

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ ПРИЛОЖЕНИЯ ТРУДА ДЛЯ СВОБОДНОЙ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКИ ГОРОДА

П. Ф. Горбачёв

Доктор технических наук, доцент, профессор*

Контактный тел.: (057) 707-37-20

E-mail: gorbachev_pf@mail.ru

А. В. Россолов

Ассистент*

*Кафедра «Транспортные технологии»

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ул. Петровского, 25, г. Харьков, Украина, 61002

Контактный тел.: (057) 707-37-20

E-mail: ross_a@rambler.ru

Описується підхід до визначення кількості місць прикладання праці для вільного територіального планування методом максимальної правдоподібності. Надана модель для розрахунку кількості місць прикладання праці при різних умовах зародження поїздки

Ключові слова: матриця кореспонденцій, план експерименту, екстремум

Описывается подход к определению количества мест приложения труда для свободной территориальной планировки методом максимального правдоподобия. Представлена модель для расчета количества мест приложения труда при различных условиях зарождения поездки

Ключевые слова: матрица корреспонденций, план эксперимента, экстремум

The approach to determine the labor application points for free territorial planning using the method of maximum likelihood has been described in the article. The model for calculation of the quantity of labor application points has been shown

Key words: original destination matrix, plan of experiment, extremum

1. Введение

Реализация мероприятий по повышению качества обслуживания пассажиров городским маршрутным транспортом является одним из наиболее актуальных вопросов для органов местного самоуправления. Разработка таких мероприятий должна основываться на информации о фактическом спросе населения на передвижения. Получить данную информацию с наибольшей степенью достоверности возможно путем проведения натурных обследований, которые требуют значительных финансовых и трудовых затрат при условии скоординированной работы большого количества организаций. В связи с этим получили широкое развитие так называемые «синтетические» модели определения спроса на передвижения, основанные на математических методах. Преимущество данных моделей заключается в меньшей трудоемкости получения результирующих данных в сравнении с натурными обследованиями.

2. Анализ публикаций

Большинство математических моделей, разработанных с целью определения спроса на передвижения,

направлены на описание потребностей в трудовых поездках. Повышенное внимание к данному виду передвижений объясняется тем, что им присуща относительная стабильность во времени, они имеют наибольший удельный вес во всех передвижениях населения за сутки, создавая тем самым значительную нагрузку на маршрутную сеть города.

Существует возможность систематизировать модели расчета матрицы корреспонденций исходя из подхода к описанию потребностей в передвижениях. К первой группе относятся методы, основанные на использовании отчетных статистических данных о передвижениях населения за прошедший период. К ним относятся метод единого коэффициента роста, средних коэффициентов роста, Детройтский метод и метод «Фратара» [1,2]. Данные подходы позволяют спрогнозировать спрос на передвижения с учетом характера изменения пассажирообмена между транспортными районами в будущем. Значительной трудоемкостью характеризуется сбор информации о передвижениях для выполнения прогноза, что является основным недостатком методов данной группы.

Ко второй группе относятся методы, позволяющие моделировать совокупный спрос на трудовые передвижения [3]. Значительная часть моделей данной группы основаны на предположениях об аналогии

закономерности формирования спроса на трудовые передвижения с физическими процессами. Наибольшее распространение в применении получили гравитационный и энтропийный подходы, что обусловлено относительной простотой процедуры расчета и легкостью их программного воплощения. Однако отсутствует даже элементарное обоснование предположения об аналогии формирования спроса на трудовые передвижения с физическими процессами, что ставит под сомнение достоверность полученных результатов моделирования. Принцип расчета базируется на учете одного транспортного фактора, предположительно предопределяющего формирование спроса на передвижения. Среди подходов данной группы следует отметить «метод возможностей» С. Стоффера [1,3], согласно которому процесс реализации трудовой поездки принимается как вероятностный. В основу метода положено допущение, что существует вероятность окончить поездку в незапланированном месте по причине его большей трудовой привлекательности. Несмотря на то, что данный метод является линейным, сам принцип рассмотрения поездки как вероятностного события заслуживает особого внимания.

Методы третьей группы - модели дискретного выбора позволяют описать процесс реализации поездки как функцию от комплекса параметров [3]. Однако данные модели слабо изучены и в большинстве случаев позволяют определить вариант пути следования из некоторого перечня альтернатив, являясь при этом линейными. Анализ подходов к расчету матрицы корреспонденций позволяет сделать вывод, что большинство методов являются априорными и мало обоснованными. Реализация поездки не может предопределяться лишь одним фактором, являясь функцией от ограниченного количества переменных. Различное сочетание переменных приводит к разным вариантам реализации передвижения, что позволяет сделать вывод о вероятностном характере трудовой поездки. Одним из факторов, предопределяющих потребности в трудовых передвижениях, является размещение мест приложения труда по территории города. Вопросу определения значений данного показателя посвящена данная статья.

3. Цель и постановка задачи

Объектом исследования является процесс распределения мест приложения труда по территории крупнейших городов Украины. В качестве предмета исследования рассматривается влияние параметров территориальной планировки крупнейших городов на распределение мест приложения труда. Соответственно целью работы является построение математической модели расчета количества мест приложения труда. Для достижения цели необходимо решить следующие задачи: формализовать процесс распределения мест приложения труда, провести эксперимент, построить модель количества мест приложения труда.

4. Методика решения задачи

При перемещении по территории города каждый человек встречает на своем пути некоторое количество

мест приложения труда, которые потенциально могут удовлетворять его критериям выбора рабочего места. При допущении, что плотность мест приложения труда по всей территории города является величиной постоянной. Следовательно, в таких условиях при увеличении расстояния поездки вероятность найти подходящую работу будет возрастать.

Так как в работе рассматривается категория крупнейших городов Украины, оценена принадлежность их территориальных планировок к конкретному виду. Ярко выраженной принадлежности не обнаружено. Территориальные планировки городов можно отнести к тому или иному типу лишь с некоторой долей допущения. Таким образом, значения количества мест приложения труда для крупнейших городов ограничены двумя экстремальными вариантами: круговой и прямоугольной планировками.

Количество мест приложения труда зависит не только от расстояния перемещения. Помимо этого параметра на исследуемый признак оказывает влияние место зарождения поездки и площадь населенного пункта. В случае неоднородного размещения мест приложения труда к влияющим факторам также можно отнести: количество промышленных зон на территории города, отраслевая принадлежность предприятий города, распределение торговых точек по территории населенного пункта и т.д. Таким образом, можно сделать вывод, что величина количества мест приложения труда зависит от достаточно большого перечня факторов, из которых невозможно выделить величины, оказывающие наибольшее влияние на изменение количества мест приложения труда. На основании этого можно сделать вывод, что количество мест приложения труда является случайной величиной нормально распределенной [4].

На основе этого необходимо построить модель, которая позволит определять наиболее вероятные значения количества мест приложения труда. Следует отметить, что в рамках принятого допущения об однородности размещения мест приложения труда по территории города, модель можно построить на основе лишь 3-х факторов: площади города, дальности и места зарождения поездки.

Следовательно, количество мест приложения труда можно формализовать и представить в следующем виде

$$N_i = \varphi(x_1, x_2, x_3; \vec{a}), \quad (1)$$

где \vec{a} - неизвестный вектор параметров; x_1 - площадь города, км²; x_2 - дальность поездки, км; x_3 - местоположение зарождения поездки (расстояние до центра города), км.

Таким образом, необходимо найти такие значения неизвестных параметров a_j , при котором N_i принимало бы наиболее вероятные значения. То есть при некотором количестве наблюдений величины N_i , необходимо, чтобы вектор параметров \vec{a} обращал функцию L в максимум.

$$L(x_{1i}, x_{2i}, x_{3i}; \vec{a}) = \varphi(x_{1i}, x_{2i}, x_{3i}; \vec{a}) \cdot \varphi(x_{12}, x_{22}, x_{32}; \vec{a}) \cdot \dots \cdot \varphi(x_{1i}, x_{2i}, x_{3i}; \vec{a}) \quad (2)$$

где $L(x_{1i}, x_{2i}, x_{3i}; \vec{a})$ - функция максимального правдоподобия.

Пусть возможности приложения труда являются случайной величиной нормально распределенной. Известно, что для данного распределения наибольшую вероятность функция принимает при $X = M[X]$. Так как найденные в результате эксперимента значения являются границами нормально распределенной величины N_i , то оценку выражения (2) необходимо производить относительно средних значений данной величины по каждому опыту. Следовательно, с учетом вида закона распределения наиболее вероятное значение возможностей приложения труда находится по зависимости

$$f(N_i) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot e^{-\frac{(N_i - \varphi(x_{11}, x_{21}, x_{31}; a_{11}, a_{12}, a_{13}))^2}{2\sigma^2}} \quad (3)$$

На основе (3) выражение (2) принимает вид

$$L(x_{11}, x_{21}, x_{31}; \vec{a}) = \prod_{i=1}^n \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot e^{-\frac{(\bar{N}_i - \varphi(x_{11}, x_{21}, x_{31}; a_{11}, a_{12}, a_{13}))^2}{2\sigma^2}} \quad (4)$$

где n - количество опытов в эксперименте, ед.

Для нахождения экстремума функции необходимо привести ее к линейному виду и продифференцировать по параметрам. Однако очевидно, что (4) принимает максимальное значение при максимизации выражения (5)

$$e^{-\frac{(y_1 - \varphi(x_{11}, x_{12}, x_{13}; a_{11}, a_{12}, a_{13}))^2}{2\sigma^2}} \cdot e^{-\frac{(y_2 - \varphi(x_{21}, x_{22}, x_{23}; a_{21}, a_{22}, a_{23}))^2}{2\sigma^2}} \cdot \dots \cdot e^{-\frac{(y_n - \varphi(x_{n1}, x_{n2}, x_{n3}; a_{n1}, a_{n2}, a_{n3}))^2}{2\sigma^2}} = e^{-\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^n (y_i - \varphi(x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}; a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}))^2} \quad (5)$$

Максимум величины (5) в свою очередь достигается при минимизации величины (6)

$$\frac{1}{2\sigma^2} \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \varphi(x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}; a_{i1}, a_{i2}, a_{i3})) \quad (6)$$

Значение $\frac{1}{2\sigma^2}$ является константой, которая не оказывает влияния на точность нахождения значений вектора \vec{a} , что позволяет его пренебречь при дальнейших расчетах. Для определения оценок неизвестного параметра \vec{a} произведем дифференцирование выражения (6) в результате получаем систему уравнений вида (7).

Для решения уравнения необходимо на первом этапе определить численные значения параметров x_1, x_2, x_3 и результирующего признака y . В свою очередь значения факторных и результирующих признаков должны характеризовать весь спектр возможных вариантов реализации трудовой поездки в крупнейших городах Украины. Это возможно сделать, проведя полный факторный экстремальный эксперимент.

$$\left\{ \begin{aligned} & \frac{d(y_i - \varphi(x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}; a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}))}{da_1} = \\ & = a_1 \cdot \sum_{i=1}^n x_{i1}^2 + a_2 \cdot \sum_{i=1}^n x_{i1} \cdot x_{i2} + a_3 \cdot \sum_{i=1}^n x_{i1} \cdot x_{i3} - \sum_{i=1}^n y_i \cdot x_{i1} \\ & \frac{d(y_i - \varphi(x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}; a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}))}{da_2} = \\ & = a_1 \cdot \sum_{i=1}^n x_{i1} \cdot x_{i2} + a_2 \cdot \sum_{i=1}^n x_{i2}^2 + a_3 \cdot \sum_{i=1}^n x_{i2} \cdot x_{i3} - \sum_{i=1}^n y_i \cdot x_{i2} \\ & \frac{d(y_i - \varphi(x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}; a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}))}{da_3} = \\ & = a_1 \cdot \sum_{i=1}^n x_{i1} \cdot x_{i3} + a_2 \cdot \sum_{i=1}^n x_{i2} \cdot x_{i3} + a_3 \cdot \sum_{i=1}^n x_{i3}^2 - \sum_{i=1}^n y_i \cdot x_{i3} \end{aligned} \right. \quad (7)$$

Для нахождения экстремума функции L необходимо каждое уравнение в системе (7) приравнять к нулю. В результате получаем систему линейных уравнений, которая совпадает с системой нормальных уравнений.

Предварительные расчеты возможностей приложения труда по аналитическим зависимостям [5] позволили выявить нелинейный характер изменения исследуемого явления. Известно, что использование плана типа 2^k для нелинейных моделей является не рациональным [6]. Учитывая это, в работе предложен план эксперимента типа 3^k с фиксированием не только экстремальных значений факторов, но и в «нулевой» точке. Краткая характеристика результатов эксперимента представлена в табл. 1.

Таблица 1

Результаты эксперимента					
Граница признака	Площадь города, км	Расстояние поездки, км	Дальность поездки от центра города, км	Количество мест приложения труда	
				Круговая планировка	Прямоугольная планировка
min	163	1,6	0	3,83	834,69
max	839	87,8	43,9	2,56	839

Подставив экспериментальные данные в (7) и используя метод Гаусса, получены следующие корни системы уравнений: $a_1 = 0,199$; $a_2 = 14,849$; $a_3 = -8,05$.

Так как точечным оценкам присущ один недостаток – они не позволяют оценить степень точности полученных результатов [4], необходимо прибегнуть к интервальному оцениванию. Полученные значения доверительных интервалов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Доверительные интервалы для коэффициентов функции			
Параметр	a_1	a_2	a_3
Нижняя граница	0,0688	11,8524	-12,7805
Верхняя граница	0,3292	17,8456	-3,3195

На основе результатов проведенных расчетов модель количества мест приложения труда для свободной территориальной планировки имеет вид

$$N = 0,199 \cdot F + 14,849 \cdot l_n - 8,05 \cdot l_m \quad (8)$$

где F - площадь города, км²; l_n - расстояние поездки, км; l_m - местоположение зарождения поездки (расстояние до центра города), км.

5. Выводы

Получена модель, позволяющая определить наиболее вероятные значения количества мест приложения труда на основе доверительных интервалов коэффициентов модели. При расчете количества мест приложения труда необходимо брать во внимание неоднородность размещения предприятий по территории города.

Литература

1. Заблоцкий Г.А. Методы расчета потоков пассажиров и транспорта в городах. / Науч. ред. А.К. Старинкевич. М.: ЦНТИ по гражд. строит. и архит., 1968. – 92 с.
2. Ефремов В.С., Кобозев В.М., Юдин В.А. Теория городских пассажирских перевозок: Учеб. пособие для вузов – М.: Высшая школа, 1980. – 535 с.
3. Ortuzar J. de D., Willumsen L.G. Modelling transport. Third edition. John Wiley & Sons Ltd. 2006, – 499 p.
4. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 480 с.
5. Горбачёв П.Ф., Россолов А.В. Определение возможностей приложения труда в крупнейших городах // Вестник ХНАДУ Сборник научных трудов, Вып.41, 2008. – С.113 – 119.
6. Налимов В.В., Чернова Н.А. - Статистические методы планирования экстремальных экспериментов – М.: Наука, 1965. – 340 с.

Розглянуто аспекти проблеми забезпечення безпеки гамма-томографічної апаратури, яка розробляється, з точки зору вимог регулювання рівня безпеки медичних виробів і методології аналізу ризику. Визначено джерела ризику й методи його аналізу

Ключові слова: гамма-томограф, безпека, аналіз ризику, нечітко-множинні описи

Рассмотрены аспекты проблемы обеспечения безопасности разрабатываемой гамма-томографической аппаратуры с точки зрения требований регулирования уровня безопасности медицинских изделий и методологии анализа риска. Определены источники риска и методы его анализа

Ключевые слова: гамма-томограф, безопасность, анализ риска, нечетко-множественные описания

The article considers the problems of safety of the developed gamma tomography apparatuses from the viewpoint of the requirements of the safety level control of medical devices and the risk analysis methodology. The sources of risk and methods of analysis of risk were defined

Key words: gamma tomograph, safety, risk analysis, fuzzy-set descriptions

УДК 615.47:616-073

АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОСТИ ГАММА- ТОМОГРАФИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ

В. А. Бигвава

Заместитель директора по НИР*

Г. Л. Логунова

Старший научный сотрудник

Научно-исследовательская лаборатория
специализированных технологий**Научно-исследовательский и проектно-конструкторский
институт «Искра»ул. Звейнека, 145 с, г. Луганск, Украина, 91033
Контактный тел.: (0642) 71-75-92, 050-568-34-35

1. Введение

Развитие прогрессивных методов радионуклидной диагностики сдерживают отсутствие необходимой оснащённости гамма-томографической аппаратуры и высокая стоимость продукции ведущих производителей. Чувствительность и разрешающая способность методов радиоизотопных исследований

зависят как от характеристик применяемых радиофармацевтических препаратов, так и от средств регистрации гамма-излучения. Уровень лучевой нагрузки на организм пациента зависит от активности используемого радиофармпрепарата, и, таким образом, от величины чувствительности аппаратуры, которая определяет эффективность регистрации гамма-излучения.