

Моделирование как способ оценки целесообразности применения горизонтальной кооперации в транспортировке

Modeling as a way to evaluate the feasibility of a horizontal cooperation in transportation

ПИСАРЕЦ Н. М.

Аспирант
Санкт-Петербургский государственный экономический университет
(Россия, Санкт-Петербург)

PISARETC N. M.

Postgraduate
Saint-Petersburg State University of Economics
(Saint-Petersburg, Russia)



Ключевые слова: логистика, горизонтальная кооперация, транспортировка, моделирование, управление цепями поставок

Keywords: logistics, horizontal cooperation, transportation, modeling, supply chain management

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются теоретико-методологические аспекты горизонтальной кооперации в транспортировке. Актуальность исследования обусловлена необходимостью поиска дополнительных источников снижения издержек в условиях современной экономики РФ, характеризующейся снижением ВВП и высокой инфляцией. Рост цен на сырье и материалы, с одной стороны, и снижение реальных доходов населения, с другой, ставит перед производителями задачу повышения эффективности функционирования. Одним из наиболее перспективных методов снижения логистических издержек в текущих экономических условиях автор считает концепцию горизонтальной кооперации. В статье предлагается упрощенная схема оценки целесообразности горизонтальной кооперации в транспортировке на этапе ее проектирования. На основании проведенного моделирования в среде Mathcad автор анализирует целесообразность кооперации для каждого ее участника. Также в статье предлагается схема, представляющая собой один из возможных вариантов взаимодействия участников кооперации и перевозчика в условиях горизонтальной кооперации. Завершая данную статью, автор предлагает дальнейшее развитие предложенных методов оценки целесообразности горизонтальной кооперации в транспортировке и схему взаимодействия всех ее участников.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to focus on theoretical and methodological aspects of horizontal cooperation in transportation. The relevance of the study is related to the search of additional sources for cost reduction in today's Russian economy, characterized by declining GDP and high inflation. Raw materials price rise, on the one hand, and the decline in real incomes, on the other, poses a problem of efficiency increase to the producers. According to the author, one of the most promising methods to reduce logistics costs in the current economic environment is horizontal cooperation. The paper proposes a simplified scheme of the feasibility evaluation of horizontal cooperation in transportation at the design stage. Based on modeling in Mathcad the author analyzes the feasibility of cooperation for each participant. The article also proposes a scheme, which is one of the possible variants of participants interaction in terms of horizontal cooperation. In concluding, the author suggests further development of the proposed methods of evaluating the feasibility of horizontal cooperation in transportation and the scheme of interaction of all participants.

Проблемы несбалансированности отечественной экономики сегодня все более остро ощущаются и коммерческими структурами, и рядовыми гражданами. Ослабление обменного курса национальной валюты стало причиной роста розничных цен на товары, что привело к росту расходов населения на продовольственные и хозяйственно-бытовые товары. Рост цен коснулся не только импортных товаров, но и товаров, произведенных в РФ, при производстве которых используются импортные сырье или материалы. Важно отметить, что ослабление курса рубля также является причиной роста цен на сырьевые материалы отечественного производства, включая продукцию сельского хозяйства. Текущий курс рубля дает возможность отечественным производителям с большей выгодой продавать сырье на экспорт, чем реализовывать его на местном рынке. В сложившейся ситуации все производственные компании сталкиваются с ростом затрат на закупку

сырья и материалов. Помимо этого на рост затрат влияют растущие тарифы государственных монополий, рост тарифов на перевозки в результате повышения стоимости топлива, запасных частей и введения дополнительных требований к перевозчикам: установка тахографов и взимание платы с грузовиков, имеющих разрешённую максимальную массу свыше 12 тонн.

В свою очередь, снижение реальных доходов населения не позволяет повышать отпускные цены пропорционально росту затрат. В указанных условиях для обеспечения минимальной рентабельности предприятиям приходится искать дополнительные возможности оптимизации собственной хозяйственной деятельности. Данная ситуация является благоприятной для развития концепции горизонтальной кооперации в логистике и особенно в области закупок и транспортировки.

В работе «Формирование модели горизонтальной кооперации в снабжении» (Писарец, 2015) были рассмотрены предпосылки горизонтальной кооперации и предложен алгоритм применения кооперации для функциональной области «снабжение». В данной статье предлагается рассмотреть перспективы применения кооперации в процессе транспортировки. Цели горизонтальной кооперации в транспортировке должны определяться участниками в каждом рассматриваемом случае. Такими целями могут быть:

- Снижение логистических затрат.
- Повышение качества оказания логистических услуг.
- Расширение географии продаж и развитие дистрибуции.
- Снижение риска срыва доставки «точно в срок».

Для построения практически реализуемых алгоритмов кооперации в процессах транспортировки и складирования готовой продукции необходимо определить виды кооперации в разрезе состава ее участников. На наш взгляд, можно выделить следующие виды кооперации:

- Кооперация между грузовладельцем-производителем и перевозчиком.
- Кооперация между перевозчиками.
- Кооперация между грузовладельцами-производителями:
 - имеющими собственный транспорт,
 - не имеющими собственного транспорта.

Для каждого из перечисленных вариантов кооперации существуют свои цели и задачи, определяемые ее участниками на этапе планирования и проектирования будущей кооперации.

Большая часть научных работ о кооперации в области транспортировки рассматривает процессы взаимодействия грузовладельца-производителя и перевозчика. Примерами такой кооперации может служить совместная реализация грузовладельцем-производителем и перевозчиком концепции «точно в срок» (JIT) или интеграция информационных потоков о прогнозируемых потребностях в перевозке.

Не меньшее внимание исследователи уделяют вопросу кооперации между самими перевозчиками. Эта кооперация проявляется в организации субподрядов на доставку. Участники данной кооперации стремятся сбалансировать количество свободных для заказа транспортных средств (ТС) и количество заказов на доставку от клиентов для снижения потерь от простоя ТС или от упущенных заказов. Так, например, вопрос реализации стратегии партнерства логистических провайдеров применимо к смешанным перевозкам рассматривается в статье Рохлина А. А. и Носа В.А. (2013). В статье авторы указывают, что применение стратегии партнерства в смешанных перевозках позволяет добиться минимизации издержек, максимизации прибыли и повышения качества услуг.

Математическое представление задачи кооперации привозчиков и предложения по оптимизации рассмотрены в статье «Устойчивая кооперация в динамических задачах маршрутизации транспорта» (Захаров и Щегряев, 2012). В статье авторы, используя методы теории игр, решают задачу минимизации затрат при маршрутизации транспортных средств в условиях объединения перевозчиков в коалиции. Рассмотренный в статье пример кооперации четырех транспортных компаний демонстрирует, что в условиях кооперации всех компаний затраты на доставку снизятся на 47 %.

Кооперация между грузовладельцами-производителями, имеющими собственный транспорт, проявляется в ситуации, когда один грузовладелец-производитель, перевозящий свой продукт собственным транспортом, оказывает услугу доставки продукции сторонней компании. Примером компании, оказывающей подобные услуги, является группа компаний «Агама»¹. Основным направлением деятельности группы является производство и продажа рыбы и морепродуктов, доставка которых клиентам осуществляется собственными грузовиками – рефрижераторами. Компания «Агама» предлагает услуги хранения и доставки замороженной продукции совместно с продукцией собственного производства. Широкая сеть дистрибуции и отлаженный график поставок позволяет компании обеспечивать высокий уровень логистического сервиса и снижать затраты на доставку сторонним компаниям.

В статье «Генезис и современное состояние логистической интеграции в условиях глобализации экономики»(Кузменко, Левина и Шмидт, 2014) авторы, рассматривая сферу торгового обслуживания, предлагают концепцию интеграции функции транспортировки, заключающуюся в создании объединенного парка автотранспортных средств и расчета стоимости совместной доставки товаров в торговые предприятия. Результатом решения указанных задач, по мнению авторов, является рост эффективности использования ТС, минимизация времени доставки и сокращение издержек. Предложенная авторами концепция может быть адаптирована и применена для случая кооперация между грузовладельцами, имеющими собственный транспорт. Под адаптацией в данном случае понимается разработка и апробация практических механизмов совместного, интегрированного планирования доставки с дальнейшей алгоритмизацией процессов. При этом важным вопросом является гармонизация интересов участников кооперации и преодоление противоречий между их целями для обеспечения взаимовыгодного сотрудничества.

Рассмотренные выше статьи демонстрируют на примерах и доказывают эффективность кооперации в области транспортировки, однако не рассматривают случаи кооперации производителей, не имеющих собственного транспорта. Наиболее перспективной в текущих рыночных условиях, на наш взгляд, является возможность кооперации грузовладельцев, не имеющих собственного транспорта и привлекающих для доставки своей продукции транспортные компании.

Наиболее остро вопрос кооперации сегодня стоит у производителей товаров, потребляемых ежедневно (FMCG), имеющих короткий срок годности. Доставка именно этих товаров чаще всего ложится на плечи самих производителей, т.к. торговые сети и точки продаж не хотят осуществлять доставку этих продуктов самостоятельно через собственные РЦ в связи с риском попадания на полки магазинов товаров с истекающим сроком годности. Организация схемы доставки в данном случае зависит от таких факторов:

- Количество населенных пунктов доставки и расстояния между ними
- Количество торговых точек (ТТ), в которые осуществляется доставка в рамках каждого населенного пункта
- Минимальный, средний и максимальный прогнозный объем заказов из каждой ТТ
- Требуемые графики доставки каждой ТТ (интервалы приема) в течение дня
- Требуемые графики доставки каждой ТТ (интервалы приема) в рамках недели.

Важным фактором, который способен актуализировать концепцию кооперации грузовладельцев, является тот факт, что при заключении контракта на поставку в крупные федеральные и региональные торговые сети производитель соглашается на организацию по запросу клиента доставки во все ТТ сети. Это приводит к тому, что производители вынуждены доставлять небольшие партии товара в отдаленные ТТ с затратами, превышающими стоимость для получения прибыли на заказах других ТТ одной сети. В связи с этим производителям часто требуются услуги компаний, осуществляющих доставку сборных грузов. К сожалению, сегодня перевозчиков, оказывающих подобные услуги, немного, а имеющиеся не могут обеспечить доставку во все требуемые регионы, города и ТТ.

При планировании и организации горизонтальной кооперации в доставке необходимо учитывать следующие потенциальные риски:

- Развитие дистрибуции партнёра по кооперации в ущерб собственной
- Вероятные срывы доставки (опоздания в торговые точки)
- Вопрос надежности и устойчивости доставки в пиковые периоды.

Первый риск связан с вероятным непропорциональным участием грузовладельцев в кооперации. Например, при соотношении груза в консолидированной доставке 80% и 20% участник с меньшей долей будет более заинтересован в кооперации, т.к. выгода для него будет более высока.

Второй сложностью совместной доставки является согласование времени доставки и приемки товаров в торговых точках. Большинство торговых сетей и магазинов имеют жестко определенное время прибытия транспортного средства с заказанным товаром, прописанное в договорах на поставку. Несвоевременное прибытие транспортного средства с грузом чаще всего является поводом отказа в разгрузке, что, в свою очередь, расценивается как нарушение условий договора и влечет за собой применение штрафных санкций к поставщику. При увеличении адресов доставки в рамках горизонтальной кооперации грузовладельцев увеличивается и вероятность опозданий, а, следовательно, и финансовых потерь, связанных с опозданием в доставке в торговые точки.

Параллельно с увеличением адресов доставки в рамках описанной кооперации увеличивается количество комплектов товаросопроводительных документов, правильную обработку которых должен контролировать водитель или экспедитор. Ошибки при оформлении товаросопроводительных документов, в том числе и в процессе приемки товара магазином, зачастую приводят к многомесячным ожиданиям подтверждения дубликатов торговыми сетями, что ведет к налоговым рискам на стороне грузовладельца.

Рассматривая вопрос кооперации при доставке товаров FMCG, необходимо отметить, что продажи большинства товаров данной категории имеют ярко выраженные сезонные колебания. Рост продаж большинства продовольственных товаров наблюдается в период перед новогодними праздниками, что обуславливает увеличение потребностей в транспортировке со стороны производителей. В периоды пикового спроса на товары производителей, участвующих в кооперации, согласованные ранее договоренности по совместной доставке будет необходимо пересматривать, т.к. изменения потребностей в транспортировке будет изменять соотношение интересов участников кооперации.

Важно отметить, что большинство авторов, рассматривающих вопросы совместной доставки, фокусируются в основном на решении задачи маршрутизации. Так, например, Muñoz-Villamizar, Montoya-Torres и Vega-Mejna (2015) рассматривают возможность кооперации производителей при доставке продукции в городской среде. В результате математического моделирования авторы приходят к выводу, что в случае кооперации будет наблюдаться сокращение пробегов ТС, участвующих в доставке; сокращение потребности в транспорте; повышение эффективности использования вместимости ТС. При этом оптимизация наблюдается только при участии всех рассматриваемых в примере компаний.

Таким образом подтверждается тот факт, что несмотря на концепции достижения глобальной оптимизации маршрутной сети в условиях горизонтальной кооперации в реальной ситуации необходимо тщательное планирование кооперации при учете интересов всех участвующих сторон. А это возможно только в результате правильного выбора партнеров для оптимизации и направлений кооперации. Важно отметить, что при проектировании горизонтальной кооперации необходимо прогнозировать потребность в транспорте, исходя из прогнозов продаж товаров из разных товарных групп, которые, в свою очередь, зависят от разных параметров. Решение столь сложных задач невозможно только с помощью инструментов маршрутизации, а требует использования методов математического и имитационного моделирования.

В связи с вышесказанным, одним из ключевых вопросов горизонтальной кооперации в транспортировке является предварительная оценка перспективности подобной ко-

операции для конкретных компаний. К сожалению, данный вопрос не рассмотрен широко и полноценно, что может быть причиной отсутствия информации об успешных реализациях описанной концепции на практике.

Для предварительной оценки целесообразности будущей горизонтальной кооперации в транспортировке предлагается последовательность этапов и действий, представленная на рисунке 1.



Рис. 1 Последовательность действий для оценки целесообразности применения горизонтальной кооперации в транспортировке.

На основании представленной выше схемы в среде Mathcad был разработана и апробирована модель горизонтальной кооперации в транспортировке для двух производителей. При разработке модели были сделаны следующие допущения:

- В проекте совместной доставки участвуют два производителя
- Расстояниями между точками загрузки и выгрузки можно пренебречь и рассматривать доставку между двумя пунктами
- Каждый участник кооперации осуществляет отгрузки продукции на стандартных паллетах, являющихся ед. транспортировки
- Участники кооперации могут осуществлять перевозки тремя видами ТС с различной вместимостью.

В ходе рассматриваемого эксперимента были сгенерированы потребности в транспортировке для каждого из двух участников на каждый из 30 дней моделирования. В ходе моделирования рассчитывались затраты на перевозку, исходя из сгенерированных потребностей. Для поиска минимальных затрат каждого участника на выполнение доставки в каждый день моделирования использовались следующие формулы:

$$a * C_1 + b * C_2 + c * C_3 \rightarrow \min \quad (1)$$

$$a * V_1 + b * V_2 + c * V_3 \rightarrow \min \quad (2)$$

где $a \geq 0$, $b \geq 0$; $c \geq 0$ и a, b, c – целые числа

C_1, C_2, C_3 – стоимость аренды транспортных средств вместимостью V_1, V_2, V_3 соответственно; $D_{i,j}$ – потребность в перевозку i -го участника кооперации в j -ый день моделирования.

Для доставки в условиях кооперации использовался аналогичный алгоритм с измененным условием в формуле (2).

$$a * V_1 + b * V_2 + c * V_3 \geq \sum D_{i,j} \quad (3)$$

Для моделирования были использованы параметры, представленные в таблице 1. Потребность каждого участника моделировалась как случайная величина, согласно

Таблица 1
Исходные данные моделирования

Показатель	Е. И.	Значение
Вместимость первого ТС, V_1	паллет	10
Вместимость второго ТС, V_2	паллет	18
Вместимость третьего ТС, V_3	паллет	24
Стоимость перевозки первого ТС, C_1	рублей	18000
Стоимость перевозки второго ТС, C_2	рублей	34000
Стоимость перевозки третьего ТС, C_3	рублей	46000

нормального закона распределения с параметрами: математическое ожидание = $V_1 = 10$; $СКО = 2$. Для условий задачи все сгенерированные значения были округлены до ближайшего целого неотрицательного числа. Затем с помощью формул 1,2,3 и алгоритма поиска минимальных затрат на доставку, представленного на рисунке 2, определялось количество ТС каждой вместимости требуемых для организации доставки.

Результаты моделирования горизонтальной кооперации в среде Mathcad представлены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, суммарные затраты на перевозку в условиях кооперации ниже на 222 тыс. руб. или 16%. Однако, как было отмечено выше, ключевым вопросом кооперации является не только глобальная эффективность, но и эффективность для каждого участника. В связи с этим в модель было введено дополнительное условие эффективности кооперации для каждого дня. Если затраты в условиях кооперации были ниже, чем при индивидуальном подходе, то считалось, что совместная доставка выгодней. Анализ данных моделирования позволил сделать вывод: в 24 случаях (днях) совместная доставка оказалась выгодной, в 6 случаях – невыгодной. Следующим этапом анализа стало сравнение затрат каждого участника на перевозку в условиях кооперации и индивидуально. Для этого в случаях, когда совместная доставка оказалась выгодной, затраты на транспортировку в условиях кооперации распределялись между участниками пропорционально потребности в перевозке. По результатам анализа было выяснено следующее:

```

SuperCost(X) :=
i ← 0
amin ← 0
bmin ← 0
cmin ← 0
qmin ← ceil(X/V1)·C1 + ceil(X/V2)·C2 + ceil(X/V3)·C3
for a ∈ 0..ceil(X/V1)
  for b ∈ 0..ceil(X/V2)
    for c ∈ 0..ceil(X/V3)
      i ← i + 1
      Vt ← a·V1 + b·V2 + c·V3
      C0t ← a·C1 + b·C2 + c·C3
      At ← a
      Bt ← b
      Ct ← c
      for t ∈ 1..i
        if X ≤ Vt ∧ qmin ≥ C0t
          qmin ← C0t
          amin ← At
          bmin ← Bt
          cmin ← Ct
  (qmin
   amin
   bmin
   cmin)
    
```

Рис. 2 Блок поиска минимальных затрат на транспортировку и определения количества необходимых ТС в среде Mathcad.

Таблица 2
Результаты моделирования

День	Потребность 1, паллет	Потребность 2, паллет	Суммарная потребность, паллет	Затраты (потребность 1)	Затраты (потребность 2)	Затраты (потр1 + потр 2)	Затраты (потребность 1) + Затраты (потребность 2)
1	9	4	13	18 000р.	18 000р.	34 000р.	36 000р.
2	9	6	15	18 000р.	18 000р.	34 000р.	36 000р.
3	9	10	19	18 000р.	18 000р.	36 000р.	36 000р.
...							
28	10	9	19	18 000р.	18 000р.	36 000р.	36 000р.
29	12	8	20	34 000р.	18 000р.	36 000р.	52 000р.
30	12	8	20	34 000р.	18 000р.	36 000р.	52 000р.
Итого	307	289	596	732 000р.	684 000р.	1 194 000р.	1 416 000р.

- в 10 случаях затраты обоих участников в условиях кооперации были ниже;
- в 13 случаях затраты одного участника в условиях кооперации были ниже, а затраты другого были выше;
- в 1 случае затраты одного участника снижались, а другого были равны затратам без кооперации.

Из приведенного выше анализа моделирования можно сделать вывод о том, что при рассматриваемых параметрах кооперация будет выгодна обоим участникам. Одним из основных вопросов практической описанной стратегии является взаимодействие участников в рамках кооперации. Для обеспечения надежности работы транспортной системы на этапе планирования кооперации необходимо разработать и утвердить схему взаимодействия участников кооперации. На рисунке 3 представлена схема взаимодействия участников кооперации и перевозчика для случая, когда в кооперации участвуют два производителя.

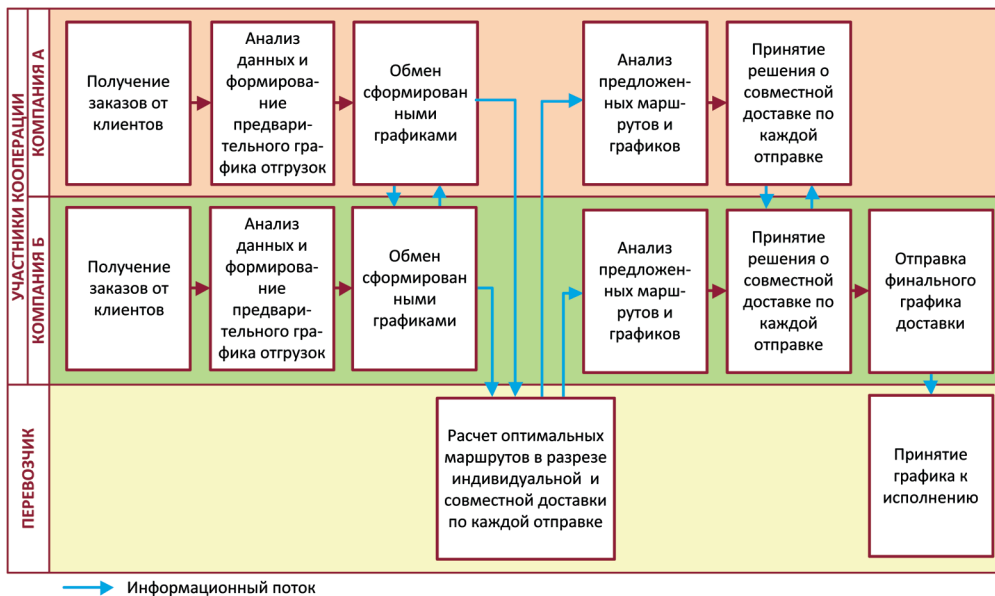


Рис. 3. Схема взаимодействия участников кооперации с перевозчиком.

Возвращаясь к вопросу оценки возможностей кооперации, стоит отметить, что несмотря на допущения описанной выше модели, ее применение возможно на этапе планирования кооперации.

Развитием предложенного метода оценки кооперации может быть включение в модель следующих параметров:

- объем возвратных потоков и график их перевозки;
- маршрутизация доставки согласно графикам заказов ТТ;
- порядок загрузки товаров в ТС;
- добавление в модель возможности использования промежуточных складов.

Исследование возможностей применения концепции горизонтальной кооперации в логистике, разработка методов ее проектирования, планирования и реализации позволят в будущем добиваться снижения логистических издержек как крупным компаниям, так и компаниям, представляющим средний и малый бизнес.

Л И Т Е Р А Т У Р А

Захаров, В.В. и Щегряев, А.Н. (2012), «Устойчивая кооперация в динамических задачах маршрутизации транспорта», *Математическая теория игр и ее приложения*, т.4, в.2, С. 39–56

Кузменко, Ю. Г., Левина, А. Б. и Шмидт, А. В. (2014), «Генезис и современное состояние логистической интеграции в условиях глобализации экономики», *Вестник ЮУрГУ. Серия: Экономика и менеджмент*, №3, С.148–161

Писарец, Н.М. (2015), «Формирование модели горизонтальной кооперации в снабжении», *Логистика и управление цепями поставок*, № 3 (68), С. 89–95

Рохлин, А. А. и Нос, В.А. (2013), «Стратегические направления взаимодействия оператора смешанных перевозок грузов и поставщиков логистических услуг», *Проблемы современной экономики*, №3 (47), С.272–275

Muñoz-Villamizar, A., Montoya-Torres, J. R. and Vega-Mejía, C. A. (2015), «Non-Collaborative versus Collaborative Last-Mile Delivery in Urban Systems with Stochastic Demands», *Procedia CIRP*, vol.30, pp. 263–268.

R E F E R E N C E S

Zaharov, V. V. and Schegryaev, A. N. (2012), «Sustainable co-operation in the dynamic vehicle routing problems», *Matematicheskaya teoriya igr i ee prilozheniya* [Mathematical Game Theory and its Applications], vol.4, no.2, pp. 39–56

Kuzmenko, YU. G., Levina, A. B. and Shmidt, A. V. (2014), «The genesis and the current state of logistics integration into a globalized economy», *Vestnik YuUrGU. Seriya: Ehkonomika i menedzhment* [Bulletin of South Ural State University. Series: Economics and Management], no.3, pp. 148–161

Pisarec, N.M. (2015), «Model of horizontal cooperation in purchasing», *Logistika i upravlenie cepyami postavok* [Logistics and Supply Chain Management], no. 3 (68), pp. 89–95

Rohlin, A. A. and Nos, V.A. (2013), «Strategic directions of the interaction operator of mixed freight and logistics service providers», *Problemy sovremennoj ehkonomiki* [Problems of Modern Economics], no. 3 (47), pp. 272–275