

УДК 656.072.2

Альберт Авуа Дж.<sup>1</sup>, С.В. Очеретенко<sup>2</sup><sup>1</sup>Консорциум городского развития, Аккра, Республика Гана<sup>2</sup>Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, г. Харьков

## УЧЕТ ВЛИЯНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ Пассажира ПРИ ВЫБОРЕ ИМ МАРШРУТА СЛЕДОВАНИЯ

*Рассматриваются основные факторы, которые влияют на выбор пути следования пассажира при наличии альтернативных маршрутов. Проведен анализ функциональных состояний пассажира в течение поездки на общественном транспорте. Представлен анализ влияния физиологического состояния пассажира на выбор маршрута следования при наличии альтернативных вариантов.*

**Ключевые слова:** пассажир, маршрут следования, вероятность выбора маршрута, привлекательность, время ожидания на остановочном пункте, функциональное состояние.

### Постановка проблемы

Эффективность работы городского пассажирского транспорта в значительной степени зависит от точности прогнозирования величины пассажиропотока и формирования матрицы корреспонденций. В зависимости от точности прогноза зависит эффективность предлагаемых решений направленные на совершенствование перевозочного процесса.

Необходимо также отметить, что пассажирский транспорт как отрасль городского хозяйства является потребителем значительной доли общегородских трудовых, капитальных и энергетических ресурсов, а также оказывает существенное воздействие на окружающую среду. Все это указывает на постоянную актуальность и народнохозяйственную значимость задач совершенствования методов транспортного планирования, направленных на повышение эффективности и качества функционирования транспортных систем [1].

В настоящее время у пассажиров существует множество альтернативных маршрутов следования, что приводит к трудности прогнозирования пассажиропотоков. Поэтому необходимо определить закономерности изменения вероятности выбора пассажиром пути следования в зависимости от фактического времени ожидания им транспортного средства на остановке. Для этого необходимо проанализировать все факторы, которые влияют на выбор маршрута следования.

### Анализ публикаций

Одной из первых серьезных работ была разработана Институтом благоустройства и урбанизации Парижского района [2, 3].

Метод заключается в выявлении таких групповых пассажиропотоков по одной и той же трассе, у которых при осуществлении поездки совпадают все характеристики, кроме двух каких-то обстоятельств.

Бизли М.Е. [4] в своих научных исследованиях попытался на основе вопросов об осуществленных передвижениях, как это делалось и в методе Института благоустройства и урбанизации, объективно подойти к анализу действительных предпочтений пассажиров, исходящих из субъективной оценки времени, затраченного на проезд.

Варнер предложил чисто эконометрический метод в отличие от двух предыдущих методов, которые использовали графические решения (даже если они и опирались на эконометрические данные) [5, 6].

Исследования [7] позволили установить, что при выборе маршрута следования пассажиры обращают внимание на время поездки и интервал движения на маршруте. Из этого вывода следует, что пассажир выбирает такой маршрут, у которого время поездки минимальное. Этот факт связан с тем, что в процессе движения по маршруту пассажир устает и соответственно выбирает тот маршрут следования при движении, на котором он устанет меньше.

Однако авторами не раскрыто как происходит процесс выбора определенного маршрута при наличии альтернативных маршрутов. Поэтому необходимо провести исследование, направленное на выявление как происходит изменение функционального состояния пассажира в процессе движения и как оно влияет на выбор пути следования.

Анализ исследований позволил установить, что увеличение средней дальности поездки приводит к снижению удобства обслуживания пассажиров. Увеличение транспортной усталости особенно проявляется в часы «пик». Это приводит к потерям выработки на основном производстве [8]. Кроме того, имеют место отрицательные последствия работы городского пассажирского транспорта (ГПТ) в социальном плане [9].

## Основной материал

Современные подходы к оценке функционального состояния базируются на сопоставлении отдельных показателей характеризующие ту или иную систему организма. Нередко функциональное состояние определяется как фоновая активность центральной нервной системы, в условиях которой осуществляется та или иная деятельность. Выделяют два подхода к оценки функционального состояния.

**Комплексный подход.** Появление возможности множественной регистрации психофизиологических индикаторов привело к пониманию функциональных состояний как комплекса поведенческих проявлений, сопровождающих различные аспекты человеческой деятельности и поведения. В соответствии с данным подходом под функциональным состоянием понимается интегральный комплекс наличных характеристик тех качеств и свойств организма человека, которые прямо или косвенно определяют его деятельность.

**Эргономический подход.** В основу этого подхода лежит оценка результатов трудовой и профессиональной деятельности. И именно результаты подобной деятельности рассматриваются как наиболее интегральный показатель функционального состояния. При этом снижение результативности деятельности рассматривается как признак ухудшения функционального состояния.

Согласно этой логике здесь выделяют два класса функциональных состояний:

- состояние адекватной мобилизации, когда все системы организма работают оптимально и соответствуют требованиям деятельности;
- состояние динамического рассогласования, при котором различные системы организма:
  - а) не полностью обеспечивают его деятельность;
  - б) или работают на излишне высоком уровне траты энергетических ресурсов.

Целью исследования является выявить, как функциональное состояние пассажира влияет на выбор им маршрута следования при наличии альтернативных вариантов. Для этого целесообразно использовать эргономический подход.

Оценивая степень транспортной усталости пассажира при разных условиях поездки и фиксируя выработку на производстве, возможно, оценить влияние транспортного процесса на производительность труда [10]. Когда речь идет об усталости с точки зрения сути и терминологии понятия правильнее использовать термин «утомляемость», поскольку усталость – это субъективное ощущение утомления. Утомляемость определяется изменением функционального состояния человека. А от утомле-

ния, в свою очередь, зависит трудоспособность и производительность.

Производительность работы характеризует эффективность производственной деятельности людей, которая выражается количеством продукции, которая изготавливается в единицу времени. Работоспособность – величина функциональных возможностей организма, который характеризуется количеством и качеством работы при напряжении максимальной интенсивности или деятельности. Тип работоспособности и периодичность ее изменения связаны с продолжительностью фаз функционального состояния человека.

**Утомление** – это «физиологическое состояние» организма, который сопровождает продолжительную и интенсивную работу, которая выражается во временном расстройстве функций нервных клеток коры главного мозга, распространяющееся и на другие системы организма. Утомление – это вызванное работой временное уменьшение трудоспособности.

Функциональное состояние – это комплекс наличных характеристик тех функций и качеств человека, которые прямо или косвенно обуславливают выполнение трудовой деятельности. На протяжении рабочего дня организм проходит несколько фаз функционального состояния: мобилизацию, фазу первичной реакции, гиперкомпенсацию, компенсацию, субкомпенсацию, декомпенсацию и срыв (стадия переутомления) [11].

В некоторых случаях, когда длительная работа приводит к появлению четвертой или пятой фазы, перед окончанием работы возникает специфическое состояние, получившей название конечного порыва.

На фазе конечного порыва быстро мобилизуются дополнительные резервы организма через вторую сигнальную систему. Это обеспечивает резкое повышение работоспособности.

Таким образом, оценивая функциональное состояние пассажиров, определяется мера утомления, которая позволяет оценить трудоспособность и производительность [10, 12].

В основном, вся поездка пассажира составляется с нескольких маршрутных поездок. Условия каждой маршрутной поездки и их последовательность делают значительное влияние на функциональное состояние и, соответственно, на утомляемость пассажиров.

Как отмечают авторы, независимо от того, в каком состоянии находится пассажир при достижении остановочного пункта, продолжительность ожидания транспорта приводит к изменению функционального значения к какому-то значению. Изменение функционального значения при ожидании транспорта на остановочном пункте описывают следующей функцией [13]

$$P_{ожл} = 0,33 + 0,915(P_{мп-1}(1 - 0,28\ln(t_{ожл} + 1)) + 1,12\ln(t_{ожл} + 1)) + 0,00107t_{ожл}, \quad (1)$$

где  $P_{ожл}$  - многочлен, который описывает транспортными параметрами функциональное состояние организма пассажира перед  $l$ -ой маршрутной поездкой, то есть в конце ее ожидания, балл;

$P_{мп(l-1)}$  - состояние пассажира в конце  $(l-1)$  - и поездкой, балл;

$t_{ожл}$  - время ожидания  $l$ -ой поездки, мин.

Авторами [7] предлагается применять зависимость, которая учитывает разные исходные состояния функционального состояния

$$P_{мп1} = -0,21 + 1,45(P_{ож1}(1 - 0,14(k\lambda_{мп} + 0,6)\ln t_{мп}) + k\lambda_{мп}(k\lambda_{мп} + 0,6)\ln t_{мп}), \quad (2)$$

где  $P_{мп1}$  - многочлен, который описывает транспортными параметрами функциональное состояние организма пассажира в конце поездки, балл;

$k\lambda_{мп}$  - значение коэффициента заполнения салона во время маршрутной поездки с учетом коэффициента пропорциональности;

$t_{мп}$  - время маршрутной поездки, мин.

При одних и тех же условиях маршрутной поездки функциональное состояние пассажира может, изменяться. Это объясняется тем, что исходное состояние перед поездкой может быть разным, а также в зависимости от условий поездки пассажир имеет возможность отдохнуть, и устать.

Исходя из выше изложенного установлено, что при выборе маршрута следования пассажир оценивает свое функциональное состояние и оценивает какое состояние у него будет после осуществления поездки. На основании этого он осуществляет выбор пути следования. Однако авторами не показано, как изменятся выбор пассажира при изменении его функционального состояния.

Для определения зависимости как интервал времени ожидания, а следовательно увеличение утомляемости пассажиров было проведено анкетное обследование пассажиров. Всего опрошено 1468 пассажиров. Полученные статистические данные представлены в таблице 1.

На основании статистических данных необходимо разработать вероятностную модель которая будет описывать процесс выбора маршрута следования в зависимости от времени ожидания.

Таблица 1 – Количество анкет по дням недели и времени ожидания

День недели	Время ожидания, мин							Всего
	0	1	2	3	4	5	6	
Понедельник	64	82	70	35	25	12	3	291
Вторник	68	78	83	31	24	6	5	295
Среда	72	78	70	33	26	8	7	294
Четверг	59	91	76	27	23	9	8	293
Пятница	62	101	65	38	19	5	5	295
Всего	325	430	364	164	117	40	28	1468
Вероятность	0,221	0,293	0,248	0,112	0,080	0,027	0,019	1,000
Среднее	65,0	86,0	72,8	32,8	23,4	8,0	5,6	293,6
Среднеквадратическое отклонение	5,099	9,925	6,907	4,147	2,702	2,739	1,949	-

### Выводы

В системе маршрутов городского пассажирского транспорта решение вопросов об организации пассажирских перевозок основывается на основе выбора поездок пассажиров. Установлено, что функциональное состояние пассажира существенно влияет на выбор маршрута следования и при наличии альтернативных вариантов поездок, пассажир выбирает тот маршрут или путь следования, при котором его конечное функциональное состояние будет иметь минимальное значение. Однако на выбор маршрута следования влияет и время ожидания, а в современных условиях на выбор пути или маршрута следования еще оказывает влияние и социальный фактор.

В результате проведенного обследования получено вероятностное распределение посадки пассажиров в зависимости от времени ожидания маршрута. Необходимо разработать модель которая показывала вероятность выбора маршрута пассажира в зависимости от интервала движения на маршрутах.

### Литература

1. Grava S. *Urban Transportation Systems: choices for communities* / S. Grava. – New York, McGraw-Hill, 2003. – P. 301-436.
2. Barbier M. *Choix du moyen de transport par les usagers, Chaiers de l'I.A.U.R.P.* / M. Barbier, P. Merlin // vol. special № 4/5 sur les "Transport urbains", fascicule 2, 1966. – 58p.

3. Merlin P. *Les transport parisiens* / P. Merlin – Paris, Masson et Cie, 1967. – 496 p.
4. Beesley M.E. *The value of time spent in traveling: some new evidence* / M.E. Beesley. – London, Economics, 1965, vol. 32.
5. Warner S. *Stochastic choice of mode in urban travel? A study in binary choice.* / S. Warner. – Chicago, Northwestern University Press, 1962. – 90p.
6. Quarmby D.A. *Choice of travel mode for the journey to work: some findings* / D.A. Quarmby // *Journal of transport economics and policy*, 1967. – P. 273-274.
7. Очеретенко С.В. *Определение критерия выбора маршрута пассажирами городского транспорта* / С.В. Очеретенко, В.Э. Заболотная // *Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. Сборник научных трудов. Выпуск 47. Харьков 2009, С. 131 – 134.*
8. *Определение экономической эффективности системы городского пассажирского транспорта.* – М.: Транспорт, 1977. – 64 с.
9. Арак А. *Развитие и эффективность пассажирских перевозок* / А. Арак. – Таллин: Эстимаат, 1984. – 216 с.
10. *Физиологическое нормирование в трудовой деятельности.* – Л.: Наука, 1988. – 228 с.

11. Гаврилов Е.В. *Системология на транспорті. Ергономіка* / Гаврилов Е.В., Дмитриченко М.Ф., Доля В.К. та ін. - К.: Знання України, 2008. - 256 с.
12. Гюлев Н.У. *Экспериментальное определение транспортного утомления пассажиров при поездке на работу* / Гюлев Н. У., Доля В.К. – Ден. в УкрИНТЭИ 18.06.90 г. №1136 – Ук 90 (Киев).
13. Гюлев Н.У. *О Влиянии транспортной утомляемости на выбор пути следования* / Н.У. Гюлев, Г.І. Фалецкая. // *Коммунальное хозяйство городов : Науч.-техн. сб. Вып. 88. - К.: Техника. 2009. С. 272-275.*

**Рецензент:**

**Автор:** ОЧЕРЕТНКО Сергей Валентинович  
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, к.т.н., доцент  
E-mail: ocheret@ukr.net

**Автор:** АЛЬБЕРТ АБУА Джуниор  
Консорциум городского развития, директор  
E-mail: urbanconsortium@yahoo.co.uk

**THE INFLUENCE OF THE FUNCTIONAL STATE OF THE PASSENGER WHEN CHOOSING TRIP ROUTE**

S.V. Ocheretenko, Albert Avuah Jr.

*The efficiency of public passenger transport depends on the accuracy of forecasting passenger traffic. Therefore, the problem detecting of identifying factors that influence the choice of route in the presence of alternative routes. This article deals with analyzes the factors that influence the choice of route. It is determined that the waiting time, like a travel time affects the functional state of which ultimately affect the choice of the passenger. On the basis of the conducted research it is established probabilistic characteristics of passengers choice.*

**Keywords:** passenger, trip route, the probability of choosing route, attractiveness, waiting time at the bus stop, functional state.

### **ОБЛІК ВПЛИВУ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ПАСАЖИРА ПРИ ВИБОРІ ЇМ МАРШРУТ ПРЯМВАННЯ**

Альберт Авуа Дж., С.В. Очеретенко

*Розглядаються основні фактори, які впливають на вибір шляху слідування пасажирів при наявності альтернативних маршрутів. Проведено аналіз функціональних станів пасажирів протягом поїздки на громадському транспорті. Представлений аналіз впливу фізіологічного стану пасажирів на вибір маршруту слідування за наявності альтернативних варіантів.*

**Ключові слова:** пасажир, маршрут прямування, ймовірність вибору маршруту, привабливість, час очікування на зупиночному пункті, функціональний стан.