac</i> | | 0.056*** | 0.098*** | 0.054*** | 0.052*** | 0.096*** | 0.067*** | 0.049*** |
| <i>Linux</i> | | 0.023* | 0.028** | 0.023* | -0.010 | 0.024** | 0.018 | -0.049*** |
| <i>Positive</i> | | -0.001*** | -0.001*** | -0.001*** | -0.001*** | -0.001*** | -0.001*** | -0.001*** |
| <i>Negative</i> | | -0.001*** | -0.001*** | -0.001*** | -0.001*** | -0.001*** | -0.001*** | -0.001*** |
| <i>Recommendations</i> | | 0.001*** | 0.001*** | 0.001*** | 0.001*** | 0.001*** | 0.001*** | 0.001*** |
| <i>Achievements</i> | | 0.00002 | 0.00002 | 0.00002 | -0.00002 | 0.00002 | 0.00002 | 0.000014 |
| <i>Average playtime forever</i> | | 0.00005*** | 0.00006*** | 0.00005*** | 0.0001*** | 0.0001*** | 0.0001*** | 0.00005*** |
| <i>Median playtime forever</i> | | -0.0001*** | -0.0001*** | -0.0001*** | -0.0001*** | -0.0001*** | -0.0001*** | -0.00001** |
| <i>Dev-Pub</i> | | -0.202*** | -0.175*** | -0.197*** | -0.189*** | -0.157*** | -0.203*** | -0.156*** |
| <i>Eng</i> | | 0.206*** | 0.094*** | 0.210*** | 0.111*** | 0.097*** | 0.094*** | 0.106*** |
| <i>Rus</i> | | 0.125*** | 0.108*** | 0.115*** | 0.096*** | 0.114*** | 0.115*** | 0.057*** |
| <i>Age</i> | | 0.405*** | 0.313*** | 0.396*** | 0.385*** | 0.311*** | 0.391*** | 0.316*** |
| <i>Reviews</i> | | 0.382*** | 0.336*** | 0.373*** | 0.336*** | 0.333*** | 0.366*** | 0.258*** |
| <i>Support email</i> | | -0.183*** | -0.185*** | -0.178*** | -0.191*** | -0.180*** | -0.200*** | -0.136*** |
| <i>Notes</i> | | 0.090*** | 0.042*** | 0.089*** | 0.085*** | 0.052*** | 0.065*** | 0.100*** |
| <i>y_2007</i> | -0.157 | -0.226* | -0.257** | -0.232* | -0.239** | -0.236*** | -0.444*** | -0.056 |
| <i>y_2008</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.052 | -0.199*** | 0.257*** |
| <i>y_2009</i> | 0.05 | 0.034 | 0.001 | 0.041 | 0.052 | 0.031 | -0.152*** | 0.271*** |
| <i>y_2010</i> | -0.205** | -0.208** | -0.217*** | -0.199** | -0.243** | -0.197*** | -0.412*** | 0.051 |
| <i>y_2011</i> | -0.104 | -0.117 | -0.05 | -0.118 | -0.166* | -0.056 | -0.315*** | 0.087 |
| <i>y_2012</i> | -0.065 | -0.114 | -0.011 | -0.116 | -0.117 | 0.001 | -0.308*** | 0.058 |
| <i>y_2013</i> | -0.03 | -0.114 | -0.032 | -0.111 | -0.139 | -0.01 | -0.218*** | -0.011 |
| <i>y_2014</i> | -0.190** | -0.170** | -0.099 | -0.163** | -0.177** | -0.106*** | -0.345*** | -0.052* |
| <i>y_2015</i> | -0.334*** | -0.259*** | -0.139** | -0.241*** | -0.280*** | -0.126*** | -0.444*** | -0.151*** |
| <i>y_2016</i> | -0.454*** | -0.305*** | -0.161** | -0.280*** | -0.318*** | -0.137*** | -0.500*** | -0.178*** |
| <i>y_2017</i> | -0.512*** | -0.309*** | -0.161** | -0.273*** | -0.315*** | -0.131*** | -0.517*** | -0.139*** |

Окончание табл. III

| Факторы | Модель (1) | Модель (2) | Модель (3) с FE эффектами | | | Модель (4) с RE эффектами | | |
|---------------|----------------|----------------|---------------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|
| | <i>index_0</i> | <i>index_1</i> | <i>index_g_fe</i> | <i>index_e_fe</i> | <i>index_c_fe</i> | <i>index_g_re</i> | <i>index_e_re</i> | <i>index_c_re</i> |
| <i>y_2018</i> | -0.603*** | -0.382*** | -0.201*** | -0.342*** | -0.390*** | -0.171*** | -0.596*** | -0.155*** |
| <i>y_2019</i> | -0.512*** | -0.291*** | -0.113* | -0.248*** | -0.296*** | -0.08*** | -0.510*** | -0.079*** |
| <i>y_2020</i> | -0.493*** | -0.260*** | -0.056 | -0.219*** | -0.270*** | -0.023* | -0.477*** | -0.041*** |
| <i>y_2021</i> | -0.451*** | -0.203*** | -0.022 | -0.157** | -0.205*** | 0.016 | -0.303*** | 0.031** |
| <i>y_2022</i> | -0.431*** | -0.160** | 0.022 | -0.108 | -0.154** | 0.063*** | -0.123*** | 0.088*** |
| <i>y_2023</i> | -0.506*** | -0.224*** | -0.041 | -0.168** | -0.230*** | 0 | 0 | 0 |
| <i>cons</i> | 2.102*** | 2.269*** | 2.301*** | 2.186*** | 2.237*** | 1.746*** | 2.388*** | 1.51*** |

Примечание. *, **, *** — значимость на 10, 5 и 1%-ном уровне соответственно.

Таблица П2. Оценки коэффициентов у групп различных факторов в моделях с FE эффектами

| Факторы | <i>index_g_fe</i> | <i>index_e_fe</i> | <i>index_c_fe</i> |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|
| <i>Группа факторов по жанру</i> | | | |
| Action | 0.030*** | | |
| Adventure | 0.107*** | | |
| Casual | -0.229*** | | |
| Early Access | 0.248*** | | |
| Free to Play | -1.694*** | | |
| Indie | -0.187 | | |
| Massively Multiplayer | -0.204*** | | |
| Racing | 0.008 | | |
| RPG | 0.122*** | | |
| Simulation | 0.165*** | | |
| Sports | 0.121*** | | |
| Strategy | 0.099*** | | |
| Education | -0.077*** | | |
| 18+ | -0.058* | | |
| <i>Группа факторов по числу игроков</i> | | | |
| 0–20000 | | 1.350*** | |
| 100000–200000 | | 1.281*** | |
| 1000000–2000000 | | 1.408*** | |
| 10000000–20000000 | | 0.705*** | |
| 20000–50000 | | 1.250*** | |
| 200000–500000 | | 1.294*** | |
| 2000000–5000000 | | 1.373*** | |
| 50000–100000 | | 1.259*** | |
| 500000–1000000 | | 1.401*** | |
| 5000000–10000000 | | 1.001*** | |
| <i>Группа факторов по режиму игры</i> | | | |
| Single-player | | | 0.280*** |
| Multi-player | | | 0.112*** |
| Co-op | | | 0.113*** |

Окончание табл. П2

| Факторы | <i>index_g_fe</i> | <i>index_e_fe</i> | <i>index_c_fe</i> |
|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Cross-PlatformMultiplayer | | | -0.200*** |
| Steam Achievements | | | 0.156*** |
| MMO | | | -0.796*** |
| VR Support | | | 0.353*** |
| PvP | | | -0.083*** |
| Shared/Split Screen | | | 0.176*** |

Примечание. *, **, *** — значимость на 10, 5 и 1%-ном уровне соответственно.

Arslanov M. V., Ratnikova T. A. Effects of accounting of characteristics heterogeneity in video game price indices. *Applied Econometrics*, 2024, v. 75, pp. 78–97.

DOI: 10.22394/1993-7601-2024-75-78-97

Mark Arslanov

Russian Foreign Trade Academy of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation, Russian Federation; markarslanov8@gmail.com

Tatiana Ratnikova

HSE University, Moscow, Russian Federation; taratnikova@yandex.ru

Effects of accounting of characteristics heterogeneity in video game price indices

This paper attempts to construct hedonistic price indices for the computer game market from 2007 to 2023. The peculiarity of the work is that we use hedonistic regressions that consider additional factors reflecting the consumer's reaction to the object of study. In the previous study, we considered only the parameters of the objects set by the manufacturer. Previously, we modelled prices assigned by the manufacturer at the time of game release, and the study period did not cover 2022 and 2023. This paper uses final product prices recorded at the data collection time, and the period captures 2023.

Hedonistic regression cleared the time-dependence of a price from the number of game characteristics and some game demand factors. However, there are unobservable hard-to-specify sets of characteristics, such as genre features or game mode. Calculating the outcomes of the described variables directly in the model equation is complex. At the same time, if we assume that they uncorrelation with the variables explicitly specified in the model equation, we can treat them as random effects of various kinds. It allows us to obtain efficient and perhaps even reasonable price index estimates.

For building indexes, we use a standard hedonistic approach with temporary dummy variables, modified to allow for the random effects described above. We evaluate the constructed models using OLS and the simulation likelihood method. This approach identifies factors whose outcomes on prices differ significantly depending on which genres, modes and user audience scale groups the objects under consideration fall into.

The final part of the study analyzes monthly data from 2020 to 2023 for a deeper examination of the effects following February 24, 2022.

The indices based on annual data in the period 2007–2023 reflect key global economic events, which, at first glance, contradicts the opinion of gaming industry experts about the weak sensitivity of the gaming market to crises. However, the analysis conducted on monthly data makes it possible to verify that the gaming industry has a very high rate of adaptation to economic and political upheavals.

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

JEL classification: C33; C51; C81.

References

- 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) (in print) (in Russian).
- Berndt E. R., Griliches Z. (1990). Price indexes for microcomputers: An exploratory study. *NBER Working Paper* 3378. National Bureau of Economic Research. https://www.nber.org/system/files/working_papers/w3378/w3378.pdf
- Brasington D. M., Hite D. (2008). A mixed index approach to identifying hedonic price models. *Regional Science and Urban Economics*, 38 (3), 271–284. DOI: 10.2139/ssrn.928252.
- Choi K. J., Hwang J. H., Lee J. Y. (2021). Different effects of price discounts on game purchase: Comparison between single and multi-games. *The Journal of the Korea Contents Association*, 21 (6), 561–571. DOI: 10.5392/JKCA.2021.21.06.561.
- Court A. T. (1939). Hedonic price indexes: with automotive examples. The Dynamics of Automobile Demand: Based Upon Papers Presented at a Joint Meeting of the American Statistical Association and the Econometric Society in Detroit, Michigan on December 27, 1938.
- 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.
- Gretz R. T. (2010). Console price and software availability in the home video game industry. *Atlantic Economic Journal*, 38 (1), 81–94. DOI: 10.1007/s11293-009-9209-3.
- Ilyanov D. S., Chernysheva T. C., Yurevich M. A. (2020). Sources of economic growth in the XXI century: Video game industry. *Theoretical and Applied Economics*, 3, 78–89 (in Russian). DOI: 10.25136/2409-8647.2020.3.31693.
- Leavens D. H. (1938). Report of the Atlantic City and Indianapolis meetings, December 27–30, 1937. *Econometrica*, 6 (2), 180–192.
- Triplett J. E. (1996). High-tech industry productivity and hedonic price indices. In: *Industry Productivity: International Comparison and Measurement Issues*, 119–142. Paris: OECD.
- Turuntseva M. Yu., Zyamalov V. E. (2022). Hedonic price indices: Application to the Russian market. *HSE Economic Journal*, 26 (3), 429–449 (in Russian). DOI: 10.17323/1813-8691-2022-26-3-429-449.
- White A. G., Abel J. R., Berndt E. R., Monroe C. (2004). Hedonic price indexes for personal computer operating systems and productivity suites. *NBER Working Paper* 10427. National Bureau of Economic Research. https://www.nber.org/system/files/working_papers/w10427/w10427.pdf.

Received 19.09.2023; accepted 27.05.2024.