

ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 656.135.4

ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА ПРИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ

П.Ф. Горбачев, проф., д.т.н., Т.В. Немна, асп.,
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Аннотация. Предложен подход к построению математической модели, которая учитывает случайный характер транспортного процесса доставки грузов в международном сообщении. В качестве критерия эффективности используется прибыль автотранспортного предприятия за оборотный рейс при доставке грузов в международном сообщении.

Ключевые слова: разовый заказ, закон распределения, транспортный процесс, дисперсионный анализ, время непредвиденного простоя.

ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ МОДЕЛІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО
ПРОЦЕСУ ПІД ЧАС МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

П.Ф. Горбачов, проф., д.т.н., Т.В. Немна, асп.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. Запропоновано підхід до побудови математичної моделі, яка враховує випадковий характер транспортного процесу доставки вантажів у міжнародному сполученні. Як критерій ефективності використовується прибуток автотранспортного підприємства за оборотний рейс під час доставки вантажів у міжнародному сполученні.

Ключові слова: разове замовлення, закон розподілу, транспортний процес, дисперсійний аналіз, час непередбаченого простою.

APPROACH TO BUILDING A MODEL OF THE FUNCTIONING
TRANSPORT PROCESS IN INTERNATIONAL TRAFFIC

P. Gorbachev, Prof., D. Sc. (Eng.), T. Nemna, P. D.,
Kharkov National Automobile and Highway University

Abstract. The mathematical model to determine the profit of trucking companies, which takes into account the probabilistic properties of transport process elements when performing single orders in international cargo transportation is prognosed. The proposed criterion makes it possible to obtain a probabilistic assessment of trip results in both directions and choosing the most effective directions of cargo transportation.

Key words: single order, distribution law, transport process, analysis of variance, time of unexpected downtime.

Введение

Социально-экономические преобразования, происходящие в последнее время в Украине, негативно повлияли на экономику страны и

привели к серьезному спаду производства, что в немалой степени коснулось транспортной отрасли. В сложившихся неблагоприятных экономических условиях транспортным компаниям приходится искать все новые пу-

ти и способы привлечения клиентов, ведь с началом кризиса количество заказчиков транспортных услуг резко снизилось, а затраты Транспортных предприятий возросли. Особенно остро эта проблема коснулась экономического сотрудничества Украины со странами таможенного союза, что вызвано произошедшими политическими событиями в нашей стране. Поэтому задача повышения эффективности международных перевозок грузов автомобильным транспортом в нашей стране остается актуальной.

Анализ публикаций

Все транспортные предприятия в своей повседневной деятельности ведут учет своей прибыли, получение которой и является целью существования предприятия. При этом менеджеры предприятий должны принимать решения по обеспечению максимума прибыли от каждой транспортной операции.

Важным участком работы для любого транспортного предприятия является учет расходов на перевозку грузов, поскольку они непосредственным образом влияют на величину полученной прибыли [1, 2].

Среди последних работ в этой сфере можно выделить исследования следующих ученых: К.В. Гульпенко, Н.В. Ивасишина М.А. Матвеева, Я.О. Гринь, Д.В. Гудович. Авторы в своих работах занимались формированием схем определения оптимальной цены на оказываемые услуги, также предлагали решения по организации и эффективному учету, анализу, планированию и моделированию затрат. В результате авторами вышеперечисленных работ был разработан ряд управленческих решений, направленных на оптимизацию производственных затрат и увеличение прибыли транспортных предприятий [3–5].

Вместе с тем, нередки случаи, когда решение вопросов, связанных с организацией учета в автотранспортных предприятиях (АТП), наталкивается на такое препятствие, как сложность учета отдельных видов расходов в пути следования, влияющих на себестоимость предоставляемых услуг и на прибыль автотранспортных предприятий в целом. В основном эти проблемы обусловлены случайным характером элементов транспортного процесса, что в наибольшей степени каса-

ется перевозок грузов в международном сообщении.

Цель и постановка задачи

При выполнении разовых заказов в международном сообщении автотранспортные предприятия сталкиваются с проблемой адекватного прогнозирования и планирования прибыли. Для учета всех затрат и обоснованного планирования прибыли автотранспортных предприятий требуется разработка математической модели определения прибыли, которая могла бы учитывать влияние вероятностных элементов транспортного процесса на прибыль автотранспортных предприятий при выполнении разовых заказов.

На этапе заключения договора и подачи заявки на перевозку груза перевозчик чаще всего оговаривает только тариф на перевозку груза в выбранном направлении и сроки подачи автотранспорта под погрузку. Основной проблемой принятия решения о целесообразности заключения договора на перевозку груза при этом является адекватная оценка всех статей затрат по договору до начала рейса.

Неверная оценка финансовых затрат на отдельные элементы транспортного процесса, имеющие вероятностный характер, может повлечь за собой непредвиденные расходы транспортного предприятия и снижение запланированного уровня прибыли.

В международном сообщении случайных показателей значительно больше, чем во внутреннем. Здесь очень значительной может оказаться продолжительность непредвиденного простоя транспортного средства на том или ином этапе транспортировки груза, что негативно повлияет на прибыль транспортного предприятия.

Непредвиденные простои имеют место на таможенных и пограничных пунктах пропуска, при неполном или неправильном оформлении документов на груз. Также высокими являются риски несвоевременного оформления документов при недостаточном уровне подготовки персонала, который занимается таможенным оформлением грузов. Значительный простой может также возникать при ожидании подходящей обратной загрузки

автомобиля. Еще одним случайным элементом транспортного процесса является подача автомобиля под обратную погрузку, дальность которой самым непосредственным образом влияет на прибыль транспортного предприятия.

При принятии решения о перевозке груза в международном направлении менеджер транспортного предприятия обязательно учитывает, что после доставки груза транспортное средство должно вернуться в Украину.

Для большинства украинских транспортных предприятий единственным способом сделать это эффективно является получение заявки на перевозку в обратном направлении. Это обусловлено тем, что автотранспорт украинских автопредприятий для перевозки внутренних грузов по территории других стран используется весьма редко из-за сложности преодоления законодательных барьеров иностранных государств. Для маятниковых маршрутов перевозки грузов из Украины за рубеж результаты принятия положительного решения о перевозке могут быть оценены только после возврата автотранспорта в Украину. То есть циклом перевозочного процесса в данном случае является оборотный рейс, состоящий из двух груженых ездов и порожнего пробега при подаче автомобиля под обратную загрузку. Поэтому эффективность перевозочного процесса в международном сообщении должна оцениваться в целом за оборотный рейс.

Математическая модель эффективности автоперевозок грузов в международном сообщении

Основной целью функционирования автотранспортного предприятия, в подавляющем большинстве случаев, является получение максимально возможной прибыли от реализации транспортных услуг. Именно поэтому прибыль является комплексным показателем эффективности, отражающим цель функционирования предприятия, а максимизация прибыли должна выступать в качестве критерия эффективности работы АТП при рассмотрении вопросов целесообразности международных перевозок грузов.

В обычном случае, когда оценивается деятельность предприятия вообще, для рассмотрения выбирается какой-то достаточно про-

должительный период, для которого и рассчитывается прибыль от реализации альтернативных вариантов работы.

Отличие рассматриваемой задачи от этого варианта исследования заключается в том, что прибыль за оборотный рейс не может полностью охарактеризовать эффективность работы предприятия, так как его продолжительность является не постоянной, а, вообще говоря, случайной. Чем быстрее выполнен оборотный рейс, тем выше эффективность работы транспортного предприятия при одной и той же прибыли. С учетом этого, оценивать эффективность международных автоперевозок грузов целесообразно на основании удельной прибыли за единицу времени

$$p_{об} = \frac{\Pi_{об}}{t_{об}} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где $p_{об}$ – удельная прибыль транспортного предприятия в единицу времени за оборотный рейс, грн/сутки; $\Pi_{об}$ – общая прибыль транспортного предприятия за оборотный рейс, грн/рейс; $t_{об}$ – продолжительность оборотного рейса, сутки/рейс.

При этом прибыль, полученная транспортным предприятием, представляет собой разность между доходами и затратами за рейс

$$\Pi_{об} = D_{об} - Z_{об}, \quad (2)$$

где $D_{об}$ – доход автотранспортного предприятия за оборотный рейс, грн/рейс; $Z_{об}$ – затраты транспортного предприятия за оборотный рейс, грн/рейс.

Весь оборот транспортного средства в общем случае делится на три основные части: два рейса (две груженые ездки), в прямом и обратном направлениях, и получение обратной загрузки. Порожний пробег или простой автомобиля без груза отражаются только на затратах предприятия. Основной и дополнительный доход автотранспортное предприятие получает только при выполнении груженых ездов.

В международных перевозках грузов основной доход АТП определяется зафиксированным в договоре покилометровым тарифом на перевозку и расстоянием доставки груза. Ве-

личина дополнительного дохода АТП определяется условиями договора на перевозку и уровнем исполнения своих обязательств заказчиком.

Технологические элементы процесса транспортировки груза в прямом и обратном направлениях носят аналогичный характер во всех его элементах, однако численные значения затрат времени по каждому элементу могут сильно отличаться между собой для прямого и обратного рейсов. Поэтому доход от перевозки груза за оборот определяется как сумма соответствующих показателей по двум рейсам в прямом и обратном направлениях

$$\begin{aligned} D_{\text{об}} &= D_{\text{п}} + D_{\text{о}}, \\ D_{\text{п}} &= T_{\text{п}} \cdot l_{\text{п}} + \delta_{\text{п}}, \\ D_{\text{о}} &= \zeta_{\text{о}} \cdot \lambda_{\text{о}} + \delta_{\text{о}}, \end{aligned} \quad (3)$$

где $D_{\text{п}}$, $D_{\text{о}}$ – доход АТП от выполнения рейса в прямом или обратном направлении соответственно, грн; $T_{\text{п}}$ – тариф за 1 км пробега в прямом направлении, грн/км; $\zeta_{\text{о}}$ – тариф за 1 км пробега в обратном направлении, грн/км; $l_{\text{п}}$ – длина прямого рейса, км; $\lambda_{\text{о}}$ – длина обратного рейса, км; $\delta_{\text{п}}$, $\delta_{\text{о}}$ – дополнительный доход АТП от выполнения рейса в прямом или обратном направлении соответственно, не связанный с основным предметом договора на перевозку груза, грн.

Здесь и далее элементы модели, являющиеся первичной информацией и имеющие случайный характер, обозначены строчными буквами латинского алфавита, которые соответствуют общепринятым обозначениям переменных символами латиницы или кириллицы.

Дальность прямого рейса из Украины за рубеж известна перевозчику в момент заключения договора на перевозку груза, она является детерминированной величиной $l_{\text{п}}$, а дальность обратного рейса – это неизвестная, случайная величина $\lambda_{\text{о}}$.

Случайный характер также имеют тариф на перевозку груза в обратном направлении $\zeta_{\text{о}}$ и дополнительные доходы АТП ($\delta_{\text{п}}$ и $\delta_{\text{о}}$). Все вместе это приводит к случайности всего дохода за оборотный рейс, определить пара-

метры которого можно, зная характеристики всех его случайных элементов.

Дополнительный доход не является целью заключения договора на перевозку груза – по своей сути это компенсация возможных потерь АТП в случае возникновения непредвиденных простоев в процессе доставки груза, которые произошли по вине заказчика транспортной услуги. Чаще всего договором предусматривается, что заказчик должен оплатить штрафы за каждый полный и неполный день простоя транспортного средства свыше установленной договором продолжительности простоев. При этом фактические затраты перевозчика вследствие вынужденного простоя могут значительно отличаться от предусмотренных договором штрафов. Это требует учета финансовых последствий сверхнормативного простоя как в доходной, так и в затратной частях прибыли за рейс.

С учетом того, что величина штрафных санкций в договоре носит сложившийся характер, дополнительные доходы определяются одинаково для прямого и обратного рейсов

$$\delta_i = \sum_{j=1}^{n_i} d_{ij} \cdot \tau_{cj}, \quad (4)$$

где d_{ij} – ставка j -го вида штрафных санкций при выполнении i -го рейса (в прямом или обратном направлении), грн/сутки; τ_{cj} – продолжительность сверхнормативного простоя j -го вида, сутки; n_i – количество видов сверхнормативного простоя, предусмотренных договором на выполнение i -го рейса, ед.

На практике в абсолютном большинстве договоров между заказчиком и перевозчиком существует условие о нормативном простое под таможенными операциями и погрузочно-разгрузочными работами. Исключениями могут служить лишь единичные договоры, в которых вся ответственность за задержки в доставке груза лежит на транспортном предприятии. Однако и стоимость таких перевозок существенно превышает рыночную, что создает основания для рассмотрения таких договоров как индивидуальных, не подчиняющихся общим закономерностям, создание математической модели для которых не имеет смысла.

В обычном договоре между перевозчиком и потребителем транспортной услуги указывается, что заказчик обязуется обеспечить соблюдение норм на простой при таможенном оформлении, погрузочно-разгрузочных работах и переходе границы. Сложившиеся в международных автоперевозках требования к договору на перевозку предполагают, что заказчик обязуется выполнить начальные и конечные операции по доставке груза, не связанные с движением автомобиля, за 48 часов. Это относится к погрузке и таможенному оформлению груза в стране отправления, а также отдельно к выгрузке и таможенному оформлению груза в стране прибытия. При прохождении пограничных переходов время задержки транспортного средства по вине клиента не должно превышать 24 часов. Таким образом, каждый из этих элементов транспортного процесса может быть представлен как сумма нормативных и сверхнормативных затрат времени на операцию, из чего можно определить значение сверхнормативных затрат

$$\tau_{cj} = \tau_j - t_{nj}, \quad (5)$$

где τ_{cj} – сверхнормативные затраты времени на j -й элемент транспортного процесса, сутки; τ_j – фактические затраты времени на j -й элемент транспортного процесса, сутки; t_{nj} – нормативные затраты времени на j -й элемент транспортного процесса, предусмотренные договором, $t_{nj} = \text{const}$, сутки.

Зависимость (4) не имеет общего характера, она может быть использована только тогда, когда фактические затраты времени на i -й элемент транспортного процесса превышают нормативное время простоя $\tau_j > t_{nj}$. Она также предназначена исключительно для оценки доходной составляющей процесса перевозки грузов.

Договором на перевозку также предусматривается и компенсация части затрат, которые несет АТП при выполнении международного рейса. К ним относятся оформление и оплата дополнительных разрешительных документов на проезд транспортного средства либо на груз, количество и стоимость которых зависит от направления перевозки и, в большинстве случаев, известна участникам сделки на момент заключения договора.

Среди компенсируемых затрат также существуют и случайные элементы, например затраты, связанные с нарушением весовых ограничений на транспортное средство. Однако при предоставлении перевозчиком документов, подтверждающих оплату штрафов за перегруз, заказчик при окончательном расчете с АТП возмещает данные расходы. Так как при возникновении компенсируемых затрат на доставку груза доход перевозчика будет равняться затратам на них, эти элементы транспортного процесса в модели учитывать не целесообразно.

Следующей составляющей критерия эффективности (1) являются затраты транспортного предприятия на выполнение оборотного рейса, которые в самом общем варианте могут быть представлены в следующем виде:

$$Z_{об} = Z_{пер} + Z_{пост} + \zeta, \quad (6)$$

где $Z_{пер}$ – переменные затраты, связанные с пробегом автомобиля, грн; $Z_{пост}$ – постоянные затраты, не зависящие от пробега автомобиля, грн; ζ – дополнительные затраты на оборотный рейс, не связанные непосредственно с выполнением договора на перевозку и вызванные форс-мажорными обстоятельствами, случайная величина, грн.

Последняя составляющая затрат может возникать в самых разных случаях, при неблагоприятных погодных и дорожных условиях, при ДТП, поломке автомобиля или болезни водителя, при резком скачке цен на топливо и т.д. Непосредственно учесть ее на этапе принятия решения о заключении договора на перевозку груза перевозчик не может. Это неотрицательная случайная величина с известным законом распределения, отношение к которой полностью определяется склонностью перевозчика к риску.

Среди переменных затрат автотранспортного предприятия выделяются несколько статей затрат

$$Z_{пер} = Z_{ш} + Z_{т} + Z_{см} + Z_{тор} + Z_{зп}, \quad (7)$$

где $Z_{ш}$ – затраты на шины, грн; $Z_{т}$ – затраты на топливо, грн; $Z_{см}$ – затраты на смазочные материалы, грн; $Z_{тор}$ – затраты на техническое обслуживание и ремонт транспортных

средств, грн; $Z_{\text{зн}}$ – заработная плата водителей, грн.

Основные затраты из числа переменных транспортное предприятие несет непосредственно во время рейса, и это касается затрат на топливо и заработную плату водителей.

Оставшиеся затраты носят отложенный характер, схожий на амортизационные отчисления. То есть они могут и не потребоваться для выполнения конкретного оборотного рейса, а если и потребуются для него, то будут относиться не только к текущей, но и к ряду предыдущих или последующих поездок. К таким затратам относятся затраты на шины, на смазочные материалы, на техническое обслуживание и ремонт автомобиля. Однако при принятии решения относительно целесообразности заключения договора на перевозку они обязательно должны учитываться.

Способ расчета всех видов переменных затрат одинаков, это некая константа, величина которой обусловлена текущими ценами на соответствующем рынке на момент заключения сделки, умноженная на пробег. Это позволяет представить переменные затраты в следующем виде

$$Z_{\text{пер}} = c_r \cdot l_n + c_r \cdot \lambda_o + c_n \cdot \lambda_n, \quad (8)$$

где c_r, c_n – удельные переменные затраты на 1 км пробега с грузом и без груза соответственно, грн/км; λ_n – порожний пробег в оборотном рейсе (дальность подачи автомобиля под обратную загрузку), км.

На момент заключения сделки известными (детерминированными) величинами для перевозчика являются величины удельных затрат c_r и c_n , а также дальность груженой ездки в прямом направлении l_n . Остальные составляющие переменных затрат, а это пробег с грузом в направлении из-за рубежа в Украину λ_o и дальность подачи автомобиля под обратную загрузку, являются случайными величинами λ_n , что обуславливает случайный характер всех переменных затрат.

Для определения параметров случайной величины переменных затрат АТП на оборотный рейс в исследуемом направлении требу-

ется найти вид и параметры распределения случайных элементов затрат.

Постоянные затраты автотранспортного предприятия, не зависящие от пробега автомобиля, являются функцией общего времени работы и простоя автомобиля

$$Z_{\text{пост}} = Z_a + Z_n + Z_k, \quad (9)$$

где Z_a – амортизационные отчисления на автомобиль, грн; Z_n – накладные затраты (заработная плата инженерно-технических работников, коммунальные и другие платежи, обеспечение информационными и инновационными технологиями), грн; Z_k – командировочные выплаты водителям, грн.

Способ расчета всех видов постоянных затрат также одинаков – это некая константа для текущего периода, умноженная на продолжительность оборотного рейса

$$Z_{\text{пост}} = c_{\text{пост}} \cdot t_{\text{об}}, \quad (10)$$

где $c_{\text{пост}}$ – удельные амортизационные отчисления на автомобиль, грн/сутки.

Общая продолжительность оборотного рейса складывается из продолжительности выполнения отдельных элементов технологического процесса доставки груза

$$t_{\text{об}} = t_n + t_o + t_{\text{поз}}, \quad (11)$$

где t_n – время доставки груза в прямом направлении, ч; t_o – время доставки груза в обратном направлении, ч; $t_{\text{поз}}$ – время получения обратной загрузки, ч.

Все три элемента в (11) носят случайный характер, но они не являются первичными, так как опираются на другие факторы.

Время доставки груза состоит из нескольких, одинаковых для прямого и обратного направлений, элементов, большинство из которых обуславливают его случайный характер

$$t_n(t_o) = t_{\text{дв}} + t_{\text{об}} + \tau_{\text{то}} + \tau_{\text{тп}} + \tau_{\text{п}} + \tau_{\text{р}} + \tau_{\text{пп}}, \quad (3)$$

где $t_{\text{дв}}$ – время движения автомобиля с грузом, ч; $t_{\text{об}}$ – время отдыха водителя, ч; $\tau_{\text{то}}$,

$\tau_{\text{тп}}$ – продолжительность таможенного оформления груза в стране отправления и прибытия соответственно, ч; $\tau_{\text{п}}$, $\tau_{\text{р}}$ – соответственно продолжительность погрузки и разгрузки автомобиля с учетом ожидания их начала, ч; $\tau_{\text{пг}}$ – затраты времени на пограничные переходы, ч.

Время движения автомобиля с грузом зависит от длины маршрута доставки груза

$$t_{\text{двп}} = \frac{l_{\text{п}}}{V_{\text{г}}}, \quad t_{\text{дво}} = \frac{\lambda_{\text{о}}}{V_{\text{г}}}, \quad (13)$$

где $V_{\text{г}}$ – средняя техническая скорость движения автомобиля с грузом, км/ч.

Средняя техническая скорость движения автомобиля вполне может считаться постоянной величиной, $V_{\text{г}} \approx \text{const}$, на этапе принятия решения о целесообразности поездки, когда направление перевозки и, соответственно, дорожные условия на маршруте уже известны. Однако из-за различного характера расстояния доставки груза время движения в прямом направлении является детерминированной величиной, в обратном – случайной. Время отдыха водителя также является функцией от расстояния доставки груза. Его значение определяется нормативными документами, устанавливающими правила осуществления транспортного процесса в международном сообщении. Вообще говоря, связь между временем отдыха водителя и длиной ездки (с грузом или без него) не носит линейного характера, так как обуславливается системой ограничений на режим труда и отдыха водителей. Несмотря на это, для целей планирования можно упростить оценку времени отдыха водителей и допустить, что как для прямого, так и для обратного рейсов она равняется

$$t_{\text{ов}} = k_t \cdot t_{\text{дв}}, \quad (14)$$

где k_t – коэффициент пропорциональности между временем отдыха водителей и движения автомобиля; $k_t = \text{const}$ для каждой формы организации труда водителей.

Затраты времени на таможенное оформление груза, пограничные переходы, а также продолжительность погрузки и разгрузки автомобиля, с точки зрения транспортного пред-

приятия, носят случайный характер. Их значения обусловлены большим количеством факторов неясной природы, имеющих различную степень влияния, что затрудняет теоретическое обоснование вида и параметров распределения для них. Поэтому основным инструментом их исследования выступает статистический метод. Примеры экспериментального определения статистических характеристик продолжительности случайных элементов транспортного процесса для разных транспортных зон на территории России приведены в работах [6–8].

Дополнительную долю случайности в результате прогнозирования критерия эффективности международных перевозок – удельной прибыли предприятия за единицу времени вносит время получения обратной загрузки. В процессе получения обратной загрузки можно выделить два элемента: ожидание подходящей заявки на перевозку груза из-за рубежа в Украину и подачу автомобиля под погрузку. Тогда общая продолжительность получения обратной загрузки определяется таким образом:

$$t_{\text{поз}} = \tau_{\text{оз}} + \frac{\lambda_{\text{п}}}{V_{\text{п}}}, \quad (15)$$

где $\tau_{\text{оз}}$ – продолжительность ожидания подходящей заявки на обратную перевозку груза, сутки; $\lambda_{\text{п}}$ – расстояние подачи автомобиля под обратную загрузку, км; $V_{\text{п}}$ – средняя техническая скорость движения порожнего автомобиля, км/ч.

Полученные зависимости позволяют сформировать общую модель эффективности международных перевозок грузов на основе критерия (2)

$$\begin{aligned} \Pi_{\text{об}} = & T_{\text{п}} \cdot l_{\text{п}} + \sum_{j=1}^{n_{\text{п}}} d_{\text{п}j} \cdot \tau_{\text{с}j} + c_{\text{о}} \cdot \lambda_{\text{о}} + \sum_{j=1}^{n_{\text{о}}} d_{\text{о}j} \cdot \tau_{\text{с}j} - \\ & - c_{\text{г}} \cdot l_{\text{п}} - c_{\text{г}} \cdot \lambda_{\text{о}} - c_{\text{п}} \cdot \lambda_{\text{п}} - c_{\text{пост}} \times \\ & \times \left[(1+k_t) \cdot \frac{l_{\text{п}}}{V_{\text{г}}} + \tau_{\text{оз}} + \frac{\lambda_{\text{п}}}{V_{\text{п}}} + (1+k_t) \cdot \frac{\lambda_{\text{о}}}{V_{\text{г}}} + \right. \\ & \left. + \sum_{d=\text{п,о}} \tau_{\text{то}d} + \tau_{\text{тп}d} + \tau_{\text{пд}} + \tau_{\text{рд}} + \tau_{\text{пг}d} \right] / \\ & / \left[(1+k_t) \cdot \frac{l_{\text{п}}}{V_{\text{г}}} + \tau_{\text{оз}} + \frac{\lambda_{\text{п}}}{V_{\text{п}}} + (1+k_t) \cdot \frac{\lambda_{\text{о}}}{V_{\text{г}}} + \right. \\ & \left. + \sum_{d=\text{п,о}} \tau_{\text{то}d} + \tau_{\text{тп}d} + \tau_{\text{пд}} + \tau_{\text{рд}} + \tau_{\text{пг}d} \right], \quad (15) \end{aligned}$$

где d – индекс направления перевозки груза в оборотном рейсе, $d = \text{п}$ означает прямое, а $d = \text{о}$ – обратное направление.

После группировки детерминированных и случайных составляющих и ввода новых обозначений для групп случайных величин в (15) критерий приобретает следующий вид:

$$\pi_{\text{об}} = \frac{(T_{\text{п}} - c_{\text{г}}) \cdot l_{\text{п}} + \Delta - c_{\text{пост}} \cdot \Psi}{\Psi} \rightarrow \max, \quad (17)$$

где Δ – случайная финансовая составляющая критерия, свертка случайных величин

$$\Delta = \sum_{j=1}^{n_{\text{п}}} d_{\text{п}j} \cdot \tau_{\text{с}j} + (c_{\text{о}} - c_{\text{г}}) \cdot \lambda_{\text{о}} + \sum_{j=1}^{n_{\text{о}}} d_{\text{о}j} \cdot \tau_{\text{с}j} - c_{\text{п}} \cdot \lambda_{\text{п}},$$

грн; Ψ – случайная величина продолжительности полного оборотного рейса

$$\Psi = (1 + k_{\text{т}}) \cdot \frac{l_{\text{п}}}{V_{\text{г}}} + \tau_{\text{ос}} + \frac{\lambda_{\text{п}}}{V_{\text{п}}} + (1 + k_{\text{т}}) \cdot \frac{\lambda_{\text{о}}}{V_{\text{г}}} + \sum_{d=\text{п}, \text{о}} \tau_{\text{то}d} + \tau_{\text{тп}d} + \tau_{\text{пд}} + \tau_{\text{рд}} + \tau_{\text{пн}d}, \text{ сутки.}$$

В (17) элементы модели, являющиеся свертками тех случайных величин, которые имеют характер первичной информации, обозначены прописными буквами латинского алфавита.

После деления вычитаемого в (17) на знаменатель Ψ в критерии появляется постоянная составляющая $c_{\text{пост}}$, которая является параметром сдвига случайной части критерия и может быть из него исключена

$$\pi_{\text{об}} = \frac{(T_{\text{п}} - c_{\text{г}}) \cdot l_{\text{п}}}{\Psi} + \frac{\Delta}{\Psi} \rightarrow \max. \quad (18)$$

Критерий (18) представляет собой специфическую случайную величину, для которой возможна аналитическая оценка вида закона и параметров ее распределения на основе известных законов распределения элементов, из которых она состоит. Знание этой величины позволит получать вероятностную оценку результатов выполнения рейсов в каждом из возможных направлений международных перевозок грузов и выбирать наиболее эффективные направления перевозок, при известных параметрах заключения договора на перевозку и известных текущих ценах на соответствующих рынках обеспечения транспортного процесса.

Необходимым условием решения этой задачи является проведение как аналитической, так и статистической оценки всех случайных элементов выражения (16), поскольку предпосылок для аналитического формирования законов распределения этих величин во многих случаях не существует.

Имея функцию распределения удельной прибыли перевозчика за рейс, можно перейти к ее использованию в качестве критерия оптимизации на основе отношения частичной упорядоченности случайных величин [9]. В соответствии с ним случайная величина X меньше по распределению случайной величины Y , $X_{\text{р}} < Y$, если $F_Y(t) \leq F_X(t)$ для любого t .

В соответствии с этим отношением, если $X \rightarrow \max$, то это означает, что $F_X(t) \rightarrow \min$ и критерий (19) можно записать как

$$F_{\text{п}}(t) \rightarrow \min, \quad (19)$$

где $F_{\text{п}}(t)$ – функция распределения случайной величины удельной прибыли перевозчика за оборотный рейс из Украины за рубеж и обратно $\pi_{\text{об}}$.

Выводы

Эффективность перевозочного процесса в международном сообщении должна оцениваться в целом, за один оборотный рейс, что приводит к принятию в качестве критерия эффективности удельной прибыли АТП за единицу времени.

Эффективность работы автотранспортного предприятия при международных перевозках грузов определяется влиянием многих факторов, большая часть которых носит случайный характер, что приводит к необходимости вероятностной оценки результатов выполнения оборотного рейса, наилучшим способом которой является определение закона и параметров распределения удельной прибыли АТП за единицу времени при выполнении разовых заказов.

Связь между случайными факторами эффективности носит достаточно сложный характер, что предъявляет высокие требования к оценке параметров случайных составляющих удельной прибыли АТП за единицу времени

и требует максимального использования аналитических методов при определении вида и параметров их распределения.

Литература

1. Гульпенко К.В. Формирование информации о себестоимости международных транспортных перевозок / К.В. Гульпенко // Организация и управление международными автомобильными перевозками: сб. науч. тр. – 2004. – №2. – С. 46–48.
2. Матвеева М.А. Организация учета и анализа затрат на оказание услуг: на примере транспортно-экспедиторской компании: автореф. дис. на соиск. ученой степени канд. эконом. наук: спец. 08.00.12 «Бухгалтерский учет, статистика» / М.А. Матвеева. – М., 2002. – 170 с.
3. Гринь Я.О. Методичні підходи щодо оцінки ефективності міжнародних транспортних перевезень підприємств / Я.О. Гринь // Бізнес навігатор: науково-виробничий журнал. – 2013. – № 3–32. – С. 27–30.
4. Гудович Д.В. Управление затратами автотранспортного предприятия на основе оптимизации экономических моделей: автореф. дис. на соискан. науч. степени канд. техн. наук: спец. 05.13.10 «Управление в социальных и экономических системах». – Липецк, 2007. – 165 с.
5. Горбачев П.Ф. Исследование продолжительности простоя автомобилей на пограничных переходах при перевозках грузов из Украины в Россию / П.Ф. Горбачев, Т.В. Немна // Автомобильный транспорт ХНАДУ: сб. науч. тр. – 2013. – Вып. 33. – С. 87–91.
6. Горбачев П.Ф. Оценка параметров распределения продолжительности простоя автомобилей на таможенных пунктах пропуска при перевозках грузов между Украиной и Россией / П.Ф. Горбачев, Т.В. Немна // Автомобильный транспорт ХНАДУ: сб. науч. тр. – 2014. – Вып. 34. – С. 65–69.
7. Горбачев П.Ф. Зонирование Российской Федерации при организации перевозок грузов из Украины / П.Ф. Горбачев, Т.В. Немна // ВЕЖПТ: сб. науч. тр. – 2013. – № 2/3 (62). – С. 38–43.
8. Штойян Д. Методы теории массового обслуживания / Д. Штойян, Д. Кениг. – М.: Радио и связь, 1981. – 128 с.

References

1. Gul'penko K.V. Formirovanie informacii o sebestoimosti mezhdunarodnyh transportnyh perevozok [Formation of information on the cost of international road transport] *Organizacija i upravlenie mezhdunarodnymi avtomobil'nymi perevozkami: sb. nauch. tr. - Organization and Management of international cargo transportation*, 2004, no 2, pp. 46-48.
2. Matveeva M. A. Organizatsija ucheta i analiza zatrat na okazanie uslug: Na primere transportno-jekspeditorskoj kompanii. Avto-ref. dis. na soiskanie uchenoj stepeni kand. ekonom. nauk: spets. 08.00.12 «Buhgalterskij uchet, statistika» [Organization of accounting and cost analysis for the provision of services: the example of transport forwarding company], Moscow, 2002, 170 p.
3. Grin' Ja.O Metodichni pidkhody shhodo ocinki effektivnosti mizhnarodnih transportnikh perevezen' pidpriemstv [Methodical approaches to the estimation of effectiveness of international road transportation in the company] *Biznes navigator: naukovo-virobnichij zhurnal-Business Navigator scientific journal*, 2013, no 3-32, pp. 27-30.
4. Gudovich D.V. Upravlenie zatratami avto-transportnogo predpriyatija na osnove optimizatsii ekonomicheskikh modelej. Avto-ref. dis. na soiskanie uchenoj stepeni kand. tehn. nauk: spets. 05.13.10 «Upravlenie v social'nykh i ekonomicheskikh sistemakh». [Cost management of transport company based on optimization of economic models], Lipetsk, 2007, 165 p.
5. Gorbachev P.F., Nemna T.V. Issledovanie prodolzhitel'nosti prostoja avtomobilej na pogranichnykh perekhodakh pri perevozkakh грузов из Украины в Rossiju [Research of duration time waiting of automobiles at the border crossings in the cargo transportation from Ukraine to Russia.] *Avtomobil'nyj transport : sb. nauch. tr.-Automobile transport*, 2013, Vol. 33, pp. 87-91.
6. Gorbachev P.F., Nemna T.V. Ocenka parametrov raspredelenija prodolzhitel'nosti prostoja avtomobilej na tamozhennykh punktakh propuska pri perevozkakh грузов mezhdU Ukrainoj i Rossiej.[Estimation of distribution parameters duration time waiting of automobiles at the customs check-

- points in the cargo transportation between Ukraine and Russia.] *Avtomobil'nyj transport : sb. nauch. tr. - Automobile transport*, 2014, Vol 34, pp. 65-69.
7. Gorbachev P.F, Nemna T.V Zonirovanie Rossijskoj Federatsii pri organizatsii perevozok gruzov iz Ukrainy [Zoning of the Russian Federation during the organization of cargo transportation from Ukraine] *VEZhPT - East evropeyskyj technology magazine first*, 2013, no. 2/3 (62), pp. 38-43.
8. D. Shtoyan, D. Kening *Metody teorii massovogo obsluzhivaniya* [Methods of queuing theory], Moscow, Radio i svyz Publ., 1981, 128 p.
- Рецензент: Е.В. Нагорный, профессор, д.т.н., ХНАДУ.
- Статья поступила в редакцию 20 июля 2015 г.
-
-