

МЕТОДОЛОГИЯ

УДК 338.58, 338.054.23

DOI: 10.17223/19988648/36/1

Е.В. Антоненко

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ПОИСК ИНФОРМАЦИИ: УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСАКЦИОННЫМИ ИЗДЕРЖКАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В статье рассматриваются особенности поиска информации о потенциальных поставщиках промышленного предприятия. Исследуются подходы к моделированию поиска информации. Предложен новый критерий поиска информации: «цена товара – репутация контрагента», установлена взаимосвязь между ценой и репутацией поставщика. Проведен модельный эксперимент для случая последовательного поиска информации о предложениях поставщиков гомогенного товара. Исследовано влияние гетерогенности издержек поиска информации при различной дисперсии цен товара на результативность поиска. Проведено сравнение эффективности поиска описанного нами критерия с критерием минимальной цены товара. Предложены рекомендации относительно длительности поиска информации при различных условиях.

Ключевые слова: издержки поиска информации, транзакционные издержки.

Актуальность темы исследования

Поиск информации о ситуации на рынке и потенциальном контрагенте – одна из первых задач, встающих перед промышленным предприятием при осуществлении деятельности. Полученная на данном этапе информация определяет дальнейшую стратегию поведения компании в ведении переговоров с поставщиками и потребителями, позволяет снизить риск возникновения управленческих ошибок и потерь вследствие оппортунизма. Понесенные при этом издержки поиска информации являются транзакционными, так как возникают вследствие взаимодействия предприятия с внешней средой и становятся ограничением в длительности поиска: их уровень необходимо сравнивать с уровнем информационного насыщения [1]. Для определения эффективной стратегии поиска информации, как правило, используется метод математического моделирования. В классической литературе поиск информации моделируется двумя способами. Первый способ – поиск по фиксированной выборке [2], в котором потребитель отбирает фирмы для мониторинга и совершает покупку там, где была предложена наименьшая цена на товар. Второй способ – последовательный поиск [3, 4], в котором потребитель последовательно изучает предложения фирм и совершает покупку при уверенности, что найти лучшую цену будет невозможно. Теоретическая эффективность предложенных подходов к поиску подтверждена рядом последующих работ, например, [5, 6].

Однако практические исследования на реальных данных весьма немногочисленны: причина кроется в сложности сбора данных об индивидуальном поведении покупателя при поиске информации. Поэтому большая часть практических исследований – не что иное, как лабораторные эксперименты. В статьях [7, 8] были получены доказательства того, что индивиды принимают решения без использования критерия предельной выгоды от дополнительного шага поиска, а основываются на совокупной выгоде от поиска. В результате поиск индивидами оказывается недостаточно эффективным. Морган и Харрисон впервые сравнили последовательный поиск и поиск по фиксированной выборке с поиском по выборке переменного размера [9]. Стратегия поиска по выборке переменного размера описана в [10]. Среди современных работ можно выделить статьи [11, 12], в которых на реальных данных проведено сравнение эффективности последовательного поиска и поиска по выборке. Так, в исследовании [11] были обработаны данные о ценах на книги – произведения художественной литературы и оценены структурные параметры распределений издержек поиска, а также параметры спроса, которые определяют цены в конкурирующих магазинах. Хонг и Шум обнаружили, что размах колебания величины издержек поиска для последовательного типа поиска больше, чем для поиска по фиксированной выборке. Похожие данные были использованы в более позднем исследовании, в результате чего был сделан вывод: «Сложно выбрать между поиском по фиксированной выборке и параметрическим последовательным поиском, как наиболее подходящей модели поиска» [12].

В данной статье представлены результаты исследования последовательного поиска информации с учетом потребностей промышленного предприятия. Нами предложен критерий поиска информации «цена товара – репутация контрагента» и проведено сравнение результативности поиска по данному критерию с поиском по критерию минимальной цены при различной гетерогенности издержек поиска и различной дисперсии цен товара.

Последовательный поиск информации

Задача последовательного поиска [3] состоит в установлении резервированной цены p_{\max} , т.е. такой цены, при которой покупатель будет продолжать поиск, пока найденная цена выше резервированной. Резервированная цена находится из уравнения издержек поиска

$$c = \int_p^{p_{\max}} (p_{\max} - p) f(p) dp \quad (1)$$

Как видно из уравнения, размер резервированной цены такой, что если наблюдаемая цена равна p_{\max} , то издержки поиска c равны ожидаемой выгоде от продолжения поиска. Подынтегральная часть в уравнении издержек поиска означает ожидаемое снижение цены от продолжения поиска с учетом того, что более высокие цены отбрасываются.

Покупатель, действующий последовательно с издержками поиска c и резервированной ценой p_{\max} , не сможет вернуться к наилучшей цене, найден-

ной ранее, кроме тех случаев, когда число продавцов конечно и покупатель уже посетил всех продавцов.

В данном типе поиска цена товара является случайной величиной, имеющей некоторое распределение. Как правило, это нормальное распределение, причем покупатель товара имеет определенное представление о минимальной и максимальной возможной цене данного товара, следовательно, имеет представление о ее среднем значении μ и о дисперсии σ^2 .

Распределение издержек поиска информации

Очевидно, что издержки поиска информации не могут быть одинаковыми при поиске информации о товаре у различных продавцов. Большая часть классической литературы базируется на предположении, что издержки поиска информации должны быть «достаточно малыми», де факто это означает, что все покупатели предпочитают искать информацию как минимум один раз, чем не искать ее совсем [13, 14, 15]. Как было отмечено Стиглицем [16], предположение о том, что издержки поиска являются большими, может привести к коллапсу рынка. Однако в статье [17] показано, что коллапса рынка не возникает, если покупатель имеет гетерогенные издержки поиска. Подобные же выводы можно увидеть в статьях [18, 19]. Таким образом, факт гетерогенности означает, что издержки поиска являются реализацией случайной величины из некоторого распределения издержек $G(c)$.

В современных исследованиях принято использовать следующие распределения: нестабильные издержки моделируются с помощью экстремальных распределений, например, распределением Гумбеля [19]. Если для издержек поиска нехарактерно появление экстремальных значений, то используют гамма-, усеченное гамма-распределение, распределение Вейбулла [11] или логнормальное распределение издержек [17]. График функции распределений Вейбулла и логнормального распределения представлен на рис. 1.

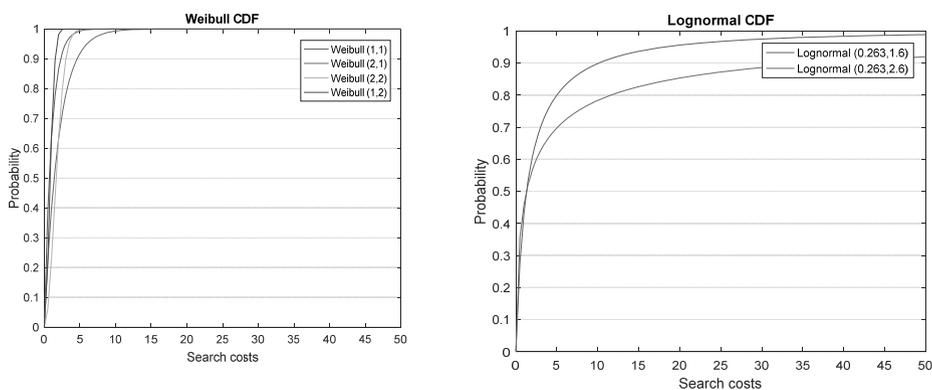


Рис. 1. Кумулятивная функция распределения Вейбулла (слева) и логнормального распределения (справа)

Как видно из рисунка, использование распределения Вейбулла с параметрами $c \in G(c) \sim W(a=1, b=1)$ обеспечивает более низкую гетерогенность издержек поиска информации. Такому распределению соответствует применение однотипного поиска, например поиск по интернет-ресурсам, а применение распределения Вейбулла с параметрами $c \in G(c) \sim W(a=2, b=1)$ соответствует однотипному поиску с большими издержками, например, по телефонным звонкам. Комбинация данного распределения с различными параметрами дает возможность описывать разнотипный поиск – поиск по интернет-ресурсам вместе с телефонным поиском. Применение логнормального распределения позволяет описать канал поиска с большими затратами, например, посещение торговых точек. Если выбранное распределение не способно описать сильно различающиеся по затратам каналы поиска, то уместно использовать комбинацию разных распределений: например, с помощью распределения Гумбеля описывать затраты на поездки к поставщику, а с помощью распределения Вейбулла – на телефонные переговоры.

Особенности поиска информации промышленным предприятием

Имеющаяся литература по поиску информации исследует поведение покупателя – физического лица. Физическое лицо, как правило, ищет информацию о товаре через розничных продавцов, используя для этого Интернет, обращаясь напрямую к ритейлеру или, в редких случаях, к предприятию-производителю. Основным инструментом поиска физическим лицом – так называемые каталогизаторы информации, которые автоматически собирают предложения цен по фирмам, реализующим данный товар. Одним из таких каталогизаторов на российском рынке является сервис «Яндекс. Маркет». Объем закупки товара физическим лицом, как правило, не превышает несколько единиц, а общая сумма закупки относительно низкая.

Промышленное предприятие осуществляет поиск информации по-другому. Существенным отличием промышленного предприятия от покупателя – физического лица является важность имени производителя. Репутация на рынке b2b – это в первую очередь имя производителя, только потом – имя продавца и название продукта. На рынке b2b покупатель будет всегда искать прямой контакт с производителем продукта, нежели с фирмой-посредником, которая более удобна для физического лица. Поэтому промышленное предприятие-покупатель будет осуществлять поиск информации не только о товаре, но и о поставщике товара. Важной характеристикой поставщика является его репутация. Покупка у продавца с низкой репутацией может вылиться не только в покупку товара ненадлежащего качества, но и в срыв сроков поставки. В свою очередь, покупка у продавца с высокой репутацией может быть невозможна, поскольку уже сам продавец не будет заинтересован в продаже товара покупателю с низкой репутацией.

Отметим еще один момент. Для физического лица приоритетом является покупка товара с минимальной ценой, поскольку данная цена является конечной. В случае же промышленного предприятия найденная цена является не конечной, а начальной ценой – начальным предложением продавца при вступлении в переговоры. Конечная сумма контракта будет определяться по итогам переговоров.

Разумно предположить, что цена товара коррелирует с репутацией продавца. Низким значениям репутации соответствуют низкие цены, причем чем ниже репутация продавца, тем ниже цена. Средние значения цены имеют практически линейную зависимость от репутации продавца. Наконец, фирмы с высокой репутацией более вероятно вносят в цену товара репутационную надбавку.

Данные утверждения становятся справедливыми в случае описания зависимости между ценой и репутацией в виде полинома третьей степени:

$$p(\hat{R}_C) = \beta_0 + \beta_1 R_C^3 - \beta_2 R_C^2 + \beta_3 R_C + u, \quad (2)$$

где $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ – оценки коэффициентов модели; p – цена товара; \hat{R}_C – оценка репутация продавца; β_0 – минимальный уровень цены, обусловленный себестоимостью и другими составляющими цены, не зависящими от репутации; u – случайный член. На рис. 2 точками нанесены значения цен относительно уровней репутации, а линией отмечена аппроксимация ($R^2 \approx 99,6\%$) этих цен полиномом (2). Данные о ценах соответствуют нормальному распределению с параметрами $N \sim (\mu = 150, \sigma = 10)$.

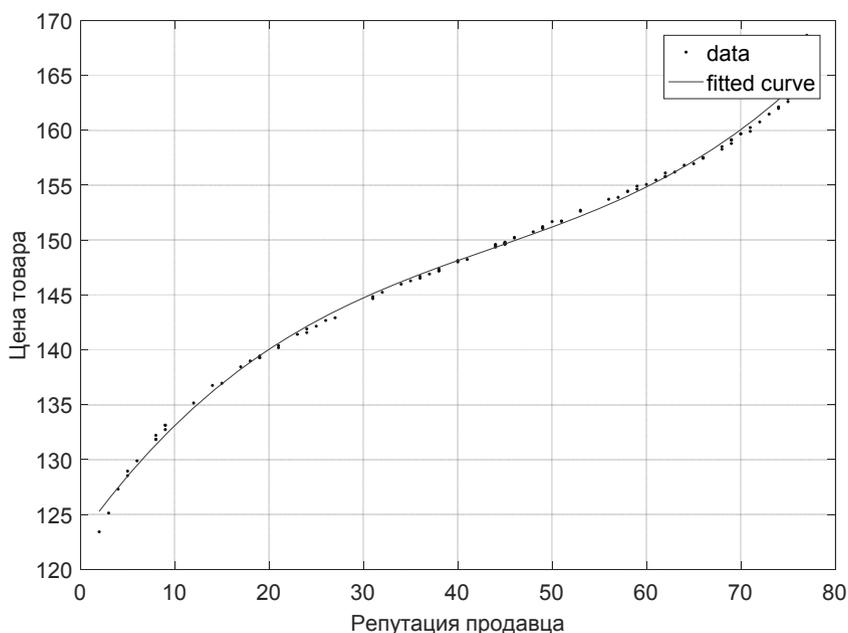


Рис. 2. Корреляционное поле «цена товара – репутация контрагента»

Известно, что в состав факторов, влияющих на репутацию, входят: качество поставляемого товара, забота об экологии, профессионализм управленческого персонала, политика по управлению персоналом и социальная ответ-

ственность. Среди указанных факторов определяющими, на наш взгляд, являются качество продукции и надежность поставщика. Профессионализм управленческого персонала необходим для обеспечения надежности поставщика, поэтому данный фактор также оказывает существенное влияние. Политика по управлению персоналом и, к сожалению, в российских реалиях – забота об экологии – являются менее влиятельными. Факторы измеряются в баллах, каждому фактору присвоен свой вес $w_i \in (0,1)$; $\sum w_i = 1$, назначаемый экспертом. Коэффициент репутации продавца рассчитывается следующим образом [19]:

$$k_{\text{реп},1} = w_1q + w_2e + w_3\psi + w_4\pi + w_5d, \quad (3)$$

где q – качество продукции; e – забота об экологии; ψ – профессионализм управленческого персонала; π – политика по управлению персоналом и социальная ответственность; d – надежность продавца.

В табл. 1 приведены примерные оценки экспертов для определения репутации продавца.

Таблица 1. Значения факторов для расчета границ репутации

Параметр	Значение			
	Ниже среднего	Среднее	Выше среднего	Высокое
Качество продукции	Ниже среднего	Среднее	Выше среднего	Высокое
Забота об экологии	Нет	Низкая	Средняя	Высокая
Профессионализм управленческого персонала	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий
Политика по управлению персоналом и социальная ответственность	Не соответствует мировым стандартам	Частично соответствует мировым стандартам	В целом соответствует мировым стандартам	Соответствует мировым стандартам
Надежность продавца	Ниже среднего	Средняя	Выше среднего	Высокая
Итоговая оценка репутации	Низкая	Средняя	Высокая	Безупречная
Класс репутации	1	2	3	4
Границы численных значений репутации	1–25	26–50	51–75	76–100

Итоговую качественную оценку репутации (от «низкой» до «безупречной») отнесем к классу репутации от 1-го до 4-го. Если предприятию-покупателю достаточно определить класс репутации (от 1-го до 4-го), то для продавца товара необходимо определить численное значение репутации (от 1 до 100), иначе зависимость между ценой и репутацией не будет соответствовать функции (3), а цены продавцов будут формировать кластеры. Чтобы этого избежать, перейдем от качественных к количественным значениям репутации по шкале [1;100].

Резюмируя вышесказанное, делаем вывод: промышленному предприятию при поиске информации важна не только цена, но и репутация предприятия-

продавца, поэтому классические схемы поиска, предложенные в работах [9–12], не состоятельны для промышленного предприятия.

Критерии поиска информации

Прежде всего, стоит отметить, что между поиском информации о гетерогенном товаре и поиском информации о гомогенном товаре существует принципиальное различие. Гетерогенный товар является товаром с определенным набором характеристик, информация о которых обновляется в процессе поиска. Примером гетерогенного товара является ноутбук (он имеет различные цвет, вес, процессор, объем оперативной памяти и т.п.), и покупателю, помимо цены, важны данные характеристики. Гомогенный товар – это товар с одинаковыми или стандартизированными характеристиками, рассматривая такой товар, покупатель учитывает лишь его цену.

Поиск информации о гетерогенном товаре лежит за рамками данного исследования, однако отметим, что покупатель имеет представление об идеальном товаре и в процессе поиска обновляет информацию о свойствах данного товара. Покупка осуществляется у предприятия, вектор характеристик товара которого наиболее близок к вектору характеристик идеального товара в представлении покупателя. Критерием остановки поиска в данном случае является нахождение товара с характеристиками, близкими, по представлению покупателя, к идеальному товару.

В случае гомогенного товара, характеристики которого идентичны и не зависят от продавца и производителя, поиск следует разделить на два вида (в зависимости от того, какую информацию ищет покупатель):

1. Поиск ограничивается просмотром предложенных цен. В этом случае задачу поиска можно решить аналитически – с помощью оценки предложенной зависимости между ценой и репутацией. Высокая точность оценки означает формирование правильной выборки предприятий для рассмотрения и высокую вероятность получения приемлемой начальной цены контракта. В случае последовательного поиска аналитическая оценка позволяет провести последовательный поиск по предприятиям с подходящим классом репутации взамен полностью случайного поиска.

2. Поиск не ограничивается ценой. Здесь мы подразумеваем, что, помимо цены, покупатель получает какую-то дополнительную информацию, например, производит проверку не только соответствия цены и репутации необходимым значениям, но и возможностям поставщика выполнить условия контракта по срокам, объему поставки и т.п. Эта дополнительная информация является черным ящиком при моделировании, но если ее исключить, то задача поиска также может быть решена аналитически. Если же дополнительная информация присутствует, то аналитического решения получить нельзя, однако данную задачу можно решить статистически. Для этого в статье проводится имитационный эксперимент.

Перейдем к критериям поиска. Для покупателя товара, осуществляющего последовательный поиск, мы предлагаем использовать следующий критерий продолжения поиска: пока возможно найти цену, меньшую, чем уже найденная цена из распределения цен предприятий, репутации которых соответст-

вуют классу репутации покупателя (или ниже ее на один класс), то поиск необходимо продолжать:

$$\left\{ \begin{array}{l} q \left[\left(p_{k+1} + \sum_{i=2}^{k+1} c_i \right) < \min \left\{ \left(p_1 \right), \left(p_2 + \sum_{i=2}^2 c_i \right), \dots, \left(p_k + \sum_{i=2}^k c_i \right) \right\} \right] < q_{\text{крит}}, \\ p_{1, \dots, k+1} \left(\hat{R}_C \right) | \hat{R}_{C, 1, \dots, k+1} \in K \left(R_B \right), \end{array} \right. \quad (4)$$

где $q, q_{\text{крит}}$ – вероятности; C_i – издержки поиска информации; $c_i \in G(c)$; k – число просмотренных продавцов; $K(R_B)$ – класс репутации покупателя; $p_{1, \dots, k+1}(\hat{R}_C) | \hat{R}_{C, 1, \dots, k+1} \in K(R_B)$ – цена товара. Следовательно, покупателю необходимо определить «диапазон репутации» продавцов товаров, которые согласятся продать товар и выполнят условия контракта. Подходящий диапазон репутации продавца можно задать так:

$$\left\{ \begin{array}{l} K(R_B) \geq K(\hat{R}_C), \\ K(R_B) - K(\hat{R}_C) \leq 1. \end{array} \right. \quad (5)$$

Это означает, что покупатель снижает риск покупки у неблагонадежного продавца, а продавец товара снижает риск продажи товара покупателю с классом репутации, значительно ниже собственного. Если предположить, что продавец все-таки будет продавать товар такому покупателю, то его цена будет существенно выше и покупатель в ходе переговоров не сможет снизить ее до приемлемой. Предложенный нами критерий «цена товара – репутация контрагента» (5) стимулирует к поиску продавцов с низкой ценой при приемлемой для покупателя репутации.

Среда для проведения эксперимента

Перед покупателем стоит задача найти поставщика гомогенного товара с подходящей репутацией, предложившего оптимальную цену, для перехода к процессу переговоров и заключения контракта с минимальной полной стоимостью. Задача достижения минимальной полной стоимости контракта в ходе переговоров решена нами в работе [20]. В рамках данной статьи решается первая часть задачи, связанная с поиском информации. Необходимо определить, на каком шаге нужно остановить поиск и перейти к переговорам. Чем меньше число раундов поиска, тем меньше величина издержек поиска, но тем меньше вероятность того, что будет найдено подходящее предприятие-поставщик [см. уравнение (2)]. Критерий продолжения поиска описан нами выше [см. уравнения (5)–(6)].

Обозначим через B предприятие–покупателя гомогенного товара. Класс репутации покупателя $K(R_B) \sim U[1; 4]$. Покупатель B имеет априорное знание о цене p_m товара у одного m -го предприятия, также ему известна репу-

тация R_m данного предприятия. Он осуществляет поиск цены p на рынке, состоящем из конечного множества $m \in \{2, \dots, M\}$ предприятий – поставщиков данного товара. В модели примем $M=100$. Ранее нами было описано соотношение между репутацией и ценой товара. В модели присутствует два способа определения репутации поставщиков товара. Прямой способ, при котором репутация продавцов определяется экспертами в границах $R_{C,1,\dots,m} \in [1;100]$, а оценки цен товара находятся из уравнения (2). Обратный способ, при котором покупатель, имея в распоряжении оценки цены товара (покупателю цены неизвестны, иначе незачем проводить поиск), может оценить репутацию поставщика следующим образом:

$$R_C(\hat{p}) = \alpha_1 \exp\left(-\frac{(p-\alpha_2)^2}{\alpha_3}\right) + u, \quad (6)$$

где \hat{p} – оценка цены товара; $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ – оценки коэффициентов регрессионной модели; u – случайный член. С помощью данной модели вид соотношения между репутацией и ценой будет соответствовать прямой ситуации $p(\hat{R}_C)$. Применение обратного способа обусловлено необходимостью проверки эффективности поиска при различной дисперсии цен. В эксперименте используется генерация цен с помощью распределения с параметрами $\hat{p} \sim N(\mu=150, \sigma=10)$. Затем проводится проверка того, как изменилась эффективность поиска при генерации цен с увеличенным вдвое стандартным отклонением $\hat{p} \sim N(\mu=150, \sigma=20)$.

Исходя из требований гетерогенности транзакционных издержек поиска, применим распределение Вейбулла $c \in G(c) \sim W(a=1, b=1)$. В этом случае издержки поиска будут сравнительно низкими. Для проверки средней гетерогенности воспользуемся распределением Вейбулла с параметрами $c \in G(c) \sim W(a=2, b=1)$. Функции данных распределений приведены на рис. 1.

Результаты эксперимента по последовательному поиску

В качестве отправной точки представим результаты классического последовательного поиска по критерию минимальной цены товара. В данном поиске репутация поставщика учитывается на этапе перехода к заключению контракта. Обратимся к рис. П1¹, где приведены результаты моделирования последовательного поиска с низкой гетерогенностью издержек поиска $c \in G(c) \sim W(a=1, b=1)$. На рис. П1 слева представлены четыре графика, характеризующие последовательный поиск информации с распределением цен $\hat{p} \sim N(\mu=150, \sigma=10)$, а справа приведены графики для распределения цен $\hat{p} \sim N(\mu=150, \sigma=20)$.

¹ Все рисунки с пометкой «П» в номере представлены в Приложении.

В табл. 2 содержатся средние значения результатов последовательного поиска по критерию минимальной цены с низкой гетерогенностью издержек.

Таблица 2. Средние значения показателей поиска по критерию минимальной цены

	Класс репутации покупателя							
	1	2	3	4	1	2	3	4
СКО цен, д.е.	10	10	10	10	20	20	20	20
Найденная цена, д.е.	129.24	134.91	146.96	154.68	117.72	124.73	150.00	157.02
Число шагов поиска	5.10	4.34	2.70	2.29	6.23	4.67	2.62	2.34
Величина издержек, д.е	3.30	2.89	1.50	1.08	4.97	3.59	1.53	1.22
Вероятность найти поставщика	0.33	0.73	0.57	0.28	0.86	0.98	0.49	0.28
Репутация поставщика	6.48	13.07	37.31	58.60	2.45	5.86	45.65	63.82
Начальная стоимость контракта, д.е.	132.54	137.80	148.46	155.76	122.69	128.32	151.53	158.24

Анализируя результаты табл. 2, можем сделать следующий вывод: вероятность найти подходящего поставщика существенно увеличивается с ростом дисперсии цен на товар. Это объясняется тем, что критическая цена для покупки остается той же самой в представлении покупателя, но разброс цен дает больше шансов найти цену ниже критической. Наибольшая вероятность найти подходящего поставщика у покупателя 2-го класса репутации, с которым предпочитают сотрудничать как продавцы соответствующего класса репутации, так и более низкого класса. Число шагов поиска для разной дисперсии цен у покупателя высокого класса репутации примерно одинаково, но репутация поставщика и начальная стоимость контракта несколько выше при распределении цен с более высокой дисперсией. Величина издержек поиска снижается с ростом репутации покупателя, это объясняется тем, что вероятность успешного поиска очень низкая и если покупатель за 2–3 шага не смог найти подходящего продавца, то покупка не состоится.

Теперь сравним полученные результаты моделирования с последовательным поиском информации по критерию минимальной цены со средней гетерогенностью издержек поиска $c \in G(c) \sim W(a=2, b=1)$. На рис. П2 слева представлены четыре графика, характеризующие последовательный поиск информации с распределением цен $\hat{p} \sim N(\mu=150, \sigma=10)$, а справа приведены графики для распределения цен $\hat{p} \sim N(\mu=150, \sigma=20)$.

В табл. 3 содержатся средние значения результатов последовательного поиска по критерию минимальной цены со средней гетерогенностью издержек поиска информации.

Анализируя результаты табл. 3, можем сделать следующий вывод – вероятность найти подходящего поставщика увеличивается с ростом дисперсии цен на товар, но значения вероятностей ниже, чем в табл. 2. Так, для покупателя (при СКО = 10) с низкой репутацией соответствующие вероятности ни-

же на 45,5 и 32,9%, а для покупателя (при СКО = 20) с низкой репутацией соответствующие вероятности ниже на 25,6 и 13,3%.

Таблица 3. Средние значения показателей поиска по критерию минимальной цены

	Класс репутации покупателя							
	1	2	3	4	1	2	3	4
СКО цен, д.е.	10	10	10	10	20	20	20	20
Найденная цена, д.е.	128.99	134.29	146.58	154.46	116.29	123.05	149.46	156.59
Число шагов поиска	3.62	3.50	2.53	2.21	4.90	4.24	2.54	2.30
Величина издержек, д.е.	3.49	3.69	2.20	1.60	6.67	5.82	2.59	2.08
Вероятность найти поставщика	0.18	0.49	0.46	0.23	0.64	0.85	0.44	0.25
Репутация поставщика	6.31	12.30	36.29	58.03	2.20	5.01	44.20	62.88
Начальная стоимость контракта, д.е.	132.47	137.99	148.79	156.06	122.95	128.88	152.05	158.67

Число шагов поиска стало меньше: для низких уровней репутации покупателя (СКО = 10) длительность поиска снизилась на 29 и 19,4%, а для покупателя (при СКО = 20) с низкой репутацией снижение длительности поиска составило 21,3 и 9,2%. Для высоких значений репутации длительность поиска снизилась незначительно.

Величина издержек поиска информации выросла с ростом гетерогенности издержек: относительный рост наиболее значителен (до 70,5%) для высоких значений репутации. Значение репутации продавцов стало несколько ниже, а итоговая цена контракта осталась на прежнем уровне: изменение ~0,2%.

Теперь перейдем к результатам последовательного поиска информации по критерию «цена товара – репутация контрагента». Представим результаты моделирования на рис. ПЗ, где приведены результаты моделирования последовательного поиска с низкой гетерогенностью издержек поиска $c \in G(c) \sim W(a=1, b=1)$. На рис. ПЗ слева представлены четыре графика, характеризующие последовательный поиск информации с распределением цен $\hat{p} \sim N(\mu=150, \sigma=10)$; справа приведены графики для распределения цен $\hat{p} \sim N(\mu=150, \sigma=20)$.

В табл. 4 содержатся средние значения результатов поиска по критерию «цена товара – репутация контрагента» при низкой гетерогенности издержек поиска информации.

Вероятность найти подходящего поставщика, по данным таблицы, равна единице, но этот результат – результат округления. На графике (см. рис. ПЗ) видны незначительные колебания вероятности. Преимущество указанного критерия в том, что вне зависимости от собственной репутации практически всегда будет найден подходящий поставщик. Число шагов поиска очень сла-

бо зависит от изменения в дисперсии цен. В среднем подходящий продавец товара будет найден за 5 шагов, а на поиск будет потрачено в среднем 5,7 д.е. Также при использовании данного критерия поиска виден ступенчатый рост репутации продавца при изменении класса репутации покупателя, а сами значения репутации у найденных продавцов несколько выше, чем в последовательном поиске по критерию минимальной цены. Стоит отметить, что в обоих типах поиска при увеличении дисперсии цен снижались найденная цена и начальная стоимость контракта.

Таблица 4. Средние значения показателей поиска по критерию «цена товара – репутация контрагента» при низкой гетерогенности издержек

	Класс репутации покупателя							
	1	2	3	4	1	2	3	4
СКО цен, д.е.	10	10	10	10	20	20	20	20
Найденная цена, д.е.	135.30	138.74	148.47	156.92	121.86	125.74	150.63	159.68
Число шагов поиска	5.51	5.27	4.45	4.93	6.97	5.08	4.94	5.19
Величина издержек, д.е.	5.51	5.73	5.07	5.31	7.67	5.97	5.75	5.70
Вероятность найти поставщика	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Репутация поставщика	13.87	20.74	40.92	62.02	4.61	7.07	44.19	64.47
Начальная стоимость контракта, д.е.	140.81	144.47	153.54	162.23	129.52	131.71	156.38	165.38

Теперь сравним полученные результаты моделирования с последовательным поиском по критерию «цена товара – репутация контрагента» со средней гетерогенностью издержек поиска $c \in G(c) \sim W(a=2, b=1)$. На рис. П4 слева представлены четыре графика, характеризующие последовательный поиск информации с распределением цен $\hat{p} \sim N(\mu=150, \sigma=10)$, а справа приведены графики для распределения цен $\hat{p} \sim N(\mu=150, \sigma=20)$.

В табл. 5 содержатся средние значения результатов поиска по критерию «цена товара – репутация контрагента» при средней гетерогенности издержек поиска информации.

Анализируя результаты табл. 5, можем сделать следующий вывод – рост дисперсии цен на товар в условиях средней гетерогенности издержек поиска не влияет на вероятность найти подходящего поставщика. Значения вероятности успешного поиска близки к единице.

Среднее число шагов поиска для всех классов репутации покупателя с низкой дисперсией цен немного снизилось: с 5,04 до 4,59. С ростом дисперсии цен влияние гетерогенности издержек поиска нивелируется: число шагов поиска приблизительно равно 5,5. Рост репутации продавца сохраняет ступенчатый характер, а сами значения репутации найденных поставщиков с увеличением гетерогенности издержек стали немного выше.

Таблица 5. Средние значения показателей поиска по критерию «цена товара – репутация контрагента» при средней гетерогенности издержек

	Класс репутации покупателя							
	1	2	3	4	1	2	3	4
СКО цен, д.е.	10	10	10	10	20	20	20	20
Найденная цена, д.е.	135.74	140.00	149.64	157.73	123.92	126.74	152.39	161.03
Число шагов поиска	4.79	4.83	4.29	4.44	6.74	5.32	4.84	4.80
Величина издержек, д.е.	7.62	8.32	7.39	7.30	12.47	10.09	8.88	8.31
Вероятность найти поставщика	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Репутация поставщика	14.43	23.32	43.80	63.42	5.73	8.52	45.94	65.51
Начальная стоимость контракта, д.е.	143.36	148.32	157.03	165.03	136.39	136.83	161.27	169.34

Величина издержек поиска информации выросла в соответствии с распределением издержек. Относительный рост издержек поиска для низкой дисперсии цен составил порядка 38–45%. При увеличении дисперсии цен рост величины издержек для 1-го и 2-го класса репутации покупателя больше 60%, а для 4-го класса рост величины издержек составил те же 45%.

В целом можно отметить, что рост гетерогенности издержек поиска для критерия поиска «цена товара – репутация контрагента» ведет к повышению как самой величины издержек, так и найденной цены. Для низких классов репутации покупателя уровень репутации найденного поставщика будет выше, чем в классическом последовательном поиске, что обеспечивает большую надежность сделки и снижает вероятность оппортунистического поведения поставщика. В то время как применение классического последовательного поиска не только не гарантирует успешность поиска, но и находит продавцов с низкой репутацией, ведение переговоров и заключение контракта с которыми может обернуться для промышленного предприятия большими убытками ввиду нарушения сроков поставки или поставки товара ненадлежащего качества.

По сравнению с поиском по критерию минимальной цены для покупателей с высоким классом репутации поиск производится более тщательно. Данный факт приводит к тому, что найденная цена и начальная стоимость контракта становятся выше, нежели в классическом варианте поиска, но в то же время появляется гарантия успешности поиска. Кроме того, применение предложенного нами критерия сохраняет стабильные результаты при различной гетерогенности издержек поиска. Это означает, что поиск будет успешен при использовании различных каналов поиска информации. Данный факт дает предприятию возможность комбинировать каналы поиска информации, что открывает путь к сокращению времени поиска и оптимизации издержек поиска.

За рамками данной статьи остались результаты экспериментов с различным числом поставщиков товара, отметим лишь, что увеличение числа поставщиков не повлияло на эффективность поиска – найденная цена и начальная стоимость контракта остались практически на прежнем уровне. Сокращение числа поставщиков до $M = 50$ не повлияло на вероятность успешно найти подходящего поставщика (для классического критерия поиска по минимальной цене данная вероятность ожидаемо снизилась).

Заключение

В силу особенностей заключения контракта промышленным предприятием применение классических критериев поиска, подходящих для покупателей – физических лиц, неприемлемо, поскольку они не дают гарантии успешного поиска. Более того, при росте гетерогенности издержек эта вероятность становится еще ниже. Основное преимущество применения предложенного нами критерия – практически 100% вероятность найти подходящего поставщика.

Управление транзакционными издержками поиска при последовательном поиске связано с шагом остановки поиска. С помощью имитационного эксперимента нами были получены средние значения шага остановки поиска. Данные значения являются ориентиром для промышленного предприятия в вопросах времени, затрачиваемого на поиск. При выборе определенного канала поиска или комбинации каналов поиска предприятие пользуется определенным распределением издержек поиска и может оценить, какую величину составят издержки поиска для ожидаемого числа шагов. Также, имея представление о дисперсии цен на рынке, предприятие получает возможность приблизительно определить, какая цена будет найдена за данное число шагов поиска.

Предложенный критерий поиска может быть комбинирован с различными правилами остановки поиска, например, с учетом бюджетного ограничения размера затрат на поиск или с учетом масштаба предприятия. Еще одним правилом может быть ограничение времени поиска.

Литература

1. *Понов Е.В.* Институты. Екатеринбург: Институт экономики УРО РАН, 2015. 712 с.
2. *Stigler G.* The economics of information // *Journal of Political Economy*. 1961. № 69. P. 213–225.
3. *McCall J.* Economics of Information and Job Search // *Quarterly Journal of Economics*. 1970. № 84. P. 113–126.
4. *Mortensen, Dale T.* Job search, the Duration of Unemployment and the Phillips Curve // *American Economic Review*. 1970. № 60. P. 847–862.
5. *Carlson J., McAfee P.* Discrete Equilibrium Price Dispersion // *Journal of Political Economy*. 1983. № 91. P. 480–493.
6. *Stahl D.* Oligopolistic Pricing with Sequential Consumer Search // *American Economic Review*. 1989. № 79. P. 700–712.
7. *Kogut C.* Consumer search behavior and sunk costs // *Journal of Economic Behavior and Organization*. 1990. № 14. P. 381–392.
8. *Sonnemans J.* Strategies of search // *Journal of Economic Behavior and Organization*. 1998. № 35. P. 309–332.
9. *Harrison G., Morgan P.* Search intensity in experiments // *Economic Journal*. 1990. № 100. P. 478–486.

10. *Morgan P., Manning R.* Optimal search // *Econometrica*. 1985. № 53. С. 923–955.
11. *Hong H., Shum M.* Using price distributions to estimate search costs // *Journal of Economics*. 2006. № 37. P. 257–275.
12. *Chen X., Hong H., Shum M.* Nonparametric likelihood ratio model section tests between parametric likelihood and moment condition models // *Journal of Econometrics*. 2007. № 141. P. 109–140.
13. *Stahl D.* Oligopolistic Pricing with Heterogeneous Consumer Search // *International Journal of Industrial Organization*. 1996. № 14. P. 243–268.
14. *Burdett K., Judd K.* Equilibrium Price Dispersion // *Econometrica*. 1983. № 51. P. 955–969.
15. *Wolinsky A.* True Monopolistic Competition as a Result of Imperfect Competition // *Quarterly Journal of Economics*. 1986. № 101. P. 493–511.
16. *Stiglitz J.E.* Equilibrium in Product Markets with Imperfect Information // *American Economic Review*. 1979. № 69. P. 339–345.
17. *Janssen M., Moraga-Gonzalez J.L., Wildenbeest M.* Truly Costly Sequential Search and Oligopolistic Pricing // *International Journal of Industrial Organization*. 2005. № 23. P. 451–466.
18. *Rauh M.* Wage and Price Controls in the Equilibrium Sequential Search Model // *European Economic Review*. 2004. № 48. P. 1287–1300.
19. *De los Santos B., Hortaçsu A., Wildenbeest M.* Testing Models of Consumer Search using Data Web Browsing and Purchasing Behavior // *American Economic Review*. 2009.
20. *Антоненко Е.В.* Оценка транзакционных издержек ведения переговоров и заключения контракта на промышленном предприятии // *Вестн. УрФУ. Сер. «Экономика и управление»*. 2016. Т. 15, № 1. С. 62–78.

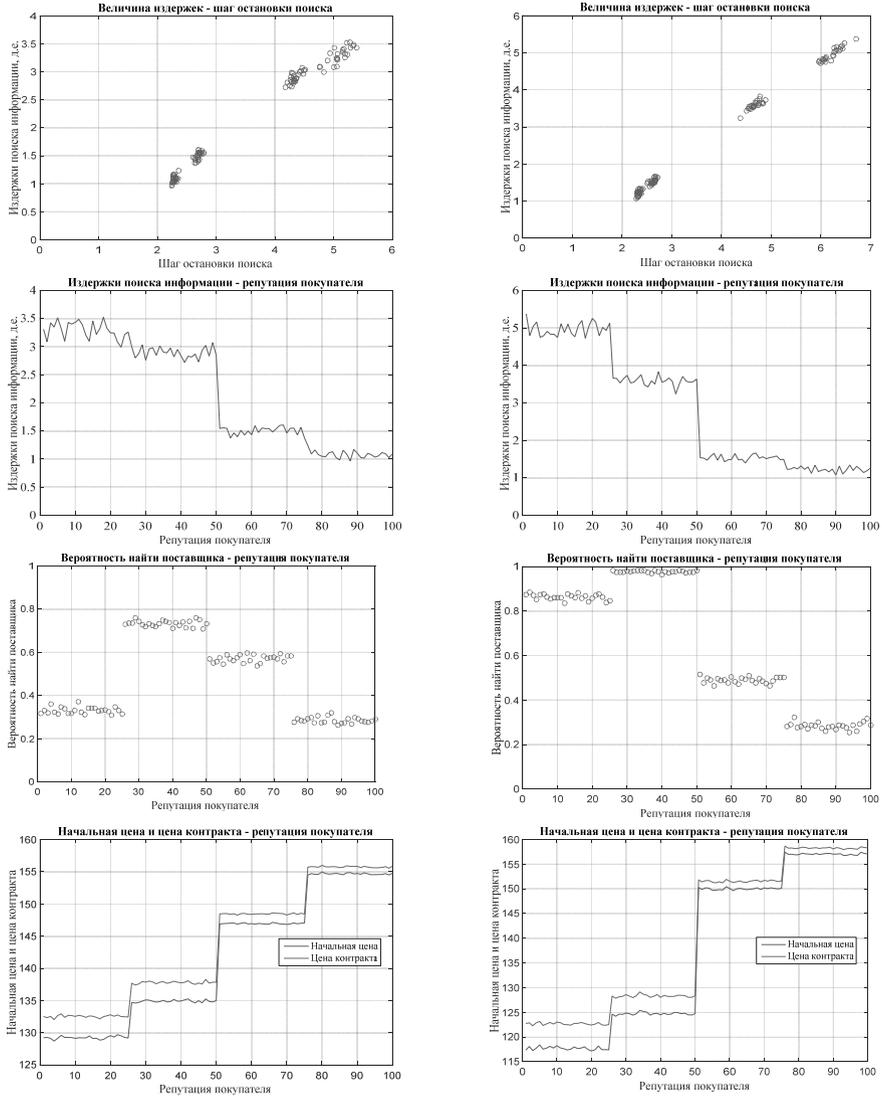


Рис. П1. Результаты моделирования последовательного поиска по критерию минимальной цены с низкой гетерогенностью издержек поиска информации

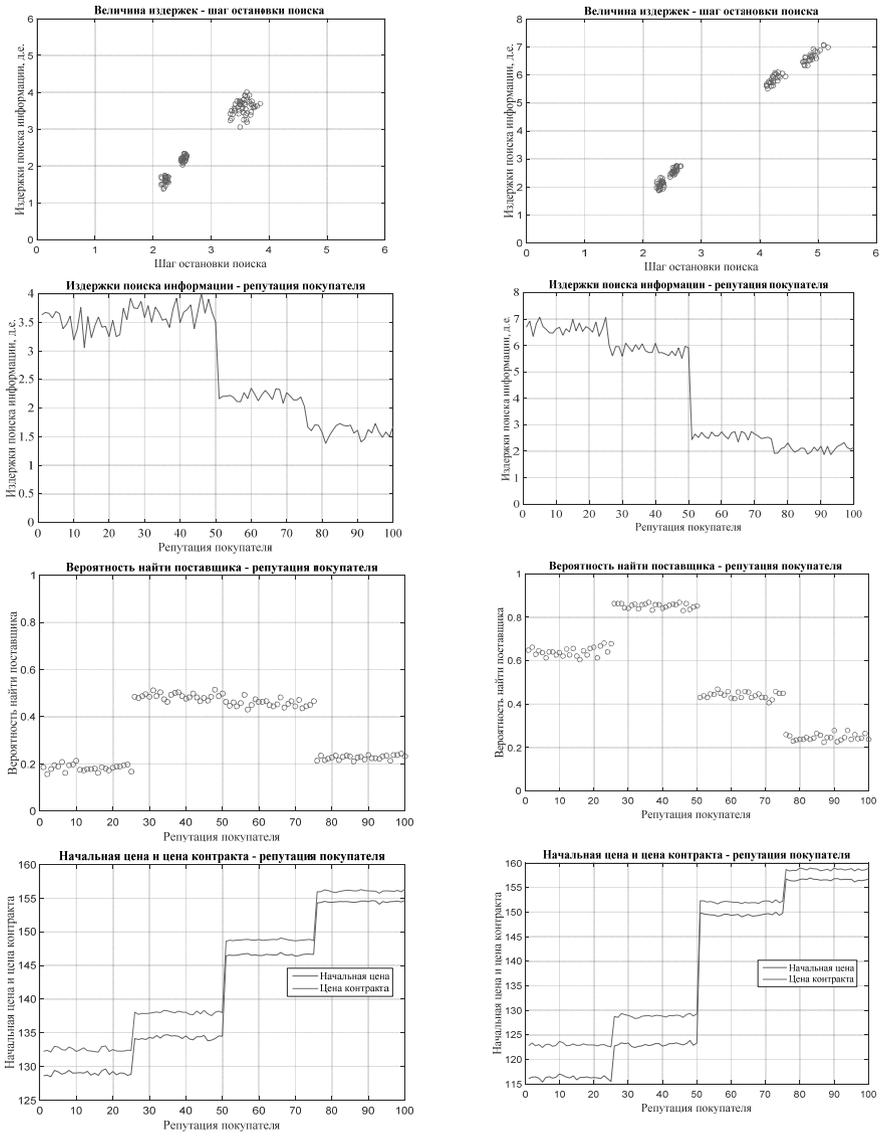


Рис. П2. Результаты моделирования последовательного поиска по критерию минимальной цены со средней гетерогенностью издержек поиска информации

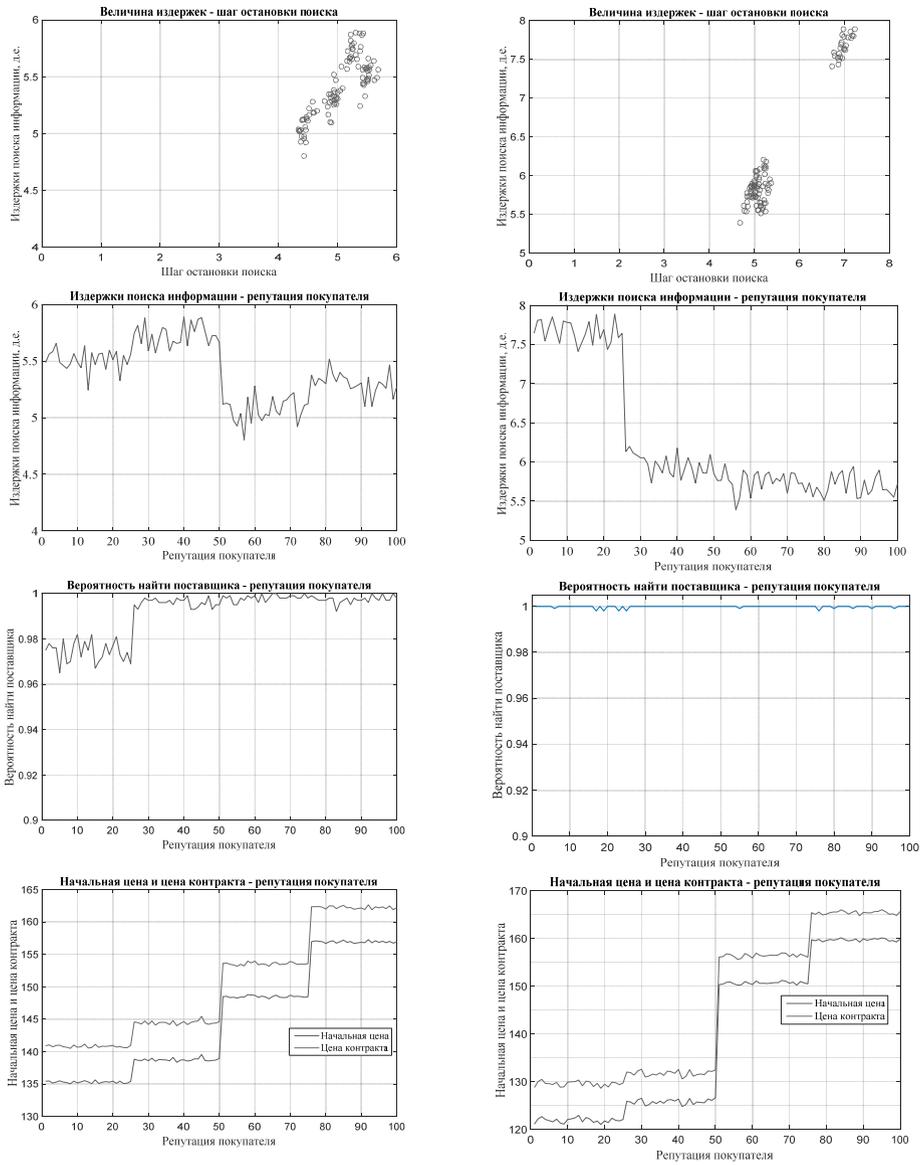


Рис. ПЗ. Результаты моделирования последовательного поиска по критерию «цена товара – репутация контрагента» с низкой гетерогенностью издержек поиска информации

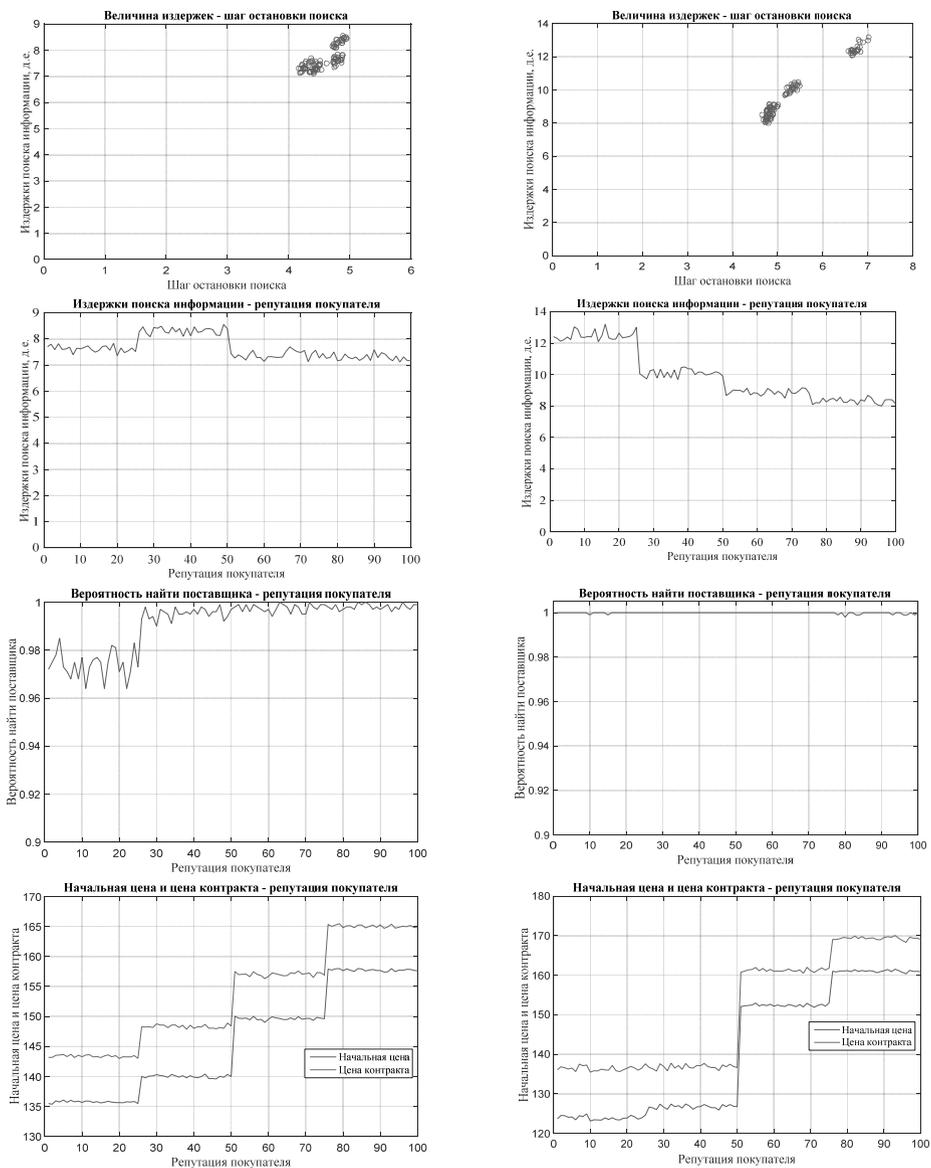


Рис. П4. Результаты моделирования последовательного поиска по критерию «цена товара –репутация контрагента» со средней гетерогенностью издержек поиска информации

SEQUENTIAL SEARCH: TRANSACTION COSTS MANAGEMENT OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE**E.V. Antonenko***Department of Finance, Money Circulation and Credit, South Ural State University, National Research University, Chelyabinsk, Russia**E-mail: Elizaveta.Antonenko@susu.ru***Keywords:** Information search costs; Transaction costs.

Search for information on the market situation and potential counterparty is one of the crucial tasks that an industrial enterprise faces. Information obtained at this stage ensures determination of further strategy of the company in negotiations with suppliers and customers and helps to lower the risk of administrative errors and opportunistic losses.

An important distinction of between search by an industrial enterprise and information search by an individual is the importance of the name of the manufacturer. On the b2b market, an industrial enterprise will always look for direct contact with the product manufacturer, rather than the firm-intermediary, which is more convenient for individuals. Therefore, an industrial enterprise will search for information not only about product but also about the supplier of the goods. Reputation is an important property of the supplier. Search criterion "price of the product – reputation of the supplier" is introduced in the article. Using simulation modeling we conducted an experiment to find information about offers of suppliers of homogeneous goods with different price variation. We have compared the proposed criterion with the search for the lowest price. The results demonstrate that application of classical search criterion does not guarantee the success of the search. It also finds suppliers with poor reputation, negotiating and contracting with whom may lead to large losses due to violation of delivery terms or to delivery of goods with undesired quality for the industrial enterprise. In contrast, the search with the criterion "price of the product –reputation of the supplier" significantly increases the probability of successful search and provides greater reliability of the transaction. Search results for this criterion remain stable with the change of the number of suppliers.

We have performed tests for different heterogeneity of costs (which corresponds to the use of different search channels). The transaction cost management of sequential search costs is corresponded with the step when the search should be stopped. After conducting the simulation experiment, we have obtained average values of the step when the search should be stopped. These values may be considered as a guideline for the industrial enterprise in matters of time spent on searching. Searching criterion that we have offered in this article can be combined with different rules for stopping the search, for example, ones that involves budget constraints for the size of search costs or the ones that take into account the size of the industrial enterprise. Another rule might be to limit searching time.

References

1. Popov E.V. Instituty. Ekaterinburg: Institut ekonomiki URO RAN Publ., 2015. 712 p.
2. Stigler G. The economics of information. *Journal of Political Economy*. 1961, no. 69, pp. 213–225
3. McCall J. Economics of Information and Job Search. *Quarterly Journal of Economics*, 1970, No. 84, pp. 113–126
4. Mortensen, Dale T. Job search, the Duration of Unemployment and the Phillips Curve. *American Economic Review*, 1970, no. 60, pp. 847–862
5. Carlson J., McAfee P. Discrete Equilibrium Price Dispersion. *Journal of Political Economy*, 1983, no. 91, pp. 480–493
6. Stahl D. Oligopolistic Pricing with Sequential Consumer Search. *American Economic Review*. 1989, no. 79, pp. 700–712
7. Kogut C. Consumer search behavior and sunk costs. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 1990, no.14, pp. 381–392
8. Sonnemans J. Strategies of search. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 1998, no. 35, pp. 309–332
9. Harrison G., Morgan P. Search intensity in experiments. *Economic Journal*, 1990, no. 100, pp. 478–486
10. Morgan P., Manning R. Optimal search. *Econometrica*, 1985, no. 53, pp. 923–955
11. Hong H., Shum M. Using price distributions to estimate search costs. *Journal of Economics*, 2006, no. 37, pp. 257–275

12. Chen X., Hong H., Shum M. Nonparametric likelihood ratio model section tests between parametric likelihood and moment condition models. *Journal of Econometrics*, 2007, no. 141, pp. 109–140
13. Stahl D. Oligopolistic Pricing with Heterogeneous Consumer Search. *International Journal of Industrial Organization*, 1996, no. 14, pp. 243–268
14. Burdett K., Judd K. Equilibrium Price Dispersion. *Econometrica*, 1983, no. 51, pp. 955–969
15. Wolinsky A. True Monopolistic Competition as a Result of Imperfect Competition. *Quarterly Journal of Economics*, 1986, no. 101, pp. 493–511
16. Stiglitz J.E. Equilibrium in Product Markets with Imperfect Information. *American Economic Review*, 1979, no. 69, pp. 339–345
17. Janssen M., Moraga-Gonzalez J.L., Wildenbeest M. Truly Costly Sequential Search and Oligopolistic Pricing. *International Journal of Industrial Organization*, 2005, no. 23, pp. 451–466
18. Rauh M. Wage and Price Controls in the Equilibrium Sequential Search Model. *European Economic Review*, 2004, no. 48, pp. 1287–1300
19. De los Santos B., Hortaçsu A., Wildenbeest M. Testing Models of Consumer Search using Data Web Browsing and Purchasing Behavior. *American Economic Review*, 2009
20. Antonenko E.V. Otsenka transaktsionnykh izderzhok vedeniya peregovorov i zaklyucheniya kontrakta na promyshlennom predpriyatii. *Vestn. UrFU. Ser. "Ekonomika i upravleniye"*, 2016, vol. 15, no. 1, pp. 62–78

Antonenko E.V. Posledovatel'nyy poisk informatsii: upravleniye transaktsionnymi izderzhkami promyshlennogo predpriyatiya [Sequential search: transaction costs management of an industrial]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika – Tomsk State University Journal of Economics*, 2016, no. 4 (36), pp. 5–25.