

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСОВ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ: В ЧЕМ СИЛА?

Маркова Ольга Анатольевна

*кандидат экономических наук, старший научный сотрудник
кафедры конкурентной и промышленной политики,
МГУ имени М.В. Ломоносова, экономический факультет
(г. Москва, Россия)*

Ставнийчук Анна Юрьевна

*аспирант, научный сотрудник
кафедры конкурентной и промышленной политики,
младший научный сотрудник
лаборатории исследований цифровой экономики,
МГУ имени М.В. Ломоносова, экономический факультет
(г. Москва, Россия)*

Ионкина Карина Александровна

*научный сотрудник кафедры конкурентной и промышленной политики,
научный сотрудник лаборатории исследований цифровой экономики,
МГУ имени М.В. Ломоносова, экономический факультет
(г. Москва, Россия)*

Аннотация

Статья посвящена проблемам динамического ценообразования в транспортных перевозках (такси, доставка и др.), где важную роль играют фрикции поиска и провалы мэтчинга, приводящие к росту издержек и снижению эффективности распределения ресурсов. В работе показано, как использование технологий мэтчинга и динамических цен помогает снизить издержки и повысить эффективность распределения ресурсов в условиях изменяющегося спроса и предложения. В статье для иллюстрации влияния повышающих коэффициентов цен на преодоление провалов мэтчинга приведена модель рынка перевозок такси. Анализ статичной симуляции модели на открытых данных по России показал, что динамическое ценообразование снижает вероятность возникновения провалов мэтчинга, позволяя обеспечить равновесие на рынке, особенно в периоды повышенного спроса. Это повышает благосостояние потребителей и излишек производителей.

Ключевые слова: динамическое ценообразование, фрикции поиска, провал мэтчинга, такси, платформа, рынок труда.

Маркова О.А., e-mail: markovaoa@outlook.com

Ставнийчук А.Ю., e-mail: stavniychukay@my.msu.ru

Ионкина К.А., e-mail: ionkinaka@my.msu.ru

JEL коды: D40, L91, R41.

Для цитирования: Маркова О.А., Ставнийчук А.Ю., Ионкина К.А. Распределение ресурсов на основе динамического ценообразования: в чем сила? // Научные исследования экономического факультета. Электронный журнал. 2025. Том 17. Выпуск 1. С. 79-97. DOI: 10.38050/2078-3809-2025-17-1-79-97.

Введение

В последние годы с развитием технологий работы с данными динамическое ценообразование¹ приобретает все большую популярность. В частности, динамическое ценообразование применяется в таких сферах, как пассажирские авиаперевозки (Williams, 2022), услуги такси (Castillo et al., 2017), расселение (Gibbs et al., 2018), электроэнергетика (Desai, Dutta, 2013) и других областях.

Динамическое ценообразование активно применяется в транспортных перевозках, что связано с тем, что в данной сфере часто наблюдается разбалансировка спроса и предложения из-за несовпадения в пространстве между стороной спроса и предложения (например, для сферы такси сторона спроса – пассажиры, а сторона предложения – водители). Динамическое ценообразование позволяет сбалансировать спрос и предложение, с одной стороны, расчищая рынок (меньше пассажиров или перевозчиков готовы уехать по высоким ценам), с другой стороны, привлекая в зоны повышенного спроса больше перевозчиков (которых стимулируют более высокие цены на перевозку). Это, в свою очередь, способствует решению проблемы «погоны за диким гусем» (Castillo et al., 2017). Есть свидетельства того, что динамическое ценообразование в сфере перевозок такси в целом положительно влияет и на благосостояние водителей и пассажиров (Castillo et al., 2017), и на общественное благосостояние, например, в сфере авиаперевозок (Williams, 2022), в то же время вопрос о возможном влиянии динамического ценообразования на благосостояние различных групп остается открытым.

Вопрос о необходимости реализации специального антимонопольного регулирования цифровых рынков являлся (и во многом до сих пор является) предметом для споров в течение нескольких лет, из-за чего «пятый антимонопольный пакет» претерпел несколько раундов обсуждения и был существенно переработан к моменту его принятия в 2023 г. (Федеральный закон от 10.07.2023 № 301-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон “О защите конкуренции”») (более подробно об этапах рассмотрения поправок см. (Маркова, Ставнийчук, 2024)). Сложности, связанные с принятием «пятого антимонопольного пакета», во многом связаны с отсутствием консенсуса относительно воздействия сетевых эффектов на состояние кон-

¹ Под динамическим ценообразованием мы понимаем принцип ценообразования, который позволяет балансировать спрос и предложение в часы «пиковых» нагрузок. Например, в сфере такси это происходит за счет «включения» специального повышающего коэффициента (surge или сурж), что позволяет привлекать больше водителей такси в зоны с относительно более высоким спросом и снижать время подачи машины. Динамическое ценообразование в целом характерно для рынков, обладающих такими характеристиками, как наличие сетевых эффектов, временной специфичностью активов, наличием разных групп потребителей (с разной эластичностью спроса по цене). Отдельной разновидностью динамического ценообразования может выступать персонализированное ценообразование, которое в данной работе мы не рассматриваем.

курении, а также относительно необходимости специального антимонопольного регулирования компаний, владеющих цифровыми платформами. Кроме того, пока нет единого мнения относительно возможностей и границ использования динамического ценообразования, что в совокупности с отсутствием устоявшегося регулирования может приводить к ошибкам правоприменения.

В данной работе рассматривается более широкий вопрос о том, каковы предпосылки использования динамического ценообразования в разных сферах, что важно в свете обсуждения подходов к регулированию. Выявление предпосылок для появления динамического ценообразования позволяет говорить о принципиальных различиях в использовании динамического ценообразования в условиях пиковых предсказуемых и непредсказуемых нагрузок и при стратегическом поведении потребителей. Далее мы остановимся на динамическом ценообразовании, характерном для отрасли перевозок такси, обсудим развитие технологий в отрасли, которые позволяют пошагово преодолевать проблемы, приводящие к снижению общественного благосостояния. На основании модели, предложенной в работе (Castillo, Knoepfle, Weyl, 2023), будет показано, как работают провалы мэтчинга, а также на открытых данных будет продемонстрировано, что отказ от динамического ценообразования либо его ограничение в сфере перевозок такси может приводить к разбалансировке рынка, что связано со снижением качества услуг и повышением вероятности непредоставления услуг потребителям.

1. Предпосылки использования динамического ценообразования

Пиковые нагрузки – ключевая проблема, возникающая в отраслях, связанных с транспортировкой грузов и пассажиров, а также управлением коммунальным хозяйством. Характерная для этих отраслей разбалансировка спроса и предложения является преимущественно пространственной. В результате разбалансировки спроса в пиковые нагрузки компании сталкиваются с неопределенностями в управлении запасами. Кроме транспорта пространственная разбалансировка возникает при распределении газа, воды, электричества, управлении отходами. Хотя может показаться, что разбалансировки в этих сферах связаны с временным компонентом, фактически же их первопричиной являются ограничения в пропускной способности соответствующих объектов инфраструктуры (производственных мощностей).

Временная разбалансировка характерна для гостиничного бизнеса, авиаперевозок и индустрии развлечений и также зависит от использования компаниями динамического ценообразования. Такая разбалансировка связана с тем, что часть потребителей могут стратегически изменять свое решение во времени: например, откладывать покупку на последний момент.

С точки зрения целей пространственной балансировки характерна важная социальная компонента: периоды значительного превышения спроса над предложением характеризуются высокими нагрузками на объекты инфраструктуры, что связано с повышенными рисками для здоровья людей (в частности, в виде риска давки или недополучения энергии или воды) и экологии (из-за роста выбросов в окружающую среду и аварий). В случае же неопределенности, связанной с управлением запасами, использование динамического ценообразования может обеспечивать более раннюю определенность относительно загрузки мощностей. Такой вид динамического ценообразования, как правило, не зависит от возникающих отрицательных социальных эффектов.

Таким образом, динамическое ценообразование используется, если у бизнеса возникают издержки, связанные с неопределенностью, которую условно можно разделить на (1) зависящую от пиковых нагрузок и влияющую на управление производственными мощностями и (2) возникающую при управлении запасами «скоропортящихся» продуктов из-за стратегического изменения потребителями времени покупки (см. табл. 1).

Таблица 1

Источники роста затрат компании, которые снижаются с использованием динамического ценообразования

Предпосылки для использования динамического ценообразования	Пространственная разбалансировка спроса и предложения	Временная разбалансировка спроса и предложения
Источники роста затрат	Неопределенность при управлении производственными мощностями	Неопределенность при управлении запасами
Предпосылки: потребители	Предсказуемые и непредсказуемые пиковые нагрузки	Часть потребителей стратегически переносят свои решения (forward-looking consumers)
Предпосылки: производители	Ограничение на производственные мощности	У продукта есть « срок годности », важна «наполняемость» мощностей
Отрасли	Коммунальное хозяйство (электроэнергия, вода) Транспорт (грузовые и пассажирские перевозки, платные дороги)	Пассажирские авиаперевозки Билеты на события Гостиничный бизнес
Цель динамического ценообразования	Расчистка рынка	Обеспечение более ранней определенности относительно загрузки мощностей

Источник: составлено авторами.

Остановимся подробнее на эффектах от использования динамического ценообразования в отдельных отраслях, для которых характерны рассмотренные выше источники роста затрат.

2. Чувствительные ко времени продажи товары и услуги и динамическое ценообразование

Для продуктов с ограниченным «сроком годности», т. е. наличием чувствительности ко времени продажи товара или услуги², важна «наполняемость» мощностей, при этом возникает дополнительная неопределенность при управлении запасами, так как цены на них рассчитываются до того, как компания будет понимать, насколько будут заполнены ее мощности. Эта неопределенность связана с тем, что некоторые потребители переносят свои решения на более поздние периоды ближе к «сроку годности» продукта, в результате чего у компаний возникает неопределенность относительно того, окупятся ли ее затраты. В этом случае динамическое це-

² Например, покупка авиабилета ограничена временем отправления самолета, а билета на концерт – временем самого концерта. После наступления события, по сути, истекает «срок годности» продукта.

нообразование используется компаниями для того, чтобы перенести решения более эластичных по цене потребителей на ранние периоды, что, с одной стороны, позволяет обеспечить более раннюю определенность относительно загрузки мощностей, а с другой стороны – снижает риски компании, предоставляя более ранний доступ к ликвидности. К отраслям, в которых возникает такой тип неопределенности, относятся пассажирские перевозки, отрасль продажи билетов на события и гостиничный бизнес.

В отрасли продажи билетов на события компании используют динамические цены при продаже билетов, чтобы понизить неопределенность, связанную с заполняемостью объектов (стадионов, залов, клубов). Например, для спортивных мероприятий может быть использована динамическая цена, которая будет учитывать факторы со стороны спроса, погоду, характеристики команд. Рост посещаемости спортивных матчей после внедрения динамического ценообразования (Kobritz, Palmer, 2011) позволяет получить дополнительный мультипликативный эффект за счет роста доходов от продажи атрибутики, напитков и еды (Иванов, Солнцев, 2014).

В отрасли гостиничных услуг динамическое ценообразование, которое в непиковые периоды предполагает назначение цен немного ниже цен конкурентов и повышение цен в пиковые периоды, не только позволяет гостиницам увеличить выручку, но также предоставляет жилье постояльцам, которые при прочих равных больше ценят пребывание в гостинице (Cho, Lee, Rust, Yu, 2018). К похожему результату приходит (Williams, 2022) для рынка пассажирских авиаперевозок: в условиях ограничений на производственные мощности (capacity constrain) общественное благосостояние оказывается выше в случае динамического ценообразования по сравнению с неизменной ценой³. Более того, на рынках пассажирских перевозок переход к динамическому ценообразованию позволяет повысить общественное благосостояние на 30% (Aryal, Murry, Williams, 2024).

В случае конкурентных рынков рост благосостояния в результате динамического ценообразования полностью обеспечивается повышением благосостояния потребителей. Так, в результате использования динамического ценообразования в условиях конкуренции на рынках пассажирских авиаперевозок в более ранние периоды авиакомпании жестче конкурируют, что значительно снижает цены на авиабилеты – в результате пассажиры, заранее покупающие билеты, становятся стороной, которая получает весь выигрыш от динамического ценообразования (Chen, 2018).

3. Динамическое ценообразование при пиковых нагрузках в случае ограничения на производственные мощности

Неопределенность, связанная с пиковыми нагрузками (предсказуемыми и непредсказуемыми), проявляется в управлении коммунальным хозяйством (при распределении электроэнергии и воды) и на транспорте (например, на платных дорогах, в грузовых и пассажирских перевозках). Такой тип неопределенности приводит к сложностям в управлении ограничен-

³ Хотя до этой модели многие исследователи в ходе теоретического моделирования приходили к выводу об отрицательных последствиях от динамического ценообразования для общественного благосостояния (Aguirre, Cowan, Vickers, 2010; Bergemann, Brooks, Morris, 2015), эти исследования не учитывали ограниченные производственные мощности, что характерно для отрасли пассажирских перевозок. (Williams, 2022) показывает, что при учете этого ограничения получаются противоположные выводы относительно эффектов динамического ценообразования.

ными мощностями: в пиковые периоды могут возникать перегрузки существующих мощностей, что снижает качество услуг (в виде более низкой мощности или больших сроков доставки или прибытия такси) и ускоряет износ и выбытие этих мощностей. Расширение существующих мощностей, в свою очередь, оказывается нерентабельным при текущих ценах, что ставит вопрос о возможных путях решения этой проблемы, которую также называют провалом мэтчинга⁴ в сфере перевозок такси.

Для того, чтобы в период пиковых нагрузок не снижать качество услуг, компании и регуляторы используют цены, изменяющиеся в зависимости от нагрузки на производственные мощности. Стоит отметить, что «динамический» компонент цены может быть организован как меню цен с временным компонентом (например, в случае ценообразования электроэнергии для домашних хозяйств⁵) или как динамически изменяющаяся цена.

Для рынка электроэнергии множество исследований показывают, что переход на многоставочные тарифы (Time Of Use (TOU) tariffs) приводит к перераспределению потребления электричества с пиковых часов на непиковые в размере 3–6%, а тариф с критическим пиком потребления (critical-peak pricing (CPP) tariffs) снижает потребление электроэнергии на 13–20% (Faruqi, Sergici, 2010). Переход к динамическим ценам для потребителей приводит к тому, что потребители переносят свои решения во времени (Wolak, 2011), что позволяет отложить расширение мощностей электростанций (Stute, Kühnbach, 2023). При этом эффекты динамического ценообразования на потребление домохозяйствами электричества зависит от того, насколько хорошо потребители могут мониторить цены (что напрямую связано с доступными им технологиями).

Еще одна сфера с пиковыми нагрузками на мощности, загрузка которых управляется за счет динамического ценообразования, – это транспорт. Вопросы динамического ценообразования в сфере транспорта обсуждаются в части ценообразования платных дорог (в том числе платных выделенных полос движения): в условиях загруженных дорог введение динамического ценообразования приводит к росту благосостояния большинства водителей (Van Den Berg, Verhoef, 2011) из-за сокращения загруженности дорог в среднем на 1,6% на каждое увеличение цены проезда по платной дороге на 10% (Brent, Gross, 2018). Кроме того, внутри города динамическое ценообразование на основе загруженности дороги позволяет повысить скорость движения на 11% (Yang, Purevjav, Li, 2020).

Кроме платных дорог динамическое ценообразование активно используется в такси. Популярность динамического ценообразования с повышающим коэффициентом в пиковые периоды (сурж, англ. surge) можно объяснить следующими факторами (Cramer, Krueger, 2016):

- 1) технология, позволяющая обеспечивать лучший подбор пары «водитель–пассажир» (технология мэтчинга), позволяет снизить транзакционные издержки сторон;
- 2) наличие эффекта масштаба для технологических компаний, который позволяет снизить издержки платформы на обеспечение транзакции между сторонами;

⁴ Под мэтчингом мы понимаем технологию, позволяющую обеспечивать подбор пары «водитель–пассажир».

⁵ Некоторые страны переходят на динамически изменяющиеся тарифы на электроэнергию для домохозяйств. Например, в Германии реализуется схема «day-ahead price», при которой тариф для домохозяйства на определенный час рассчитывается от оптовой цены на электроэнергию предыдущего дня (Stute, Kühnbach, 2023).

3) наличие суржа, обеспечивающего баланс между спросом и предложением в рамках каждого дня, позволяет справиться с потенциальными провалами мэтчинга.

Как было указано ранее, использование динамического ценообразования в сфере перевозок такси связано с наличием дисбалансов спроса и предложения. Сокращению этих дисбалансов препятствует наличие существенных издержек перемещения между зонами (как прямых, так и альтернативных) для водителей в отсутствие динамического ценообразования. (Buchholz, 2022) на основе динамической модели пространственного равновесия показывает, что фрикции поиска⁶ и неоптимальное распределение водителей по зонам являются результатом стратегического поведения водителей, которое, в свою очередь, может быть связано с особенностями регулирования традиционных перевозок такси посредством ограничения на вход через систему «медальонов» – разрешений на оказание услуг по перевозке такси (Cetin, Deakin, 2019).

Между тем, именно одновременное использование технологий мэтчинга и повышающих коэффициентов для решения проблемы разбалансировки спроса и предложения позволяет повысить благосостояние всех участников рынков перевозок такси. В работе (Guda, Subramanian, 2019) показано, что наличие суржа может быть связано с положительными эффектами для водителей даже в ситуациях, когда в некоторой зоне величина предложения превышает величину спроса. Теоретические результаты работы (Guda, Subramanian, 2019) находят подтверждение в ряде эмпирических работ. (Chen et al., 2015) рассматривают эффекты для пассажиров и водителей от использования повышающих коэффициентов, полученные по данным, собранным в Центральном Манхэттене и центре Сан-Франциско. Авторы показывают, что при действии суржа доля новых автомобилей в зоне значительно увеличивается на 3,7% при прочих равных. В то же время обнаружены отрицательное воздействие суржа на предложение в 5 из 6 рассмотренных авторами регионах, а также снижение спроса в зонах, где сурж «включен», что в целом подтверждает вывод статьи (Guda, Subramanian, 2019) о стратегическом использовании суржа платформой.

Таким образом, динамическое ценообразование может быть использовано в отраслях, где у бизнеса возникают издержки, связанные (1) с неопределенностью из-за пиковых нагрузок, что влияет на эффективность управления производственными мощностями, (2) со стратегическим поведением потребителей относительно приобретения товаров со «сроком годности», что усложняет управление запасами. В первой группе, к которой относятся отрасли, связанные с управлением коммунальными услугами (электроэнергия, вода) и транспортом (грузовые и пассажирские перевозки, платные дороги), динамическое ценообразование позволяет расчищать рынок. Во второй группе, куда относятся отрасли пассажирских авиаперевозок, продажи билетов на события, гостиничный бизнес, динамическое ценообразование позволяет обеспечить более раннюю определенность относительно загрузки мощностей компании.

Для более глубокого понимания того, что как именно динамическое ценообразование в отраслях с пиковыми нагрузками влияет на благосостояние разных сторон, принимающих решения, мы остановимся на рынках перевозки такси. Такое сужение предметной области связано с наличием открытых данных, которые делают возможным проводить симуляции, позволяющие делать выводы для России, а также с тем, что в настоящее время активно обсуждается

⁶ Проблема, которая возникает в ситуации, когда количество потенциальных пассажиров превышает число свободных машин в зоне, в результате чего увеличивается время ожидания для пассажира и растут издержки, связанные с поездкой до него, для водителя.

вопрос об эффектах динамического ценообразования на рынках пассажирских перевозок такси.

4. Эффективность распределения ресурсов на основе динамического ценообразования

Распределение ресурсов в условиях, динамически изменяющихся в пространстве спроса и предложения связано с рядом сложностей в зависимости от того, какие технологии поиска и балансировки сторон спроса и предложения на пространстве используются. Эволюция бизнес-решений в сфере перевозок такси схематично показана на рис. 1. Он иллюстрирует появление технологий мэтчинга, которые позволяют снизить негативное влияние фрикций поиска. Это, в свою очередь, приводит к появлению провалов мэтчинга, которые решаются переходом к динамическому ценообразованию или единой цене (которая превышает среднюю цену, которая сформировалась бы при динамическом ценообразовании). Рассмотрим подробнее механизм преодоления фрикций поиска и провалов мэтчинга.

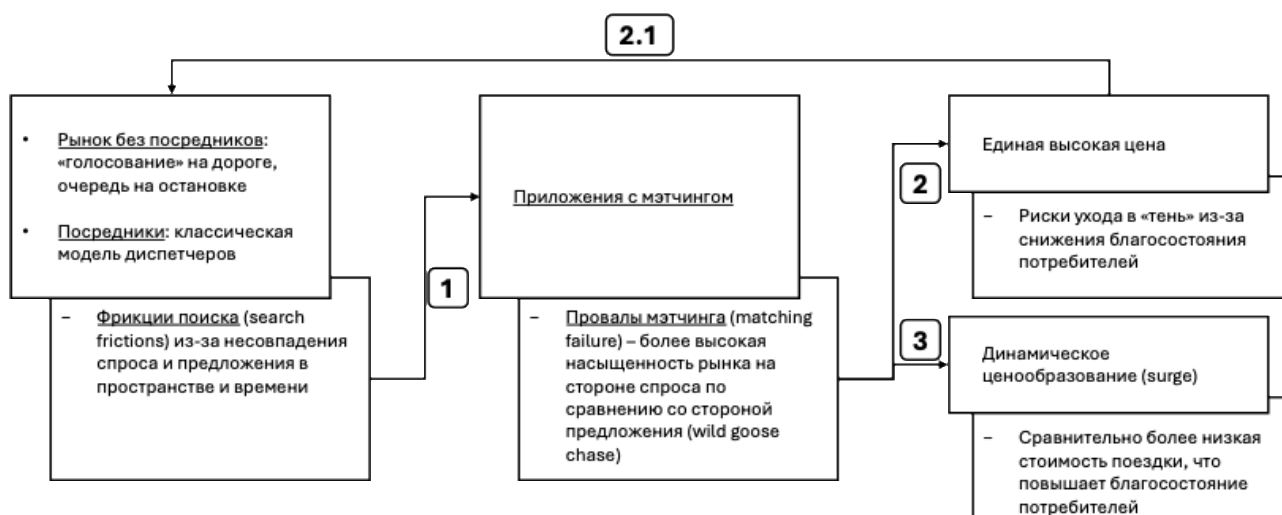


Рисунок 1. Схема эволюции бизнес-решений в сфере перевозок такси с выделением технологий, которые позволяют снижать негативные последствия возникающих проблем (составлено авторами)

Модели поиска в виде *рынков без посредников* и с *классическими посредниками* в виде диспетчерских служб не позволяли значительно снизить стоимость перевозки из-за высоких транзакционных издержек, связанных с фрикциями поиска. Фрикции поиска возникают, когда стороны спроса и предложения не могут встретиться из-за несовпадения во времени или пространстве. Традиционно фрикции поиска рассматривались применительно к рынку труда (Van den Berg, Van Vuuren, 2010) и брачным рынкам (Smith, 2006), но также они возникают на рынках, связанных с перевозками – например, с пассажирскими (Frechette, Lizzeri, Salz, 2019; Buchholz, 2022) и морскими (Brancaccio, Kalouptsidi, Papageorgiou, Rosaia, 2023).

В результате возникновения фрикций поиска в сфере перевозок такси растет стоимость услуг из-за ожидания транзакции или дополнительных издержек, связанных с рисками неосуществления транзакции. Например, в случае перевозок такси очередь на остановке связана для пассажиров с издержками по перемещению до «точки» отправления такси, а для таксистов – с рисками не найти пассажира.

Фрикции поиска могут быть снижены с помощью (1) *технологий мэтчинга*, которые реализуются на платформах (Frechette, Lizzeri, Salz, 2019; Brancaccio, Kalouptside, Parageorgiou, Rosaia, 2023).

Тем не менее, механизмы мэтчинга не застрахованы от других провалов, которые возникают из-за динамически изменяющегося в пространстве спроса и предложения – в случае, если на стороне спроса рынок становится более насыщенным по сравнению со стороной предложения, то может возникать так называемый «провал мэтчинга» (matching failure), который также называют проблемой «погони за диким гусем» (wild goose chase) (Шаститко и др., 2021). Провал мэтчинга возникает, если на стороне спроса при некоторой цене товара или услуги становится больше пассажиров, чем свободных водителей. В результате может расти время подачи, так как снижается вероятность того, что освободившийся водитель окажется близко к месту потенциальной подачи.

Провал мэтчинга может быть решен (2) назначением более *высокой единой цены* или через использование (3) *динамического ценообразования*.

Чтобы (2) единая цена преодолевала провал мэтчинга, она должна приближаться к цене, которая получается при применении высокого повышающего коэффициента (Castillo, Knoepfle, Weyl, 2023). В результате, в случае назначения более высокой единой цены возникают (2.1) риски того, что пассажиры и водители будут искать друг друга вне платформы. Это совместимо по стимулам – транзакция вне платформы позволяет водителям избежать комиссии, а пассажирам снизить стоимость услуги. В результате, во-первых, осуществление транзакций вне платформы с большей вероятностью будет частью теневого сектора, а, во-вторых, переход к высокой единой цене снижает устойчивость платформенной модели бизнеса, которая преодолевает фрикции поиска, повышая благосостояние потребителей.

В отличие от единой высокой цены использование (3) динамического ценообразования, с одной стороны, позволяет сократить риски возникновения провала мэтчинга, а с другой, в периоды непикового спроса пассажиры могут получить услугу за сравнительно меньшую цену, что повышает потребительское благосостояние, а также благосостояние стороны предложения за счет оказания услуг в непиковые часы. Рассмотрим подробнее механизм возникновения провалов мэтчинга, а также то, каким образом динамическое ценообразование позволяет их преодолевать.

Для того, чтобы показать, как работают провалы мэтчинга, рассмотрим модель (Castillo, Knoepfle, Weyl, 2023).

Повышающий коэффициент начинает действовать при снижении доли свободных водителей. В модели (Castillo, Knoepfle, Weyl, 2023) рассматривается рынок услуг перевозки такси. Мы будем использовать эту модель, чтобы показать возникновение провалов мэтчинга на примере перевозок такси в Москве.

Потребители – пассажиры – предъявляют спрос на перевозку $D(T, p)$, наблюдая ожидаемое время подачи автомобиля T и цену p . Время подачи – важный фактор принятия решения потребителями и по сути является прокси качества услуги по подбору паросочетания. Спрос на перевозку характеризуется привычными для функции спроса предпосылками: он убывает как по ожидаемому времени подачи автомобиля, так и по цене $D'(\cdot) < 0$, стремится к нулю при бесконечном росте цены и времени ожидания.

Водители принимают решение о том, выходить ли на линию, чтобы принимать заказы, основываясь на ожидаемом доходе⁷ e . В результате предложение труда водителями принимает вид $L = l(e), l'(e) > 0, l(0) = 0$. Если в некотором районе наблюдается равновесное количество часовых поездок Q , то ожидаемый доход таксистов будет равен $e = (1 - \tau)p \frac{Q}{L}$, где p – стоимость поездки, а τ – комиссия платформы.

Таким образом, предложение труда принимает вид $L = l(e) = l\left((1 - \tau)p \frac{Q}{L}\right)$. Для упрощения расчетов пусть предложение труда линейно зависит от ожидаемого дохода: $L = (1 - \tau)p \frac{Q}{L}$. Тогда количество работающих таксистов составит $L = \sqrt{(1 - \tau)pQ}$.

В каждый момент времени количество работающих таксистов складывается из трех компонентов: $L = I + tQ + TQ$, где I – число свободных водителей, tQ и TQ – число водителей, выполняющих поездку (t – средняя длительность поездки) и направляющихся к пассажиру, соответственно.

Число свободных водителей определяет время ожидания $T(I), T'(I) < 0, T''(I) < 0$, что отражает работу технологии мэтчинга.

Предположения относительно вида функции $T(I)$ позволяют перейти к обратной функции $I = I(T)$. Этот прием дает нам возможность упростить функцию предложения поездок и далее графически интерпретировать получившуюся зависимость. Далее мы будем использовать частный случай вида функции $I = \frac{1}{T^2}$, что согласуется с логикой авторов модели (Castillo, Knoepfle, Weyl, 2023).

В результате мы можем перейти к следующей записи предложения поездок таксистами:

$$S(T, L) = \frac{L - 1/T^2}{t + T} = \frac{\left(\sqrt{(1 - \tau)pQ} - \frac{1}{T^2}\right)}{t + T}.$$

Для того, чтобы графически представить кривые спроса и предложения на рынке такси, нам понадобятся открытые данные о размере комиссии, средней стоимости поездки, средней длительности поездки.

Согласно данным из открытых источников, на момент проведения исследования Яндекс.Такси назначал комиссию в размере $\tau = 18\%$ для поездок на тарифе Эконом⁸.

Средняя стоимость поездки по России в апреле 2024 г. составляла $p = 494$ р., а минимальная стоимость (включено 3 мин и 1 км) – 189 р.⁹. Средняя длительность поездки по Москве в мае 2024 г. составляла 23 мин.¹⁰

Нарисуем выведенные функции спроса и предложения для Москвы (см. рис. 2), которые показывают зависимость объема предлагаемых и запрашиваемых поездок от времени ожидания поездки (для водителей – времени поиска пассажира, для пассажира – времени поиска автомобиля).

⁷ В данном исследовании мы не рассматриваем поведенческие аномалии в предложении труда таксистами, например, зависимость предложения труда от точек отсчета в виде ожидаемого получаемого дохода или ожидаемой длительности смены (Camerer et al., 1997; Farber, 2005, 2008, 2015; Thakral, To, 2017).

⁸ <https://pro.yandex.ru/ru-ru/moskva/knowledge-base/taxi/income-diff/comission> (дата обращения: 11.06.2024).

⁹ https://taxi.yandex.ru/ru_ru/moscow/tariff/ (дата обращения: 25.11.2024).

¹⁰ <https://os-taxi.ru/news/v-mae-kolichestvo-poezdok-na-taksi-v-moskve-vyroslo-na-40-tysyach/> (дата обращения: 11.06.2024).

Рассмотрим верхний левый рисунок, соответствующий повышающему коэффициенту, равному единице, т. е. ситуации, когда динамическое ценообразование отсутствует. В случае, если спрос в некоторый момент времени растет (от красной сплошной до красной пунктирной линии), то равновесие перемещается из точки в A точку B , а при последующем росте и в точку B , в которых кривая предложения имеет отрицательный наклон, что свидетельствует о возникновении провала мэтчинга: в этом случае водителей недостаточно, чтобы удовлетворить возникающий спрос. Эта проблема может быть связана со значительным ростом времени ожидания и издержек водителей, которым придется проезжать большие расстояния до пассажира.

Повышающий коэффициент (приводящий к росту цен от p_{base} до p_{new}) позволяет перейти к равновесиям, для которых не наблюдается провала мэтчинга (например, точка B для повышающего коэффициента, равного полтора, и точки B и B для суржа, равного двум и трем. Если цены будут увеличены в полтора раза до $p_{new} = 494 * 2 = 988$ р., то вероятность возникновения провала мэтчинга значительно сократится. Это согласуется с результатами предшествующих исследований (Castillo, Knoepfle, Weyl, 2023). При этом высокая единая цена, как было показано выше, приведет к потерям как пассажиров и таксистов, так и бюджета.

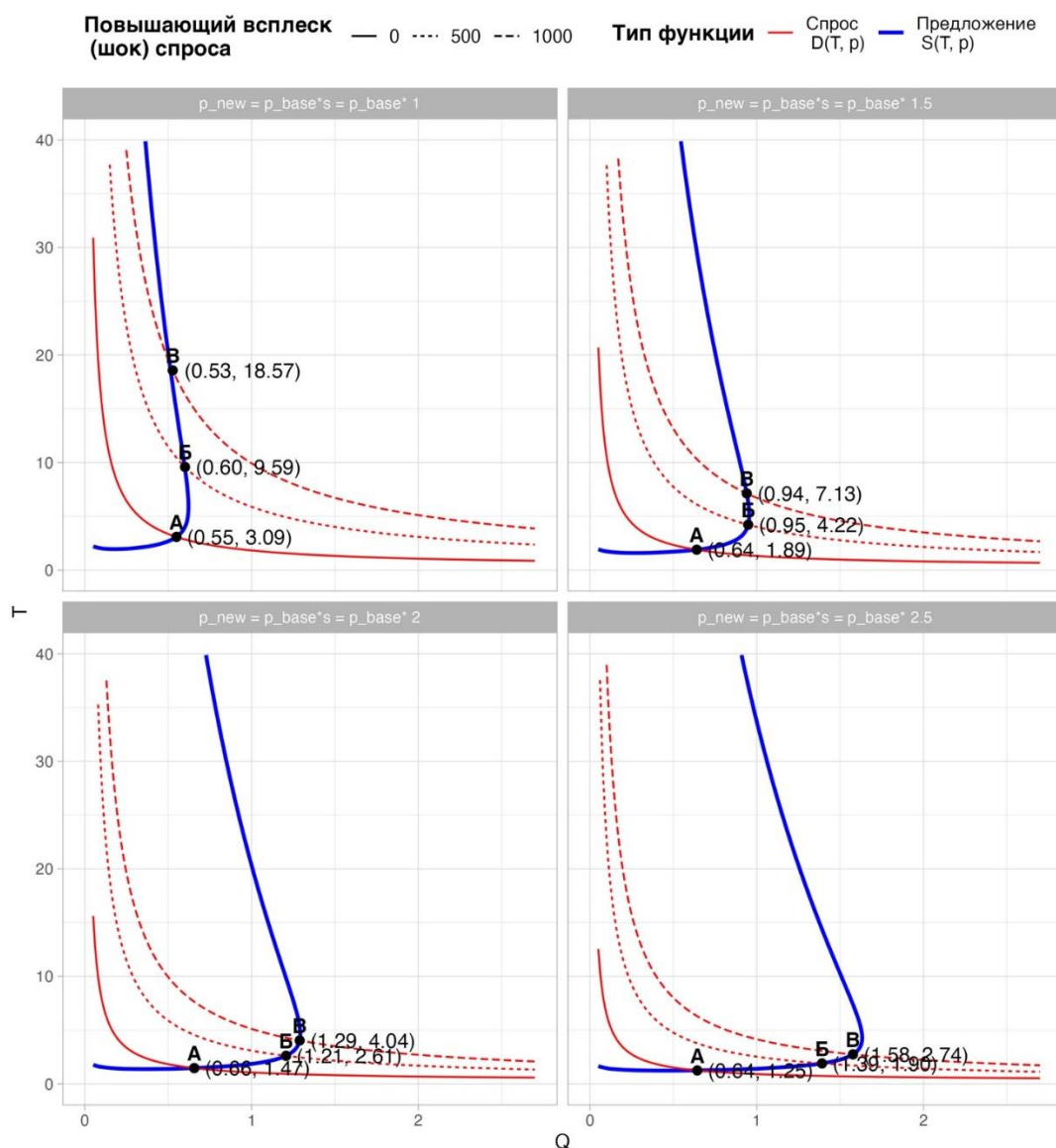


Рисунок 2. Спрос, предложение и равновесия на рынке в координатах «количество часовых поездок» (Q) и «время подачи машины» (T) (составлено авторами)

Таким образом, не только отказ от динамического ценообразования, но и его ограничение в виде «потолка» повышающего коэффициента приводят к разбалансировке рынка, снижению качества услуги и тому, что потребители, нуждающиеся в услуге, останутся без нее. Кроме того, если считать бесперебойное функционирование такси одним из факторов устойчивости транспортной сети города, то подобные рассмотренным ограничения на динамическое ценообразование могут приводить к росту логистической уязвимости города к разного рода сбоям и чрезвычайным ситуациям (Boeing, Ha, 2024).

Результаты современных исследований свидетельствуют о том, что наличие динамического ценообразования может влиять и на пассажиров, причем это влияние может оцениваться как через воздействие на излишек потребителей, так и через снижение времени поиска и ожидания автомобиля (прокси качества оказываемой услуги). (Cohen et al., 2016) получили, что UberX позволил получить потребительский излишек в 2,88 млрд долл. в четырех городах (Чикаго, Лос-Анжелесе, Нью-Йорке, Сан-Франциско), что дает 1,57 долл. потребительского излишка на 1 долл., который тратит потребитель. Оценка потребительского излишка в США в 2015 г. в целом составила 6,76 млрд долл., по расчетам авторов. Это соотносится с результатом, который получен в работе (Buchholz, 2022) по «медальонам» в Нью-Йорке¹¹, где смена тарифов и применение технологии мэтчинга позволят получить дополнительно 227 тыс. долл. потребительского излишка ежедневно.

Пассажиры могут быть чувствительны ко времени ожидания автомобиля. Например, в исследовании (Frechette et al., 2019) рост времени ожидания на 1% связан со снижением спроса на 1,225 (по данным «медальонов» в Нью-Йорке). В то же время наличие суржа при прочих равных позволяет снижать время ожидания поездки (Cohen et al., 2016).

С другой стороны, взаимодействие водителей с платформой также влияет на их благосостояние. Опыт Uber показывает, что для водителей взаимодействие с платформой может приводить к значимому росту их заработков: (Chen et al., 2019) показывают, что выигрыш от гибкого графика работы может составлять 40% по сравнению с их резервным заработком. В то же время взаимодействие с Uber связано с изменениями в продолжительности труда водителей. (Chen, Sheldon, 2015) показали, что в случае наличия суржа феномен отрицательного предложения труда водителей такси по заработной плате, обнаруженный в работах (Camerer et al., 1997; Farber, 2008), перестает действовать, и, наоборот, водители осуществляют деятельность в такси больше в периоды более высокого спроса на поездки, а также реагируют на повышение цен, продлевая рабочее время, если действует сурж. В то же время сурж может косвенно воздействовать на благосостояние водителей: повышение благосостояния водителей может быть связано с решением провала мэтчинга (проблемы Wild Goose Chase, «погони за диким гусем»), когда за счет суржа в определенную зону приходят новые водители и происходит снижение спроса благодаря повышению стоимости поездки (Castillo et al., 2017).

Заключение

В данной статье мы поднимаем проблему фрикций поиска и провалов мэтчинга на рынках с изменяющимся спросом и предложением, таких как перевозки пассажиров такси. Фрикции поиска возникают, когда потребители и поставщики услуг сталкиваются с трудностями в

¹¹ Система «медальонов» – система разрешений на оказание таксомоторных услуг в США.

нахождении друг друга, что приводит к увеличению времени ожидания и снижению эффективности взаимодействия сторон. Провалы мэтчинга означают несоответствие между спросом на услуги и их предложением в конкретные моменты времени и в определенных зонах, что увеличивает затраты на предоставление услуг и снижает общее благосостояние.

Актуальность данной проблемы обусловлена ее значительным влиянием на эффективность распределения ресурсов, особенно в условиях городской транспортной инфраструктуры, где спрос на услуги перевозки может резко колебаться в зависимости от времени суток, погодных условий и других факторов. Неэффективное управление этими процессами приводит к снижению качества предоставляемых услуг, увеличению издержек для потребителей и снижению доходов поставщиков. Традиционные модели фиксированного ценообразования не способны учитывать изменяющийся характер спроса, что может возобновлять проблему наличия фрикций поиска.

Мы пришли к выводу, что динамическое ценообразование, основанное на использовании повышающих коэффициентов (суржа), является эффективным инструментом для устранения провалов мэтчинга и повышения качества предоставляемых услуг. Наша симуляция рынка такси, проведенная на основе открытых данных по Москве, продемонстрировала, что введение динамических цен снижает вероятность возникновения провалов мэтчинга и способствует более эффективному перераспределению ресурсов, особенно в периоды пикового спроса. Это, в свою очередь, улучшает рыночное равновесие, повышает благосостояние потребителей за счет сокращения времени ожидания и увеличивает доходы водителей.

Практическое значение результатов исследования заключается в том, что использование динамического ценообразования способно значительно повысить эффективность распределения ресурсов на платформах, занимающихся такси. В условиях непредсказуемого спроса это позволяет платформам быстрее реагировать на изменения и поддерживать баланс между спросом и предложением. Внедрение динамического ценообразования может способствовать повышению эффективности работы транспортных систем в крупных городах, что окажет положительное влияние на общее благосостояние общества за счет сокращения времени ожидания и повышения доступности услуг.

Исследование динамического ценообразования и его влияния на фрикции поиска тесно связано с концепцией доказательной политики (evidence-based policy), так как предоставляет эмпирические данные и аналитические модели, которые могут служить основой для более обоснованных решений регуляторов. В частности, динамическое ценообразование демонстрирует способность повышать эффективность распределения ресурсов в условиях изменяющегося спроса и предложения, что является ключевым фактором для политики, направленной на оптимизацию работы транспортных и цифровых платформ.

При этом о доказательной политике можно думать в терминах байесовости (Ashby, Smith, 2000). Байесовский подход (bayesian updating) приводит к более точным оценкам вероятности событий и принятию более обоснованных решений (Baley, Veldkamp, 2023; McCann, 2020). В контексте байесовского обучения (bayesian learning) регуляторы могут использовать полученные эмпирические данные для обновления своих априорных предположений и вероятностных моделей. Это означает, что по мере получения новой информации – например, о том, как динамическое ценообразование влияет на баланс спроса и предложения или как оно

изменяет поведение участников рынка – регуляторы могут адаптировать свои решения, минимизируя неопределенность и оптимизируя общественное благосостояние.

Таким образом, наше исследование подтвердило, что динамическое ценообразование играет ключевую роль в повышении эффективности распределения ресурсов на рынках с высокой изменчивостью спроса. Мы предлагаем модель, которая не только объясняет механизмы работы динамического ценообразования, но и демонстрирует его преимущества для всех участников рынка.

Список литературы

Иванов П.В., Солнцев И.В. Динамическое ценообразование билетных программ спортивного мероприятия: пример ЗАО «ФК Зенит» // Российский журнал менеджмента. 2014. Т. 12. № 4. С. 79–98.

Маркова О.А., Ставнийчук А.Ю. Изменение антимонопольного регулирования и слияния в России: манипулирование ценой сделки и необходимость дополнительного надзора // Вопросы экономики. 2024. № 10. С. 94–109.

Шаститко А.Е., Курдин А.А., Маркова О.А., Мелешкина А.И. и др. Эффекты государственного регулирования рынка перевозок пассажиров и багажа легковым такси. М.: Экономический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова, 2021. 144 с.

Aguirre I., Cowan S., Vickers J. Monopoly price discrimination and demand curvature // American Economic Review. 2010. Vol. 100. No. 4. P. 1601–1615.

Aryal G., Murry C., Williams J. W. Price discrimination in international airline markets // Review of Economic Studies. 2024. Vol. 91. No. 2. P. 641–689.

Ashby D., Smith A.F. Evidence-based medicine as Bayesian decision-making // Statistics in Medicine. 2000. Vol. 19. No. 23. P. 3291–3305.

Baley I., Veldkamp L. Bayesian learning. Handbook of Economic Expectations. Academic Press, 2023. P. 717–748.

Bergemann D., Brooks B., Morris S. The limits of price discrimination // American Economic Review. 2015. Vol. 105. No. 3. P. 921–957.

Boeing G., Ha J. Resilient by design: Simulating street network disruptions across every urban area in the world // Transportation Research Part A: Policy and Practice. 2024. Vol. 182. P. 104016.

Brancaccio G., Kalouptsi M., Papageorgiou T., Rosaia N. Search frictions and efficiency in decentralized transport markets // The Quarterly Journal of Economics. 2023. Vol. 138. No. 4. P. 2451–2503.

Brent D.A., Gross A. Dynamic road pricing and the value of time and reliability // Journal of Regional Science. 2018. Vol. 58. No. 2. P. 330–349.

Buchholz N. Spatial equilibrium, search frictions, and dynamic efficiency in the taxi industry // The Review of Economic Studies. 2022. Vol. 89. No. 2. P. 556–593.

Camerer C., Babcock L., Loewenstein G., Thaler R. Labor supply of New York City cabdrivers: One day at a time // The Quarterly Journal of Economics. 1997. Vol. 112. No. 2. P. 407–441.

Castillo J., Knoepfle D.T., Weyl E.G. Surge Pricing Solves the Wild Goose Chase // SSRN Electronic Journal. 2017.

Castillo J.C., Knoepfle D.T., Weyl E.G. Matching and pricing in ride hailing: Wild goose chases and how to solve them // Available at SSRN. 2023. No. 2890666.

Cetin T., Deakin E. Regulation of taxis and the rise of ridesharing // *Transport Policy*. 2019. Vol. 76. P. 149–158.

Chen N. Perishable good dynamic pricing under competition: An empirical study in the airline markets // Available at SSRN. 2018. No. 3228392.

Chen L., Mislove A., Wilson C. Peeking beneath the hood of Uber // *Proceedings of the 2015 Internet Measurement Conference*. 2015. P. 495–508.

Chen M.K., Sheldon M. Dynamic pricing in a labor market: Surge pricing and the supply of Uber driver-partners // *University of California (Los Angeles) Working Paper*. 2015: URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download> (дата обращения: 20.09.2024).

Cho S., Lee G., Rust J., Yu M. Optimal dynamic hotel pricing // *Working paper*. 2018.

Cohen P., Hahn R., Hall J., Levitt S., Metcalfe R. Using big data to estimate consumer surplus: The case of Uber // *National Bureau of Economic Research*. 2016. No. w22627.

Cramer J., Krueger A.B. Disruptive change in the taxi business: The case of Uber // *American Economic Review*. 2016. Vol. 106. No. 5. P. 177–182.

Desai K., Dutta G. A dynamic pricing approach to electricity prices in the Indian context // *International Journal of Revenue Management*. 2013. Vol. 7. No. 3–4. P. 268–288. DOI: 10.1504/IJRM.2013.059625.

Farber H.S. Reference-dependent preferences and labor supply: The case of New York City taxi drivers // *American Economic Review*. 2008. Vol. 98. No. 3. P. 1069–1082.

Faruqui A., Sergici S. Household response to dynamic pricing of electricity: a survey of 15 experiments // *Journal of Regulatory Economics*. 2010. Vol. 38. No. 2. P. 193–225.

Frechette G.R., Lizzeri A., Salz T. Frictions in a competitive, regulated market: Evidence from taxis // *American Economic Review*. 2019. Vol. 109. No. 8. P. 2954–2992.

Gibbs C., Guttentag D., Gretzel U., Yao L., Morton J. Use of dynamic pricing strategies by Airbnb hosts // *International Journal of Contemporary Hospitality Management*. 2018. Vol. 30. No. 1. P. 2–20.

Guda H., Subramanian U. Your Uber is arriving: Managing on-demand workers through surge pricing, forecast communication, and worker incentives // *Management Science*. 2019. Vol. 65. No. 5. P. 1995–2014.

Kobritz J., Palmer S. Dynamic pricing: the next frontier in the evolution of ticket pricing in sports // *Review of Management Innovation and Creativity*. 2011. Vol. 4. No. 9. P. 118.

McCann B. T. Using Bayesian updating to improve decisions under uncertainty // *California Management Review*. 2020. Vol. 63. No. 1. P. 26–40.

Smith L. The marriage model with search frictions // *Journal of Political Economy*. 2006. Vol. 114. No. 6. P. 1124–1144.

Stute J., Kühnbach M. Dynamic pricing and the flexible consumer – Investigating grid and financial implications: A case study for Germany // *Energy Strategy Reviews*. 2023. Vol. 45. P. 100987.

Van den Berg G.J., Van Vuuren A. The effect of search frictions on wages // *Labour Economics*. 2010. Vol. 17. No. 6. P. 875–885.

Van Den Berg V., Verhoef E.T. Winning or losing from dynamic bottleneck congestion pricing? The distributional effects of road pricing with heterogeneity in values of time and schedule delay // *Journal of Public Economics*. 2011. Vol. 95. No. 7–8. P. 983–992.

Williams K. R. The welfare effects of dynamic pricing: Evidence from airline markets // *Econometrica*. 2022. Vol. 90. No. 2. P. 831–858.

Wolak F.A. Do residential customers respond to hourly prices? Evidence from a dynamic pricing experiment // *American Economic Review*. 2011. Vol. 101. No. 3. P. 83–87.

Yang J., Purevjav A.O., Li S. The marginal cost of traffic congestion and road pricing: Evidence from a natural experiment in Beijing // *American Economic Journal: Economic Policy*. 2020. Vol. 12. No. 1. P. 418–453.

RESOURCE ALLOCATION BASED ON DYNAMIC PRICING: WHAT IS ITS SOURCE OF POWER?

Olga A. Markova

*Candidate of Economic Sciences (Ph.D.),
Senior Researcher at the Department of Competition and Industrial Policy,
Lomonosov Moscow State University, Faculty of Economics
(Moscow Russia)*

Anna Y. Stavniychuk

*Postgraduate student,
Researcher at the Department of Competition and Industrial Policy,
Junior Researcher at the Laboratory of Digital Economy Studies,
Lomonosov Moscow State University, Faculty of Economics
(Moscow Russia)*

Karina A. Ionkina

*Researcher at the Department of Competition and Industrial Policy,
Researcher at the Laboratory of Digital Economy Studies,
Lomonosov Moscow State University, Faculty of Economics
(Moscow Russia)*

Abstract

The article addresses the issues of dynamic pricing in taxi and courier delivery markets, where search frictions and matching failures play a significant role, leading to increased costs and reduced efficiency in resource allocation. The study demonstrates how the use of matching technologies and dynamic pricing helps reduce costs and enhance resource allocation efficiency amid changing demand and supply. A taxi service market model is constructed to analyze the impact of price surge multipliers on eliminating matching failures. The analysis showed that dynamic pricing reduces the probability of matching failures, enabling market equilibrium, especially during periods of high demand. This improves consumer and producer welfare.

Keywords: dynamic pricing, search frictions, matching failure, taxi, courier delivery, platform, labor market.

JEL: D40, L91, R41.

For citation: Markova, O.A., Stavniychuk, A. Y., Ionkina, K.A. (2025) Resource Allocation Based on Dynamic Pricing: What is its source of power? Scientific Research of Faculty of Economics. Electronic Journal, vol. 17, no. 1, pp. 79-97. DOI: 10.38050/2078-3809-2025-17-1-79-97.

References

Ivanov P.V., Solntsev I.V. Dinamicheskoe tsenoobrazovanie biletnykh programm sportivnogo meropriyatiya: primer ZAO «FK Zenit». Rossiyskiy zhurnal menedzhmenta. 2014. Vol. 12. No. 4. P. 79–98 (In Russ.).

Markova O.A., Stavnichuk A.Yu. Izmenenie antimonopol'nogo regulirovaniya i sliyaniya v Rossii: manipulirovanie tsenoy sdelki i neobkhodimost' dopolnitel'nogo nadzora. Voprosy ekonomiki. 2024. Vol 10. No. 94–109 (In Russ.).

Shastitko A.E., Kurdin A.A., Markova O.A., Meleshkina A.I. i dr. Effekty gosudarstvennogo regulirovaniya rynka perevozok passazhirov i bagazha legkovym taksi. M.: Ekonomicheskii fakul'tet MGU imeni M. V. Lomonosova, 2021. 144 p (In Russ.).

Aguirre I., Cowan S., Vickers J. Monopoly price discrimination and demand curvature. American Economic Review. 2010. Vol. 100. No. 4. P. 1601–1615.

Aryal G., Murry C., Williams J. W. Price discrimination in international airline markets. Review of Economic Studies. 2024. Vol. 91. No. 2. P. 641–689.

Ashby D., Smith A.F. Evidence-based medicine as Bayesian decision-making. Statistics in Medicine. 2000. Vol. 19. No. 23. P. 3291–3305.

Baley I., Veldkamp L. Bayesian learning. Handbook of Economic Expectations. Academic Press, 2023. P. 717–748.

Bergemann D., Brooks B., Morris S. The limits of price discrimination. American Economic Review. 2015. Vol. 105. No. 3. P. 921–957.

Boeing G., Ha J. Resilient by design: Simulating street network disruptions across every urban area in the world. Transportation Research Part A: Policy and Practice. 2024. Vol. 182. P. 104016.

Brancaccio G., Kalouptsi M., Papageorgiou T., Rosaia N. Search frictions and efficiency in decentralized transport markets. The Quarterly Journal of Economics. 2023. Vol. 138. No. 4. P. 2451–2503.

Brent D.A., Gross A. Dynamic road pricing and the value of time and reliability. Journal of Regional Science. 2018. Vol. 58. No. 2. P. 330–349.

Buchholz N. Spatial equilibrium, search frictions, and dynamic efficiency in the taxi industry. The Review of Economic Studies. 2022. Vol. 89. No. 2. P. 556–593.

Camerer C., Babcock L., Loewenstein G., Thaler R. Labor supply of New York City cabdrivers: One day at a time. The Quarterly Journal of Economics. 1997. Vol. 112. No. 2. P. 407–441.

Castillo J., Knoepfle D.T., Weyl E.G. Surge Pricing Solves the Wild Goose Chase. SSRN Electronic Journal. 2017.

Castillo J.C., Knoepfle D.T., Weyl E.G. Matching and pricing in ride hailing: Wild goose chases and how to solve them. Available at SSRN. 2023. No. 2890666.

Cetin T., Deakin E. Regulation of taxis and the rise of ridesharing. Transport Policy. 2019. Vol. 76. P. 149–158.

Chen N. Perishable good dynamic pricing under competition: An empirical study in the airline markets. Available at SSRN. 2018. No. 3228392.

Chen L., Mislove A., Wilson C. Peeking beneath the hood of Uber. Proceedings of the 2015 Internet Measurement Conference. 2015. P. 495–508.

Chen M.K., Sheldon M. Dynamic pricing in a labor market: Surge pricing and the supply of Uber driver-partners. University of California (Los Angeles) Working Paper. 2015: URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download> (accessed: 20.09.2024).

Cho S., Lee G., Rust J., Yu M. Optimal dynamic hotel pricing. Working paper. 2018.

Cohen P., Hahn R., Hall J., Levitt S., Metcalfe R. Using big data to estimate consumer surplus: The case of Uber. National Bureau of Economic Research. 2016. No. w22627.

Cramer J., Krueger A.B. Disruptive change in the taxi business: The case of Uber. American Economic Review. 2016. Vol. 106. No. 5. P. 177–182.

Desai K., Dutta G. A dynamic pricing approach to electricity prices in the Indian context. International Journal of Revenue Management. 2013. Vol. 7. No. 3–4. P. 268–288. DOI: 10.1504/IJRM.2013.059625.

Farber H.S. Reference-dependent preferences and labor supply: The case of New York City taxi drivers. American Economic Review. 2008. Vol. 98. No. 3. P. 1069–1082.

Faruqui A., Sergici S. Household response to dynamic pricing of electricity: a survey of 15 experiments. Journal of Regulatory Economics. 2010. Vol. 38. No. 2. P. 193–225.

Frechette G.R., Lizzeri A., Salz T. Frictions in a competitive, regulated market: Evidence from taxis. American Economic Review. 2019. Vol. 109. No. 8. P. 2954–2992.

Gibbs C., Guttentag D., Gretzel U., Yao L., Morton J. Use of dynamic pricing strategies by Airbnb hosts. International Journal of Contemporary Hospitality Management. 2018. Vol. 30. No. 1. P. 2–20.

Guda H., Subramanian U. Your Uber is arriving: Managing on-demand workers through surge pricing, forecast communication, and worker incentives. Management Science. 2019. Vol. 65. No. 5. P. 1995–2014.

Kobritz J., Palmer S. Dynamic pricing: the next frontier in the evolution of ticket pricing in sports. Review of Management Innovation and Creativity. 2011. Vol. 4. No. 9. P. 118.

McCann B. T. Using Bayesian updating to improve decisions under uncertainty. California Management Review. 2020. Vol. 63. No. 1. P. 26–40.

Smith L. The marriage model with search frictions. Journal of Political Economy. 2006. Vol. 114. No. 6. P. 1124–1144.

Stute J., Kühnbach M. Dynamic pricing and the flexible consumer – Investigating grid and financial implications: A case study for Germany. Energy Strategy Reviews. 2023. Vol. 45. P. 100987.

Van den Berg G.J., Van Vuuren A. The effect of search frictions on wages. Labour Economics. 2010. Vol. 17. No. 6. P. 875–885.

Van Den Berg V., Verhoef E.T. Winning or losing from dynamic bottleneck congestion pricing? The distributional effects of road pricing with heterogeneity in values of time and schedule delay. Journal of Public Economics. 2011. Vol. 95. No. 7–8. P. 983–992.

Williams K. R. The welfare effects of dynamic pricing: Evidence from airline markets. *Econometrica*. 2022. Vol. 90. No. 2. P. 831–858.

Wolak F.A. Do residential customers respond to hourly prices? Evidence from a dynamic pricing experiment. American Economic Review. 2011. Vol. 101. No. 3. P. 83–87.

Yang J., Purejav A.O., Li S. The marginal cost of traffic congestion and road pricing: Evidence from a natural experiment in Beijing. American Economic Journal: Economic Policy. 2020. Vol. 12. No. 1. P. 418–453.