

Рассмотрена модель эволюции системы «водитель – транспортное средство – транспортная сеть – среда» в разомкнутом состоянии. Определены продолжительности интервалов приобретения и удаления из структуры системы различных компонентов и время детерминированного состояния. Библиогр.: 8 назв.

Ключевые слова: эволюция, разомкнутое состояние, детерминированное состояние.

UDK 656.135.073

Model of evolution system «DVNE» in the opened condition/ Lynnyk I. E.// Bulletin of NTU “KhPI”. Subject issue: New desicions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”. – 2012. - №44(950). P. 36 – 41.

The model of evolution system «the driver – e vehicle– a transport network – environment» in the opened condition. Durations intervals of acquisition and removal from structure of system various components and time of the determined condition. . Bibliogr.: 8

Keywords: the evolution, the opened condition, the determined condition.

Надійшла до редакції 30.07.2012

УДК 656.13:625.7

Л. С. АБРАМОВА, канд. техн. наук, доц., ХНАДУ, Харьков;

Г. Г. ПТИЦА, ассис, ХНАДУ, Харьков

МЕТОД КЛАССИФИКАЦИИ ЧАСТНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ АВАРИЙНОСТИ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ КАТЕГОРИЙ

Предложен метод классификации частных коэффициентов аварийности для оценки уровня безопасности дорожного движения. Обосновано применение методов многомерного статистического анализа при объединении частных коэффициентов аварийности по однородности признаков. Получены устойчивые классы частных коэффициентов аварийности по техническим категориям дорог для оценки влияния условий движения на уровень безопасности дорожного движения. Из.: 3. Библиогр.: 12 назв.

Ключевые слова: итоговый коэффициент аварийности, частные коэффициенты аварийности, кластерный анализ, технические категории автомобильных дорог

Введение

Режим и безопасность движения автомобилей в значительной степени зависят от совокупности параметров, которые осуществляют позитивное или негативное влияние на дорожное движение. Для оценки условий движения, проф. В.Ф. Бабковым был предложен метод построения графиков итоговых коэффициентов аварийности [1]. Этот метод нашел широкое практическое применение для оценки влияния условий движения (УД) на безопасность дорожного движения (БДД), определения наиболее опасных участков и сравнения вариантов схем организации дорожного движения.

Значение частных коэффициентов аварийности K_1-K_{18} , входящих в определение итогового коэффициента аварийности, зависят от различных параметров условий движения и выбираются в Украине по М218-03450778-652:2008 [2]. Автор метода «итогового коэффициента аварийности», профессор В.Ф. Бабков, ранее указывал, что было бы ошибочным считать разработку метода завершенной. Установленный перечень частных коэффициентов аварийности не

© Л.С. АБРАМОВА, Г.Г. ПТИЦА, 2012

является исчерпывающим, а их значения окончательными. Дорожные организации, которые проводят учет и анализ ДТП, могут устанавливать дополнительные коэффициенты, которые учитывают местные условия движения. Все это обуславливает достоинства и, в то же время, ограничения в применении данного метода, а именно:

- количество и разнообразие параметров условий движения требуют больших временных и физических затрат на их определение;
- каждая дорожная организация, каждый инженер могут свободно трактовать различные условия движения по своему при определении значения частных коэффициентов аварийности, поскольку в методике В.Ф. Бабкова даются лишь некоторые промежуточные значения диапазона изменения параметров дорожных условий.

Выявленные особенности применения существующего метода позволили сформулировать цель данного исследования, которая состоит в формировании групп частных коэффициентов аварийности по однородным признакам, что влияет на определение итогового коэффициента аварийности.

Подобные цели в своих исследованиях ставили как ученые ближнего и дальнего зарубежья [3,4], так и отечественные ученые [5]. В работе [3] авторы определили значения частных коэффициентов аварийности для современных транспортно-эксплуатационных качеств дорожной сети и состояния транспортных потоков, при этом количество частных коэффициентов аварийности не изменяли. В работе [4] авторы провели упорядочивание параметров инфраструктуры дороги двумя методами многомерного статистического анализа для расчета «Коэффициента инфраструктуры», который является аналогом итогового коэффициента аварийности в нашей стране. В работе [5] обоснована возможность объединения параметров условий движения методами кластерного анализа для определения итогового коэффициента аварийности, но результаты работы [5] были получены в основном на основании метода экспертных оценок, что есть выражением субъективных взглядов на исследуемые параметры отдельно взятых людей.

Таким образом проблема усовершенствования определения итогового коэффициента аварийности, как основного показателя безопасности дорожного движения, актуальна.

Постановка задачи исследования

Каждый из частных показателей оценки безопасности движения на автомобильных дорогах связан с определенными параметрами транспортных потоков и транспортной сети (интенсивность, ширина обочин и проезжей части, продольный профиль дороги, радиус кривых в плане). Их можно рассматривать как отдельные элементы, обладающие своими классификационными признаками, его определяющими, т.е. можно сформировать отдельные группы показателей безопасности.

Для подобной процедуры применяют методы многомерного статистического анализа: кластерный и дискриминантный анализ [6].

В области дорожного движения применение кластерного анализа известны работы Кочерги В.Г. с целью построения классификации различных типов

распределения скоростей при оценке и прогнозировании параметров дорожного движения [7], Корчагина В.А. и Кадасева Д.А. для классификации регулируемых перекрестков [8], Гюлева Н.У. для исследований влияния транспортного затора на состояние водителей [9].

Для классификации исследуемых параметров, частных коэффициентов аварийности (X_1, X_2, \dots, X_n), каждый из которых описывается набором классификационных признаков $X_i = \{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im}\}$, $i=1, n$, необходимо провести разбиение на отдельные классы с учетом всех группировочных признаков одновременно [10]. При этом, на начальном этапе не указываются четкие границы класса и не известно, сколько же классов целесообразно выделить в исследуемой совокупности. Следовательно, необходимо выявить образование одинаковых по классификационным признакам классов частных коэффициентов аварийности.

Основная часть

Для проведения кластеризации методами многомерного статистического кластерного анализа, необходимо определить признаки частных коэффициентов аварийности. Выбор признаков в кластерном анализе является одним из наиболее важных этапов в исследовательском процессе, но, к сожалению, одним из наименее разработанных. Основная проблема состоит в том, чтобы найти такую совокупность признаков, которая наилучшим образом отобразит сходство. В идеальном случае, признаки должны выбираться в соответствии с ясно сформулированной теорией, которая лежит в основе классификации.

В качестве целевой функции кластеризации выбрана степень влияния частных коэффициентов аварийности на уровень безопасности дорожного движения. Тогда набором классификационных признаков частных коэффициентов аварийности будет: минимальная степень влияния на уровень БДД (x_1), максимальная степень влияния на БДД (x_2), арифметическое среднее диапазона изменения частного коэффициента аварийности (x_3).

Для проведения процедуры кластеризации частных коэффициентов аварийности введены следующие условные обозначения:

X_1, X_2, \dots, X_n – совокупность частных коэффициентов аварийности.

$X_i = \{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im}\}$ – i -й частный коэффициент аварийности с его классификационными признаками ($i=1, \overline{n}$);

m – количество классификационных признаков частных коэффициентов аварийности;

n – количество частных коэффициентов аварийности, принимающих участие в классификации;

D – матрица расстояний между элементами совокупности.

Перед проведением кластеризации была выявлена необходимость в выявлении классификации частных коэффициентов аварийности с учетом особенностей значений параметров УД для различных технических категорий автомобильных дорог. При оценке параметров условий движения на автомобильных дорогах согласно ДБН – В.2.3-4:2007 «Сооружения транспорта. Автомобильные дороги» [11] по методике проф. В.Ф. Бабкова был произведен

выбор частных коэффициентов аварийности, влияющих на итоговый коэффициент аварийности для каждой категории дорог в отдельности (табл. 1).

Таблица 1- Значения исходных данных проведения кластеризации частных коэффициентов аварийности по категориям дорог для Ia категории дороги

Показатель совокупности	Обозначение по методике Бабкова В.Ф.	Условное обозначение	Классификационный признак		
			x ₁	x ₂	x ₃
1	2	3	4	5	6
интенсивность на четырёхполосной дороге и более	K ₁	X4	1	3,4	2,2
ширина проезжей части при укрепленных обочинах	K ₂	X5	0,5	0,5	0,5
продольный уклон	K ₄	X9	1	1,25	1,125
радиус кривых в плане	K ₅	X10	1	1,25	1,125
видимость в плане	K ₆	X11	1	2	1,5
ширина проезжей части мостов в отношении к ширине проезжей части	K ₇	X13	1	6	3,5
длина прямых участков	K ₈	X14	1	2	1,5
тип пересечения	K ₉	X15	0,35	0,35	0,35
количество основных полос на проезжей части для прямых направлений движения	K ₁₂	X18	0,65	0,65	0,65
коэффициент сцепления	K ₁₆	X22	0,75	2,5	1,625
ширина разделительной полосы	K ₁₇	X23	0,4	1	0,7
расстояние от кромки проезжей части до обрыва с ограждением	K ₁₈	X25	1	2,2	1,6

Аналогичным образом были сформированы исходные данные кластеризации частных коэффициентов аварийности для автомобильных дорог всех технических категорий.

Перед началом кластеризации все признаки были подвергнуты процедуре нормирования (табл. 2):

$$c_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sigma_{x_{ij}}} \quad (1)$$

где c_{ij} - значение признака кластеризации после нормировки;

x_{ij} - значение j -го признака кластеризации i -го частного коэффициента аварийности;

\bar{x}_j - среднее значение j -го признака кластеризации по всем частным коэффициентам аварийности;

$\sigma_{x_{ij}}$ - среднеквадратическое отклонение значение j -го признака кластеризации i -го частного коэффициента аварийности.

Таблица 2- Результаты нормировки значений исходных данных для Ia категории дороги

Условное обозначение	Классификационный признак		
	x_1	x_2	x_3
1	2	3	4
X4	0,74636518	0,939688012	0,963965602
X5	-1,15924804	-0,907834181	-0,997620261
X9	0,74636518	-0,430026717	-0,276448988
X10	0,74636518	-0,430026717	-0,276448988
X11	0,74636518	0,0477807464	0,156253776
X13	0,74636518	2,59608722	2,46400185
X14	0,74636518	0,0477807464	0,156253776
X15	-1,73093201	-1,00339567	-1,17070137
X18	-0,587564077	-0,812272688	-0,824539156
X22	-0,206441433	0,366319055	0,30048803
X23	-1,54037069	-0,589295872	-0,766845454
X25	0,74636518	0,17519607	0,27164118

Исходные данные кластеризации частных коэффициентов аварийности для различных категорий дорог нормировались аналогично.

Полученные в результате нормировки переменные имеют нулевое среднее значение и единичную дисперсию, что уменьшает различие между классами по тем классификационным признакам, по которым наилучшим образом обнаруживались групповые различия.

Сходство или различие между классифицируемыми показателями устанавливается на основании метрической меры сходства, которая определяется расстояниями между ними. Проблема измерения близости частных коэффициентов аварийности возникает при любых трактовках кластеров и различных методах классификации. Если каждый объект описывается x_m признаками, то он может быть описан точкой в m -мерном пространстве, и сходство с другими объектами будет представлено как соответствующее расстояние (рис. 1).

Расстоянием (метрикой) между частными коэффициентами аварийности в пространстве называется такая величина d_{ab} , которая удовлетворяет аксиомам:

- 1) $d_{ab} > 0$, $d_{ab} = 0$;
- 2) $d_{ab} = d_{ba}$, симметрия;
- 3) $d_{ab} + d_{bc} \geq d_{ac}$, неравенство треугольника.

Выбор меры расстояния для признаков классификации – очень важный этап классификации частных коэффициентов аварийности, так как от этого выбора зависит состав и количество получаемых классов, а так же степень сходства

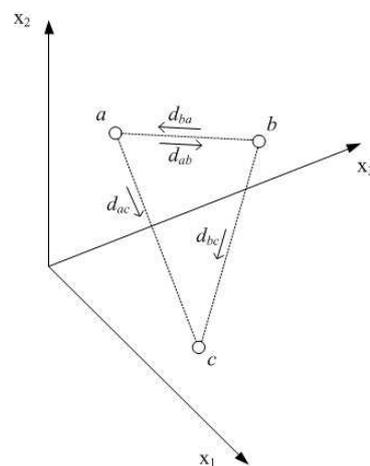


Рис. 1. Расстояния между частными коэффициентами аварийности в пространстве

внутри кластеров. В качестве меры сходства выбрано евклидово расстояние, как мера точного отображения геометрического положения частных коэффициентов аварийности.

После выбора меры сходства был произведен анализ возможности применения методов кластеризации и последовательность действий для классификации частных коэффициентов аварийности. Все методы кластерного анализа можно разбить на два основных типа:

- иерархический. Последовательное объединение меньших кластеров в большие или разделение больших на меньшие;

- не иерархический. Итеративный метод k-средних эталонного типа.

Эти методы позволяют решать следующие задачи:

- проведение многомерной классификации частных коэффициентов аварийности с учетом их классификационных признаков;

- проверку предположения о наличии структуры в изучаемой совокупности коэффициентов аварийности, т.е. поиск существующей структуры.

Методы иерархического кластерного анализа различаются не только используемыми мерами сходства, но и алгоритмами классификации. Наибольшее распространение получили: метод одиночной связи, полной связи, метод попарного среднего (взвешенного, не взвешенного), метод Варда. Для анализа возможности применения методов иерархического агломеративного кластерного анализа были проанализированы четыре наиболее распространенных в теории классификации метода. Для проведения кластеризации иерархическими агломеративными методами совокупности частных коэффициентов аварийности применимы все четыре метода. Но использование различных алгоритмов объединения приводит к различным классовым структурам и сильно влияет на качество проведения кластеризации. В результате анализа был выбран метод Варда, поскольку элементы совокупности (частные коэффициенты аварийности) по признакам классификации являются близко расположенными объектами, а данный метод позволяет формировать отдельные друг от друга шаровидные кластеры, которые снижают вероятность появления спорных объектов. Так же метод Варда приводит к получению однородных кластеров близко расположенных объектов (частных коэффициентов аварийности) с наименьшим внутриклассовым среднеквадратическим отклонением (рис.2).

Так же были построены дендограммы кластеризации частных коэффициентов аварийности по автомобильным дорогам различных технических категорий.

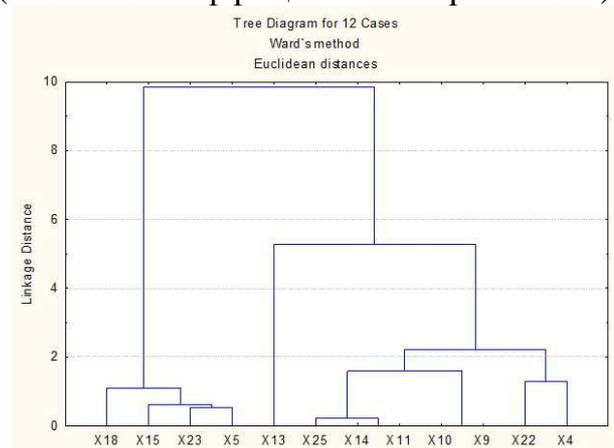


Рис. 2. Дендограмма классификации частных коэффициентов аварийности по категориям дорог для Ia категории дороги методом Варда

Для анализа корректности иерархической классификации был применен метод k -средних, который относится к итеративным методам эталонного типа. Сущность этого метода заключается в том, что процесс классификации начинается с задания некоторых начальных условий (количество образуемых кластеров, порог завершения процесса классификации и т.д.).

Существует две модификации метода k -средних.

1) первая предполагает пересчет центра тяжести кластера после каждого изменения его состава;

2) вторая предполагает пересчет центра тяжести кластера лишь после того, как будет завершен просмотр всех данных.

В обоих случаях итеративный алгоритм этого метода минимизирует дисперсию внутри каждого кластера. Для дальнейших исследований выбрана первая его модификация, на основании которой получаем меньшее значение среднеквадратического внутриклассового отклонения и большую плотность точек X_i в кластере.

Оценку проведения кластеризации производили с помощью определения функционалов качества. Наилучшим по выбранному функционалу следует считать такое разбиение, при котором достигается экстремум (min или max) значения целевой функции. В большинстве случаев алгоритмы кластеризации и критерии качества связаны между собой, т.е. определенный алгоритм обеспечивает получение экстремума значения соответствующего функционала качества. Известные функционалы качества были проанализированы для применения при оценке качества классификации частных коэффициентов аварийности [12].

1. Сумма квадратов расстояний до центров кластеров.

$$F_1 = \sum_{k=1}^p \sum_{i \in S_k} d^2(x_i, \bar{x}_k) \quad , \quad (2)$$

где k - номер кластера ($k=1, 2, \dots, p$);

\bar{x}_k - центр l -го кластера;

x_i - вектор значений переменных для i -го элемента совокупности (K_i), входящего в l -й кластер;

$d(x_i, \bar{x}_k)$ - расстояние между i -м элементом совокупности (K_i) и центром l -го кластера.

При применении этого критерия необходимо получить такое разбиение совокупности элементов (K_i) на k -кластеров, при котором значение F_1 стремится к минимуму.

2. Сумма внутри кластерных расстояний между элементами совокупности (K_i).

$$F_2 = \sum_{k=1}^p \sum_{j \in S_k} d_{ij}^2 \quad . \quad (3)$$

В этом случае наилучшим принимается такое разбиение, при котором достигается минимальное значение F_2 , т.е. получены кластеры большей плотности.

3. Суммарная внутри кластерная дисперсия.

$$F_3 = \sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^r \sigma_{ij}^2 \quad (4)$$

где σ_{ij}^2 - дисперсия j -й переменной в k -м кластере.

В этом случае необходимо стремиться к минимизации суммы внутриклассовых дисперсий.

Также можно применять для оценки качества разбиения некоторые простейшие примеры:

- сравнение средних значений признаков в отдельных кластерах со средними значениями в целом по всей совокупности. Если отличие групповых средних от общего среднего существенное, то это может являться признаком хорошего разбиения.

- по типу образования кластеров. Если среди полученных кластеров основная масса кластеров типа сгущение или «сильных» классов, то лучше качество разбиение.

Таким образом кластеризация проведена по алгоритму, приведенному на рис.3.

Полученные значения частных коэффициентов аварийности по категориям дорог были классифицированы методами кластерного анализа (рис.2).

Кластеризацию проводили с помощью программного продукта, для обработки статистических данных методами статистического анализа, STATISTICA-7. Для анализа корректности результатов кластеризации иерархическими методами был применен итеративный метод k -средних эталонного типа. Так как результаты кластеризации методом Варда не дает точного определения количества

кластеров, то кластеризация частных коэффициентов аварийности по категориям дорог методом k -средних был проведен для различного возможного количества кластеров. Возможное количество кластеров определялось на основании дендограммы, полученной методом Варда (диапазоны изменения количества кластеров от 2 до 6). Рассматривать меньшее или большее возможное количества кластеров нет необходимости, поскольку при рассмотрении большего или меньшего количества кластеров происходит потеря наглядности классификации. По результатам проведенной кластеризации рассчитаны критерии качества разбиения для различного количества кластеров (табл. 3). В качестве критериев

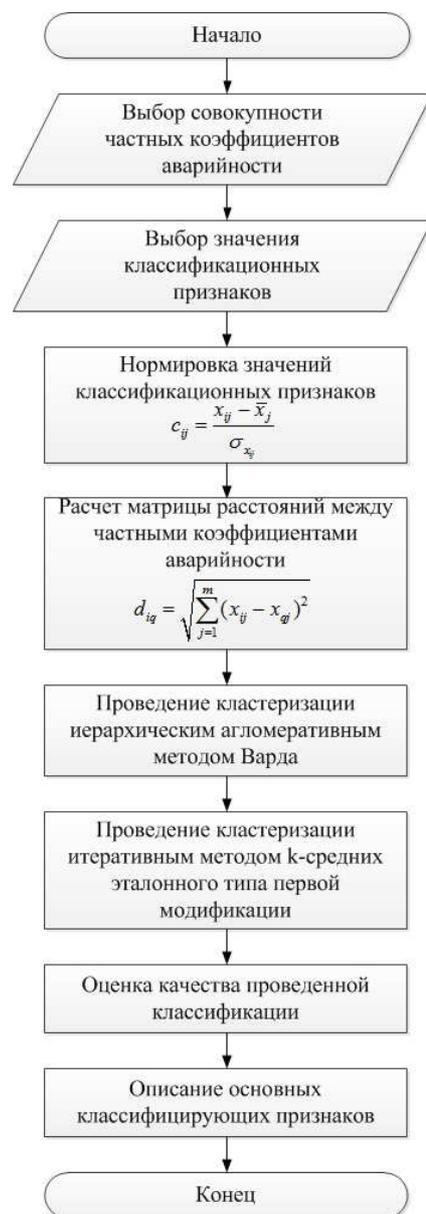


Рис. 3. Алгоритм кластеризации частных коэффициентов аварийности

качества разбиения на кластеры были проанализированы:

- внутригрупповая дисперсия;
- межгрупповая дисперсия;
- F-статистика;
- расстояния между средними по кластерам;
- сумма расстояний от элементов кластера до его центра.

Соотношение внутригрупповой и межгрупповой дисперсии показывают качество разбиения. Если разница между этими дисперсиями существенная, то разбиение на кластеры качественное. По полученным результатам видно, что только разбиение на два кластера для всех категорий дорог не удовлетворяет критерию качества внутригрупповой и межгрупповой дисперсии.

F-статистика, основываясь на дисперсионном анализе, дает возможность определять признаки не влияющие на результат разбиения. При этом следует стремиться к получению наибольших значений F и наименьших значений p. При $p > 0,05$ признак не принимает участия в разбиении, а следовательно результаты кластеризации при таких значениях p следует считать не корректными. Значения $p > 0,05$ наблюдаются при разбиении на два кластера.

Сумма расстояний от элементов кластера до его центра является одним из основных критериев качества разбиения. Значение данного критерия должно стремиться к минимуму. Полученные результаты показывают, что при росте количества кластеров сумма расстояний от элементов кластера до его центра уменьшается, а следовательно полностью опираться на данный критерий невозможно, поскольку минимизация суммы расстояний от элементов кластера до его центра приведет к разрушению кластерной структуры.

Таблица 3- Результаты расчетов критериев качества разбиения на кластеры частных коэффициентов аварийности по категориям дорог для Ia категории дороги

к- клас те ров	Приз нак	Внутри групповая дисперсия	Межгруп повая дисперсия	F-статистика		расстояния между средними значениями признаков по кластерам	сумма расстояний от элементов кластера до его центра
				F	p		
2	x1	1,556947	9,443053	60,65110	0,000015	1,511327567	5,72504836
	x2	6,884512	4,115488	5,97789	0,034554		
	x3	5,699228	5,300772	9,30086	0,012257		
3	x1	1,540735	9,459265	27,62752	0,000144	1,962024311	3,2973546
	x2	1,443291	9,556709	29,79663	0,000107		
	x3	1,155011	9,844989	38,35673	0,000039		
4	x1	0,947613	10,05239	28,28831	0,000131	1,689317733	2,85555894
	x2	1,442953	9,55705	17,66201	0,000689		
	x3	1,137259	9,86274	23,12635	0,000269		
5	x1	0,895736	10,10426	19,74071	0,000649	1,456414547	2,139987
	x2	0,649252	10,35075	27,89951	0,000214		

	x3	0,540780	10,45922	33,84673	0,000114		
6	x1	0,798900	10,20110	15,32273	0,002312	1,422103816	1,8689551
	x2	0,605960	10,39404	20,58362	0,001030		
	x3	0,485305	10,51470	25,99940	0,000536		

Расчет функционалов качества кластеризации для автомобильных дорог различной технической категории проводились аналогично.

В результате анализа основным показателем качества разбиения было выбрано расстояние между средними по кластерам. Наилучшим разбиением считается совокупность кластеров у которых расстояния между средними значениями признаков по кластерам наибольшее, т.е. геометрическое положение центров кластеров в пространстве максимально.

Полученные результаты наилучшего разбиения имеют вид:

- для категории дороги Ia – 3 кластера;
- для категории дороги Ib – 5 кластера;
- для категории дороги II – 3 кластера;
- для категории дороги III – 4 кластера;
- для категории дороги IV – 4 кластера;
- для категории дороги V – 4 кластера;

Состав кластеров, согласно критериям качества, по категориям дорог приведен в таблицах 4 – 9.

Таблица 4- Результаты кластеризации методом k-средних по категориям дорог для Ia категории дороги

Кластер	Содержание кластера
1	ширина проезжей части мостов в отношении к ширине проезжей части
2	интенсивность движения на четырёхполосной дороге и более продольный уклон радиус кривых в плане видимость в плане длина прямых участков коэффициент сцепления расстояние от кромки проезжей части до обрыва с ограждением
3	ширина проезжей части при укрепленных обочинах тип пересечения количество основных полос на проезжей части для прямых направлений движения ширина разделительной полосы

Таблица 5- Результаты кластеризации методом k-средних по категориям дорог для Iб категории дороги

Кластер	Содержание кластера
1	пересечение в одном уровне при интенсивности движения по главной дороге
2	расстояние проезжей части от застройки
3	ширина проезжей части мостов в отношении к ширине проезжей части тип пересечения видимость пересечения в одном уровне с второстепенной дороги
4	интенсивность движения на четырехполосной дороге и более продольный уклон радиус кривых в плане видимость в плане длина прямых участков длина населенного пункта длина участков на подходе к населенному пункту коэффициент сцепления расстояние от кромки проезжей части до обрыва с ограждением
5	ширина проезжей части при укрепленных обочинах количество основных полос на проезжей части для прямых направлений движения ширина разделительной полосы

Таблица 6- Результаты кластеризации методом k-средних по категориям дорог для II категории дороги

Кластер	Содержание кластера
1	интенсивность движения на двухполосной дороге интенсивность движения на трехполосной дороге интенсивность движения на трехполосной дороге при разметке осевой ширина проезжей части при укрепленных обочинах ширина обочины на двухполосной дороге ширина обочины на трехполосной дороге продольный уклон радиус кривых в плане видимость в плане длина прямых участков тип пересечения количество основных полос на проезжей части для прямых направлений движения длина населенного пункта длина участков на подходе к населенному пункту коэффициент сцепления расстояние от кромки проезжей части до обрыва с ограждением

Продолжение таблицы 6

2	пересечение в одном уровне при интенсивности движения по главной дороге
3	ширина проезжей части мостов в отношении к ширине проезжей части видимость пересечения в одном уровне с второстепенной дороги расстояние проезжей части от застройки

Таблица 7 - Результаты кластеризации методом k-средних по категориям дорог для III категории дороги

Кластер	Содержание кластера
1	ширина проезжей части мостов в отношении к ширине проезжей части тип пересечения видимость пересечения в одном уровне с второстепенной дороги
2	интенсивность движения на двухполосной дороге интенсивность движения на трехполосной дороге ширина проезжей части при укрепленных обочинах ширина обочины на двухполосной дороге ширина обочины на трехполосной дороге продольный уклон радиус кривых в плане видимость в плане длина прямых участков количество основных полос на проезжей части для прямых направлений движения длина населенного пункта длина участков на подходе к населенному пункту коэффициент сцепления расстояние от кромки проезжей части до обрыва с ограждением
3	пересечение в одном уровне при интенсивности движения по главной дороге
4	длина участков на подходе к населенному пункту

Таблица 8 - Результаты кластеризации методом k-средних по категориям дорог для IV категории дороги

Кластер	Содержание кластера
1	расстояние проезжей части от застройки
2	ширина проезжей части мостов в отношении к ширине проезжей части тип пересечения видимость пересечения в одном уровне с второстепенной дороги расстояние от кромки проезжей части до обрыва без ограждения

3	<p>интенсивность движения на двухполосной дороге ширина проезжей части при укрепленных обочинах ширина обочины на двухполосной дороге продольный уклон радиус кривых в плане видимость в плане длина прямых участков количество основных полос на проезжей части для прямых направлений движения длина населенного пункта коэффициент сцепления расстояние от кромки проезжей части до обрыва с ограждением</p>
4	<p>пересечение в одном уровне при интенсивности движения по главной дороге длина участков на подходе к населенному пункту</p>

Таблица 9 - Результаты кластеризации методом k-средних по категориям
дорог для V категории дороги

Кластер	Содержание кластера
1	расстояние проезжей части от застройки
2	<p>ширина проезжей части мостов в отношении к ширине проезжей части тип пересечения видимость пересечения в одном уровне с второстепенной дороги расстояние от кромки проезжей части до обрыва без ограждения</p>
3	<p>интенсивность движения на двухполосной дороге ширина проезжей части при укрепленных обочинах ширина обочины на двухполосной дороге продольный уклон радиус кривых в плане видимость в плане длина прямых участков количество основных полос на проезжей части для прямых направлений движения длина населенного пункта коэффициент сцепления расстояние от кромки проезжей части до обрыва с ограждением</p>
4	<p>пересечение в одном уровне при интенсивности движения по главной дороге длина участков на подходе к населенному пункту</p>

Выводы

В результате анализа методов оценки уровня БДД на автомобильных дорогах был выявлен метод разработанный проф. В.Ф. Бабковым, который получил

наибольшее применение на практике. При этом были определены преимущества и недостатки данного метода, которые состоят в том, что при определенных значениях частных коэффициентов аварийности исследователь самостоятельно выбирает как их количество так и значения на интуитивном уровне. В связи с этим, в статье проведены исследования по классификации частных коэффициентов аварийности по признаку однородности и описаны методы проведения классификации.

В качестве метода исследования был выбран кластерный анализ, который позволяет корректно сгруппировать известные частные коэффициенты аварийности в отдельные классы по признаку однородности. Решена проблема выбора совокупности признаков, которые наилучшим образом отображают сходство частных коэффициентов аварийности. Кластерный анализ проведен методом Варда, который позволил сформировать отдельные шаровидные близко расположенные кластеры с наименьшим значением внутриклассового среднеквадратического отклонения.

Анализ корректности иерархической классификации был проведен с помощью метода k-средних с оценкой функционалов качества разбиения на кластеры.

В статье приведены результаты определения наилучшего разбиения частных коэффициентов аварийности на кластеры для различных технических категорий автомобильных дорог: для категории дороги Ia – 3 кластера; для категории дороги Ib – 5 кластера; для категории дороги II – 3 кластера; для категории дороги III – 4 кластера; для категории дороги IV – 4 кластера; для категории дороги V – 4 кластера.

Полученные результаты имеют значение для дальнейших исследований по усовершенствованию методики определения итогового коэффициента аварийности.

Список литературы: 1. Бабков, В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения: Учебник для вузов. [Текст]/ В. Ф. Бабков. – М.: Транспорт, 1993 г. – 271 с. 2. М 218-03450778-652:2008. МЕТОДИКА оцінки рівнів безпеки руху на автомобільних дорогах України 3. Чванов, В. В. Нормирование итогового коэффициента аварийности. [Текст]/ В. В. Чванов, И. Ф. Живописцев.// «Дороги и мосты». Сборник ст. / ФГУП РосдорНИИ. – М.: 2009, вып. № 3. – с. 12–16. 4. Haneen Farah, Abishai Polus, Moshe A. Cohen. Multivariate analyses for infrastructure-based crash-prediction models for rural highways //R&TR. – 2007. – Vol. 16. – № 4. ARRB Group Ltd. – p. 26–41. 5. Абрамова, Л. С. Птиця Г. Г. Дослідження показників безпеки руху на дорогах [Текст]/ Л. С. Абрамова, Г. Г. Птиця.// Вісник ДІАТ: науковий журнал, №1 / ПП «Рекламо-виробнича фірма «Молнія». – Донецьк, 2009, с.20-26. 6. Мандель, И. Д. Кластерный анализ. [Текст]/ И. Д. Мандель.— М.: Финансы и статистика. 1988.—176 с: ил. 7. Кочерга, В. Г. Оценка и прогнозирование параметров дорожного движения в интеллектуальных транспортных системах [Текст] / В. Г. Кочерга, В. В. Зырянов. — Ростов н/Д: Рост. гос. строит, ун-т, 2001. — 130 с. 8. Кадасев, Д. А. Повышение системной безопасности транспортных потоков оптимизацией светофорного регулирования их движения. [Текст]/ автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Кадасев Д. А.. Липецк - 2008. 9. Гюлев, Н. У. Кластерный анализ исследования влияния транспортного затора на состояние водителей. [Текст]/ Н.У. Гюлев.// Информационные управляющие системы. Сборник статей. 3/9 (51) - 2011. 59-61 с. 10. Ким, Дж.-О., Мьюллер, Ч. У., Клекка, У. Р. и др.; под ред. И. С. Енюкова. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ [Текст]: пер. с англ. — М.: Финансы и статистика,

1989.— 215 с: ил. **11.**ДБН В.2.3-4:2007. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Чинні від 2008-03-01. **12.** Жамбю, М. Иерархический кластер-анализ и соответствия [Текст] / М. Жамбю. — М.: Финансы и статистика, 1988. - 344 с.

УДК 656.13:625.7

Метод класифікації приватних коефіцієнтів аварійності для автомобільних доріг різних технічних категорій/ Абрамова Л. С., Птиця Г. Г. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія «Нові рішення в сучасних технологіях». – Харків: НТУ «ХПІ». – 2012. - № 44(950). С.41 – 55.

Запропоновано метод класифікації приватних коефіцієнтів аварійності для оцінки рівня безпеки дорожнього руху. Обґрунтовано вживання методів багатовимірного статистичного аналізу при об'єднанні приватних коефіцієнтів аварійності по однорідності ознак. Отримані стійкі класи приватних коефіцієнтів аварійності по технічних категоріях доріг для оцінки впливу умов руху на рівень безпеки дорожнього руху. Из.: 3. Бібліогр.: 12 назв.

Ключові слова: підсумковий коефіцієнт аварійності, приватні коефіцієнти аварійності, кластерний аналіз, технічні категорії автомобільних доріг

UDK 656.13:625.7

Method of classification of private factors of breakdown rate for highways of various technical categories / Abramova L., Ptitsa G. // Bulletin of NTU “KhPI”. Subject issue: New decisions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”. – 2012. - №44(950). P. 41 – 55.

The method of classification of private factors of breakdown rate for an assessment of level of safety of traffic is offered. Application of methods of the multidimensional statistical analysis at association of private factors of breakdown rate on uniformity of signs is proved. Steady classes of private factors of breakdown rate on technical categories of roads for an assessment of influence of traffic conditions on level of safety of traffic are received. . Im.: 3: Bibliogr.: 12

Keywords: total factor of breakdown rate, private factors of breakdown rate, klasterny analysis, technical categories of highways

Надійшла до редакції 20.08.2012

УДК 656.072

Є. В. ЛЮБИЙ, асис., ХНАДУ, Харків;

С. В. СВІЧИНСЬКИЙ, асис., ХНАДУ, Харків

ОСНОВИ ТЕОРІЇ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ І СИСТЕМ: МОДЕЛЮВАННЯ МАРШРУТНИХ СИСТЕМ ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ МІСТ

У статті описаний процес та представлені результати моделювання маршрутних систем пасажирського транспорту міст Куп'янськ і Балаклія Харківської області, міста Свердловськ Луганської області, міста Кривий Ріг Дніпропетровської області, а також міст Суми, Харків та Київ в програмному середовищі PTV VISION VISUM. Іл. 1. Бібліогр.: 10 назв.

Ключові слова: міський пасажирський транспорт, моделювання, маршрутна система, VISUM.

Вступ

При розв'язанні задач у галузі організації пасажирських перевезень і дорожнього руху в містах значну роль відіграє наявність моделі транспортної системи, оскільки вона дає можливість оцінити певні зміни, що рекомендуються до впровадження, без їх застосування на реальному об'єкті.

© С.В. ЛЮБИЙ, С.В. СВІЧИНСЬКИЙ, 2012