



УДК 338.27

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЁМОВ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Л.Ю. Автомонова

Национальный исследовательский университет «Высшая Школа экономики» Санкт-Петербургский филиал

Анализ тенденций грузооборота в области контейнерных перевозок дает основание для устойчивого прогноза дальнейшего развития контейнерных перевозок на всех основных направлениях. Создание математических моделей этих процессов позволяют построить точный количественный прогноз объемов перевозок и выбрать оптимальное управление транспортной системой. Для построения моделей в статье используются эконометрические методы, такие как анализ временных рядов, корреляционный и регрессионный анализ.

Ключевые слова: контейнеризация, временной ряд, корреляционный анализ, прогноз основных показателей.

Для цитирования:

Автомонова Л.Ю. «Прогнозирование объемов контейнерных перевозок с использованием эконометрических моделей» // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №1(16), ISSN 2007-5687. – СПб.: ГУАП., 2018 – с.60-69. РИНЦ.

FORECASTING THE VOLUME OF CONTAINER TRANSPORT USING ECONOMETRIC MODELS

L.Y. Avtomonova

National Research University Higher School of Economics (Saint-Petersburg)

The analysis of freight turnover trends in the field of container transportation provides the basis for a sustainable forecast for the further development of container transportations in all major directions. Creation of mathematical models of these processes allows to build an accurate quantitative forecast of transportation volumes and to choose the optimal control of the transport system. For the construction of models, econometric methods, such as time series analysis, correlation and regression analysis, are used in the article.

Key words: containerization, time series, correlation analysis, forecast of key indicators.

For citation:

Avtomonova L.Y. « Forecasting the volume of container transport using econometric models» // System analysis and logistics.: №1(16), ISSN 2007-5687. – Russia, Saint-Peterburg.: SUAI., 2018 – p.60-69.

Основой формирования единой транспортно-логистической системы страны является стабильно развивающаяся транспортная система регионов и крупнейших предприятий государства. Анализ основных тенденций товарооборота, грузооборота и экономических особенностей перевозки унифицированных укрупненных грузовых единиц (при условии комплексного взаимодействия разных видов транспорта) дает основание для устойчивого прогноза дальнейшего развития контейнерных перевозок на всех основных направлениях, где имеются потоки генеральных грузов.

Контейнеризация сегодня - одно из направлений технического прогресса, развития, рационализации и оптимизации в организации транспортных процессов: перевозок, складирования и хранения грузов [1,2]. Контейнерные перевозки сегодня – это наиболее современный и экономичный вид транспортировки товарных грузов, широко используемый и в национальных, и в международных сообщениях, которые позволяют выполнять безперегрузочную доставку товарных продуктов от отправителя к получателю, значительно сокращая объем промежуточных



погрузочно-разгрузочных работ [2,3].

Контейнерные перевозки становятся все выгоднее из-за совершенствования, автоматизации и механизации перевозочного процесса, снижения транспортных расходов и устранения тяжелого физического труда в пунктах перевалки грузов, повышения сохранности перевозимых грузов от отправителя до грузополучателя. Контейнерные перевозки освобождают грузовладельца от необходимости транспортной упаковки и маркировки, снижают затраты на погрузочно-разгрузочные и складские работы при смешанном сообщении – это наиболее экономичный вид транспортировки грузов. При использовании контейнеров затраты на тонну перевозимого груза снижаются на 20 - 40%, а простои под грузовыми операциями сокращаются в 2 - 3 раза [4]. Применение контейнеров позволяет повысить производительность труда в среднем в 4-6 раз, а на морском транспорте - до 30 раз по сравнению с производительностью труда при ручной обработке грузов, комплексно механизировать и автоматизировать погрузочно-разгрузочные и складские операции, полностью исключить тяжелые ручные работы, в 7-10 раз снизить себестоимость перегрузочных работ, в 1,5-2 раза сократить затраты на тару и упаковку, повысить сохранность перевозимой продукции, ускорить на 25-30 % доставку грузов. Лучшее использование складских площадей сокращает капиталовложения в складское хозяйство с учетом необходимых средств на механизацию в 2-3 раза. [3]

Данный вид перевозок сейчас является наиболее востребованным в большинстве стран мира, поскольку контейнер обеспечивает максимальную безопасность и сохранность груза (этот фактор является одним из наиболее важных как для компаний производителей, так и для получателей груза). Фирмы, осуществляющие транспортировку, гарантируют клиентам сохранность груза от точки погрузки до конечного пункта, сопровождение и контроль на всех этапах передвижения, предлагают выгодные условия страхования. Для этого существует штат профессиональных сотрудников: менеджеров, экспедиторов, логистов, диспетчеров, стивидоров [5]. Обобщим вышесказанное в виде таблицы (табл.1).

Таблица 1. Недостатки и преимущества контейнерных перевозок

Преимущества контейнерной перевозки грузов	Недостатки контейнерной перевозки грузов
доставка грузов от «двери до двери» без промежуточной перегрузки;	жёсткий неизменяемый объём;
относительно малый риск повреждения товарных грузов;	увеличение сроков доставки, связанные с погрузкой и отправлением (например, необходимо проводить комплектацию);
более быстрая доставка грузов;	требуется использование специальной методики погрузки контейнеров на платформы, в вагоны, с учетом центра тяжести;
экономия материальных ресурсов;	возникает необходимость получения груза на некотором удалении от получателя;
экономия рабочей силы и складских помещений.	зависимость от состояния климата, погоды, пропускной возможности портов.



Несмотря на визуальную простоту контейнерных перевозок, данный метод транспортировки является достаточно сложным и требует определенных навыков. Развитие контейнерных перевозок определяет уровень технического прогресса в организации транспортировки грузов.

Перечислим основные факторы, сдерживающие рост (а также привлечение дополнительного объема транзитных контейнерных потоков) контейнерных перевозок в России [6]:

1. низкий уровень контейнеризации грузов;
2. недостаточная степень интеграции со смежными видами транспорта;
3. несовершенство нормативной базы, в том числе таможенного законодательства;
4. неразвитость сервиса «от двери до двери»;
5. отсутствие внутренней инфраструктуры для транспортировки, обработки контейнеров, соответствующей развитию транспортных мощностей [7], включающее в себя:
 - недостаточный уровень развития транспортных мощностей;
 - низкая скорость перевозки контейнеров;
 - значительные инфраструктурные ограничения (низкая пропускная способность отдельных участков сети ОАО «РЖД»);
 - недостаточная техническая оснащенность терминалов;
 - дефицит парка контейнеров.

Выделенные факторы приводят к низкой конкурентоспособности отечественных перевозчиков, усложняют достижение поставленных целей. Новый уровень качества перевозочных услуг, который неизменно будет достигнут, благодаря контейнеризации, позволит повысить конкурентоспособность всей транспортной системы страны на международном уровне. Для устранения проблем в сфере международных контейнерных перевозок потребуются вложения в развитие научно-исследовательской и нормативно-правовой базы.

Среди программных мероприятий, способных устранить проблемы контейнерных перевозок, Министерством транспорта и Министерством экономического развития упомянуты [8,9]: усовершенствование финансирования (инвестиционной деятельности) и материально-технической базы перевозок.

По виду транспорта контейнерные перевозки делятся на: водные: морские и речные; железнодорожные; автомобильные; авиационные.

Морские контейнерные перевозки – самый дешевый способ дальнего перемещения. Например, на сегодняшний день уровень контейнеризации достиг 50-60% от общего числа всех морских перевозок, доля генеральных грузов (штучных, перевозимых в упаковке) составляет более 90%. В России реализуется комплексный подход и позиционирование морского транспорта России на мировом рынке транспортных услуг [10].

В 2012 году многие события (политические и экономические) повлияли на рынок контейнерных перевозок. Уменьшение роста развитых экономик привело к падению темпов развития количества перевозок. Сильно повлиял рост цен на топливо. В 2011 году растущие цены на нефть принесли значительные убытки перевозчикам, и их продолжающийся рост в 2012 г. оказал ещё более негативное влияние на отрасль. В результате многие перевозчики подняли топливную надбавку. Но в целом для рынка контейнерных перевозок характерен подъем. За последние годы среднемировой рост составил 9%, хотя в 2012 году его темпы роста немного уменьшились (по сравнению с 2011 годом контейнерооборот увеличился только на 4%). Снижение общих темпов роста объясняется, в первую очередь, снижением роста общемировых объемов экспорта и импорта.

Важной тенденцией всего рынка является дисбаланс между спросом и предложением. Во время кризиса 2009 г. была выявлена разбалансированность между спросом и предложением на контейнерном рынке и за минувшие годы этот разрыв из-за крупномасштабных поставок нового тоннажа высокой вместимости так и не был преодолен [7]. Предложение сильно превышает спрос,



и преодолеть эту тенденцию по прогнозам возможно только в 2015 году. Чтобы противодействовать сложившейся ситуации, фирмы снижают скорость хода контейнеровозов и выводят суда из эксплуатации на отстой. Также эффективным инструментом восстановления баланса спроса и предложения является ускоренное списание старых судов (на скрап могут уходить не только физически устаревшие суда возрастом свыше 22 - 25 лет, но и контейнеровозы возрастом менее 20 лет, имеющие неоправданно высокий расход топлива и не отвечающие требованиям международных конвенций в сфере охраны окружающей среды).

На основе статистических данных [11] построим трендовые модели, описывающие величину объёмов перевозок морским транспортом (рис.1). Результаты, полученные в результате временных рядов разной длины, отличаются, поэтому для получения более точных результатов можно использовать адаптивные модели [12].



$$Y = -0,08t + 161,38$$

каждый год объём перевозок уменьшается на 0,08 млрд. руб.



объём перевозок стабилизировался на уровне 1,4 млрд. руб.

Y – объём контейнерных грузоперевозок морским транспортом, млн.т; t – год.

Рис.1. Трендовая модель временного ряда

Рассмотрим, как влияют на объёмы перевозок такие факторы как объём инвестиций в отрасль и износ основных фондов. Введём переменные (графические, статистические данные представлены на рисунке (рис.2)):

Y – объём контейнерных грузоперевозок морским транспортом, млн.т;

x_1 – количество судов, шт;

x_2 – инвестиции в основной капитал морского транспорта, млрд.руб;

x_3 – степень износа основных фондов, %.

и построим статистически значимую модель многофакторной регрессии

$$Y = 2,573 - 0,148x_1 - 0,026x_2 + 0,005x_3, R^2 = 0,97$$

Чтобы избежать ложной корреляции вычислим корреляционные коэффициенты между первыми разностями измерений и представим результаты вычислений в виде корреляционной матрицы R . Фактор x_1 коррелирует с x_2 и x_3 , поэтому его полезно исключить и построить двухфакторную модель.



Рис.2. Гистограмма: объём перевозок морским транспортом и факторные переменные

$$R = \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} 1 & & & \\ -0,744 & 1 & & \\ -2,73 & & & \\ -0,625 & -0,016 & 1 & \\ -1,961 & -0,039 & & \\ -0,165 & 0,474 & -0,336 & 1 \\ -0,411 & 1,317 & -0,874 & \end{array} \end{array}$$

$$Y = 2,611 - 0,025x_2 - 0,03x_3$$

$$R^2 = 0,28$$

Средние коэффициенты эластичности $\bar{E}_{yx_2} = -0,113$ и $\bar{E}_{yx_3} = -0,730$ указывают на незначительное уменьшение (на 0,113 % и 0,73%) объёма перевозок, несмотря на увеличение средних значений соответствующих факторов на 1%. Вычислив частные коэффициенты корреляции, заметим, что абсолютная величина коэффициента корреляции между факторами больше, чем, вычисленные ранее коэффициенты парной корреляции.

$$r_{yx_2|x_3} = -0,733 < r_{yx_1} = -0,625$$

$$r_{yx_3|x_2} = -0,510 < r_{yx_2} = -0,165$$

$$r_{x_2x_3|y} = -0,570 < r_{x_1x_2} = -0,336$$

Проведём аналогичные вычисления для контейнерных перевозок речным транспортом (рис.3).



$$Y_1 = -0,02t + 40,4$$

каждый год объём перевозок
уменьшается на 0,02 млрд. руб

$$Y_2 = -0,083t + 167,27$$

каждый год объём перевозок
уменьшается на 0,083 млрд. руб

Y – объём контейнерных грузоперевозок речным транспортом, млн.т; t – год;

Рис.3. Трендовая модель временного ряда

Тест Чоу [12] подтверждают изменение тенденции временного ряда в 2009 году. Введём переменные и представим статистические данные графически (рис.4):

Y – объём контейнерных грузоперевозок речным транспортом, млн.т;

x_1 – инвестиции в основной капитал речного транспорта, млрд.руб;

x_2 – степень износа основных фондов, %.



Рис.4. Гистограмма: объём перевозок речным транспортом и факторные переменные

Проведём корреляционный анализ, используя первые разности рядов наблюдений (результаты которого представлены в виде матрицы R).

R =	1		
	0,429	1	
	1,164		
	-0,455	-0,385	1
	-1,251	-1,021	



Мультиколлинеарность отсутствует, поэтому можно приступить к построению двухфакторной модели:

$$Y = -0,827 + 0,023x_1 + 0,014x_2, R^2 = 0,274$$

Средние коэффициенты эластичности $\bar{E}_{yx_1} = 0,285$ и $\bar{E}_{yx_2} = 0,871$ указывают на незначительное увеличение (на 0,285 % и 0,871%) объёма перевозок, несмотря на увеличение средних значений соответствующих факторов на 1%. Вычислив частные коэффициенты корреляции, заметим, что абсолютная величина коэффициента корреляции между факторами больше, чем, вычисленные ранее коэффициенты парной корреляции.

$$r_{yx_1|x_2} = 0,309 < r_{yx_1} = 0,429$$

$$r_{yx_2|x_1} = -0,348 > r_{yx_2} = -0,455$$

$$r_{x_1x_2|y} = -0,235 > r_{x_1x_2} = -0,385$$

Железнодорожные занимают второе место в системе контейнерных перевозок и применяются в основном внутри страны. Им принадлежат высокие гарантии доставок в срок без промедления. При железнодорожных перевозках используются меньшие конструкции контейнеров, чем при перемещении морским путем.

На основе статистических данных [11] построим трендовые модели, описывающие величину объёмов перевозок железнодорожным транспортом (рис.5). Результаты, полученные в результате временных рядов разной длины, отличаются незначительно.



$$Y = 1,33t - 2648$$

каждый год объём перевозок увеличивается на 1,33 млрд. руб



$$Y = 1,13t - 2249,4$$

каждый год объём перевозок увеличивается на 1,13 млрд. руб

Y – объём контейнерных грузоперевозок ж/д транспортом, млн.т; t – год;

Рис.5. Трендовая модель временного ряда

Введём переменные и представим статистические данные графически (рис.6):

Y – объём контейнерных грузоперевозок ж/д транспортом, млн.т;

x_1 – инвестиции в основной капитал ж/д транспорта), млрд.руб;

x_2 – степень износа основных фондов, %.



Рис.6. Гистограмма: объём перевозок ж/д транспортом и факторные переменные

Построим корреляционную матрицу R:

$$R = \begin{array}{c} \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 1 & \\ \hline 0,091 & 1 & \\ 0,225 & & \\ \hline -0,12 & 0,449 & 1 \\ -0,029 & 1,231 & \\ \hline \end{array} \end{array}$$

Корреляционный анализ подтверждает отсутствие корреляции между факторами модели, следовательно, можно приступить к построению двухфакторной модели

$$Y = -3,714 + 0,01x_1 + 0,845x_2, R^2 = 0,71$$

Средние коэффициенты эластичности $\bar{E}_{yx_1} = 0,135$ и $\bar{E}_{yx_2} = 0,999$ указывают на незначительное увеличение (на 0,135 % и 0,999%) объёма перевозок, несмотря на увеличение средних значений соответствующих факторов на 1%. Вычислив частные коэффициенты корреляции, заметим, что абсолютная величина коэффициента корреляции между y и x_1 больше, чем r_{yx_1} ; для y и x_2 ситуация обратная.

$$r_{yx_1|x_2} = 0,108 > r_{yx_1} = 0,091$$

$$r_{yx_2|x_1} = -0,059 > r_{yx_2} = -0,12$$

$$r_{x_1x_2|y} = 0,452 \approx r_{x_1x_2} = 0,449$$

В статье предложены несколько эконометрических моделей, которые могут быть использованы для прогнозирования объёмов контейнерных перевозок различными видами транспорта. Согласно построенным уравнениям, объёмы перевозок ж/д транспортом будут заметно расти, а морским и речным транспортом не изменятся в ближайшее время. Из уравнений



многофакторных моделей следует, что увеличение объёма инвестиций, рациональное их использование (например, для обновления основных фондов) приведут к росту контейнерных перевозок. Чтобы добиться значительного улучшения функционирования единой транспортно-логистической системы страны, развития транспортной системы отдельных регионов необходима значительная перестройка инфраструктуры и менеджмента предприятий.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Логистика: тренинг и практикум. Аникин Б.А., Вайн В.М., Водянова В.В., Воронов В.И., Гапонова М.А., Ермаков И.А., Ефимова В.В., Заичкин Н.И., Кравченко М.В., Пузанова И.А., Родкина Т.А., Серова С.Ю., Серышев Р.В., Федоров Л.С. Учебное пособие / Москва, 2014.
2. Мацинина С.С. Современное состояние рынка контейнерных перевозок перспективы его развития (основные преимущества и актуальные проблемы). РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. 2011. № 2. С. 81-84.
3. Мацинина С.С. Анализ объектов управления контейнерными перевозчиками в логистических цепях поставок продукции. РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. 2011. №3. с. 82-85.
4. Логистика и управление цепями поставок. Теория и практика. Основы логистики. Аникин Б.А.; Родкина Т.А.; Волочиенко В.А.; Заичкин Н.И.; Межевов А.Д.; Федоров Л.С.; Вайн В.М.; Воронов В.И.; Водянова В.В.; Гапонова М.А.; Ермаков И.А.; Ефимова В.В.; Кравченко М.В.; Серова С.Ю.; Серышев Р.В.; Филиппов Е.Е.; Пузанова И.А.; Учирова М.Ю.; Рудая И.Л. Учебное пособие / Москва, 2014.
5. А.В. Зимовец; Международные транспортные операции. Конспект лекций. // Таганрог. Издательство ТИУиЭ, 2008г.
6. Воронов В.И., Воронов А.В., Лазарев В.А., Степанов В.Г. Международные аспекты логистики: Учебное пособие. / Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2002. – 168 с.
7. Анисимов И. А. Исследование основных особенностей контейнерных перевозок. ЦНС «Интерактив плюс». Экономическая наука сегодня: теория и практика : материалы V Междунар. науч.– практ. конф. г.Чебоксары 2016 г.
8. Клименко В. Целевые ориентиры развития логистической инфраструктуры в разрезе транспортной стратегии РФ до 2030г.// Журнал «Логистика».-2012.-№7.- с.48-49.
9. Ермаков И., Петухов Д. Постановка проблемы развития национальной логистической системы. Логистика. 2014. № 11 (96). С. 56-59.
10. Лазарев В.А., Воронов В.И. Комплексный подход и позиционирование морского транспорта России на мировом рынке транспортных услуг. Транспорт: наука, техника, управление. 2008 №3, с.5-10.
11. Транспорт и связь в России 2016, Стат.сб./ Росстат, М., 2016., 112 с.
12. Шиловская Н.А. Эконометрика, Учебное пособие, САФУ Архангельск: ИПЦ САФУ, 2013, 240 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Автомонова Любовь Юрьевна –
магистр

Национальный исследовательский университет «Высшая Школа экономики» Санкт-Петербургский филиал
190121, г. Санкт-Петербург, ул. Союза Печатников, д. 16
E-mail: awtomonowa.lubow2011@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Avtomonova Lyubov Yurevna –
master

National Research University Higher School of Economics (Saint-Petersburg)
Souyuza Pechatnikov 16, Saint-Petersburg, RU, 190121
E-mail: awtomonowa.lubow2011@yandex.ru