

Гедонические ценовые индексы: опыт применения к российскому рынку¹

Турунцева М.Ю., Зямалов В.Е.

В настоящей работе рассматривается опыт применения гедонического метода при построении ценовых индексов, скорректированных на изменение уровня качества товаров, представленных на российском рынке. В первой части работы приведен обзор ряда зарубежных работ, посвященных применению метода к различным группам товаров. Также показаны примеры практического применения метода в работе Бюро статистики труда США (BLS), Бюро переписи населения (Census Bureau) и Бюро экономического анализа США (BEA).

Во второй части работы приведен пример применения гедонического подхода к российским данным на основе информации о ценах и характеристиках мобильных телефонов по данным портала «Яндекс.Маркет» в период с июля 2019 г. по сентябрь 2021 г. Показано, что гедонический метод применим в российских условиях и подтверждает статистически значимые различия между наблюдаемым изменением цен и оцененными скорректированными индексами. Тем не менее отсутствие необходимой статистической информации не дает возможности провести коррекцию на качество товаров официальных индексов цен.

Ключевые слова: ценовые индексы; гедонический метод; характеристики качества.

DOI: 10.17323/1813-8691-2022-26-3-429-449

Для цитирования: Турунцева М.Ю., Зямалов В.Е. Гедонические ценовые индексы: опыт применения к российскому рынку. *Экономический журнал ВШЭ*. 2022; 26(3): 429–449.

¹ Статья написана на основе ряда результатов НИР Госсаздания РАНХиГС 2022 г. «Разработка методологии учета нерыночных компонентов в цифровой экономике России».

Авторы выражают благодарность В.А. Бессонову и А.С. Аброскину, а также анонимным рецензентам за содержательные и полезные комментарии и замечания к статье.

Турунцева Марина Юрьевна – к.э.н., заведующая лабораторией Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ. E-mail: turuntseva@ranepa.ru

Зямалов Вадим Евгеньевич – научный сотрудник Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ. E-mail: zyamalov@ranepa.ru

Статья поступила: 13.10.2021/Статья принята: 08.09.2022.

For citation: Turuntseva M.U., Zyamalov V.E. Hedonic Price Indices: Application to the Russian Market. *HSE Economic Journal*. 2022; 26(3): 429–449. (In Russ.)

Введение

Индексы цен представляют особый интерес при определении направления экономической политики государства, оценивании значений реальных экономических показателей, проведении экономических расчетов. Однако одна из проблем, возникающих при расчете индексов цен, связана с существованием групп товаров, изменения цен которых обусловлены не только инфляционными процессами, но и изменениями качества. При этом, как отмечают Вассхаузен и Моултон [Wasshausen, Moulton, 2006], «точные индексы цен жизненно важны для более точных индексов реального ВВП и соответствующих показателей производительности»². Основываясь на логике работы Ландефельда и Гримма [Landefeld, Grimm, 2000], Вассхаузен и Моултон показали, что в период 2001–2005 гг. среднегодовой индекс цен на персональные компьютеры, составленный на данных Бюро переписи населения США, показал снижение цен на 4,9%, а индекс, учитывающий изменения их качества, – на 16,4%. Ландефельд и Гримм также показали, что в период 1995–1999 гг. учет изменения качества персональных компьютеров давал дополнительно около четверти процентного пункта ежегодного прироста реального ВВП США.

Еще в начале XX в. возникла идея (см.: [Court, 1939; Waugh, 1929, 1928]), что следует отдельно рассматривать изменения цен, связанные с уровнем качества товаров. Действительно, если потребительские качества какого-либо товара улучшаются, то его ценность для покупателей может вырасти, что объективно отразится на цене товара: можно ожидать, что из двух моделей какого-либо товара, различающихся по значению одного показателя, при прочих равных, модель с более привлекательным значением будет, в среднем, дороже. В статье и диссертации Во [Waugh, 1929, 1928] автором изучалась связь между ценой овощей и их потребительскими качествами. Корт [Court, 1939] использовал идею связи цены товара с их качественными характеристиками для обоснования роста цен на новые автомобили: автор показал, что существенная часть роста цен на них в 20–30-е годы XX в. была связана с ростом их качества.

Подход, впервые примененный Во и Кортом, обрел свое формальное определение в докладе Цви Грилихеса [Берндт, 2005; Griliches, 1961], в котором он был назван «гедоническим»³. На сегодняшний день он применяется в работе статистических служб США, таких как Бюро статистики труда, Бюро переписи населения и Бюро экономического анализа. В частности, при помощи гедонического подхода производится корректировка около 20% стоимости корзины расчета реального ВВП США⁴. Данный подход позволяет оценить вклад изменений среднего уровня качества на цену товаров, что может быть использовано для получения очищенных ценовых индексов.

Гедонический метод нашел свое применение в большом числе работ по ценообразованию различных групп товаров. Так, Чоу [Chow, 1967] изучал связь между арендной

² См.: [Wasshausen, Moulton, 2006, p. 97].

³ Хороший обзор истории становления гедонического подхода при анализе цен см. в учебнике Берндта [Берндт, 2005].

⁴ См.: <https://www.bea.gov/sites/default/files/papers/hedonic%20update%20Aug%202016.pdf>

платой за пользование компьютерами в 1955–1965 гг., когда они преимущественно сдавались в аренду, с характеристиками, определяющими их вычислительные возможности, такими как объемы памяти, время доступа к памяти и скорость операции умножения. Чоу показал, что ВЕА (Бюро экономического анализа США) систематически завышало темпы роста цен на аренду компьютеров: в то время как официальный индекс показывал практически полное отсутствие изменений уровня цен, оценки автора показали ежегодное падение цен на 20,8%. Аналогичный результат был получен в статье Коула и др. [Cole et al., 1986], в которой рассматривался рынок персональных компьютеров и результаты которой легли в основу расчета официального индекса цен на компьютеры в США. Коллективом авторов также было показано, что официальный индекс цен, построенный методом сопоставимых моделей, систематически завышает темпы изменения цен: например, в период 1972–1977 гг. индексы цен на центральные процессоры, построенные методом сопоставимых моделей, показали снижение цен на 3%, тогда как гедонические индексы показали снижение цен на 9,2–12,8%. Чвелос и др. [Chwelos, Berndt, Cockburn, 2003] изучили рынок карманных компьютеров (т.н. КПК) и показали, что в период 1999–2002 гг. при учете характеристик качества цены демонстрировали свое снижение в среднем на 17,45% в год, тогда как официальные индексы не показывали какого-либо изменения вовсе.

Следует отметить, что аналогичные исследования проводились не только для высокотехнологичных товаров. В работе Фернандеса-Корнехо и Дженса [Fernandez-Cornejo, Jans, 1995] рассматривается связь между ценами на сельскохозяйственные пестициды и их потребительскими качествами. Для периода 1968–1992 гг. оценки показали, что при официальном росте цен на химикаты в 3,76 раза, с учетом улучшения качества, цены выросли в 2,39–2,69 раза. В работе Гуда и др. [Good, Sickles, Weiher, 2008] рассматривалась отрасль авиаперевозок США в период 1979–1992 гг. после ее дерегулирования. Было показано, что BLS (Бюро статистики труда), по-видимому, завышало темпы роста цен на авиаперелеты в рассматриваемый период. Авторы также построили два альтернативных индекса – один без использования характеристик качества, а второй с таковыми – и обнаружили, что индекс, не учитывающий изменения в качестве, показывает меньшие темпы роста цен, чем индекс, учитывающий изменения в уровне качества, что, по мнению авторов и с точки зрения гедонического подхода, говорит о падении качества авиаперевозок в США.

В последнее время растет число работ, в которых делается попытка учета характеристик качества при построении индексов цен на недвижимость. Ву и др. [Wu, Deng, Liu, 2014] рассмотрели «один типичный крупный китайский город» и цены на вновь построенное жилье. Как отмечается, традиционно применяемый в КНР «индекс 70 городов», призванный учитывать качество жилья на вторичном рынке, не подходит для рынка первичного в силу очевидного отсутствия истории сделок по объекту. Проведенные авторами оценки показали, что официальный индекс систематически занижает индекс цен в силу недостаточного учета политики ценообразования застройщиков, что, по мнению авторов, повышает оценки рисков на первичном рынке недвижимости Китая. Хюлагю и др. [Hülagü et al., 2016] рассматривали цены на недвижимость в Турции в период с 2010 г. по 2014 г. Ими было показано, что при официальном росте цен на 78,8%, рост цен с учетом изменений в качестве составил 60,6%. В работе Игнатенко и Михайловой [Игнатенко, Михайлова, 2015] изучается рынок аренды офисной недвижимости в Москве в период

2001–2010 гг. Авторы показали, что скорректированный на качество индекс цен статистически значимо ниже официального индекса, что говорит об опасности смещений при игнорировании информации о качестве объектов недвижимости.

Среди отечественных работ можно также отметить работы Пархоменко и Редькиной [Пархоменко, Редькина, 2006], Житкова и Ратниковой [Житков, Ратникова, 2014], Петрова и Ратниковой [Петров, Ратникова, 2017]. В первой работе авторы рассмотрели цены на системные блоки в Екатеринбурге в 2005 г. Они показали, что рост наблюдаемых цен составил 22,75%, тогда как скорректированный индекс вырос на 11,54%. Во второй работе авторы применили гедонический метод для построения модели цены на картины художников-фовистов. Однако в данной работе не производится построение скорректированных индексов и их сравнение с наблюдаемыми ценами. В третьей работе рассматривались цены на картины Анри Матисса.

Таким образом, можно говорить о том, что индексы цен на ряд товаров, как высокотехнологичных, так и прочих, измеренные традиционным способом (без учета изменения качества этих товаров), могут быть серьезно искажены. Это, в свою очередь, будет приводить к искажениям статистических показателей, для расчета которых используется ценовая статистика, в частности показателя ВВП. Как было отмечено в начале, при расчете ВВП в США статистические службы подвергают гедонической корректировке порядка 20% стоимости корзины.

В данной работе мы пытаемся проиллюстрировать применение гедонического метода на примере рынка смартфонов, ответить на вопрос о наличии влияния изменения качества смартфонов на их цены и приблизительно оценить масштаб этого влияния. Смартфоны были выбраны нами как группа товаров, которые имеют явно отличающиеся потребительские характеристики и сравнительно высокую скорость обновления модельного ряда. Другими словами, для данной группы товаров вероятность обнаружения смещения темпов роста цен, вызванного изменениями уровня качества, достаточно высока. Ранее нами было проведено похожее исследование для рынка телевизоров [Зямалов, Турунцева, 2020], которые также обладают высокой степенью гетерогенности потребительских характеристик.

Работа структурирована следующим образом: во втором разделе мы кратко описываем основные методы учета изменения качества товаров в их ценах; в разделе 3 – данные, которые мы использовали для расчетов; в разделе 4 представлены результаты эконометрических оценок гедонических моделей для сотовых телефонов; в пятом разделе сформулированы выводы и возможные направления развития исследований в этой области.

Гедонический метод

Метод, получивший название гедонического, был формально описан в докладе «Гедонические индексы цен для автомобилей: эконометрический анализ изменений качества», представленном Цви Грилихесом в Конгрессе США [Griliches, 1961]. Основной идеей метода является то, что цена какого-либо товара i в момент времени t является функцией от его наблюдаемых характеристик качества, называемой «гедонической функцией»:

$$(1) \quad p_{it} = f_t(x_{1it}, x_{2it}, \dots, u_{it}),$$

где p_{it} – цена товара i в момент времени t ; $x_{1it}, x_{2it}, \dots$ – значения характеристик качества товара i в момент времени t ; u_{it} – случайная ошибка.

Представление цен в виде (1) позволяет оценить долю общего изменения уровня цен, вызванную изменением уровня качества представленных на рынке товаров, а не инфляционными процессами. Зная эту информацию, можно проводить корректировку ценовых индексов, повышая точность оценки изменения уровня цен. Следует отметить, что, согласно описанию Грилихеса, уравнение (1) оценивается на выборке цен и характеристик в определенный момент времени, т.е. оно имеет межобъектную, а не временную структуру.

Существенным является то, что у нас нет никаких теоретических предпосылок к выбору той или иной функциональной формы уравнения (1) (см., например, книгу Триплета [Triplett, 2006]). Вследствие этого на сегодняшний день существует четыре основных метода расчета индексов цен с учетом качества товаров. Самым простым из них является метод временных фиктивных переменных. Для момента времени t и для товара i уравнение (1) в данном методе принимает следующий вид (см. доклад Грилихеса [Griliches, 1961] и книгу Триплета [Triplett, 2006], а также статью Зямалова и Турунцевой [Зямалов, Турунцева, 2019]):

$$(2) \quad \ln p_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 D_1 + \dots + \alpha_T D_T + \sum_k \beta_k x_{kit} + \varepsilon_{it},$$

где p_{it} – цена товара i в момент времени t ; $D_1, \dots, D_T$ – фиктивные переменные, равные 1 в момент времени 1, ..., T, соответственно, и 0 в противном случае; $x_{1it}, x_{2it}, \dots$ – значения характеристик качества товара i в момент времени t ; ε_{it} – случайная ошибка.

Цена в уравнении (2) представлена в виде логарифма, так как такой вид модели характерен для большинства работ, использующих данный метод. Это связано с тем, что в большинстве исследований цены имели явно выраженную асимметрию, для устранения которой и проводилось логарифмирование. Также логарифмирование облегчает интерпретацию коэффициентов при фиктивных переменных. Так как значения характеристик качества конкретных товаров считаются постоянными во времени, то, проводя усреднение по всем товарам в выборке, для произвольного момента времени T (в пределах выборки) можно получить, что

$$\ln \bar{p}_T - \ln \bar{p}_0 = \ln \frac{\bar{p}_T}{\bar{p}_0} = \left(\alpha_0 + \alpha_T + \sum_k \beta_k \bar{x}_k \right) - \left(\alpha_0 + \sum_k \beta_k \bar{x}_k \right) = \alpha_T,$$

$$\frac{\bar{p}_T}{\bar{p}_0} = e^{\alpha_T}.$$

То есть оцененное значение коэффициента при фиктивной переменной в модели (2) для момента времени T равно логарифму отношения средних уровней цен, скорректированных на качество, в моменты времени 0 и T , что уже является равновзвешенным индексом цен, скорректированным на качество.

Однако данный индекс обладает недостатками, присущими всем уравнениям линейной регрессии. Во-первых, подразумевается, что оценки коэффициентов β_k , часто называемых «скрытыми ценами характеристик качества», постоянны на всем периоде оценивания модели. Очевидно, что это очень сильное предположение, которое часто не выполняется, особенно на длинных горизонтах оценивания. Во-вторых, данный метод может быть неустойчив при добавлении новых моментов времени, что может проявиться в изменении оценок коэффициентов, а это недопустимо при построении официальных ценовых индексов. Оба этих недостатка, тем не менее, можно нивелировать, отдельно оценивая модель (2) для всех пар последовательных моментов времени и используя полученные однопериодные индексы для построения сводного.

Второй метод, называемый «методом цен характеристик качества» [Triplett, 2006], не налагает на скрытые цены характеристик требования их постоянства, так как гедонические функции оцениваются для каждого момента времени отдельно. Для удобства описания метода добавим вектор скрытых цен в запись функции $f(x, \beta)$. Рассмотрим моменты времени 0 и T и оценим гедоническую функцию для каждого из них. Тогда соответствующий индекс цен можно записать в виде

$$(3) \quad I_{0,T} = \frac{f(x^*, \hat{\beta}_T)}{f(x^*, \hat{\beta}_0)},$$

где $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_T$ – оценки векторов скрытых цен для моментов времени 0 и T соответственно. Если функция $f(x, \beta)$ является линейной, то данные скрытые цены аналогичны коэффициентам при характеристиках качества в модели (2). x^* – некоторый фиксированный уровень значения характеристик качества товаров. Де Хаан и Диверт, например, называют этот уровень «стандартизированным товаром» [Haan de, Diewert, 2013, p. 53].

Так как и в числителе, и в знаменателе уравнения (3) используется один и тот же уровень характеристик качества, то итоговый индекс будет отражать изменение уровня цен, скорректированного на изменение общего уровня качества представленных на рынке товаров. Если в качестве этого уровня взять среднее значение характеристик в момент времени 0, то оцененный индекс будет представлять собой индекс Ласпейреса:

$$(4) \quad I_{0,T}^{Laspeyres} = \frac{f(\bar{x}_0, \hat{\beta}_T)}{f(\bar{x}_0, \hat{\beta}_0)}.$$

Если в качестве этого уровня взять среднее значение характеристик в момент времени T , то оцененный индекс будет представлять собой индекс Пааше:

$$(5) \quad I_{0,T}^{Paasche} = \frac{f(\bar{x}_T, \hat{\beta}_T)}{f(\bar{x}_T, \hat{\beta}_0)}.$$

Так как оба описанных выше индекса могут быть смещены из-за игнорирования новых или ушедших с рынка товаров, то можно попытаться нивелировать эти смещения при помощи оценивания индекса Фишера:

$$(6) \quad I_{0,T}^{Fisher} = \sqrt{I_{0,T}^{Laspeyres} I_{0,T}^{Paasche}}.$$

Основным преимуществом данного метода, помимо упомянутого выше отсутствия требований к неизменности оцениваемых коэффициентов, является независимость от функциональной формы [Triplett, 2006]. С другой стороны, построенный индекс использует исключительно рассчитанные цены и не учитывает наблюдаемые цены.

Третьим методом, называемым «методом вмененных цен», является попытка объединить традиционный метод сопоставимых моделей и гедонический подход. Он заключается в том, что в случае, когда какой-либо товар уходит с рынка или же входит на него, вместо поиска наиболее подходящего аналога, чья цена использовалась бы в период времени, когда товар был или стал недоступен, что подразумевается в методе сопоставимых моделей, используется гипотетическая расчетная цена, которую имел бы товар, если бы был представлен на рынке. Пусть в момент, когда товар был недоступен, была оценена гедоническая функция и получена оценка вектора скрытых цен $\hat{\beta}$. Тогда гипотетическая цена отсутствующего товара, обладающего набором характеристик x_{absent} , будет равна

$$(7) \quad p_{absent} = f(x_{absent}, \hat{\beta}).$$

Полученная цена может быть использована в традиционном методе сопоставимых моделей для построения ценовых индексов.

Все описанные выше методы строятся в предположении, что гедоническая функция и итоговый ценовой индекс строится на одной и той же выборке, что накладывает на нее жесткие требования по качеству данных и может сделать гедонический подход крайне сложным для применения на практике. Поэтому в реальной статистической практике используется четвертый метод, называемый «методом коррекции на качество» (quality adjustment) [Griliches, 1961; Triplett, 2006]. Этот метод удобен тем, что он позволяет оценивать гедоническую функцию на выборке, отличной от выборки, на которой строится индекс цен. Рассмотрим ситуацию, когда на рынке в момент времени 1 появляется новый товар, заменяющий какой-либо имеющийся товар или аналогичный ему. Пусть в предыдущий момент времени 0 была оценена гедоническая функция и получена оценка вектора скрытых цен $\hat{\beta}_0$. Тогда возможно оценить следующее выражение:

$$(8) \quad A(\hat{\beta}) = f(x_{new}, \hat{\beta}) - f(x_{old}, \hat{\beta}),$$

где x_{old}, x_{new} – характеристики существующего (старого) и нового товаров соответственно.

Оцененное выражение представляет собой премию за изменение уровня качества нового товара относительно старого. Эта величина также называется *коэффициентом коррекции на качество*, который можно использовать для получения гипотетической це-

ны нового товара в момент времени 0. Например, если использовать гедоническую функцию вида (2) без фиктивных переменных, то выражение (8) будет равно

$$A(\hat{\beta}) = \ln \hat{p}_{new,0} - \ln \hat{p}_{old,0},$$

где $\hat{p}_{new,0}$, $\hat{p}_{old,0}$ – модельные цены нового и старого товаров в момент времени 0 соответственно, а гипотетическая цена нового товара в момент времени 0 будет равна

$$(9) \quad \begin{aligned} \ln p_{new,0} &= \ln p_{old,0} + A(\hat{\beta}) = \ln p_{old,0} + (\ln \hat{p}_{new,0} - \ln \hat{p}_{old,0}), \\ p_{new,0} &= p_{old,0} \cdot \exp\left(\sum_k \beta_k x_{k,new} - \sum_k \beta_k x_{k,old}\right). \end{aligned}$$

Тогда индекс цен для нового товара будет равен

$$I_{new} = \frac{p_{new,1}}{p_{new,0}} = \frac{p_{new,1}}{p_{old,0}} e^{-A(\hat{\beta})} = \frac{p_{new,1}}{p_{old,0}} \frac{\hat{p}_{old,0}}{\hat{p}_{new,0}}.$$

Можно отметить, что построенный индекс состоит из двух частей: классического нескорректированного индекса $p_{new,1}/p_{old,0}$ и коэффициента, корректирующего его. Также понятно, что если качество нового товара с точки зрения потребителей выше, то премия $A(\hat{\beta})$ будет положительной, что приведет к тому, что скорректированный индекс будет меньше классического.

Следует отметить, что все показатели, используемые как характеристики качества товаров, должны быть наблюдаемы для потребителей. Если в модель необходимо включить какую-либо важную, но ненаблюдаемую или трудно измеримую переменную, то необходимо подобрать адекватную прокси-переменную. При этом исследователь не должен задаваться вопросом «правоты потребителей», отбрасывая на первый взгляд экономически необоснованные показатели. Например, в упомянутой выше работе Корта [Court, 1939] одной из рассматриваемых характеристик автомобилей была их масса. В долгосрочной перспективе этот показатель экономически непривлекателен, однако на коротком горизонте оценивания моделей масса автомобиля успешно использовалась в качестве прокси-переменной для уровня безопасности при управлении автомобилем.

Также следует отметить, что прибегать к гедоническому методу имеет смысл только в случае товаров с высокой гетерогенностью характеристик качества. Как показали Ким и Рейнсдорф [Kim, Reinsdorf, 2013], для гомогенных товаров, например бананов, гедонический метод дает такие же результаты, что и традиционные методы построения ценовых индексов.

Сегодня гедонический метод внедрен в практику статистических агентств США. Так, Бюро статистики труда США (BLS) применяет гедонический метод для корректировки индекса потребительских цен для следующих категорий товаров⁵: мужская, женская и дет-

⁵ См.: <https://www.bls.gov/cpi/quality-adjustment/questions-and-answers.htm>

ская верхняя одежда и обувь; телевизоры; фото- и видеоаппаратура; смартфоны; услуги проводной связи и Интернет; кабельное и спутниковое телевидение; арендная плата за жилье (в том числе вмененная арендная плата). Для проведения корректировки данные по ценам и характеристикам собираются региональными подразделениями статистических агентств, а гедонические функции переоцениваются примерно раз в два года.

В качестве примера запрашиваемых характеристик качества на странице BLS приведен список характеристик, собираемых для телевизоров⁶: тип экрана (проектор, DLP-проектор, LCD-проектор, кинескоп, LCD, плазменная панель); размер экрана; дополнительные возможности (режим «картинка в картинке», универсальный пульт ДУ, качество изображения, возможность просмотра стереоизображения, плоский экран, вход сигнала S-Video, встроенный VCR/DVD проигрыватель). Интересно отметить, что в качестве примера уравнения для вычисления скорректированной цены товара приводится уравнение, аналогичное уравнению (9).

Бюро переписи населения США (Census Bureau) применяет гедонический метод для расчета индекса цен на строительство индивидуальных домов на одну семью⁷. В качестве характеристик качества дома Бюро использует следующие показатели: площадь дома; географическое положение; количество спален и ванных комнат; количество каминов; наличие и тип парковочного места; наличие подвала и террасы; наличие внутреннего дворика; тип владения (кондоминиум); способ строительства; материал обшивки стен; тип отопления и кондиционирования.

Бюро экономического анализа США (BEA) применяет гедонический метод для коррекции оценок реального ВВП⁸. По данным агентства, корректировке подвергается около 20% от стоимости корзины, в том числе: компьютеры и периферийное оборудование; программное обеспечение; строительство; копировальное оборудование; телекоммуникационное оборудование; аудио- и видеооборудование; одежда; бытовая техника; арендная плата недвижимости; учебные письменные принадлежности.

Данные

Как уже отмечалось выше, нами были отобраны группы товаров, обладающих высокой степенью гетерогенности по характеристикам качества: смартфоны, телевизоры, портативные компьютеры и поддержанные автомобили. Для таких товаров можно ожидать наличие смещения оценки темпов изменения цен, вызванного изменениями уровня качества представленных на рынке моделей. Результаты применения гедонического метода для телевизоров были продемонстрированы нами ранее [Зямалов, Турунцева, 2020]. В настоящей статье приведена иллюстрация применения метода к данным по ценам смартфонов на рынке города Москвы.

Данные были получены при помощи портала Яндекс.Маркет⁹. Сбор данных проводился на ежемесячной основе начиная с июля 2019 г. и заканчивая июнем 2021 г. Были загружены характеристики смартфонов, а также средние цены, публикуемые порталом.

⁶ См.: <https://www.bls.gov/cpi/quality-adjustment/questions-and-answers.htm>

⁷ См.: <https://www.census.gov/construction/cpi/html/priceindexb1.html>

⁸ См.: <https://www.bea.gov/sites/default/files/papers/hedonic%20update%20Aug%202016.pdf>

⁹ Следует отметить, что данный пример носит исключительно иллюстративный характер, так как авторам недоступны данные, позволяющие провести аккуратную оценку индексов цен.

Оценивание гедонических функций проводилась на двух отдельных подвыборках: июль 2019–май 2020 гг. и июнь 2020–июнь 2021 гг. Необходимость данного разделения выборки была вызвана тем, что в мае–июне 2020 г. в выборку портала были внесены существенные изменения, которые привели практически к трехкратному сокращению объема получаемой каждый месяц выборки, что наглядно видно в табл. 1. В таблице представлены как общее число моделей, так и число моделей, попавших в первую–четвертую четверти ценового разброса. В первой четверти представлены модели, цена которых попадает в интервал от минимальной цены до минимальной цены плюс 25% от разницы между максимальной и минимальной ценами.

Таблица 1.

Число моделей в выборке

	Q1	Q2	Q3	Q4	Всего	Ушедшие модели	Новые модели
Июль 2019 г.	224	576	290	359	1449		
Август 2019 г.	264	585	232	414	1495	125	171
Сентябрь 2019 г.	221	546	287	441	1495	102	102
Октябрь 2019 г.	148	348	259	439	1194	422	121
Ноябрь 2019 г.	195	586	292	430	1503	104	413
Декабрь 2019 г.	207	618	313	389	1527	126	150
Январь 2020 г.	238	584	251	427	1500	144	117
Февраль 2020 г.	225	598	301	275	1399	274	173
Март 2020 г.	186	545	284	368	1383	146	130
Апрель 2020 г.	235	536	244	492	1507	112	236
Май 2020 г.	249	562	261	506	1578	114	185
Июнь 2020 г.	59	255	160	87	561	1037	20
Июль 2020 г.	71	260	146	62	539	119	97
Август 2020 г.	17	224	196	90	527	124	112
Сентябрь 2020 г.	42	286	142	85	555	100	128
Октябрь 2020 г.	44	343	184	72	643	86	174
Ноябрь 2020 г.	69	312	173	84	638	166	161
Декабрь 2020 г.	46	258	159	65	528	271	161
Январь 2021 г.	78	282	152	89	601	161	234
Февраль 2021 г.	90	293	164	124	671	110	180
Март 2021 г.	112	282	164	113	671	96	96
Апрель 2021 г.	61	286	208	123	678	159	166
Май 2021 г.	20	266	223	153	662	158	142
Июнь 2021 г.	21	212	221	147	601	213	152
Июль 2021 г.	56	295	196	133	680	106	185
Август 2021 г.	66	194	133	164	557	267	144
Сентябрь 2021 г.	51	217	105	59	432	264	139

Также авторам затруднительно провести сравнение полученных результатов с данными по США, так как официально публикуемые статистическими агентствами США данные, по-видимому, не содержат информации по нескорректированным индексам цен.

Как видно из табл. 1, серьезное сокращение общего числа моделей произошло, в первую очередь, за счет наиболее дешевых и дорогих моделей: если в мае 2020 г. в нижнюю четверть попало 249 моделей, то в июне – 59. Для моделей из верхней четверти ценового разброса это 506 и 87 моделей соответственно. То есть число моделей в этих категориях сократилось примерно в 5–5,5 раза, тогда как число моделей во 2–3 четвертях снизилось в 1,5–2 раза. В совокупности выборка в июне 2020 г. сократилась на две трети относительно мая того же года. Помимо этого, данные говорят о существенном ежемесячном изменении набора представленных в выборке моделей. Эти изменения, по всей видимости, связаны с изменениями шаблона сбора данных или их отображения на самом портале, а не с какими-либо экономическими причинами т.е. носят технический характер.

Для оценивания гедонических функций нами использовались следующие характеристики качества:

- производитель процессора (фиктивные переменные);
- число ядер процессора (число);
- объем оперативной памяти (ГБ);
- объем основной памяти (ГБ);
- размер дисплея (дюймов) и тип дисплея (фиктивные переменные);
- разрешение основной и фронтальной камер (мегапиксели);
- поддержка сетей 3G и LTE (фиктивные переменные).

Также в качестве одной из характеристик рассматривался бренд мобильного телефона, так как бренд может являться важной потребительской характеристикой.

Результаты оценки гедонических эффектов в ценах смартфонов

На основе описанных выше данных были оценены модели временных фиктивных переменных (2) и модель цен характеристик качества (3)–(6).

На рис. 1–6 приведены графики средних наблюдаемых цен относительно первого периода соответствующей подвыборки (сплошная линия) и графики скорректированных средних цен (штриховая линия). На графиках также приведены границы 5-процентных доверительных интервалов для скорректированных средних цен (пунктирные линии). Методика расчета доверительных интервалов описана в работе Хольмгаарда [Holmgaard, 2016]. Для построения использовались робастные стандартные ошибки.

На рис. 1, 2 показаны графики средних цен и графики средних цен, скорректированных на фиксированный эффект бренда. Данная модель уже может считаться гедонической, так как бренд может являться важной потребительской характеристикой.

Графики на рис. 1, 2 показывают, что в среднем по выборке на рассматриваемых интервалах бренд не влияет статистически значимо на цены смартфонов за исключением апреля–сентября 2021 г. Это означает, что можно говорить о том, что такая характеристика качества как бренд смартфона в существенной степени отражается в его цене. Прирост наблюдаемых цен в сентябре 2021 г. по отношению к сентябрю 2020 г. составил 23,22%, прирост цен с учетом эффектов бренда составил 16,26%.

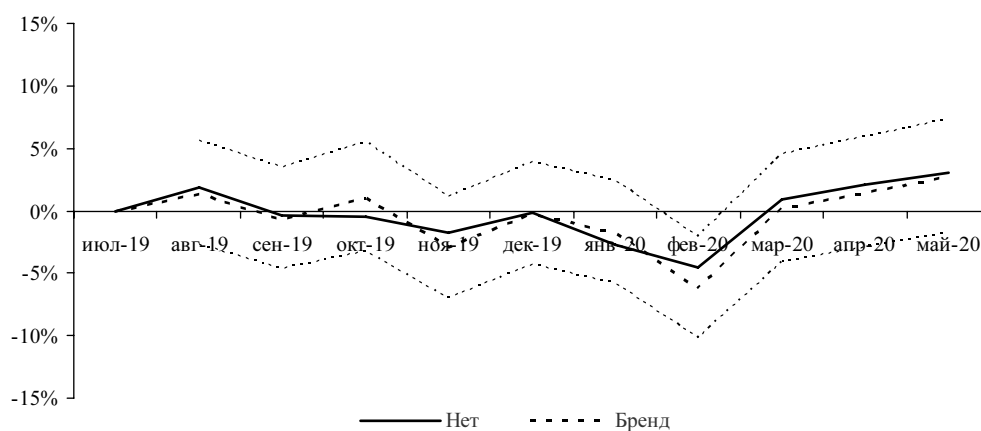


Рис. 1. Средние цены и модель временных фиктивных переменных с фиксированными эффектами бренда (июль 2019 г.–май 2020 г.)

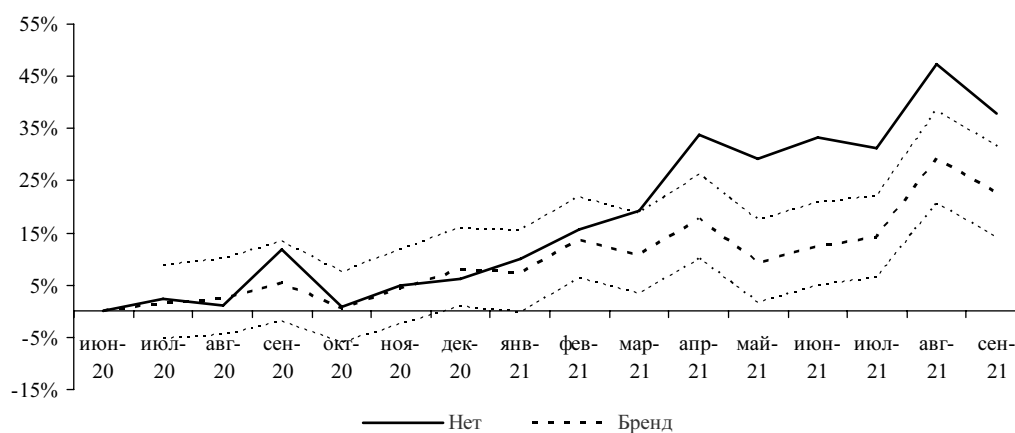


Рис. 2. Средние цены и модель временных фиктивных переменных с фиксированными эффектами бренда (июнь 2020 г.–июнь 2021 г.)

На рис. 3, 4 показаны графики средних цен и графики средних цен, скорректированных на фиксированный эффект бренда и перечисленный выше набор характеристик качества.

На данных графиках можно увидеть, что расхождения между средними ценами (сплошная линия) и скорректированными ценами (штриховая линия) становятся статистически значимыми. На первой подвыборке статистическая значимость начинает проявляться к ноябрю 2019 г. В результате, к маю 2020 г. средние наблюдаемые цены выросли на 3,1% относительно июля 2019 г., тогда как скорректированный индекс показал

снижение на 4%. На второй подвыборке в период с октября по декабрь 2020 г. средние цены были статистически значимо ниже скорректированного индекса: средние наблюдаемые цены показали рост на 38%, тогда как скорректированные цены также снизились на 4%. В результате на первой подвыборке корректировка составила около 8 п.п. в сторону понижения, а на второй подвыборке – 42 п.п. в ту же сторону. Изменение скорректированного индекса в сентябре 2021 г. относительно сентября 2020 г. составило –1,89%. Как отмечалось выше, прирост наблюдаемых цен в сентябре 2021 г. по отношению к сентябрю 2020 г. составил 23,22% (на 25,11 п.п. выше скорректированного индекса), прирост цен с учетом эффектов бренда составил 16,26% (на 18,15 п.п. выше).

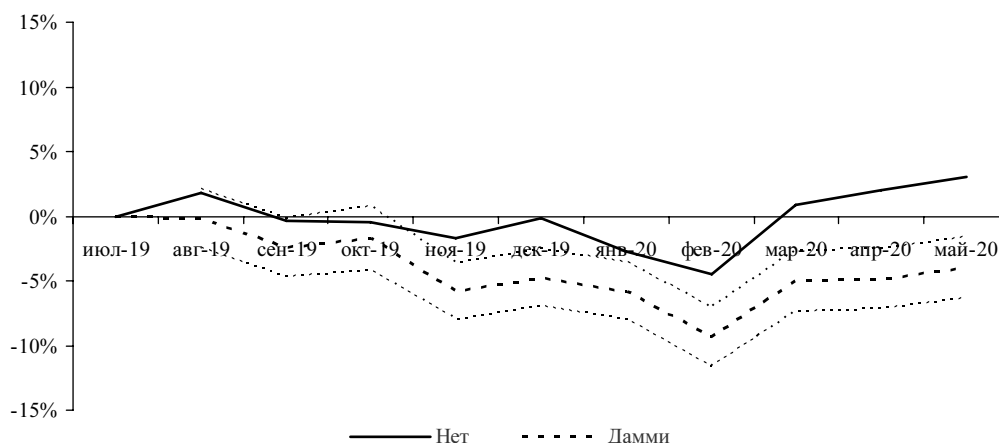


Рис. 3. Средние цены и модель временных фиктивных переменных с характеристиками качества (июль 2019 г.–май 2020 г.)

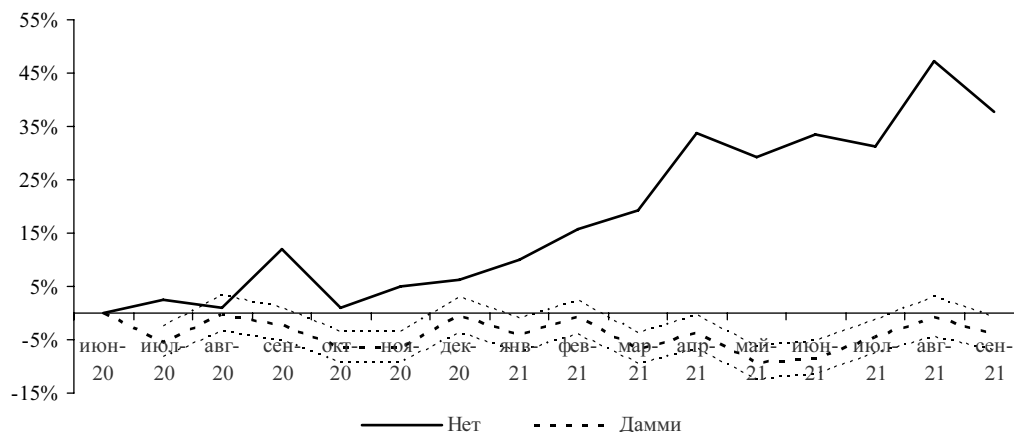


Рис. 4. Средние цены и модель временных фиктивных переменных с характеристиками качества (июнь 2020 г.–июнь 2021 г.)

На рис. 5, 6 показаны графики средних цен и графики средних цен, скорректированных на фиксированный эффект бренда и перечисленный выше набор характеристик качества и построенного при помощи метода цен характеристик качества. Результаты полностью аналогичны результатам, представленным выше на рис. 3, 4. Корректировка средних цен на уровень качества составила 6 п.п. для первой подвыборки и 41 п.п. для второй подвыборки, в обоих случаях в сторону понижения. Изменение скорректированного индекса в сентябре 2021 г. относительно сентября 2020 г. составило $-0,70\%$ (на 22,52 п.п. ниже наблюдаемого среднего уровня цен и на 15,56 п.п. ниже среднего уровня цен с учетом эффектов бренда).

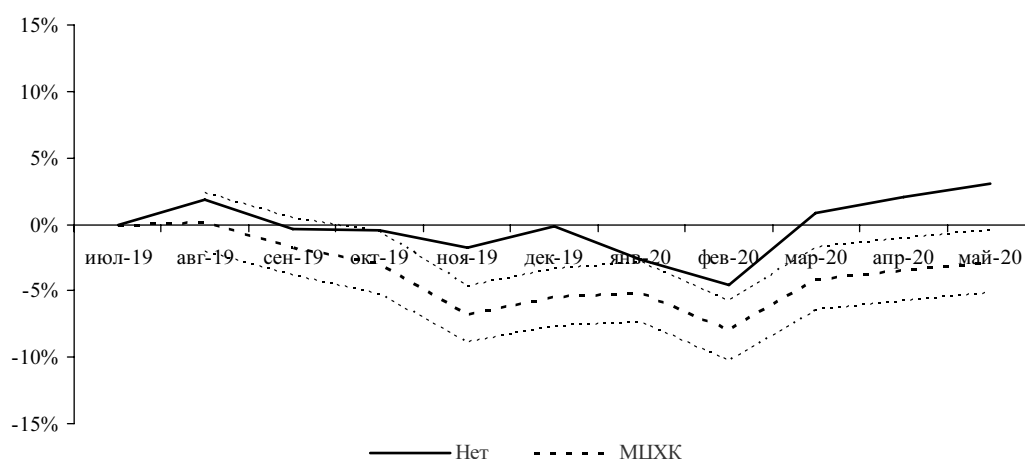


Рис. 5. Индекс средних цен и модель цен характеристик качества (июль 2019 г.–май 2020 г.)

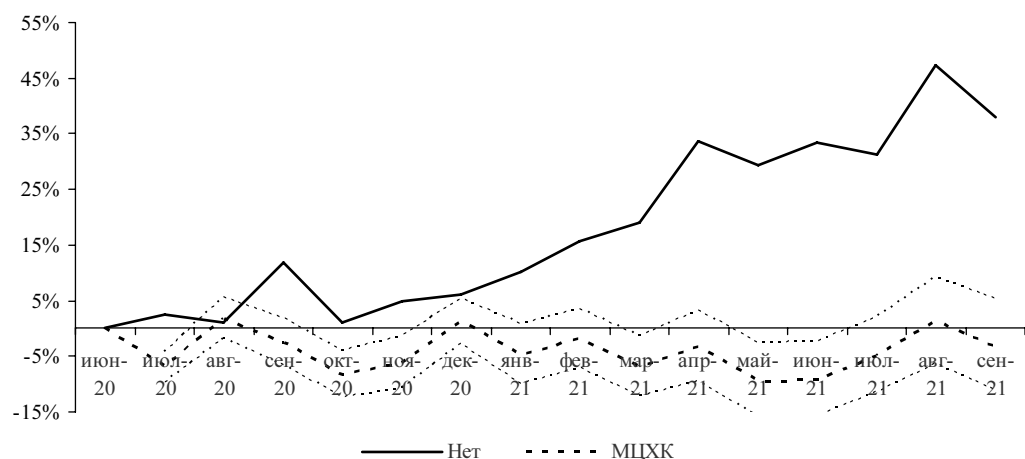


Рис. 6. Индекс средних цен и модель цен характеристик качества (июнь 2020 г.–июнь 2021 г.)

Заключение

В имеющейся литературе рассматривается применение гедонического метода к данным по ценам электроники [Пархоменко, Редькина, 2006; Berndt, Griliches, 1993; Chow, 1967; Cole et al., 1986], автомобилей [Court, 1939; Griliches, 1961], недвижимости [Игнатенко, Михайлова, 2015; Hülaga et al., 2016; Wu, Deng, Liu, 2014], а также ряда других товарных групп, таких как сельскохозяйственные удобрения [Fernandez-Cornejo, Jans, 1995], авиаперелеты [Good, Sickles, Weiher, 2008], картины художников-фовистов и импрессионистов [Житков, Ратникова, 2014; Петров, Ратникова, 2017]. Ранее авторами настоящей статьи также рассматривалось применение гедонического метода к данным по ценам телевизоров [Зямалов, Турунцева, 2020].

В настоящей статье был рассмотрен вопрос применения гедонического метода к данным по рынку смартфонов города Москвы. Проведенный анализ показал, что данные по ценам мобильных телефонов на этом рынке содержат признаки наличия потенциальных смещений индексов цен, вызванных изменением уровня качества представленных моделей. На первой подвыборке (июль 2019 г. – май 2020 г.) модели временных фиктивных переменных и цен характеристик качества показали статистически значимую разницу между наблюдаемыми и скорректированными средними ценами в размере 5–8 п.п. На второй подвыборке (июнь 2020 г. – июнь 2021 г.) модели показывали статистически значимую разницу в размере 41–42 п.п.

В годовом измерении (сентябрь 2021 г. к сентябрю 2020 г.) по модели временных фиктивных переменных с характеристиками качества скорректированный на качество индекс цен оказался на 25,11 п.п. ниже среднего индекса цен, а по модели цен характеристик качества – ниже на 22,52 п.п. Для иллюстрации возможного влияния на ВВП можно провести очень грубые (и, очевидно, условные) расчеты на основе имеющихся данных по экономике США¹⁰. Как отмечалось во введении, проведенные для рынка компьютеров в 2001–2005 гг. расчеты показали, что среднегодовые скорректированные на качество цены на компьютеры на 13,5 п.п. ниже традиционных. Расчеты для 1995–1999 гг. для того же рынка показали, что учет изменения качества персональных компьютеров дает дополнительно около 0,25 п.п. ежегодного прироста реального ВВП США. Если предположить, что доля рынка сотовых телефонов в ВВП России такая же, как рынок компьютеров в ВВП США, и нет различий по временным интервалам, то учет скорректированных на качество цен сотовых телефонов может дать годовой прирост ВВП в размере 0,417–

¹⁰ Сотовые телефоны, в соответствии с «Общероссийским классификатором продукции по видам экономической деятельности» (утв. Приказом Росстандарта от 31.01.2014 г. № 14-ст) (ред. от 16.06.2021 г.), относятся к классу 26 «Оборудование компьютерное, электронное и оптическое» (Computer, electronic and optical products). При отсутствии более детализированной информации о структурных компонентах производимого оборудования, позволяющей выделить компонент «Аппараты телефонные для сотовых сетей связи или для прочих беспроводных сетей» (код 26.30.22), возможным подходом к оценке влияния изменения качества сотовых телефонов на показатели динамики ВВП является ориентация на показатели, относящиеся к объектам соответствующей классификационной группы, для которых в международной статистике разработаны оценки, учитывающие влияние гедонических факторов. К таким объектам, в частности, относятся персональные компьютеры.

0,465 п.п. в зависимости от модели, которая была использована для корректировки. Мы понимаем всю условность и грубость этих расчетов, но они показывают, что игнорирование гедоники при расчете индексов цен может приводить к существенным смещениям в оценках индекса физического объема ВВП и этот вопрос требует изучения и глубокого анализа, а также согласуется с мировой статистической практикой.

Полученные результаты невозможно сравнивать с официальными индексами, так как при расчетах не учитываются рыночные доли различных моделей мобильных телефонов. Но, с другой стороны, они демонстрируют необходимость, по крайней мере, проверки наличия влияния изменения в качестве смартфонов на их цены и учета этих изменений при расчете соответствующего индекса цен, так как игнорирование таких изменений ведет к потенциальным смещениям в индексах цен и всех связанных с ними статистических показателей. Рассмотренный пример также показывает необходимость проверки наличия такого влияния и для других групп товаров.

Приложение.

Таблица П1.

**Оценки коэффициентов при фиктивных переменных и их стандартные ошибки
(июль 2019 г.–май 2020 г.)**

	Средние цены	Бренд	Дамми	МЦХК
	(1)	(2)	(3)	(4)
Константа	9,1473 0,0228	9,1510 0,0149	8,4984 0,0679	
Август 2019 г.	0,0182 0,0326	0,0133 0,0210	-0,0016 0,0116	0,0015
Сентябрь 2019 г.	-0,0032 0,0325	-0,0068 0,0210	-0,0248 0,0117	-0,0175
Октябрь 2019 г.	-0,0044 0,0347	0,0100 0,0220	-0,0174 0,0130	-0,0294
Ноябрь 2019 г.	-0,0174 0,0329	-0,0303 0,0213	-0,0602 0,0118	-0,0681
Декабрь 2019 г.	-0,0015 0,0326	-0,0031 0,0211	-0,0489 0,0119	-0,0551
Январь 2020 г.	-0,0274 0,0335	-0,0183 0,0213	-0,0597 0,0121	-0,0516
Февраль 2020 г.	-0,0462 0,0328	-0,0644 0,0221	-0,0981 0,0129	-0,0802
Март 2020 г.	0,0090 0,0344	0,0011 0,0222	-0,0515 0,0126	-0,0413

Окончание табл. П1.

	Средние цены	Бренд	Дамми	МЦХК
	(1)	(2)	(3)	(4)
Апрель 2020 г.	0,0203 0,0351	0,0140 0,0224	-0,0498 0,0124	-0,0344
Май 2020 г.	0,0303 0,0346	0,0264 0,0223	-0,0409 0,0126	-0,0286
Эффекты бренда	Нет	Да	Да	Да
Характеристики качества	Нет	Нет	Да	Да
N	11821	11821	11821	
R^2_{adj}	-0,0001	0,5937	0,8690	

Таблица П2.

**Оценки коэффициентов при фиктивных переменных и их стандартные ошибки
(июль 2020 г.–сентябрь 2021 г.)**

	Средние цены	Бренд	Дамми	МЦХК
	(1)	(2)	(3)	(4)
Константа	9,5200 0,0316	9,5836 0,0247	8,6473 0,0701	
Июль 2020 г.	0,0242 0,0455	0,0148 0,0352	-0,0563 0,0155	-0,0693
Август 2020 г.	0,0105 0,0462	0,0238 0,0361	-0,0026 0,0172	0,0190
Сентябрь 2020 г.	0,1123 0,0468	0,0527 0,0367	-0,0220 0,0165	-0,0253
Октябрь 2020 г.	0,0095 0,0458	0,0049 0,0344	-0,0662 0,0158	-0,0833
Ноябрь 2020 г.	0,0482 0,0486	0,0434 0,0345	-0,0672 0,0157	-0,0613
Декабрь 2020 г.	0,0596 0,0496	0,0775 0,0356	-0,0042 0,0171	0,0120
Январь 2021 г.	0,0959 0,0491	0,0711 0,0366	-0,0417 0,0166	-0,0475
Февраль 2021 г.	0,1453 0,0485	0,1281 0,0349	-0,0082 0,0160	-0,0190

Окончание табл. П2.

	Средние цены	Бренд	Дамми	МЦХК
	(1)	(2)	(3)	(4)
Март 2021 г.	0,1753 0,0479	0,1017 0,0354	-0,0688 0,0159	-0,0688
Апрель 2021 г.	0,2907 0,0469	0,1640 0,0352	-0,0372 0,0163	-0,0331
Май 2021 г.	0,2568 0,0471	0,0884 0,0367	-0,0984 0,0172	-0,0949
Июнь 2021 г.	0,2880 0,0480	0,1188 0,0359	-0,0882 0,0171	-0,0923
Июль 2021 г.	0,2722 0,0457	0,1317 0,0347	-0,0448 0,0170	-0,0494
Август 2021 г.	0,3870 0,0500	0,2556 0,0355	-0,0082 0,0188	0,0119
Сентябрь 2021 г.	0,3211 0,0506	0,2034 0,0359	-0,0411 0,0167	-0,0321
Эффекты бренда	Нет	Да	Да	Да
Характеристики качества	Нет	Нет	Да	Да
N	8679	8679	8679	
R_{adj}^2	0,0196	0,5027	0,9018	

* *

*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Берндт Э.Р. Практика эконометрики: классика и современность /под ред. С.А. Айвазяна. М.: Юнити-Дана, 2005.

Житков К.В., Ратникова Т.А. Построение гедонистических ценовых индексов на полотна художников-фовистов // Прикладная эконометрика. 2014. № 3 (35). С. 59–85.

Зямалов В.Е., Турунцева М.Ю. Основные подходы к учету изменений в качестве товаров в индексах цен // Научный вестник ИЭП им. Гайдара.ру. 2019. № 6. С. 55–61.

Зямалов В.Е., Турунцева М.Ю. Применение гедонического метода в России на примере рынка продаж телевизоров // Экономическое развитие России. 2020. Т. 27. № 12.

Игнатенко А., Михайлова Т. Ценообразование на рынке аренды офисной недвижимости Москвы: гедонический анализ // Экономическая политика. 2015. Т. 10. № 4. С. 156–177.

Пархоменко А., Редькина А. Эконометрические оценки гедонических индексов цен на персональные компьютеры в России: пример рынка г. Екатеринбурга. М.: Высшая школа экономики, 2006.

Петров Н.А., Ратникова Т.А. Ценовой индекс на полотна Анри Матисса: чувствительность к методу построения и связь с биржевым и арт-индексами // Прикладная эконометрика. 2017. № 3 (47).

Berndt E.R., Griliches Z. Price Indexes for Microcomputers: An Exploratory Study // Price Measurements and Their Uses / ed. by M. Foss, M. Manser, A. Young. National Bureau of Economic Research, 1993. P. 63–100.

Chow G.C. Technological Change and the Demand for Computers // The American Economic Review. 1967. Vol. 57. № 5. P. 1117–1130.

Chwelos P., Berndt E.R., Cockburn I.M. Valuing Mobile Computing: A Preliminary Price Index for PDAs. 3rd ZEW Conference on the Economics of Information and Communication Technologies, Mannheim, Germany, July. Mannheim, Germany: ZEW, 2003. P. 19.

Cole R. et al. Quality-Adjusted Price Indexes for Computer Processors and Selected Peripheral Equipment // Survey of Current Business. 1986. Vol. 66. № 1. P. 10.

Court A.T. 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. Detroit, MI: American Statistical Association and the Econometric Society, 1939.

Fernandez-Cornejo J., Jans S. Quality-Adjusted Price and Quantity Indices for Pesticides // American Journal of Agricultural Economics. 1995. Vol. 77. № 3. P. 645–659.

Good D.H., Sickles R.C., Weiher J.C. A Hedonic Price Index for Airline Travel // Review of Income and Wealth. 2008. Vol. 54. № 3. P. 438–465.

Griliches Z. Hedonic Price Indexes for Automobiles: An Econometric of Quality Change // The Price Statistics of the Federal Government / ed. by Price Statistics Review Committee. National Bureau of Economic Research, 1961. P. 173–196.

Haan J. de, Diewert E. Hedonic Regression Methods // Handbook on Residential Property Price Indices. Luxembourg: Eurostat, 2013. P. 49–64.

Holmgaard J. Hedonic House Price Index. Statistics Denmark, 2016.

Hülagü T. et al. A Hedonic House Price Index for Turkey. Working Papers. Research and Monetary Policy Department, Central Bank of the Republic of Turkey, 2016.

Kim M., Reinsdorf M. A Test of Hedonic Price Indexes for Imports. Sydney, Australia, 2013.

Landefeld J.S., Grimm B.T. A Note on the Impact of Hedonics and Computers on Real GDP // Survey of Business. 2000. P. 34.

Triplett J.E. Handbook on Hedonic Indexes and Quality Adjustments in Price Indexes: Special Application to Information Technology Products. Paris: OECD, 2006.

Wasshausen D.B., Moulton B.R. The Role of Hedonic Methods in Measuring Real GDP in the United States. Rome, Italy, 2006.

Waugh F.V. Quality As a Determinant of Vegetable Prices: A Statistical Study of Quality Factors Influencing Vegetable Prices in the Boston Wholesale Market. 1929.

Waugh F.V. Quality Factors Influencing Vegetable Prices // Journal of Farm Economics. 1928. Vol. 10. № 2. P. 185–196.

Wu J., Deng Y., Liu H. House Price Index Construction in the Nascent Housing Market: The Case of China // The Journal of Real Estate Finance and Economics. 2014. Vol. 48. № 3. P. 522–545.

Hedonic Price Indices: Application to the Russian Market

Marina Turuntseva¹, Vadim Zyamalo²

¹ Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration,
82/5, Vernadskogo prosp., Moscow, 119571, Russian Federation.
E-mail: turuntseva@ranepa.ru

² Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration,
82/5, Vernadskogo prosp., Moscow, 119571, Russian Federation.
E-mail: zyamalo@ranepa.ru

In this paper discussed is the question of using the hedonic method when constructing price indices adjusted for changes in the quality level of goods on the Russian market. In the first part of the paper several foreign works devoted to the application of the method to various groups of goods are reviewed. Also, there is a short review of real-life usage of the method by BLS, Census bureau and BEA.

In the second part an example of the application of the hedonic approach to Russian data based on information on prices and characteristics of mobile phones according to the Yandex.Market portal in the period from July 2019 to September 2021 is described. It is shown that the hedonic method is applicable in Russian conditions and shows statistically significant differences between the observed price change and the estimated adjusted indices. However, the lack of the necessary statistical information does not make it possible to adjust official price indices by the quality of goods.

Key words: price indices; hedonic approach; quality characteristics.

JEL Classification: C01, C54, E31.

* *
*

References

- Berndt E.R. (2005) *The Practice of Econometrics: Classic and Contemporary* (ed. S.A. Aivazyan), Moscow: Unity-Dana. (in Russian)
- Berndt E.R., Griliches Z. (1993) Price Indexes for Microcomputers: An Exploratory Study. *Price Measurements and Their Uses* (eds. M. Foss, M. Manser, A. Young), National Bureau of Economic Research, pp. 63–100.

- Chow G.C. (1967) Technological Change and the Demand for Computers. *The American Economic Review*, 57, 5, pp. 1117–1130.
- Chwelos P., Berndt E.R., Cockburn I.M. (2003) Valuing Mobile Computing: A Preliminary Price Index for PDAs. *3rd ZEW Conference on the Economics of Information and Communication Technologies, Mannheim, Germany, July*. Mannheim, Germany: ZEW, p. 19.
- Cole R. et al. (1986) Quality-Adjusted Price Indexes for Computer Processors and Selected Peripheral Equipment. *Survey of Current Business*, 66, 1, p. 10.
- 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. Detroit, MI: American Statistical Association and the Econometric Society.
- Parkhomenko A., Redkina A. (2006) *Estimating Hedonic Price Indices for Personal Computers in Russia*. Moscow: Higher School of Economics. (in Russian)
- Fernandez-Cornejo J., Jans S. (1995) Quality-Adjusted Price and Quantity Indices for Pesticides. *American Journal of Agricultural Economics*, 77, 3, pp. 645–659.
- Good D.H., Sickles R.C., Weiher J.C. (2008) A Hedonic Price Index for Airline Travel. *Review of Income and Wealth*, 54, 3, pp. 438–465.
- Griliches Z. (1961) Hedonic Price Indexes for Automobiles: An Econometric of Quality Change. *The Price Statistics of the Federal Government* (ed. by Price Statistics Review Committee). National Bureau of Economic Research, pp. 173–196.
- Haan J. de, Diewert E. (2013) Hedonic Regression Methods. *Handbook on Residential Property Price Indices*. Luxembourg: Eurostat, P. 49–64.
- Holmgaard J. (2016) *Hedonic House Price Index*. Statistics Denmark.
- Hülagü T. et al. (2016) *A Hedonic House Price Index for Turkey*. Working Papers. Research and Monetary Policy Department, Central Bank of the Republic of Turkey.
- Ignatenko A., Mikhailova T. (2015) Moscow Office Rental Prices: A Hedonic Analysis. *Economic Policy*, 10, 4, pp. 156–177. (in Russian)
- Kim M., Reinsdorf M. (2013) *A Test of Hedonic Price Indexes for Imports*. Sydney, Australia.
- Landefeld J.S., Grimm B.T. (2000) A Note on the Impact of Hedonics and Computers on Real GDP. *Survey of Business*, p. 34.
- Petrov N., Ratnikova T. (2017) The Price Index for the Paintings of Henri Matisse: The Sensitivity to the Method of Construction and Connection with Stock Market and Art Indices. *Applied Econometrics*, 3, 47. (in Russian)
- Triplett J.E. (2006) *Handbook on Hedonic Indexes and Quality Adjustments in Price Indexes: Special Application to Information Technology Products*. Paris: OECD.
- Wasshausen D.B., Moulton B.R. (2006) *The Role of Hedonic Methods in Measuring Real GDP in the United States*. Rome, Italy.
- Waugh F.V. (1929) *Quality As a Determinant of Vegetable Prices: A Statistical Study of Quality Factors Influencing Vegetable Prices in the Boston Wholesale Market*.
- Waugh F.V. (1928) Quality Factors Influencing Vegetable Prices. *Journal of Farm Economics*, 10, 2, pp. 185–196.
- Wu J., Deng Y., Liu H. (2014) House Price Index Construction in the Nascent Housing Market: The Case of China. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 48, 3, pp. 522–545.
- Zhitkov K., Ratnikova T. (2014) The Construction of Hedonic Price Indices for Fauvists' Paintings. *Applied Econometrics*, 3, 35, pp. 59–85. (in Russian)
- Zyamalov V., Turuntseva M. (2019) Main Approaches to Accounting for Changes in the Quality of Goods in Price Indices. *Gaidar Institute Scientific Bulletin*, 6, pp. 55–61. (in Russian)
- Zyamalov V., Turuntseva M. (2020) Application of the Hedonic Method: The Example of Russian Market of Household Appliances. *Russian Economic Development*, 27, 12. (in Russian)