

Библиографические ссылки

1. *Левуцкая Л. Н.* Моделирование и анализ пространственной структуры графических изображений на основе дискретно-планиметрической модели гиперрастра : дис. ... канд. техн. наук. – Ижевск, 2006. – 169 с.

2. *Bessaid A., Bechar H., Fella M. K.* Image analysis and pattern recognition as tools in map interpretation. *Electronic Journal "Technical Acoustics"*. – URL: <http://www.ejta.org>, 2003, 15.

3. *Гонсалес Р., Вудс Р.* Цифровая обработка изображений. – М. : Техносфера, 2005. – 1072 с.

4. *Архитов И. О.* Особенности применения производных для определения ширины размытых малоразмерных структурных элементов графического изображения // Информационные технологии. Проблемы и решения : материалы междунар. науч.-практ. конф. – Т. 2 / редкол.: Ф. У. Еникеев [и др.]. – Уфа : Восточная печать, 2015. – С. 247–252.

5. *Архитов И. О.* Моделирование и анализ линейных малоразмерных структурных элементов графических изображений на основе использования пространственно-

хроматических параметров // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2014. – № 2(62). – С. 149–152.

6. *Архитов И. О.* Повышение точности оценки пространственно-хроматических параметров малоразмерных структурных элементов графического изображения // Приволжский научный вестник. – 2014. – № 7(35). – С. 18–21.

7. *Архитов И. О.* Анализ размытия графического изображения для оценивания пространственно-хроматических параметров // Приволжский научный вестник. – 2014. – № 7(35). – С. 14–17.

8. *Canny J.* A Computational Approach to Edge Detection // *IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. – 1986. – Vol. PAMI-8, No. 6. – Pp. 679–698.

9. *Архитов И. О., Мурынов А. И., Юферев Д. А.* Построение контуров структурных элементов графического изображения на основе метода наименьших квадратов // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2015. – № 4(68). – С. 60–64.

10. *Левуцкая Л. Н.* Точечные операторы формирования растровых представлений пространственной структуры изображений и эффекты дискретизации // Вестник ИжГТУ. – 2006. – № 1 – С. 10–17.

Получено 06.05.2016

УДК 652.172

Н. В. Корепанова, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

ИЕРАРХИЧЕСКИЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ДОРОГАХ

Нормальное функционирование крупных городов и мегаполисов определяется множеством факторов, один из которых – состояние транспортной инфраструктуры. Одной из важных задач здесь является непрерывный мониторинг и своевременное решение возникающих проблем, которые могут быть, например, связаны со снижением скорости автомобилей при пересечении перегруженных транспортных узлов или

с растущей интенсивностью движения автотранспорта.

Интенсивность движения автотранспорта зависит от сложного взаимодействия целой группы факторов [1, 2, 3]. При решении задачи оценки группы факторов (табл. 1) был использован метод анализа иерархий (МАИ), который позволил оценить и определить значимость этих факторов в определении интенсивности движения [4, 5].

Таблица 1. Факторы, оказывающие влияние на интенсивность движения автотранспорта [6]

Интенсивность движения автотранспорта			
Психофизиологические характеристики водителя (ПХВ)	Дорожные условия (ДУ)	Архитектурное планирование (АП)	Погодно-климатические условия (ПКУ)
Следование за лидером, адаптация зрения, время реакции и др.	Вид и состояние дорожного покрытия. Наличие наземных пешеходных переходов. Геометрические параметры улиц: • количество полос • наличие дорожной разметки • ограничение скоростного режима • наличие пробок и др.	Схема планировки УДС. Соотношение общественного и индивидуального транспорта. Класс городской улицы, ширина и характер. Численность населения города и др.	Время суток. Погода (туман, снег, дождь, яркое солнце) и др.

Сравнивались три элемента одной сети, а именно магистральные улицы г. Ижевска: A – Удмуртская улица, B – М. Горького, C – Гагарина. Благодаря оценке факторов, влияющих на интенсивность движения автотранспорта на этих улицах, можно сделать предположение об интенсивности движения всей УДС заданного района. Для оценки факторов была составлена матрица парных сравнений весов и количественных характеристик [7] каждой из улиц по отношению к общему для них свойству – интенсивности движения (табл. 2). Сравнение весов, согласно МАИ, можно представить следующим образом: пусть $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ – множество из n элементов и $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ – соответственно, их веса, где элемент, например, элемент a_{11} , в матрице будет представлять соотношение $\frac{w_1}{w_1}$, а элемент a_{21} – соотношение $\frac{w_2}{w_1}$ и т. д.

Таблица 2. Матрица парных сравнений факторов

Оценка факторов	ПХД	АП	ДУ	ПКУ	w^*	$w^*_{\text{норм}}$
ПХВ	1	1/3	1/5	1/7	0,31	0,06
АП	3	1	1/3	1/5	0,67	0,12
ДУ	5	3	1	1/3	1,5	0,27
ПКУ	7	5	3	1	3,2	0,67
Сумма элементов по столбцам	16	9,33	4,53	1,68	5,68	

Коэффициенты приоритетности факторов были определены лицом, принимающим решение (ЛПР), с использованием шкалы, представленной в табл. 3. Для целей экспертного оценивания примем 9-балльную шкалу, предложенную автором метода анализа иерархий Томасом Саати [8]. Для полученной матрицы парных сравнений было найдено значение вектора приоритетов (ненормированный вектор w^*) и выполнено нормирование вектора w^* .

Таблица 3. Оценка представленных альтернатив по каждому фактору

ПХВ	А	Б	В	Вектор приоритетов				АП	А	Б	В	Вектор приоритетов			
А	1	2	3	0,54				А	1	3	4	0,61			
Б	1/2	1	2	0,3				Б	1/3	1	3	0,27			
В	1/3	1/2	1	0,16				В	1/4	1/3	1	0,12			
				ИС = 0; ОС = 0; $\lambda_{\text{max}} = 3,0$								ИС = 0,04; ОС = 0,04; $\lambda_{\text{max}} = 3,07$			
ДУ	А	Б	В	Вектор приоритетов				ПКУ	А	Б	В	Вектор приоритетов			
А	1	4	2	0,58				А	1	2	3	0,54			
Б	1/4	1	2	0,23				Б	1/2	1	2	0,3			
В	1/2	1/2	1	0,2				В	1/4	1/2	1	0,16			
				ИС = 0,11; ОС = 0,1; $\lambda_{\text{max}} = 3,21$								ИС = 0; ОС = 0; $\lambda_{\text{max}} = 3,0$			

Таблица 4. Количественная характеристика альтернатив [9, 10]

	Ширина проезжей части, м	Количество полос движения	Аварийность, (за 1 квартал 2015), количество ДТП	Количество маршрутов общественного транспорта, шт.		Длина улицы, км	Количество примечательных зданий и сооружений
				Автобусы	Троллейбусы (трамвай)		
Улица «А»	20	4+4	4	12	6	6	9
Улица «Б»	6	3+3(2)	5	14	2	3	27
Улица «В»	12	2+2 (1+1)	9	9	4	4,5	17

Далее, пользуясь алгоритмом, описанным выше, найдем максимальное собственное значение рассматриваемой матрицы:

$$\lambda_{\text{max}}^* = 0,06 \cdot 16 + 0,12 \cdot 9,33 + 0,26 \cdot 4,53 + 0,56 \cdot 1,68 = 4,12. \quad (1)$$

Проверяем условие $\lambda_{\text{max}}^* \geq n$. Условие выполняется, так как $4,12 > 4$, где 4 – порядок матрицы. Далее вычисляем индекс согласованности по формуле

$$\text{ИС} = \frac{\lambda_{\text{max}}^* - n}{n - 1} = \frac{4,12 - 4}{4 - 1} = 0,04 < 0,2. \quad (2)$$

Таким образом, условие согласованности выполняется:

$$\text{ОС} = \frac{\text{ИС}}{\text{СИ}}; \frac{0,04}{1,03} = 0,04. \quad (3)$$

Полученное значение ОС меньше 0,1 (или 10 %), значит, приоритеты в матрице расставлены верно, и указанные факторы будут наиболее значимыми в определении интенсивности движения на урбанизированных дорогах.

Для выбора альтернативы, обладающей наибольшей интенсивностью, было проведено попарное сравнение улиц с вычислением векторов приоритетов, оценки согласованности, индекса согласованности и отношения согласованности (табл. 3). Коэффициенты приоритетности по каждой альтернативе были установлены ЛПР, на основе описания каждой из улиц (табл. 3).

Для выбора альтернативы были найдены значения глобальных приоритетов, и полученный наибольший результат определил выбор одной из представленных альтернатив (табл. 4). Табл. 5 представляет собой вычисленные значения обобщенных или глобальных приоритетов.

Таблица 5. Определение глобальных приоритетов по каждой альтернативе

	1 (0,06)	2 (0,12)	3 (0,27)	4 (0,67)	Обобщенные или глобальные приоритеты
А	0,54	0,61	0,58	0,54	0,57
Б	0,30	0,27	0,23	0,3	0,28
В	0,16	0,12	0,2	0,16	0,17

Таким образом, с помощью МАИ была проведена оценка факторов, влияющих на интенсивность движения на урбанизированных дорогах.

Полученные данные вычислений показывают, что наибольшим приоритетом интенсивности движения с точки зрения архитектурного планирования, дорожных условий и т. д. обладает улица А, затем В и С.

В заключение следует отметить, что результаты экспертного оценивания не стоит абсолютизировать и воспринимать их как непреложную истину. Экспертное оценивание – всего лишь один из способов рассмотрения и решения проблем, который в экологических исследованиях уместно применять наряду с другими методами исследования, отдавая предпочтение результатам, которые построены на основе достаточно точных прогнозных моделей изменения окружающей среды. Предложенный метод позволяет оценивать реалии современного транспортного комплекса и прогнозировать оптимальный маршрут для городских служб.

Получено 28.04.2016

Библиографические ссылки

1. Василенко В. А. Психологические особенности водителя как фактор безопасности дорожного движения // Молодой ученый. – 2013. – № 2. – С. 309–312.
2. Дягелев М. Ю. Влияние эксплуатации улично-дорожной сети в зимний период на окружающую среду // Экологія і природокористування в системі оптимізації відносин природи і суспільства : матеріали III міжнар. наук.-практ. конф. 24–25 березн. 2016р. Ч. 1. Тернопіль : Крок, 2016. – С. 72–74.
3. Кероглу Л. А. Исследование пропускной способности автомобильных дорог. – М. : Автотрансиздат, 1963. – 151 с.
4. Пыталова О. А. Анализ и систематизация факторов, влияющих на параметры городских транспортных потоков // Транспорт Урала. – 2009. – Вып. 4(23). – С. 19–21.
5. Дягелев М. Ю. Совершенствование системы управления содержанием улично-дорожной сети урбанизированных территорий в зимний период : дис. ... канд. техн. наук. – ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – Ижевск, 2013.
6. Исаков В. Г., Дягелев М. Ю. Применение метода анализа иерархий в оценке пропускной способности проезжей части городских дорог в зимнее время // Вестник ИжГТУ. – 2011. – № 2. – С. 170–172.
7. Саати Т. Принятие решений: метод анализа иерархий. – М. : Радио и связь, 1993. – 278 с.
8. Там же.
9. Исаков В. Г., Дягелев М. Ю. Указ. соч.
10. Саати Т. Указ. соч.