

ЛОГИСТИКА

УДК 656.013

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТОКА ЗАЯВОК
НА ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЕДИТОРСКИЕ УСЛУГИ НА ОСНОВАНИИ
ДАНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПОРТАЛОВ****О.Г. Холева, аспирант,
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет**

Аннотация. Предложена методика исследования потока заявок на транспортно-экспедиторские услуги с использованием инструментария информационных логистических порталов. На основании результатов экспериментальных наблюдений обоснованы законы распределения параметров потока заявок, а также определены численные характеристики спроса на услуги транспортно-экспедиторских предприятий.

Ключевые слова: транспортно-экспедиторское обслуживание, поток заявок, информационный логистический портал.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТОКУ ЗАЯВОК НА ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИТОРСЬКІ
ПОСЛУГИ НА ПІДСТАВІ ДАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ЛОГІСТИЧНИХ
ПОРТАЛІВ****О.Г. Холева, аспірант,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет**

Анотація. Запропоновано методику дослідження потоку заявок на транспортно-експедиторські послуги з використанням інструментарію інформаційних логістичних порталів. На підставі результатів експериментальних спостережень обґрунтовано закони розподілу параметрів потоку заявок, а також визначено чисельні характеристики попиту на послуги транспортно-експедиторських підприємств.

Ключові слова: транспортно-експедиторське обслуговування, потік заявок, інформаційний логістичний портал.

**STUDYING A FLOW OF REQUESTS FOR FREIGHT FORWARDING SERVICES
BASED ON THE OBTAINED DATA FROM INFORMATION LOGISTICS
PORTALS****O. Kholiyeva, P. G., Kharkiv National Automobile and Highway University**

Abstract. A method of studying a flow of orders for freight forwarding services, using the information logistics portal tools has been proposed. Based on the results of experimental studies there were grounded the laws of distributing the order flow parameters as well as determined the numerical characteristics of demand for freight forwarding companies services.

Key words: freight forwarding, order flow, information logistics portal.

Введение

Оценка спроса на услуги транспортных и экспедиторских компаний является обязательным этапом при решении таких задач,

как прогнозирование спроса, имитационное моделирование процессов взаимодействия субъектов процесса доставки, моделирование технологических процессов обслуживающих предприятий.

В качестве исходных данных, используемых в оптимизационных и соответствующих программных моделях, указываются параметры спроса на услуги транспортных предприятий. От адекватности исходных данных, используемых в процессе симуляции, существенно зависят результаты имитационного моделирования: исходные данные должны характеризовать рынок транспортных услуг на уровне, не снижающем адекватность программной модели.

Некорректная информация о параметрах спроса является часто причиной неверных выводов и неправильных рекомендаций. Поэтому проблема оценки спроса является особо актуальной при решении научных и практических задач в области повышения эффективности транспортно-экспедиторского обслуживания, поскольку ее решение обеспечивает корректность результатов на этапе оценки состояния объекта исследования [1].

Анализ публикаций

Спрос на перевозку грузов в моделях рынка транспортных услуг описывается на основании модели потока заявок, генерирующего соответствующие информационные, материальные и финансовые потоки в макрологистической системе транспортного рынка [2, 3]. Подобная абстракция соответствует реально используемым принципам коммуникации субъектов рынка транспортных услуг: обслуживание грузовладельцев и перевозчиков экспедиторами осуществляется посредством информационных транспортно-логистических порталов. На современном рынке грузовых автомобильных перевозок обеспечение потребностей грузовладельцев в перемещении грузов, а также потребностей перевозчиков в загрузке транспортных средств осуществляется в подавляющем большинстве случаев при посредничестве транспортно-экспедиторской компании (ТЭК) как оператора грузовых перевозок, обслуживающего информационный поток – поток информации о заявках.

В соответствии с [4] элементарной единицей, формирующей спрос, является заявка на транспортное обслуживание – потребность клиента в услугах, подкрепленная покупательной способностью и представленная на рынке для ее удовлетворения. Заявка на обслуживание является основанием и причиной взаимодействия между субъектами транс-

портного рынка. Совокупность потенциальных и реальных заявок на услуги предприятия образуют спрос на его услуги, соответственно совокупность заявок на услуги всех предприятий региона представляет собой спрос на транспортные услуги в регионе и т.д. Каждая заявка может быть количественно оценена набором показателей, наиболее значимыми из которых являются объем партии груза, расстояние доставки и интервал поступления заявок. Поскольку совокупность последовательных заявок на услуги транспортных предприятий характеризует спрос, то задача оценки спроса на транспортное обслуживание преобразуется в задачу определения параметров потока. Информация о потоках заявок на транспортное обслуживание для конкретного предприятия может быть получена на основании данных ТЭК, а для рынка в целом – на основании информации специализированных порталов [5]. Под исследованием спроса на услуги ТЭК понимается определение характеристик случайных величин параметров спроса [6, 7]. Характеристики спроса на услуги ТЭК являются исходными данными для решения ряда задач по повышению эффективности экспедиторского обслуживания [4].

Цель и постановка задачи

Целью статьи является оценка параметров потока заявок на услуги транспортных и экспедиторских компаний для дальнейшего моделирования спроса при разработке рекомендаций по усовершенствованию процессов обслуживания клиентуры.

Выбор и характеристика информационного ресурса

Наибольшей популярностью на рынке транспортных услуг Украины пользуются информационные ресурсы della.ua и lard-trans.com. Грузовладельцы и перевозчики имеют возможность бесплатно подать заявку о необходимости доставки партии груза либо о потребности в обратной загрузке транспортного средства. Диспетчеры экспедиторского предприятия имеют доступ к соответствующей базе заявок (данный доступ оплачивается предприятием на условиях абонентской платы за пользование услугами портала). Основной задачей диспетчера ТЭК как организатора процессов транспортного обслуживания является формирование заявок на

маршруты, обеспечивающие экономически целесообразную загрузку транспортных средств.

В данной работе в качестве информационной базы для анализа параметров спроса на транспортно-экспедиторские услуги использованы инструменты портала lardi-trans.com. Выбор данного информационного ресурса обусловлен возможностью загрузки информации для совокупности заявок (до 50 заявок на одну загрузку данных). Поскольку необходима обработка большого объема заявок, наличие такой функции является необходимым условием для эффективного анализа данных. В отличие от lardi-trans.com, информационный портал della.ua не предоставляет возможности работы с группой заявок для незарегистрированных пользователей (для субъектов, не являющихся участниками рынка транспортных услуг).

Другим значительным преимуществом использования при исследовании спроса инструментов портала lardi-trans.com является существенно более низкий показатель дублирования заявок в базе данных информационной системы: для выборки в 500 заявок (максимальный объем выборки, предоставляемый системой) дублируется порядка 3 % заявок. В выборке из 500 последних заявок, предоставляемой порталом della.ua, содержится, как правило, около 70 % дублируемых заявок. Кроме того, в совокупности заявок, полученных с помощью поисковой системы портала della.ua, могут содержаться неактуальные заявки; из-за высокой интенсивности потока данных в системе lardi-trans.com неактуальные заявки практически отсутствуют.

Предлагаемый порталом lardi-trans.com инструментарий формирования выборок, характеризующих спрос на рынке транспортно-экспедиторских услуг, позволяет получить в он-лайн режиме оперативную информацию о численных параметрах потока заявок, на основании результатов обработки которой возможно моделирование спроса.

Методика обработки потока заявок на услуги транспортно-экспедиторских предприятий

Предлагаемая методика обработки данных о заявках на транспортно-экспедиторские услуги направлена на определение числен-

ных и других характеристик спроса, достаточных для воспроизведения модели существующего потока заявок в модели формирования стратегий экспедиторских компаний.

В соответствии с теоретическими основами моделирования спроса на транспортные услуги [4, 7], в качестве основных параметров, характеризующих поток заявок, выделяются следующие показатели: интервал поступления заявок (либо – интенсивность потока заявок в случае, если продолжительность обработки заявки существенно превышает математическое ожидание величины интервала), величина партии груза, срок выполнения заказа (продолжительность периода времени, в течение которого грузовладелец согласен ожидать выполнения заказа), расстояние доставки партии груза.

На первом этапе исследования спроса на перевозку грузов в междугороднем сообщении предлагается оценить интенсивность поступления заявок. От величины интенсивности потока заявок зависит целесообразность дальнейших исследований интервала поступления заявок как случайной величины: для значений интервала поступления, существенно меньших продолжительности обработки заявок, величина промежутка времени между соседними заявками не влияет на технологию обслуживания; для значений величины интервала, сопоставимых с продолжительностью обслуживания, распределение случайной величины оказывает существенное влияние на выбор технологических схем доставки грузов [4].

В целях моделирования спроса на транспортные услуги географические характеристики заявок удобно совмещать в матрице корреспонденций, отображающей распределение заявок по направлениям. Матрица корреспонденций является квадратной, ее размер N равен количеству выделенных географических районов. Элементом матрицы корреспонденций c_{ij} является количество заявок на доставку партии груза из i -го района в j -ый в течение заданного периода времени.

В качестве районов отправления и прибытия в матрице корреспонденций для территории Украины удобно использовать административные области ($N = 24$); в диссертационной работе предполагается, что данный уровень детализации является достаточным для характеристики спроса на междугородние перевозки в масштабах Украины.

Поскольку интенсивность спроса на грузовые перевозки по отправлению и прибытию является различной для разных областей Украины, то в практике экспедиторского обслуживания принято условное деление территории Украины на зоны (табл. 1). Каждая из зон характеризуется различным значением вероятности обратной загрузки, что, в свою очередь, влияет на величину тарифа на доставку грузов в соответствующем направлении. Так, поскольку вероятность обратной загрузки в центральных и восточных областях (зоны 1 и 3) выше, чем в южных и западных (зоны 2 и 4), то тариф на автомобильные перевозки в направлении центральных и восточных областей ниже, чем в южном и западном направлениях. Существенно меньшей вероятностью обратной загрузки характеризуются Закарпатская и Черновицкая области, поэтому они выделяются в отдельную зону (зона 5).

Таблица 1 Распределение областей Украины по зонам

Зона	Области, включаемые в зону
1	Винницкая, Днепропетровская, Запорожская, Житомирская, Киевская, Кировоградская, Полтавская, Черкасская
2	Николаевская, Одесская, Херсонская
3	Донецкая, Луганская, Сумская, Харьковская, Черниговская
4	Волынская, Ивано-Франковская, Львовская, Тернопольская, Хмельницкая, Ровненская
5	Закарпатская, Черновицкая

Матрица корреспонденций, рассчитанная для представленных географических зон, характеризует спрос на междугородные автомобильные перевозки грузов по Украине с точки зрения их привлекательности относительно обеспечения обратной загрузки транспортных средств.

Технологически процессы перевозки грузов различного типа существенно отличаются, в первую очередь – способом погрузки и разгрузки и используемым в процессе доставки подвижным составом. Поэтому целесообразно при обработке данных о потоке заявок проводить сегментирование по типу груза (либо – требуемому типу кузова), а также по объему партии груза. При этом спрос на транспортно-экспедиторские услуги можно представить как совокупность потоков заявок для соответствующих сегментов спроса.

Поскольку сервисы информационного портала lardi-trans.com позволяют получить выборку объемом не более 500 заявок, то для формирования репрезентативной информации о потоке заявок предлагается использовать следующую последовательность работ:

- формирование выборки максимального объема для всех доступных заявок на перевозку грузов по Украине в первый день наблюдений; на основании данной выборки исследуется структура спроса по типу требуемого подвижного состава, рассчитывается первый вариант матрицы корреспонденций, формируются гипотезы о распределении случайных величин объема партии груза и времени выполнения заказа, ожидаемого клиентом;
- формирование выборки максимального объема для всех доступных заявок на перевозку грузов по Украине во второй день наблюдений; на основании полученной выборки проверяются полученные на предыдущем этапе данные относительно структуры спроса, а также распределения случайных величин для численных параметров спроса;
- формирование нескольких выборок максимального объема с промежутком в равные интервалы времени (на этом этапе принят интервал в 20 мин) в третий день наблюдений с целью исследования динамики спроса – интенсивности появления новых заявок в базе данных информационной системы; полученные совокупности заявок объединяются в одну выборку, для которой проверяется уровень дублирования заявок, а также структура спроса и гипотезы о распределении численных параметров, полученные в результате выполнения двух предыдущих этапов;
- формирование совокупности выборок максимального объема в течение равных промежутков времени в четвертый день наблюдений для подтверждения данных о динамике спроса, полученных на предыдущем этапе; полученные данные также объединяются в одну выборку и используются для проверки уровня дублирования заявок, структуры спроса и гипотез о распределении параметров спроса;
- все данные, полученные на предыдущих этапах, объединяются в одну выборку, на основании анализа которой формулируются окончательные выводы о структуре спроса, его динамике, а также распределении исследованных численных параметров.

Результаты обработки данных о спросе на транспортно-экспедиторские услуги

С целью формирования массива данных о потоке заявок на транспортно-экспедиторские услуги, первичная обработка информации проведена с помощью специализированного программного модуля, который позволяет преобразовать информацию, получаемую на сайте lardi-trans.com, в массив данных, содержащий следующие поля: идентификационный номер заявки, требуемый тип кузова автомобиля, описание партии груза, населенный пункт отправителя, область, в которой находится населенный пункт отправителя, населенный пункт получателя, область, в которой находится населенный пункт получателя, объем партии груза, требуемый срок выполнения заявки.

Программный модуль, позволяющий сформировать информацию о потоке заявок в описанном виде, предоставляется в открытом доступе и разработан в Краковской Политехнике в рамках проекта по созданию интеллектуального информационного сервиса нового поколения для перевозчиков и экспедиторов. Данный программный модуль написан на языке программирования Java с использованием библиотеки Apache POI.

Исследования потока заявок проведены в соответствии с описанной методикой в период с 29 мая по 1 июня 2016 года.

Выборка, полученная в первый день наблюдений (сформирована в 12:00), содержала 499 заявок, из них – 49 заявок дублирующих. Для анализа спроса дублирующие заявки были отсеяны с использованием соответствующей функции Microsoft Excel.

Для формирования гипотез о распределениях случайных величин объема партии груза и срока выполнения заказа с использованием инструментария языка R построены гистограммы распределения данных величин (рис. 1 и 2).

Первичный анализ гистограммы, представленной на рис. 1, позволяет предположить, что поток заявок необходимо разделить на две части – заявки на доставку партий груза до 18 т и заявки на доставку партий груза свыше 18 т. Обоснованность данного предположения объясняется наличием на гисто-

грамме распределения двух пиков – в начале области значений (партии груза до 1 т) и для значений партии груза около 22 т. При этом если совокупность заявок будет поделена на две указанные группы, то выборка заявок с партией груза менее 18 т будет иметь распределение, близкое к экспоненциальному, а выборка заявок с объемом партии груза более 18 т будет описываться распределением, близким к логарифмически нормальному или гамма-распределению. Форма гистограммы для случайной величины требуемого срока доставки (рис. 2) позволяет выдвинуть гипотезу о распределении данной случайной величины, близком к экспоненциальному.

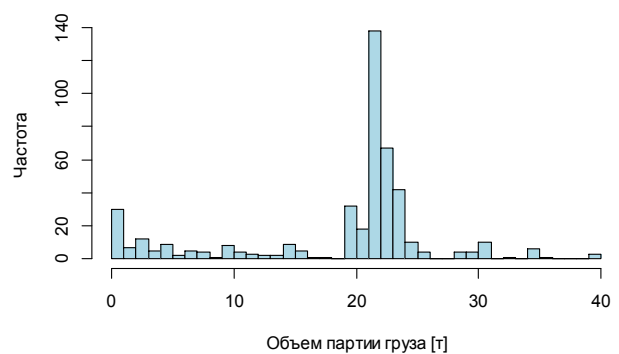


Рис. 1. Распределение случайной величины объема партии груза для выборки от 29.05.2016 г.

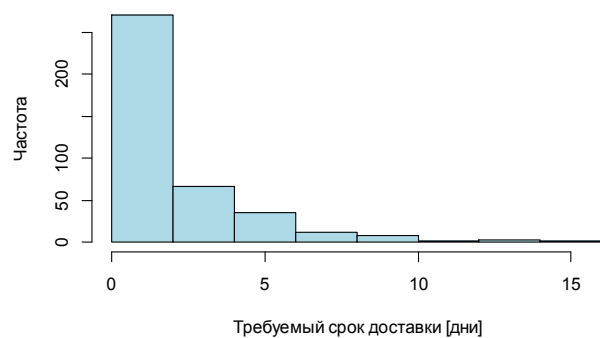


Рис. 2. Распределение случайной величины требуемого срока доставки для выборки от 29.05.2016 г.

Для проверки гипотез о распределении случайных величин использован программный модуль, который имплементирует методику проверки статистических гипотез по критерию Пирсона и реализован на языке R [8]. Данное программное обеспечение позволяет проверить гипотезы для наиболее распространенных распределений случайных величин, причем проверка может осуществляться для вариантов гистограммы распределения с различным количеством интервалов. Такой

подход позволяет устранить возможные варианты, при которых гипотеза о распределении случайной величины отклоняется для варианта гистограммы с количеством интервалов, соответствующим правилу Стерджеса, однако не отклоняется для другого количества интервалов.

При использовании указанного программного модуля для массива данных о численных параметрах потока заявок от 29.05.2016 г. по критерию Пирсона не отклоняются нулевые гипотезы об экспоненциальном распределении случайной величины партии груза объемом до 18 т, а также о логнормальном распределении случайной величины партии груза объемом более 18 т. Это также подтверждается полученными значениями вероятности ошибки отклонения значимой нулевой гипотезы: для величины партии груза объемом до 18 т значение данного показателя составляет 0,085, а для величины партии груза объемом более 18 т – 0,377. Полученные значения вероятности превышают принятый уровень вероятности ошибки в 0,05.

В третий день наблюдений (31.05.2016 г.) в информационной системе lardi-trans.com выборки максимального объема формировались с промежутком в 20 мин в интервале от 11:40 до 13:20. В результате получено 6 выборок общим объемом в 3 000 заявок. В каждой из выборок проверены моменты времени появления заявки в системе: моменты появления заявок в базе данных во всех выборках соответствовал моменту времени формирования выборок (с точностью до минуты); только в 2 случаях из 6 в выборке содержалось несколько заявок, появившихся в системе минуту ранее. Данные результаты позволяют сделать выводы о том, что математическое ожидание интенсивности поступления заявок находится на уровне 500 заявок в минуту. Такое значение средней интенсивности поступления заявок может ограничиваться производительностью задействованного в обработке заявок программного и аппаратного обеспечения информационного портала. С целью исследования интенсивности появления новых заявок в базе данных системы в каждой из выборок оценена доля новых заявок (без учета заявок дублирующих). Полученные данные позволяют сделать предположение о том, что доля новых заявок, появляющихся в системе в течение минуты, для которой формируется выборка, превышает

89 %, при этом в среднем в систему поступает 97,93 % новых заявок (данное среднее значение соответствует интенсивности поступления заявок в 490 ед./мин).

На четвертом этапе исследований спроса, проведенном в интервале от 14:50 до 15:35 01.06.2016 г., в системе lardi-trans.com выборки объемом по 350 заявок формировались с промежутком в 5 мин. В результате получено 10 выборок общим объемом в 3 500 заявок. Анализ динамики спроса позволяет утверждать, что доля новых заявок, появляющихся в системе в течение минуты, превышает 85 %, а среднее значение доли новых заявок составляет 93,94 %, что соответствует интенсивности поступления заявок в 470 ед./мин.

Для выделенных зон Украины сводная матрица распределения спроса имеет вид, представленный в табл. 2.

Таблица 2 Сводная матрица распределения спроса по зонам Украины для исследований в период с 29.05.2016 г. по 01.06.2016 г., %

Зона	1	2	3	4	5	Сумма
1	23,52	12,48	6,29	4,67	0,66	47,60
2	2,57	3,73	0,88	0,73	0,25	8,16
3	9,68	2,39	4,43	0,57	0,14	17,21
4	8,54	4,40	1,45	9,29	2,42	26,10
5	0,52	0,14	0,01	0,18	0,07	0,92
Сумма	44,82	23,14	13,06	15,44	3,54	100,00

Средневзвешенные значения в полученной матрице распределения спроса на доставку грузов автомобильным транспортом по Украине свидетельствуют о том, что наибольшая доля грузоотправителей и грузополучателей приходится на Киевскую и Днепропетровскую области. Интенсивность потока заявок на транспортно-экспедиторские услуги на основании результатов исследований спроса оценивается аналогично – как среднее значение, взвешенное по количеству исследованных выборок. На первом и втором этапах наблюдений проанализировано по одной выборке; при этом соответствующее значение интенсивности составило по 450 ед./мин. На третьем этапе наблюдений проанализировано 6 выборок, на основании которых оценено среднее значение интенсивности потока заявок в 490 ед./мин. На последнем этапе исследований проанализировано 10 выборок, для кото-

рых среднее значение интенсивности составило 490 ед./мин. На основании этих данных средневзвешенное значение интенсивности потока заявок на транспортно-экспедиторские услуги при автомобильных перевозках грузов по Украине составляет 474 ед./мин.

Остальные из указанных численных параметров спроса на транспортно-экспедиторские услуги, оцененные как средневзвешенные значения спроса, представлены в табл. 3.

Таблица 3 Параметры спроса на транспортно-экспедиторские услуги при автомобильных перевозках грузов по Украине

Показатель	Среднее взвешенное значение
Доля заявок на автомобили с крытым кузовом, %	80,04
Доля заявок на автомобили-самосвалы, %	12,30
Доля заявок на автомобили других типов кузова, %	7,66
Доля заявок с объемом партии груза до 18 т, %	27,69
Доля заявок с объемом партии груза более 18 т, %	72,31
Параметр масштаба для случайной величины объема партии груза до 18 т, т ⁻¹	0,161
Параметр масштаба для случайной величины объема партии груза более 18 т	3,122
Параметр формы для случайной величины объема партии груза более 18 т	0,144
Параметр масштаба для случайной величины требуемого срока доставки, ч ⁻¹	0,605

Полученные численные характеристики спроса на транспортно-экспедиторские услуги являются базой для моделирования потока заявок при решении задач повышения эффективности процессов обслуживания клиентуры ТЭК.

Выводы

Предложенная методика оценки спроса на транспортно-экспедиторские услуги позволяет на основании общедоступных данных логистических порталов определить параметры потока заявок – случайных величин отдельных характеристик потока, а также его интенсивность и распределение по географическим направлениям.

Дальнейшим направлением исследований является разработка специализированного программного обеспечения для моделирования спроса на транспортно-экспедиторские услуги на основании известных законов распределения параметров спроса и их численных характеристик.

Литература

1. Наумов В.С. Транспортно-экспедиционное обслуживание в логистических системах / В.С. Наумов. – Харьков: ХНАДУ, 2012. – 220 с.
2. Chow J. State-of-the art of freight forecast modeling: lessons learned and the road ahead / J. Chow, C.H. Yang, A.C. Regan // *Transportation*. – 2010. – Vol. 37. – P. 1011–1030.
3. Regan A.C. Modeling freight demand and shipper behavior: State of the art, future directions / A.C. Regan, A.G. Rodrigo. – Institute of Transport Studies, University of California, 2002. – 31 p.
4. Наумов В.С. Развитие научно-технологических основ экспедиторского обслуживания на автомобильном транспорте: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.22.01 / В.С. Наумов. – Х.: ХНАДУ, 2013. – 352 с.
5. Наумов В.С. Информационные системы поддержки принятия решений при транспортном и экспедиторском обслуживании / В.С. Наумов. – Х.: ХНАДУ, 2015. – 148 с.
6. Winston C. The demand for freight transportation: models and applications / C. Winston // *Transportation Research Part A: General*. – 1983. – Vol. 17/6. – P. 419–427.
7. Naumov V. An approach to modelling of demand on freight forwarding services / V. Naumov, Ie. Nagornyi // *Trip Modelling and Demand Forecasting*. – 2014. – Vol. 1(103). – P. 267–277.
8. Naumov V. R code for checking if the distribution of a stochastic variable fits well. – Режим доступа: https://www.academia.edu/29795870/R_code_for_checking_if_the_distribution_of_a_stochastic_variable_fits_well.

Рецензент: Е.В. Нагорный, профессор, д.т.н., ХНАДУ.