

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ

УДК 656.13

С. А. АЗЕМША, аспирант, Белорусский национальный технический университет, г. Минск

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРАТЕГИЙ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ
О ВЫБОРЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ОБРАТНОЙ ЗАГРУЗКИ АВТОМОБИЛЕЙ
ПРИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ ГРУЗОВ**

Международные автомобильные перевозки грузов характеризуются большими пробегами транспортных средств на маршруте. Для повышения эффективности данного вида перевозок необходимо уделять особое внимание процессу поиска и выбора обратных загрузок. Развитие информационных технологий позволило решить задачу поиска грузов в попутном (обратном попутному) направлении. Однако проблема выбора рациональных перевозок до сих пор не решена. Решение о принятии того или иного груза к перевозке в настоящее время принимается менеджерами перевозчиков на основе интуитивных, основанных на личном практическом опыте умозаключений. Как правило, такие стратегии принятия решения о выборе рациональной обратной перевозки сводятся к тому, что автомобиль перевозит тот груз, время ожидания которого минимальное.

В данной статье, на основе анализа более 850 маршрутов работы автомобильных средств на направлении Республика Беларусь – Российская Федерация, предлагаются новые, основанные на обработке статистической информации, стратегии принятия решения о выборе рациональной обратной перевозки. Статистическое моделирование работы грузовых автомобильных средств по каждой предлагаемой стратегии и последующая экономическая оценка выполненных перевозок позволяют определить оптимальную стратегию принятия решения.

Проблема повышения эффективности автомобильных перевозок грузов имеет высокую значимость в сложившихся условиях жесткой конкуренции на рынке транспортных услуг. Повысить эффект от выполняемого перевозочного процесса представляется возможным за счет увеличения степени использования пробега и грузоподъемности транспортных средств. Созданные в сети INTERNET специализированные информационные ресурсы содержат информацию о предъявляемых к перевозке грузах. Это дает возможность решать поставленную задачу – производить поиск грузов с целью улучшения показателей работы транспортных средств. Однако проблема выбора оптимальной перевозки из множества предложенных к перевозке грузов остается актуальной. На практике данная задача решается на основе принятия интуитивных решений, основанных на практическом опыте деятельности менеджеров автоперевозчиков. Для решения изложенной проблемы необходимо разработать и обосновать целесообразность применения методик принятия решений по выбору рациональной перевозки.

В качестве критерия, позволяющего производить сравнительный анализ различных вариантов перевозок, в проведенных исследованиях предложена удельная прибыль [1]. Этот показатель определяется как отношение прибыли, получаемой автомобильным перевозчиком от выполнения той или иной перевозки, ко времени, затрачиваемому на ее выполнение, и грузоподъемности транспортного средства. Он показывает, какую прибыль приносит автомобильное транспортное средство в единицу времени на единицу своей грузоподъемности. В развернутом виде выражение удельной прибыли имеет следующий вид:

$$\Pi_{уд} = \frac{V_T (L_{ег} (\beta d_{уд} - S_{пер}) + T_{пр.св} d_{пр})}{q(L_{ег} + \beta V_T (t_{пр} + t_T + T_{пр.св} + T_{ож}))} - \frac{S_{пост}}{q}, \quad (1)$$

где V_T – средний пробег автомобиля за единицу времени движения; $L_{ег}$ – пробег автомобиля с грузом за время работы на маршруте; β – коэффициент использования пробега автомобиля; $d_{уд}$ – удельная выручка за единицу пробега. Она зависит от грузоподъемности требуемого для перевозки автомобильного транспортного средства и может быть аппроксимирована линейной зависимостью $d_{уд} = a_{0уд} + a_{1уд}q_T$; $S_{пер}$ – переменные затраты на единицу пробега, которые зависят от грузоподъемности транспортного средства и фактического его использования; $S_{пер} = a_{0пер} + a_{1пер}q(1 + a_{2пер}\beta\gamma_{ст})$; $T_{пр.св}$ – ожидаемое время сверхнормативного простоя под грузовыми операциями по вине заказчика; $d_{пр}$ – оплата за единицу времени сверхнормативного простоя под грузовыми операциями по вине заказчика. Она может быть представлена также линейной зависимостью от грузоподъемности автомобиля $d_{пр} = a_{0пр} + a_{1пр}q_T$; $t_{пр}$ – нормативное время на загрузку-разгрузку автомобильного транспортного средства; t_T – ожидаемая длительность простоев при контроле и документальном оформлении перевозок (на таможенных и др.); $S_{пост}$ – постоянные затраты за единицу времени работы, которые зависят в основном от грузоподъемности автомобильного транспортного средства; $S_{пост} = a_{0пост} + a_{1пост}q$; $T_{ож}$ – предполагаемая продолжительность ожидания попут-

ной загрузки; q_t – грузоподъемность требуемого (заявленного) автомобильного транспортного средства; q – грузоподъемность автомобильного транспортного средства, которым выполняется перевозка ($q_t \leq q$).

Установлено, что управляемыми параметрами в выражении удельной прибыли являются грузе-ный пробег, коэффициент использования пробега, требуемая грузоподъемность и время ожидания обратной загрузки [2]. Кроме того, было показано, что между управляемыми параметрами есть статистическая связь [3, 4]. Это обусловлено тем, что с увеличением времени ожидания обратной загрузки расширяется количество грузов, предлагаемых к перевозке в нужном направлении. Найдя зависимость длины ездки с грузом, коэффициента использования пробега и требуемой грузоподъемности от времени ожидания обратной загрузки и подставляя их в выражение удельной прибыли, после дифференцирования выражения (1) можно установить, что оптимальное время ожидания обратной загрузки равно 15 ч [3]. То есть, в качестве одной из стратегий принятия решения о выборе рациональной обратной перевозки будет стратегия, основанная на ожидании появления обратного груза до 15 ч.

Кроме того, была установлена связь между временем ожидания появления транспортным средством заявки на перевозку груза, которая позволит достичь максимального значения принятого критерия эффективности, от длины ездки с грузом в прямом направлении и интенсивности появления заявок на перевозку в пункте выгрузки [3]. Данная зависимость имеет следующий вид:

$$T_{\text{ож. заявки опт}} = (12500 - 578\sqrt{L_{\text{ер1}}} + 7L_{\text{ер1}} - 99350N_{\text{в.пр}}^2 + 23475N_{\text{в.пр}} + 94750N_{\text{в.пр}}^3) / (578\sqrt{L_{\text{ер1}}} - 7L_{\text{ер1}} + 99350N_{\text{в.пр}}^2 - 23475N_{\text{в.пр}} - 94750N_{\text{в.пр}}^3), \quad (2)$$

где $L_{\text{ер1}}$ – расстояние перевозки грузов в прямом направлении, км; $N_{\text{в.пр}}$ – интенсивность появления заявок на перевозку грузов в заданном направлении в пункте выгрузки груза перевозимого прямой ездой, ед./ч.

При планировании обратной загрузки возможны случаи, когда оптимальная обратная загрузка появляется раньше времени ожидания, полученного исходя из выражения (2). Поэтому можно определить, какое значение коэффициента использования пробега является достаточным для принятия груза к перевозке. Для этого была выдвинута гипотеза о том, что значение достаточного коэффициента использования пробега, обеспечивающее максимальное значение удельной прибыли, зависит от длины ездки с грузом в прямом направлении, т. е. $\beta_{\text{дост}} = f(L_{\text{ер1}})$. Проведенные ис-

следования позволили определить вид данной зависимости [3]:

$$\beta_{\text{дост}} = 0,108408 \ln L_{\text{ер1}} - 0,000221 L_{\text{ер1}} + 0,010837 \sqrt{L_{\text{ер1}}}. \quad (3)$$

Таким образом, можно сформулировать следующие возможные стратегии принятия решения о выборе рациональной обратной ездки. При первой стратегии в качестве возможных грузов в обратном направлении рассматриваются те грузы, заявки на перевозку которых поступили в информационную систему до момента освобождения транспортного средства от прямой перевозки. При этой стратегии из созданного множества обратных грузов к перевозке принимается тот груз, прибыль от перевозки которого на маршруте за оборот будет наибольшая.

При второй стратегии в качестве возможных грузов в обратном направлении также рассматриваются те грузы, заявки на перевозку которых поступили в информационную систему до момента освобождения транспортного средства от прямой перевозки. Однако при данной стратегии из созданного множества обратных грузов к перевозке принимается уже тот груз, удельная прибыль от перевозки которого за оборот будет наибольшая.

При третьей стратегии в качестве возможных грузов в обратном направлении рассматриваются те грузы, заявки на перевозку которых поступили в информационную систему в течение заранее заданного времени после момента освобождения транспортного средства от прямой перевозки. При данной стратегии из созданного множества обратных грузов к перевозке принимается тот груз, прибыль от перевозки которого на маршруте за оборот будет наибольшая.

При четвертой, так же, как и при третьей, стратегии в качестве возможных грузов в обратном направлении рассматриваются те грузы, заявки на перевозку которых поступили в информационную систему в течение заранее заданного времени после момента освобождения транспортного средства от прямой перевозки. При данной стратегии из созданного множества обратных грузов к перевозке принимается уже тот груз, удельная прибыль от перевозки которого за оборот будет наибольшая.

При пятой стратегии в качестве возможных грузов в обратном направлении рассматриваются те грузы, заявки на перевозку которых поступили в информационную систему на протяжении времени, рассчитываемого из выражения (2). При данной стратегии из созданного множества обратных грузов к перевозке принимается тот груз,

удельная прибыль от перевозки которого за оборот будет наибольшая.

При шестой стратегии принятия решения о выборе обратной загрузки автомобильного транспортного средства рассматриваются поочередно, в хронологическом порядке поступления в информационную систему, все заявки. Для каждого рассматриваемого варианта определяется коэффициент использования пробега и сравнивается с достаточной степенью использования пробега автомобиля, определенной из выражения (3). К загрузке по данной стратегии следует принимать тот груз, перевозка которого даст значение коэффициента использования пробега не менее его достаточной величины. Определить из предложенных стратегий выбора обратной перевозки рациональную позволит моделирование работы транспортных средств.

Процесс функционирования транспортных средств на международных маршрутах можно представить в виде схемы (рисунок 1), из которой видно, что автомобиль из места своей постоянной дислокации выполняет нулевой пробег к месту первой погрузки. В данном пункте он может ожидать погрузки ($T_{ож1}$) из-за прибытия с упреждением, потом простаивать в ожидании погрузки по вине грузоотправителя ($t_{прсв1}$), а затем находится под погрузкой ($t_{п1}$). По окончании погрузки транспортное средство выполняет груженный пробег длиной $L_{ер1}$ рентабельностью $RENT1$.

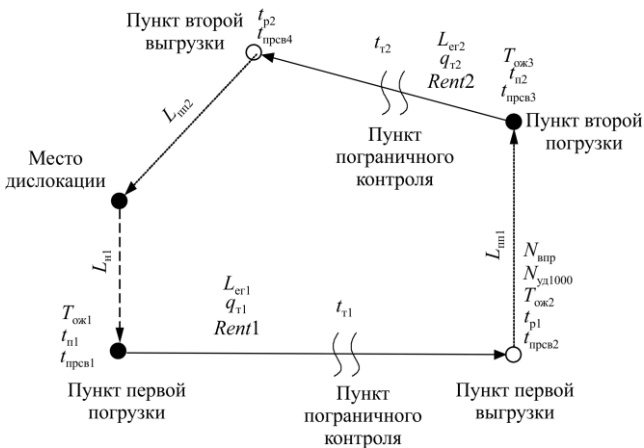


Рисунок 1 – Схема работы грузовых автотранспортных средств при работе на международных маршрутах

В пункте пограничного контроля транспортное средство проходит таможенное оформление ($t_{т1}$). В пункте первой выгрузки транспортное средство может находиться в состоянии ожидания выгрузки по вине грузовладельца ($t_{прсв2}$), а затем – под выгрузкой ($t_{п1}$). После этого, если совершать пробег для обратной загрузки в другой пункт нецелесообразно, транспортное средство может ожидать погрузку время $T_{ож2}$.

Если совершать порожний пробег целесообразно, то после выгрузки транспортное средство отправляется в пункт обратной загрузки, совершая при этом порожний пробег ($L_{пн1}$). В данном пункте он может ожидать погрузки ($T_{ож3}$), потом простаивать в ожидании погрузки по вине грузоотправителя ($t_{прсв3}$), а затем находится под погрузкой ($t_{п2}$). По окончании погрузки транспортное средство выполняет груженный пробег длиной $L_{ер2}$ рентабельностью $RENT2$. В пункте пограничного контроля транспортное средство проходит таможенное оформление ($t_{т2}$). В пункте первой выгрузки транспортное средство может находиться в состоянии ожидания выгрузки по вине грузовладельца ($t_{прсв4}$), а затем – под выгрузкой ($t_{п2}$). После этого выполняется порожний пробег к месту постоянной дислокации ($L_{пн2}$).

При моделировании работы транспортных средств применяется ряд ограничений:

1 $L_{пн1} = 0$, то есть место дислокации автомобиля и место первой погрузки совпадают.

2 Время сверхнормативного простоя под погрузкой-выгрузкой груза по вине грузовладельца, входящее в выражение удельной прибыли $T_{пр.св} = t_{прсв1} + t_{прсв2} + t_{прсв3} + t_{прсв4} = 0$.

3 Общая ожидаемая длительность простоя транспортного средства под грузовыми операциями, входящая в выражение удельной прибыли $t_{пр} = t_{п1} + t_{п1} + t_{п2} + t_{п2} = 24$ ч.

4 Время ожидания погрузки в первом пункте $T_{ож1} = 0$.

5 Общая длина ездки с грузом $L_{ер} = L_{ер1} + L_{ер2}$.

6 Общая ожидаемая длительность простоя транспортного средства под таможенным оформлением $t_{т} = t_{т1} + t_{т2} = 24$ ч.

7 Время ожидания обратной загрузки $T_{ож} = T_{ож2}$, если нецелесообразно совершать порожний пробег для обратной загрузки, и $T_{ож} = T_{ож3}$, если целесообразно.

Из приведенной схемы функционирования транспортных средств следует, что для моделирования работы автомобилей на международных маршрутах необходимо определить законы распределения следующих величин: общего груженого пробега ($L_{ер}$), второго груженого пробега ($L_{ер2}$), первого и второго порожних пробегов ($L_{пн1}$ и $L_{пн2}$), требуемой грузоподъемности ($q_{т}$), интервала времени между появлением заявки в информационной системе и подачей груза под погрузку ($t_{т}$), количества появляющихся заявок в зависимости от времени суток (I_3). Для установления законов распределения данных величин обработана выборка из 858 возможных маршрутов работы транспортных средств исходя из предложений сайта www.belcargo.com.

Для установления закона распределения непрерывной случайной величины $L_{ер}$ определим

количество интервалов разбиения при построении гистограммы данной случайной величины [5, с. 21]:

$$k = (x_{\max} - x_{\min}) / \Delta x, \quad (4)$$

где x_{\max} – максимальное значение исследуемой случайной величины; x_{\min} – минимальное значение исследуемой случайной величины; Δx – величина интервала вариационного ряда.

Значение величины интервала вариационного ряда исследуемой величины можно определить из выражения [5, с. 21]

$$\Delta x = (x_{\max} - x_{\min}) / (1 + 3,21 \lg n), \quad (5)$$

где n – объем выборки.

Для исследуемой случайной величины значения интервалов вариационного ряда

$$\Delta x = (3865 - 1047) / (1 + 3,21 \lg 858) = 271.$$

Тогда количество интервалов

$$k = (3865 - 1047) / 271 = 10.$$

Определим основные статистики исследуемой случайной величины (таблица 1).

Таблица 1 – Основные статистические характеристики длины груженого пробега

Математическое ожидание	Медиана	Мода	Минимум	Максимум	Среднеквадратическое отклонение
1861,27	1706	1504	1047,0	3865,0	498,3

Построим гистограмму распределения (таблица 2, рисунок 2). Подбор различных законов распределения с помощью пакета программ STATISTICA показал, что наиболее точно эту выборку будет описывать логнормальный закон распределения.

Таблица 2 – Частоты попадания значений исследуемой случайной величины в интервалы

Интервалы	Количество попаданий	Кумулятивное количество попаданий	Процент попаданий	Кумулятивный процент попадания
1328,8	26	26	3,03030	3,0303
1610,6	327	353	38,11189	41,1422
1892,4	215	568	25,05828	66,2005
2174,2	102	670	11,88811	78,0886
2456,0	88	758	10,25641	88,3450
2737,8	36	794	4,19580	92,5408
3019,6	32	826	3,72960	96,2704
3301,4	17	843	1,98135	98,2517
3583,2	8	851	0,93240	99,1841
< Infinity	7	858	0,81585	100,0000

Однако анализ результатов показывает, что значение критерия χ -квадрат больше табличного ($217,5 > 43,77$), следовательно, гипотезу о логнормальном распределении исследуемой случайной величины следует отклонить. То есть ни один из законов распределения случайных непрерывных величин не описывает данную выборку.



Рисунок 2 – Проверка гипотезы о логнормальном законе распределения случайной величины

Для моделирования значений исследуемой случайной величины можно использовать следующий алгоритм [7]:

1 Построим кумулятивную кривую распределения случайной величины, причем на каждом интервале заменяем реальную функцию $F_{эj}$ прямой (рисунок 3).

2 Генерируем псевдослучайное число r_b , равномерно распределенное в интервале от 0 до 1.

3 Находим, в какой интервал j попадает r_b .

4 Определяем сгенерированное случайное значение моделируемой случайной величины из выражения

$$L_{\text{ер}0} = L_{\text{ер}j-1} + \frac{r_b - F_{эj-1}}{F_{эj} - F_{эj-1}} (L_{\text{ер}j} - L_{\text{ер}j-1}). \quad (6)$$

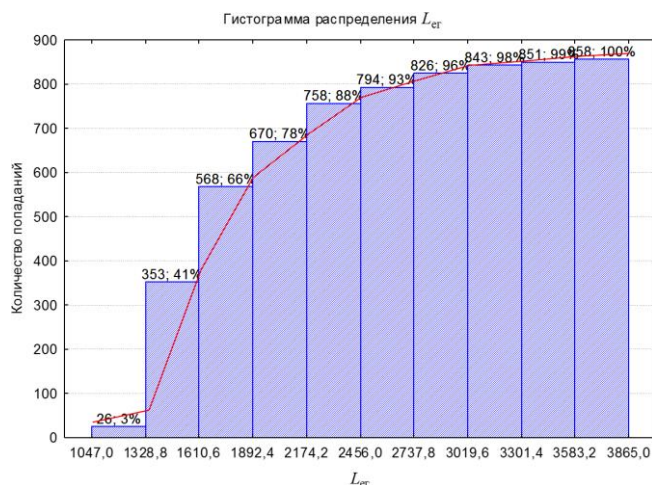


Рисунок 3 – Кумулятивная кривая исследуемой случайной величины

Например, пусть смоделировано случайное число $r_b = 0,67$. Тогда на основании рисунка 3 и выражения (6) получаем

$$L_{\text{ер}0} = 1892,4 + \frac{0,67 - 0,66}{0,78 - 0,66} (2174,2 - 1892,4) = 1916$$

Проверить согласованность между совокупностью реальных и смоделированных значений случайной величины можно с использованием критерия согласия χ -квадрат [5, с. 36]:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(m_i - np_i)^2}{np_i}, \quad (7)$$

где m_i – эмпирическое количество значений случайной величины, попадающих в i -й интервал; k – количество интервалов; p_i – теоретическая вероятность попадания случайной величины в i -й интервал.

Для расчета критерия χ -квадрат необходимо построить гистограмму распределения смоделированных значений случайной величины с помощью генератора случайных чисел от 0 до 1, выражения (6) и распределения, приведенного на рисунке 3. Результаты моделирования общего грузевого пробега представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Частоты попадания смоделированных значений исследуемой случайной величины в интервалы

Интервалы	Количество попаданий	Кумулятивное количество попаданий	Процент попаданий	Кумулятивный процент попаданий
1328,8	25	25	2,91375	2,9138
1610,6	313	338	36,48019	39,3939
1892,4	223	561	25,99068	65,3846
2174,2	103	664	12,00466	77,3893
2456,0	80	744	9,32401	86,7133
2737,8	49	793	5,71096	92,4242
3019,6	30	823	3,49650	95,9207
3301,4	17	840	1,98135	97,9021
3583,2	8	848	0,93240	98,8345
< Infinity	10	858	1,16550	100,0000

Подставляя в выражение (7) значения таблиц 2 и 3, можно получить, что χ -квадрат равен 7,78. Табличное значение $\chi^2_{0,05;8} = 15,51$, где 8 – число степеней свободы, равное разности количества интервалов разбиения и числа исчисленных статистических параметров [5, с. 36]. Так как табличное значение критерия χ -квадрат больше расчетного, то можно сделать вывод о том, что расхождения между реальными и смоделированными значениями незначительны.

Кроме критерия χ -квадрат для оценки согласованности распределений можно использовать критерий Романовского [6, с. 51]:

$$R = (\chi^2 - \nu) / \sqrt{2\nu}, \quad (8)$$

где ν – число степеней свободы.

Подставляя числовые значения, можно получить

$$R = (7,78 - 8) / \sqrt{2 \cdot 8} = -0,06.$$

Так как полученное значение критерия Романовского меньше 3, то можно сделать вывод о том, что расхождения между реальными и смоделированными значениями малозначимы.

Определим закон распределения времени появления заявки в информационной системе. Основные статистические характеристики исследуемой случайной величины приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Основные статистические характеристики времени появления заявок в информационной системе

Математическое ожидание	Медиана	Мода	Минимум	Максимум	Среднеквадратическое отклонение
13,74988	13,13333	15,20000	8,283333	23,96667	2,922023

Найдем количество интервалов разбиения при построении гистограммы данной случайной величины [см. выражение (4)]:

величина интервалов вариационного ряда

$$\Delta x = \frac{23,97 - 8,28}{1 + 3,21 \lg 268} = 1,78;$$

количество интервалов

$$k = \frac{23,97 - 8,28}{1,78} = 9.$$

Построим гистограмму распределения (таблица 5, рисунок 4). Выдвинем гипотезу о логнормальном распределении исследуемой случайной величины. Анализ результатов показывает, что значение критерия χ -квадрат равно 6,99, а табличное – 14,07, следовательно, гипотезу о логнормальном распределении исследуемой случайной величины следует принять. Таким образом, время появления заявок в информационной системе подчинено логнормальному закону с параметрами 0,2056 и 2,5997. Для моделирования непрерывных случайных величин, подчиненных логнормальному закону распределения, использована соответствующая формула [5, с. 123].

Таблица 5 – Частоты попадания значений исследуемой случайной величины в интервалы

Интервалы	Количество попаданий	Кумулятивное количество попаданий	Процент попаданий	Кумулятивный процент попадания
10,0	14	14	5,22388	5,2239
12,0	73	87	27,23881	32,4627
14,0	71	158	26,49254	58,9552
16,0	57	215	21,26866	80,2239
18,0	30	245	11,19403	91,4179
20,0	15	260	5,59701	97,0149
22,0	5	265	1,86567	98,8806
< Infinity	3	268	1,11940	100,0000

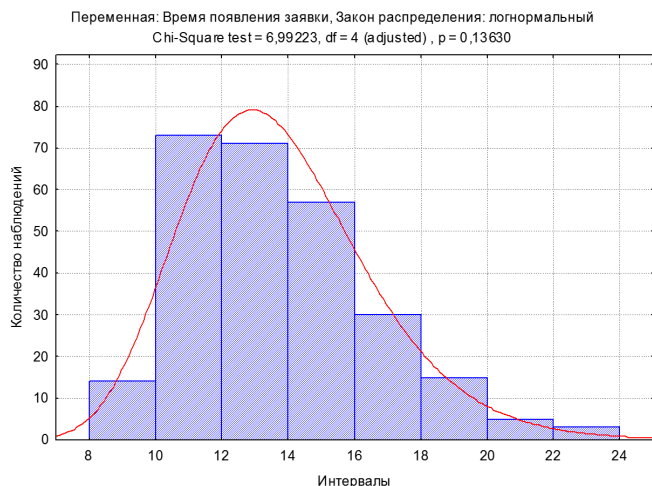


Рисунок 4 – Проверка гипотезы о логнормальном распределении случайной величины

Для расчета критерия χ -квадрат необходимо построить гистограмму распределения смоделированных значений случайной величины (таблица 6).

Таблица 6 – Частоты попадания смоделированных значений исследуемой случайной величины в интервалы

Интервалы	Количество попаданий	Кумулятивное количество попаданий	Процент попаданий	Кумулятивный процент попадания
10,0	27	27	10,07463	10,0746
12,0	57	84	21,26866	31,3433
14,0	74	158	27,61194	58,9552
16,0	56	214	20,89552	79,8507
18,0	29	243	10,82090	90,6716
20,0	18	261	6,71642	97,3881
22,0	4	265	1,49254	98,8806
< Infinity	3	268	1,11940	100,0000

Подставляя в выражение (7) значения таблиц 5 и 6, устанавливаем, что χ -квадрат равен 11,68. Табличное значение $\chi^2_{0,05;6} = 12,59$. Так как табличное значение критерия χ -квадрат больше расчетного, то можно сделать вывод о том, что расхождения между реальными и смоделированными значениями несущественны.

Подставляя числовые значения в выражение (8), можно получить значение критерия Романовского:

$$R = (1,68 - 6) / \sqrt{2 \cdot 6} = 1,64.$$

Так как полученное значение критерия Романовского меньше 3, то можно сделать вывод о том, что расхождения между реальными и смоделированными значениями малозначимы.

Моделирование остальных параметров перевозочного процесса производится аналогично методике, принятой для общего грузевого пробега.

Рассмотрим методику моделирования работы транспортных средств при рассматриваемых стратегиях принятия решения о выборе оптимальной обратной перевозки. Первым этапом задается количество дней моделирования. После этого произ-

водится моделирование возможных вариантов обратной загрузки автомобилей на заданную перспективу. Затем моделируется значение грузевого пробега в прямом направлении. После этого производится поиск оптимальной обратной загрузки по рассматриваемым стратегиям принятия решения. При каждой стратегии принятия решения о выборе рациональной обратной ездки во множество альтернативных вариантов обратного маршрута включаются те ездки, которые удовлетворяют не только условиям каждой конкретной стратегии, но и те, на погрузку которых транспортное средство успевает. Моделирование по каждой из указанных стратегий ведется до тех пор, пока количество дней моделирования не превысит заданное значение. Для каждого оборота рассчитывается значение суммарной прибыли и общего пробега, которые увеличиваются с каждым последующим оборотным рейсом. Итоговые результаты расчетов по каждой стратегии моделирования приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты моделирования работы автотранспортного средства на международных маршрутах

Номер стратегии	Максимальное количество часов ожидания появления заявки, ч	Прибыль, руб.	Суммарный пробег, км	Суммарные мото-часы	Прибыль на 1 км пробега, руб./км	Прибыль на один мото-час, руб./ч
1	–	7038072	78116	4443,5	90,1	1583,9
2	–	7037577	78063	4443,5	90,2	1583,8
3	2	10327386	75806	4363,7	136,2	2366,7
	5	9787644	78253	4390,1	125,1	2229,5
	6	9831660	78097	4348,2	125,9	2261,1
	8	10067834	78836	4393,1	127,7	2291,7
	10	9540338	79267	4395,1	120,4	2170,7
	12	10576096	81449	4353,5	129,8	2429,3
	15	11183635	84718	4405,1	132,0	2538,8
	20	10517640	74748	4386,2	140,7	2397,9
4	25	9808077	75105	4366,5	130,6	2246,2
	2	10342863	76400	4362,6	135,4	2370,8
	5	9463542	76819	4341,5	123,2	2179,8
	6	10260885	78051	4391,1	131,5	2336,7
	8	9737650	78038	4344,5	124,8	2241,4
	10	9710435	78803	4324,5	123,2	2245,4
	12	9072803	79388	4345,4	114,3	2087,9
	15	8705019	79259	4371,5	109,8	1991,3
5	20	7832445	75924	4405,1	103,2	1778,0
	25	6626094	74998	4338,3	88,4	1527,3
5	–	6998600	78063	4443,6	89,7	1575,0
6	–	9884390	73912	4385,1	133,7	2254,1

Анализируя таблицу 7, можно отметить, что наибольшую прибыль автомобильный перевозчик получит, если будет работать по стратегии 3, с допустимым временем ожидания появления заявки в информационной системе, равным 15 ч. Суммар-

ная прибыль при этом составляет 11183635 руб., общий пробег – 84718 км, количество мото-часов – 4405,1 ч. Наиболее эффективное использование пробега достигается при работе по стратегии 3 с допустимым временем ожидания появления загрузки в обратном направлении, равным 20 часов. Удельная прибыль на один километр пробега при этом будет составлять 140,7 руб./км. Однако суммарная прибыль будет равна 10517640 руб., что на 665995 руб. меньше по сравнению с вариантом, когда время ожидания появления заявки составляет 15 ч. С другой стороны, суммарный пробег при этом равен 74748 км, что на 9970 км меньше по сравнению с вариантом, обеспечивающим максимальную суммарную прибыль. Максимально эффективное использование времени достигается при том же варианте, который обеспечивает максимум суммарной прибыли.

Таким образом, если в качестве основного критерия работы использовать суммарную прибыль автомобильного перевозчика или максимум экономической отдачи на один мото-час, то следует рекомендовать ожидание появления заявки на перевозку грузов в обратном направлении не более 15 часов. Если же в качестве основного критерия работы использовать максимум экономической выгоды от одного километра пробега автомобильного средства, то рекомендуется ожидать появления заявки на перевозку груза в обратном направлении не более 20 часов.

При разработке практических рекомендаций по принятию решений о выборе рациональной стратегии поведения при выборе оптимальной обратной перевозки следует учесть, что при моделировании работы автомобильного средства не принималось в расчет время «актуальности» заявки, расположенной в информационной системе. Под временем «актуальности» заявки будем считать период времени между появлением заявки в информационной системе и моментом принятия груза, предлагаемого данной заявкой к перевозке. В существующих информационных системах время «актуальности» не отражается. Поэтому при моделировании работы автомобильного транспортного средства предполагалось, что время «актуальности» заявок не ограничено. То есть при принятии решений по стратегиям 1–5 рассматриваемый круг заявок ограничивался лишь допустимым временем ожидания появления заявки в информационной системе. Из полученного путем таких ограничений множества возможных заявок выбиралась оптимальная по принятому критерию. Однако на практике, в то

Получено 2.10.2007

S. A. Azemsha. Modelling of strategy of decision-making on the choice of optimum return loading lorries at the international freight traffic.

Transportation of cargoes by motor transport on the international routes is characterized by significant run of vehicles on a route. For increase of efficiency of the given kind of transportations it is necessary to pay special attention to process of search and a choice of return loadings. Development of information technologies have allowed to solve a problem of search of cargoes in passing (the return passing) a direction. However the problem of a choice of rational transportations till now is not solved. The decision on acceptance of this or that cargo to transportation now is accepted by managers of the autoenterprises on the basis of the intuitive conclusions based on personal practical experience. As a rule, such strategy of decision-making on a choice of rational return transportation are reduced to that the car transports that cargo which waiting time minimal.

In given article, on the basis of the analysis more than 850 routes of job of vehicles on a direction Byelorussia – the Russian Federation, are offered new, based on processing of the statistical information, strategy of decision-making on a choice of rational return transportation. Statistical modeling of job of cargo vehicles on each offered strategy and the subsequent financial estimation of the executed transportations allow to determine optimum strategy of decision-making.

время как перевозчик ожидает истечения оптимального времени ожидания появления заявки, тот груз, перевозка которого даст максимальный эффект, может быть уже принят к перевозке конкурентом. Поэтому целесообразным будет использование в планировании обратных перевозок стратегии шесть, которая позволяет максимально быстро принимать решение о принятии груза к перевозке на основании достаточного значения коэффициента использования пробега. Моделирование работы автомобильного транспортного средства по данной стратегии показывает, что суммарная прибыль за полгода работы автомобиля будет равна 9884390 руб. При этом прибыль от одного километра пробега составит 133,4 руб./км, а на один мото-час – 2254,1 руб./ч. Экономический эффект по сравнению с вариантом работы по стратегии 1 будет составлять порядка 5,6 млн руб. в год с одного транспортного средства.

Список литературы

- 1 **Аземша, С. А.** Критерии оптимальности для маршрутизации магистральных автомобильных перевозок грузов с учетом разновременности отправок / С. А. Аземша, В. Н. Седюкевич // Наука – образованию, производству, экономике : материалы 2-й междунар. науч.-техн. конф., Минск, апрель-май 2004 г. : в 2 т. / Белорус. нац. техн. ун-т; редкол. : Б. М. Хрусталев [и др.]. – Минск, 2004. – Т. 1. – С. 279–281.
- 2 **Аземша, С. А.** Выбор управляемых параметров критерия эффективности магистральных грузовых автомобильных перевозок / С. А. Аземша // Литва без науки – Литва без будущего : сб. тез. докл. 7-й конф. молодых ученых Литвы, Вильнюс, 12 мая 2005 г. / Вильнюсский техн. ун-т; редкол. : О. Прентковский [и др.]. – Вильнюс, 2005. – С. 306–311.
- 3 **Аземша, С. А.** Стратегия принятия решения при выборе обратной загрузки автомобильного транспортного средства, работающего на международных маршрутах / С. А. Аземша // Коммунальное хозяйство городов : науч.-техн. сб. / Харьковская нац. акад. городского хоз.; редкол. : Д. Ф. Гончаренко [и др.]. – Харьков, 2006. – С. 307–314.
- 4 **Аземша, С. А.** Определение зависимости между управляемыми параметрами критерия эффективности магистральных автомобильных перевозок автомобильным транспортом / С. А. Аземша // Транспорт и связь. Сер. 1. Транспорт. – Рига, 2005. – № 4. – С. 36–50.
- 5 **Бережная, Е. В.** Математические методы моделирования экономических систем : учеб. пособие / Е. В. Бережная, В. И. Бережной. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Финансы и статистика, 2005. – 432 с.
- 6 **Булдык, Г. М.** Статистическое моделирование и прогнозирование : учебник / Г. М. Булдык. – Минск : НО ООО «БИП-С», 2003. – 399 с.
- 7 **Основы имитационного и статистического моделирования : учеб. пособие для вузов / Ю. С. Харин [и др.] ; под общ. ред. Ю. С. Харина. – Минск : Дизайн ПРО, 1997. – 288 с.**
- 8 **Боровиков, В.** STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов / В. Боровиков. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2003. – 686 с.
- 9 **Гинзбург, А. И.** Статистика / А. И. Гинзбург. – СПб. : Питер, 2003. – 128 с.