УДК 623.19.47

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ СЛОЖНОСТИ ГОРОДСКОГО АВТОБУСНОГО МАРШРУТА

Д.А. Колов, инженер, ассистент,
Владимирский государственный университет

Аннотация. *Излагается универсальная технология определения сложности маршрутной сети любого городского пассажирского автотранспортного предприятия. Целью реализации технологии является получение данных по показателю сложности маршрутов для использования его в принятии управленческих решений.*

Ключевые слова: *городской маршрут, топливо, коэффициент сложности.*

Введение

Решением задачи определения степени сложности маршрутов движения автобусов задавались многие ученые. Однако предложенные ими технологии определения степени сложности того или иного маршрута односторонни, требуют проведения специальных испытаний, съемок планов дорог для каждого отдельного маршрута. Также они требуют иметь на автопредприятии специалистов, обладающих знаниями в специальных областях техники. Исходя из вышесказанного, было сделано заключение, что требуется технология, которая была бы малотрудоемкая и учитывала бы весь комплекс факторов, связанных с эксплуатацией автомобиля и реализовывалась «нажатием кнопки».

Предлагается технология определения показателя сложности маршрута, базирующаяся на технологии расчета маршрутных норм расхода топлива автобусами городских маршрутов по статистической информации. Данная технология позволит в динамике отслеживать такой важный динамично изменяющийся фактор, как интенсивность движения на маршрутах, который является одним из основополагающих для городов с многомиллионным населением, для них этот фактор выражается во всевозрастающей проблеме «пробок».

Технология определения показателя сложности маршрута

Основой технологии определения сложности маршрута является показатель – коэффициент сложности маршрута движения по топливу ($K^{к}_{сл(i)}$). $K^{к}_{сл(ij)}$ определяется в следующей последовательности. Сначала формируем выборку данных по фактическому расходу топлива каждым типом автобуса на каждом из маршрутов ($H^{к}_{уд(ij)}$). Минимальный объем выборки n_{min} (количество значений $H^{к}_{уд(ij)}$) принимается, исходя из расчета по формуле

$$n_{min} \geq t_{\beta}^2 \times v^2 \big/ \varepsilon^2 . \qquad (1)$$

Для нашего случая, принимая коэффициент вариации υ=0,25, при условии уровня вероятности β=0,95 и нормированном отклонении t_{β}=1,96, относительной точности наблюдений ε=0,07, минимальный объем выборки путевых листов по каждому маршруту составит 49 значений.

Массив $H^{к}_{уд(ij)}$ не должен содержать аномальных значений. Аномальные значения – ошибочные данные о фактическом расходе топлива автобусом. Очистку выборки от аномальных значений производим статистическим методом. Так как разброс $H^{к}_{уд(ij)}$ подчинен нормальному закону распределения, используем фильтр в виде правила, представленного ниже в формулах (2) и (3)

$$\left(H^{к}_{ср(ij)} - 3\sigma\right) \leq H^{к}_{уд(ij)} \leq \left(H^{к}_{ср(ij)} + 3\sigma\right), \qquad (2)$$

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (H^{к}_{уд(ij)} - H^{к}_{ср(ij)})^2 \big/ n_1} , \qquad (3)$$

где $H^{к}_{уд(ij)}$ – фактический удельный расход топлива каждым автобусом на *i*-м маршруте *j*-го типа автобуса в *к*-й сезон эксплуатации, л/100 км; $H^{к}_{ср(ij)}$ – среднестатистический удельный расход топлива автобусом по первоначальной выборке на *i*-м маршруте *j*-го типа автобуса в *к*-й сезон

эксплуатации, л/100 км; n_1 – количество элементов в первоначальной выборке, ед.; σ – среднеквадратическое отклонение.

Затем определяем значения утвержденных маршрутных норм расхода топлива ($H^{к}_{ут(ij)}$) по следующей формуле:

$$H^{к}_{ут(ij)} = \sum H^{к}_{уд(ij)} \big/ n_2 , \qquad (4)$$

где $H^{к}_{ут(ij)}$ – утвержденная маршрутная норма расхода топлива на *i*-м маршруте *j*-го типа автобуса в *к*-й сезон эксплуатации, л/100 км; n_2 – количество элементов в выборке после отсева аномальных значений, ед.

Таблица 1 Расчетные значения коэффициентов сложности маршрутов по топливу $K^{к}_{сл(i)}$

№ маршрута	Коэффициент сложности маршрута по топливу $K^{к}_{сл(i)}$			
	Лето	Весна	Осень	Ср. знач.
851	0.82	0.82	0.85	0.83
22	1.02	1.09	1.15	1.08
63	0,91	0,93	0,98	0,94
65	1.08	1.11	1.16	1.12
70	1.06	1.13	1.14	1.11
72	1.08	1.13	1.17	1.13
87	1.01	1.12	1.14	1.09
90	1.03	1.06	1.08	1.06
114	1.12	1.1	1.2	1.14
123	1.08	1.12	1.19	1.13
138	1.1	1.16	1.17	1.15
149	0.99	1.06	1.1	1.05
170	1.02	1.05	1.13	1.07
188	1.13	1.25	1.22	1.2
191	1.05	1.09	1.1	1.08
194	1.02	1.05	1.09	1.05
199	0.98	1.01	1.05	1.01
200	1.04	1.1	1.13	1.09
233	1.17	1.21	1.23	1.2
270	0.99	1.05	1.08	1.04
656	1.04	1.06	1.12	1.07
665	1.06	1.18	1.3	1.18
672	1.03	1.05	1.1	1.06
673	1.06	1.11	1.16	1.11
698	1.08	1.18	1.1	1.12
739	1.05	1.11	1.12	1.09
745	1.17	1.27	1.3	1.25
748	1.07	1.13	1.1	1.1

Для проведения дальнейших расчетов нами предложен коэффициент сложности по топливу *i*-го маршрута *j*-го типа автобуса в *к*-й сезон эксплуатации. Значения коэффициента ($K^{к}_{сл(ij)}$) определим по формуле

$$K^{к}_{сл(ij)} = H^{к}_{ут(ij)} \big/ H_{лин(j)} , \qquad (5)$$

где $K^{к}_{сл(ij)}$ – коэффициент сложности маршрута по топливу *i*-го маршрута *j*-ой марки автобуса в *к*-й сезон эксплуатации; $H_{лин(j)}$ – линейная норма расхода топлива *j*-го типа автобуса, л/100 км.

Рассчитаем средние коэффициенты сложности маршрута по топливу для *к*-го сезона эксплуатации на *i*-м маршруте.

$$K^{к}_{сл(i)} = \sum K^{к}_{сл(ij)} \big/ c , \qquad (6)$$

где $K^{к}_{сл(i)}$ – средний коэффициент сложности маршрута по топливу для *к*-го сезона эксплуатации на *i*-м маршруте; *c* – количество рассмотренных $K^{к}_{сл(i)}$.

По результатам реализации вышеприведенных расчетов на базе системы управления базой данных предприятия «11 автобусный парк» филиал ГУП «Мосгортранс» получены следующие ряды значений $K^{к}_{сл(i)}$ (табл. 1).

Полученные ряды значений $K^{к}_{сл(i)}$ разобьем на интервалы. Разбивку будем производить на основе анализа полученного ряда $K^{к}_{сл(i)}$, а также анализа методик подобного направления. Анализ полученного ряда проведем посредством построения гистограммы по значениям табл. 1 (ср. знач.). Гистограмму построим по стандартной методике. Графическое представление полученных значений представлено на рис. 1.

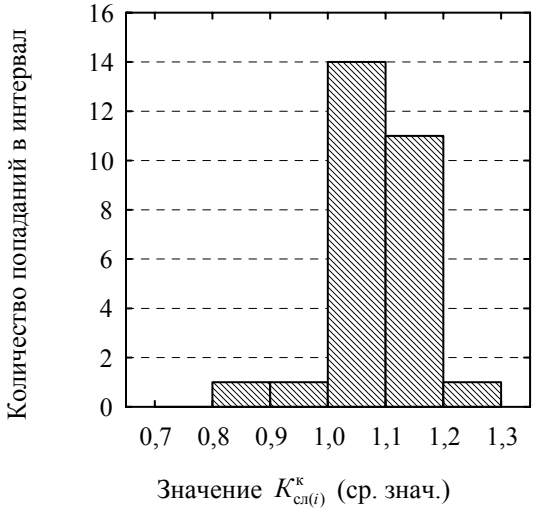

Рис. 1. Гистограмма значений $K^{к}_{сл(i)}$ (ср. знач.)

Как видно из рис. 1, при построении гистограммы сформировалось шесть интервалов в диапазоне значений $K^{к}_{сл(i)}$ от 0,7 до 1,3 с шагом 0,1. Как можно заметить, попадание значения $K^{к}_{сл(i)}$ в интервал от 0,7 до 0,8 маловероятно. В интервал от 0,8 до 0,9 попал только один маршрут № 851. Данный маршрут по отзывам работников 11 автобусного парка г. Москвы является наиболее простым в эксплуатации (среднесуточный пробег 350 км, что представляет большой пробег для автобусного маршрута мегаполиса), причем в этом единодушны как водители, так и работники инженерных должностей предприятия. Исходя из этого, примем значение начала первого интервала 0,8.

Таблица 2 Значения степеней сложности маршрутов

№ маршрута	Коэффициент сложности маршрута по топливу $K^{к}_{сл(ij)}$			
	Лето	Весна	Осень	Ср. знач.
851	1	1	1	1
22	3	3	4	3
63	3	3	4	3
65	3	4	4	4
70	3	4	4	4
72	3	4	4	4
87	3	4	4	3
90	3	3	3	3
114	4	3	4	4
123	3	4	4	4
138	3	4	4	4
149	2	3	3	3
170	3	3	4	3
188	4	5	5	4
191	3	3	3	3
194	3	3	3	3
199	2	3	3	3
200	3	3	4	3
233	4	5	5	4
270	2	3	3	3
656	3	3	3	3
665	3	4	5	4
672	3	3	3	3
673	3	4	4	4
698	3	4	3	4
739	3	4	3	3
745	4	5	5	5
748	3	4	3	3

Обобщая вышесказанное и анализируя существующие технологий определения сложности маршрута движения, разобьем ряд значений $K^{к}_{сл(i)}$ на пять интервалов. Порядковые номера интервалов соответствуют степени сложности маршрутов: чем меньше значение степени сложности маршрута, тем легче данный маршрут в эксплуатации. Произведем расстановку степеней сложности маршрутов для значений $K^{к}_{сл(ij)}$, приведенных в табл. 1, в соответствии со значениями диапазонов интервалов разбивки. Результат произведенной расстановки приведен в табл. 2.

По результатам табл. 2 построим диаграмму значений $K^{к}_{сл(ij)}$ с разбивкой на интервалы (рис. 2). Анализируя диаграмму на рис. 2, можно отметить явное стремление маршрутов к перераспределению по степени их сложности в зависимости от сезона эксплуатации. То есть один и тот же маршрут может иметь разное значение $K^{к}_{сл(ij)}$ в разные периоды эксплуатации. В летний период эксплуатации маршруты тяготеют к более легкой степени сложности маршрута, в осенний период маршруты стремятся к наиболее сложной степени сложности, в весенний период занимают среднее положение.

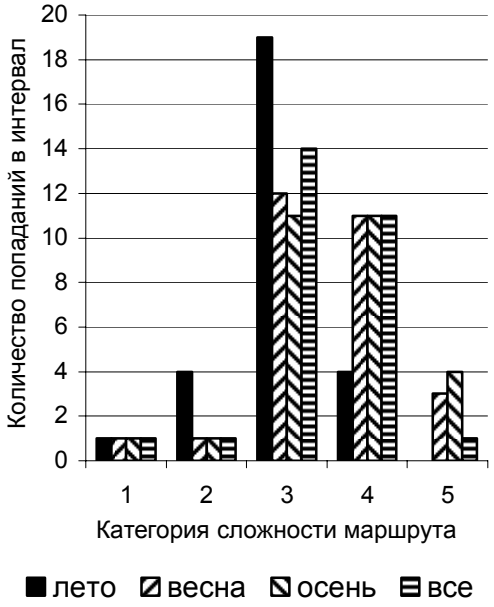

Рис. 2. Диаграмма значений $K^{к}_{сл(ij)}$ с разбивкой на интервалы сложности

Определение $K^{к}_{сл(ij)}$ для зимнего сезона эксплуатации по вышеописанной технологии не производилось. Причины этого заключаются в специфике назначения зимней надбавки на норму расхода топлива, серьезного влияния осадков и ледового состояния дорожного полотна, которые кардинально меняют $K^{к}_{сл(ij)}$ на протяжении очень короткого промежутка времени.

Заключение

Все вышеизложенное позволит принимать более взвешенные решения при выполнении управленческих задач на пассажирских автотранспортных предприятиях (ПАТП). К таким задачам можно отнести управление расходом топлива, ресурсом шин, периодичностью ТО, складским хозяйством ПАТП.

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

Статья поступила в редакцию 14 января 2005 г.