

ЛОГИСТИКА

УДК 656.073.28

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СПРОСА НА УСЛУГИ
ЭКСПЕДИТОРСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

**В. С. Наумов, проф., д. т. н.,
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет**

Аннотация. Предложена модель формирования спроса на услуги экспедиторских предприятий как совокупности потоков заявок от грузовладельцев. Описаны алгоритмы модели формирования спроса. Представлены основные закономерности формирования спроса, полученные в результате экспериментальных исследований.

Ключевые слова: формирование спроса, экспедиторские услуги, рынок транспортных услуг.

ЗАКОНОМІРНОСТІ ФОРМУВАННЯ ПОПИТУ НА ПОСЛУГИ
ЕКСПЕДИТОРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

**В. С. Наумов, проф., д. т. н.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет**

Анотація. Запропоновано модель формування попиту на послуги експедиторських підприємств як сукупності потоків заявок від вантажовласників. Описано алгоритми моделі формування попиту. Наведено основні закономірності формування попиту, отримані в результаті експериментальних досліджень.

Ключові слова: формування попиту, експедиторські послуги, ринок транспортних послуг.

REGULARITIES OF DEMAND FORMING ON SERVICES
OF FREIGHT FORWARDING ENTERPRISES

**V. Naumov, Prof., D. Sc. (Eng.),
Kharkiv National Automobile and Highway University**

Abstract. The model of demand forming for freight forwarding services aggregate as an aggregate of flows of freight owners' requests. The algorithms of the model of demand forming have been described. The main regularities of demand forming, obtained as a result of experimental researches, have been offered.

Key words: demand forming, forwarding services, transportation services market

Введение

Оценка спроса на услуги предприятия является необходимым этапом, предшествующим разработке мероприятий по совершенствованию качества обслуживания клиентуры, повышению эффективности технологических процессов обслуживания, повышению конкурентоспособности предприятия на рынке. Корректность результатов оценки парамет-

ров спроса определяет эффективность планирования работы предприятий. Этап оценки параметров спроса является особо важным и одним из наиболее трудоемких для предприятий автомобильного транспорта. Сложность оценки спроса на транспортные услуги обуславливается влиянием большого количества факторов внешней среды на процессы формирования потребностей грузовладельцев. Задача оценки транспортного спроса требует

разработки сложных моделей, описывающих стохастическую природу параметров, его характеризующих.

Анализ публикаций

Спрос на услуги предприятий транспорта принято оценивать обобщенными количественными показателями. Наиболее часто используемыми являются объем перевозок, а также транспортная работа за фиксированный период времени [1–3]. Однако данные показатели не дают возможность оценить характер спроса [4].

Оценка спроса одним показателем не является корректным подходом для решения большинства научных и практических задач. В работе [5] впервые предложен и реализован подход, позволяющий комплексно оценить спрос на транспортные услуги: для описания спроса использованы четыре показателя – объем партии груза, расстояние доставки, нулевой пробег и интервал поступления заявки. При этом задача оценки спроса на услуги транспортного предприятия решается как задача оценки параметров потока заявок от клиентуры.

Элементарной единицей, формирующей спрос, является заявка на транспортно-экспедиторское обслуживание – потребность клиента в транспортных услугах, подкрепленная покупательной способностью и представленная на рынке для её удовлетворения. Наличие заявки на обслуживание обуславливает необходимость взаимодействия субъектов транспортного рынка – экспедиторов, перевозчиков, грузовых терминалов и грузовладельцев. Совокупность потенциальных и реальных заявок на услуги предприятия образует спрос на его услуги [6].

Каждая заявка может быть количественно оценена набором показателей, наиболее важными из которых являются объем партии груза, расстояние доставки и интервал поступления заявки. Так как совокупность последовательных заявок на услуги транспортно-экспедиторского предприятия (ТЭП) характеризует спрос, то задача оценки спроса на транспортно-экспедиторское обслуживание (ТЭО) преобразуется в задачу определения параметров потока [7].

Цель и постановка задачи

Целью работы является определение закономерностей формирования спроса на услуги экспедиторских предприятий.

Объектом исследования являются процессы формирования спроса на услуги транспортных и экспедиторских предприятий, а предметом – закономерности формирования спроса.

Для достижения цели исследования разрабатывается модель формирования спроса на транспортно-экспедиторские услуги (ТЭУ) и ее программная реализация, а также проводятся экспериментальные исследования по выявлению основных закономерностей.

Модель формирования спроса на транспортно-экспедиторские услуги

С целью определения закономерностей формирования спроса на ТЭУ разработана имитационная модель, реализованная в C# на базе классов, описанных в работе [7].

Спрос на услуги экспедиторских предприятий формально описывается совокупностью последовательных заявок - их потоком и формируется как сумма потоков заявок грузовладельцев, обслуживаемых экспедитором. Схематически процесс формирования спроса на ТЭУ для отдельно взятого экспедитора представлен на рис. 1.

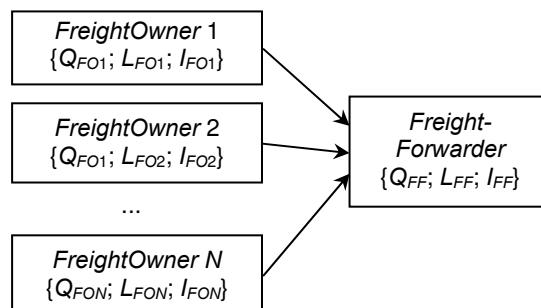


Рис. 1. Принципиальная схема формирования спроса на услуги ТЭП

Спрос грузовладельцев формализуется совокупностью параметров - случайной величиной партии отправки Q_{FO} , случайной величиной расстояния доставки L_{FO} и случайной величиной интервала поступления заявки I_{FO} .

Описание грузовладельца как субъекта рынка ТЭУ реализуется классом *FreightOwner*, содержащим поле *demand* типа *RequestFlow*. Совокупность потоков N грузовладельцев формирует входящий поток заявок для отдельно взятого экспедитора. Описание экспедитора реализуется классом *FreightForwarder*, который содержит поле *reqFlow*,

позволяющее описать входящий поток заявок как совокупность соответствующих случайных величин партии груза Q_{FF} , расстояния доставки L_{FF} и интервала поступления заявок от грузовладельцев I_{FF} .

Основой имитационной модели формирования спроса на услуги экспедиторских предприятий является класс *DemandFormingModel*, диаграмма которого представлена на рис. 2.

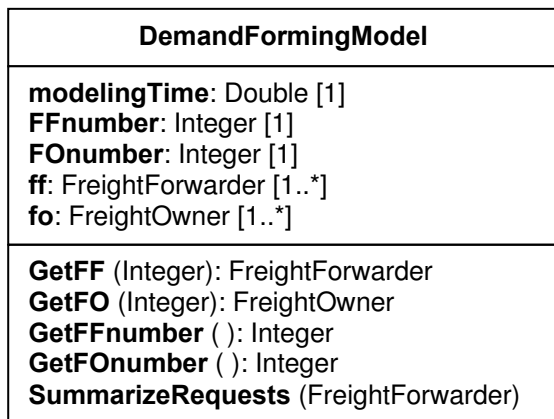


Рис. 2. Класс *DemandFormingModel*

Полями класса *DemandFormingModel* являются период моделирования потоков заявок от грузовладельцев *modelingTime*, количество грузовладельцев *FOnumber* и экспедиторов *FFnumber*, а также соответствующие списки *fo* и *ff* элементов типа *FreightOwner* и *FreightForwarder*, содержащие описание субъектов рынка транспортных услуг. Все поля класса являются внутренними, поэтому доступ к полям *fo* и *ff* осуществляется при помощи аксессоров *GetFO* и *GetFF*, возвращающим по номеру в списке объект типа *FreightOwner* и *FreightForwarder* соответственно. Для работы с полями класса, отображающих количество грузовладельцев и экспедиторов, разработаны методы доступа *GetFOnumber* и *GetFFnumber*.

Основным методом модели формирования спроса на услуги экспедиторских предприятий является метод *SummarizeRequests*, осуществляющий суммирование исходящих потоков заявок грузовладельцев во входящий поток заявок экспедитора. Алгоритм метода представлен на рис. 3.

Аргументом метода *SummarizeRequests* является параметр *frwd* типа *FreightForwarder* – указатель на субъект рынка ТЭУ, для которого осуществляется моделирование спроса. Метод использует внутренние переменные

счетчики *i* и *j*, а также переменную *rf* типа *RequestFlow*. Переменная *rf* является сумматором, в который последовательно записываются заявки каждого из обслуживаемых грузовладельцев.

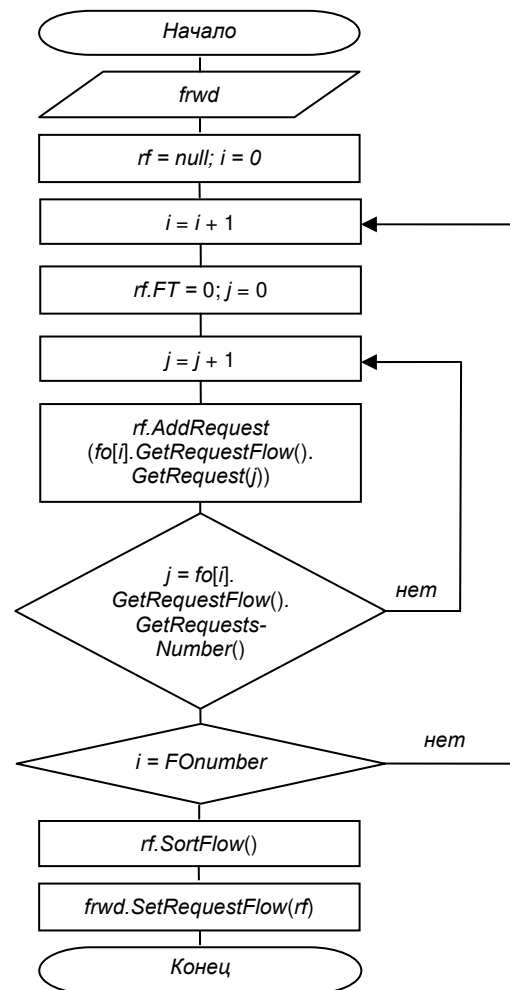


Рис. 3. Алгоритм процедуры *SummarizeRequests*

Алгоритм метода *SummarizeRequests* в цикле осуществляет суммирование заявок от *FOnumber* грузовладельцев, номер грузовладельца из списка *fo* содержит счетчик *i*. Первой командой в цикле, осуществляющем перебор грузовладельцев, обнуляется значение поля *flowTime* внутренней переменной *rf* (посредством соответствующего аксессуара *FT*). Далее устанавливается начальное значение счетчика *j*, использующегося в качестве указателя на номера заявок в потоке *i*-го грузовладельца. Во вложенном цикле осуществляется добавление заявок *i*-го грузовладельца в поток *rf*. Доступ к потоку заявок грузовладельца *fo[i]* осуществляется методом *GetRequestFlow()*, доступ к *j*-ой заявке в потоке реализуется посредством метода *GetRequest(j)*.

Количество заявок в потоке исходящих заявок i -го грузовладельца возвращает метод *GetRequestsNumber()* класса *RequestFlow* [7]. Метод *AddRequest* класса *RequestFlow* позволяет добавить новую заявку в конец потока.

Методы сортировки заявок *SortFlow()* в потоке и пересчета интервалов предназначены для суммирования потоков. Такие процедуры необходимы для оценки параметров спроса на услуги экспедиторов при оценивании потока заявок как суммы потоков от нескольких грузовладельцев, а также на услуги перевозчиков и грузовых терминалов при оценивании потока заявок как суммы потоков от нескольких экспедиторов. Процесс суммирования потоков подразумевает последовательное добавление заявок в поток-сумматор с последующей сортировкой заявок по времени поступления и пересчетом интервалов между последовательными заявками. Алгоритм пересчета интервалов, реализован во внутреннем методе *RecalculateIntervals* класса *RequestFlow*.

Алгоритм пересчета интервалов получает на входе отсортированный по значению модельного времени список заявок $r[]$ (для процедуры как метода класса *RequestFlow* таким списком является поле *requests*). Если список-аргумент не пустой, то для первого элемента списка по полю I , содержащему значение интервала, присваивается значение текущего модельного времени CT , соответствующего заявке. Если количество элементов в списке больше 1, то в цикле для каждого элемента рассчитывается значение интервала как разность между модельным временем поступления текущей и предыдущей заявок.

Сортировка списка заявок может быть осуществлена при помощи любого из известных методов сортировки. Описанные классы реализованы в C# 4.0, поэтому для сортировки использован внутренний метод *Sort* объектов *List<T>* [8], при этом в качестве аргумента метода задан экземпляр класса *RequestComparer*, реализующего сравнение заявок по значению времени их поступления CT .

Установка потока-сумматора в качестве входящего потока заявок экспедитора в алгоритме на рис. 3 осуществляется при помощи метода *SetRequestFlow* класса *FreightForwarder*.

Результаты экспериментальных исследований

Для выявления закономерностей формирования параметров спроса на услуги ТЭП на базе класса *DemandFormingModel* проведен имитационный эксперимент. При разработке плана эксперимента с учетом особенностей предложенной модели рассмотрены следующие группы моделей формирования спроса: экспедитор обслуживает двух грузовладельцев; экспедитор обслуживает 8 грузовладельцев; экспедитор обслуживает 64 грузовладельца; экспедитор обслуживает 128 грузовладельцев; экспедитор обслуживает 256 грузовладельцев.

Для каждой из групп проверены следующие варианты законов распределения параметров спроса: все параметры имеют равномерный закон распределения; все параметры имеют нормальный закон распределения; все параметры имеют экспоненциальный закон распределения; закон распределения параметров спроса грузовладельцев случайный (неизвестный исследователю).

Для обоснования достаточного количества опытов в сериях проведено по 10 опытов для каждого варианта системы (2, 8, 64, 128 и 256 грузовладельцев, обслуживаемых одним экспедитором). Гипотезы о законах распределения параметров входящего потока проверены по критерию хи-квадрат Пирсона, а далее из совокупности законов распределения, не отклоняемых по критерию Пирсона, в качестве закона распределения параметра потока принят тот вариант, для которого критерий Колмогорова имеет наибольшее значение.

Результаты экспериментальных исследований позволяют сформулировать следующие утверждения:

- 1) при обслуживании экспедитором двух грузовладельцев закон распределения параметров потока входящих заявок будет нормальным независимо от распределения параметров спроса у грузовладельцев, кроме случая, когда параметры исходящих потоков являются случайными величинами, распределенными экспоненциально;
- 2) независимо от количества обслуживаемых грузовладельцев, закон распределения пара-

метров потока входящих заявок является экспоненциальным, если случайные величины, характеризующие исходящие потоки, имеют экспоненциальное распределение;

3) при обслуживании экспедитором большого количества грузовладельцев (ориентируясь на числовые значения, использованные в эксперименте, – при количестве грузовладельцев больше, чем 8) закон распределения интервала поступления заявок на ТЭУ является экспоненциальным;

4) при обслуживании экспедитором большого количества грузовладельцев (ориентируясь на числовые значения, использованные в эксперименте, – при количестве грузовладельцев больше, чем 64) случайные величины объема партии груза и расстояния доставки, характеризующие входящий поток заявок, имеют гамма-распределение.

Выводы

Оценку спроса на ТЭУ целесообразно осуществлять на основании совокупности показателей, характеризующих спрос, – случайных величин объема партии груза, расстояния доставки и интервала поступления заявки. Спрософормирующими элементами в логистических системах являются грузовладельцы. Вторичный спрос на ТЭУ формируют экспедиторы в процессе обслуживания грузовладельцев.

Базой для моделирования спроса на ТЭУ является модель потока заявок как упорядоченной во времени совокупности отдельных заявок. Проведенный имитационный эксперимент позволил определить ряд закономерностей формирования спроса на услуги экспедиторских предприятий. Практически значимыми являются следующие закономерности: интервал поступления заявок на обслуживание грузовладельцев распределен экспоненциально, а объем партии груза и расстояние доставки – по гамма-закону для случая, когда экспедитор обслуживает более 8 клиентов, и распределение исходящих потоков заявок грузовладельцев неизвестны.

Полученные закономерности формирования спроса на ТЭУ являются теоретической базой для моделирования спроса при решении

ряда задач прикладного характера: обоснование стратегий функционирования ТЭП на рынке транспортных услуг, выбор оптимального варианта технологии обслуживания клиентуры, обоснование потребного количества диспетчеров ТЭП и т. д.

Литература

1. Allen W. B. The demand for freight transportation: A micro approach / W. B. Allen // *Transportation Research*. – 1977. – Vol. 11/1. – P. 9–14.
2. Winston C. The demand for freight transportation: models and applications / C. Winston // *Transportation Research Part A: General*. – 1983. – Vol. 17/6. – P. 419–427.
3. Рекомендации по изучению спроса на транспортно-бытовые услуги / Штанов В. Ф., Гойхман И. М., Мироненко В. М., Старостина Р. А. – К.: Мин-во тр-та УССР, 1989. – 32 с.
4. Наумов В. С. Оценка спроса на транспортно-экспедиционные услуги / В. С. Наумов // *Вісник Східноукр. нац. ун-ту імені В. Даля*. – 2010. – Вип. 4(146). – Ч. 1. – С. 201–206.
5. Наумов В. С. Формирование рациональной структуры автопарка в условиях случайных характеристик потока заявок на перевозку грузов: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01 – транспортные системы / В. С. Наумов. – Х.: ХНАДУ, 2006. – 188 с.
6. Наумов В. С. Основы повышения эффективности экспедиционного обслуживания на автомобильном транспорте: монография / В. С. Наумов. – Х.: ХНАДУ, 2010. – 144 с.
7. Наумов В. С. Транспортно-экспедиционное обслуживание в логистических системах: монография / В. С. Наумов. – Х.: ХНАДУ, 2012. – 220 с.
8. Troelsen A. Pro C# 2010 and the NET 4 Platform / A. Troelsen. – NY: Springer, 2010. – 1748 p.

Рецензент: П. Ф. Горбачов, профессор, д. т. н., ХНАДУ

Статья поступила в редакцию 7 февраля 2014 г.