

определенном состоянии речевого тракта при произнесении звуков речи [6].

Процедура дихотомического деления может быть одноразовой для любого временного участка речевого сигнала, содержащего фрагменты двух соседних звуков. На основе анализа поведения кривых 1, 2, 3 спектров обеспечивается определение направления сканирования для уточнения положения зоны стабилизации отдельного звука. Метод дихотомического деления обеспечивает однозначное разбиение и возможность синхронизации анализа речевого фрагмента, что важно для аппаратной реализации процесса распознавания в реальном масштабе времени.

Таким образом, в данной работе с целью выявления информативных различительных признаков используется процедура дихотомического деления, позволяющая сделать предварительные выводы о составе звуков анализируемого фрагмента на основе анализа спектральных характеристик. Применение процедуры более точного спектрального анализа обеспечивает выделение временных границ зоны стабилизации и ее спектральных характеристик, необходимых для формирования различительных признаков звуков. В результате проведения дихотомического деления фрагмента речи и выделения зон стабилизации осуществляется выделение и определение

порядка следования языковых объектов в речевой цепочке.

Дальнейшие исследования направлены на классификацию языковых объектов, выделяемых на исследуемом речевом фрагменте, и отнесение их к конкретным фонемам.

Библиографические ссылки

1. Mochenov S. V., Sharonov M. A. Technology of structural and parametric synthesis of sense-forming components in the Russian language system // Journal of International Scientific Publications: Language, Individual & Society. – 2011. – Vol. 5. – Part 1. – P. 351–358.
2. Николенко Л. А. Формирование признаков для дикторнезависимого распознавания фонем русского языка // Материалы Всерос. науч.-метод. конф. 9–10 октября 2008 г. «Повышение качества высшего профессионального образования». – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – С. 323–325.
3. Гоноровский И. С. Радиотехнические цепи и сигналы : учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Радио и связь, 1986. – 512 с.
4. Фролов А. В., Фролов Г. В. Синтез и распознавание речи. Современные решения. 2003 г. – URL: <http://www.frolov-lib.ru/books/hi/index.html>
5. Огородникова А. Н. Выбор интервалов анализа сигнала при распознавании речи // Вестник Томского государственного университета. – 2003. – № 280. – С. 295–304.
6. Жеребило Т. В. Словарь лингвистических терминов. – Изд. 5-е, испр. и доп. – Назрань : Пилигрим, 2010.

S. V. Mochenov, PhD in Engineering, Kalashnikov Izhevsk State University

M. A. Sharonov, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State University

R. R. Akhmetgaleyev, Master's degree student, Kalashnikov Izhevsk State University

D. V. Bortnik, Master's degree student, Kalashnikov Izhevsk State University

Applying the Fast Fourier Transformation (FFT) for Selecting Linguistic Objects of a Speech Signal

We consider the issues of dividing the speech fragment into separate segments aiming to isolate the most informative parts, associated with a particular sound and the corresponding phoneme. During the process of dichotomous division of the speech fragment and the identification of stabilization zones by means of spectral analysis, we carry out the selection of linguistic objects and determine their order in the speech chain.

Keywords: speech segment, linguistic object, distinctive features of sounds, spectral analysis, process of dichotomous division, sound stabilization zone, phoneme.

Получено 02.06.2014

УДК 656.13

Д. В. Капский, кандидат технических наук, доцент, Белорусский национальный технический университет, Минск

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ В ДОРОЖНОМ ДВИЖЕНИИ

Разработана методика определения экологических потерь в дорожном движении при взаимодействии потоков на перекрестке. Методика позволяет учитывать весь спектр негативного воздействия, который оказывает автотранспорт на окружающую среду и участников движения. Для автоматизации расчетов разработаны компьютерные программы определения экологических потерь на регулируемых перекрестках и искусственных неровностях.

Ключевые слова: экологические издержки, экологические потери, эффективность.

Экологические потери – это стоимость превышающих минимальные значения выбросов вредных веществ в атмосферу, загрязнения воды и почвы, воздействия шума, вибрации и электромагнитных излучений [1]. Суммарные эко-

логические потери на перекрестке $P_{\text{экл}}$ есть сумма потерь от выбросов в атмосферу P_m и потерь от транспортного шума P_L (при этом последние из-за резкого снижения скорости движения в некоторых случаях могут иметь знак «минус»):

$$P_{\text{экл}} = P_m + P_L, \text{ долл/год.} \quad (1)$$

В качестве базовой принята методика расчета экологических потерь, разработанная в соавторстве с канд. техн. наук Ю. А. Врубелем и канд. техн. наук Е. Н. Котом [1]. В эту методику внесены изменения, которые значимо повышают точность расчета издержек в среднем в 1,3 раза.

Протяженность перекрестка S_i , когда режим движения данного транспортного потока отличается от режима движения на перегоне, складывается из трех составляющих (рис. 1):

– пути, пройденного транспортным средством за время торможения от начальной скорости движения (на предыдущем перегоне) v_0 до скорости движения перед первой стоп-линией v'_0 . Заметим, что очень часто $v'_0 = 0$;

– расстояния от первой стоп-линии на входе до последней (возможно, условной) стоп-линии на выходе;

– пути, пройденного транспортным средством за время разгона от скорости на последней стоп-линии v'_k до конечной скорости v_k , т.е. до скорости на последующем перегоне.

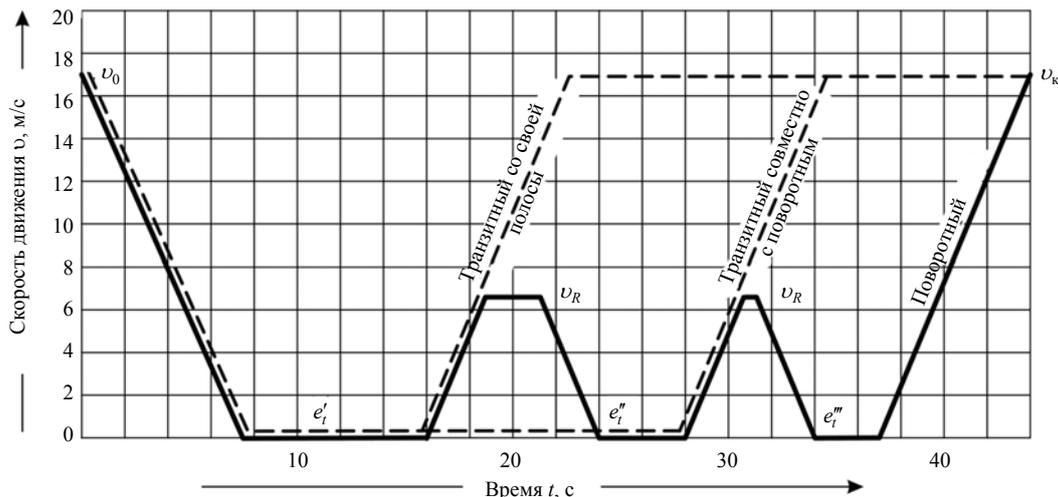


Рис. 1. Обобщенная $t-v$ -диаграмма распределения скорости движения на регулируемом перекрестке: v_0 и v_k – начальная и конечная скорости; v_R – скорость движения поворотных потоков; e'_1 – удельная задержка на 1-й стоп-линии; e''_2 и e'''_3 – удельная задержка на условных 2-й и 3-й стоп-линиях

Расчеты потерь от выбросов вредных веществ в атмосферу производятся по стоимости ущерба народному хозяйству от произведенного объема выбросов M_0 и стоимости ущерба здоровью людей от приведенного к потребителю объема выбросов M_i для каждого расчетного суммарного потока (главного 1 и второстепенного 2). Сопоставляется величина потерь от выбросов вредных веществ в атмосферу (по отношению к принятому нормативу $V = 60$ км/ч, $I_v = 0$, $K_{FG} = 1$, $t = 4$ года) в исследуемых и эталонных условиях. В качестве эталонных, в зависимости от поставленной задачи, принимаются условия, достижимые на том или ином уровне. Скажем, на уровне управления дорожным движением при организации координированного регулирования достижима равномерная ($K_{FG} = 1$) скорость движения 60 км/ч, а изменения планировки или озеленения достижимо лишь на градостроительном уровне. В методике выбор эталонных условий определяется уровнем организации дорожного движения.

Рассчитываются нормативные потери отдельно для исследуемых P_{mi} и отдельно для эталонных $P_{mэ}$ условий. Разность между ними и будет искомым величиной потерь от выбросов $P_{m\Sigma}$ для данной улицы:

$$P_{m\Sigma} = P_{mi} - P_{mэ}, \text{ долл/год,} \quad (2)$$

где P_{mi} – годовые нормативные потери в исследуемых условиях, долл/год; $P_{mэ}$ – годовые нормативные потери в эталонных условиях, долл/год.

Годовые потери P_m на перекрестке определяются как сумма потерь от обоих суммарных потоков:

$$P_m = P_{m1} + P_{m2}, \text{ долл/год,} \quad (3)$$

где P_{m1} – годовые потери на главной улице, долл/год; P_{m2} – годовые потери на второстепенной улице, долл/год.

Годовые нормативные потери от выбросов для каждого расчетного суммарного транспортного потока определяются по измененной формуле

$$P_{m(i,э)} = \left[M_0 K_{TF} C_{m0} + \sum_{i=1}^N N_i C_{mi} \right] \Phi_{ip} S K_c, \text{ долл/год,} \quad (4)$$

где K_{TF} – поправочный коэффициент годового фонда времени; C_{m0} – стоимость экологических потерь от выброса 1 кг приведенных (по CO) вредных веществ, долл/кг. По состоянию на 2014 г.: $C_{m0} = 0,1$ долл/кг – город; $C_{m0} = 0,04$ долл/кг – загород; N_i – удельное (на 1 км) число потребителей данной категории, чел/км ($i = 1-3$; 1 – водители и пассажиры, 2 – пешеходы; 3 – жители (посетители) близлежащих (до 50 м) зданий);

C_{mi} – стоимость экологических потерь от воздействия на человека выбросов такой концентрации, которая эквивалентна удельному приведенному (к данному потребителю) объему выбросов M_i , долл/чел.ч:

$$C_{mi} = 0,02 C_B \sqrt{M_i - 7}, \text{ долл/чел.ч}, \quad (5)$$

где C_B – удельная (на 1 человека) часовая стоимость ВВП, производимого в нормальных экологических условиях: $C_B = C_{et} = 1,2$ долл/чел.ч; M_i – удельный приведенный к данному потребителю объем выбросов, кг/км.ч; $\Phi_{гр}$ – годовой фонд времени, ч/год; S – расчетная протяженность исследуемого участка, км; K_c – социальный коэффициент экологических потерь ($K_c = 1,5$).

M_0 – удельный объем произведенных выбросов, кг/км.ч:

$$M_0 = Q^* m [K_{пн} (K_{mv} K_{FG} - 1) + H_t K_{mv} K_{FG}], \text{ кг/км.ч}, \quad (6)$$

где Q^* – расчетная интенсивность движения, авт/ч [2, с. 109]:

$$Q^* = Q_{\Sigma} [1 - \Delta_{эл} (1 + K_{пнэл} - K_{пн})], \quad (7)$$

где Q_{Σ} – интенсивность движения расчетного суммарного транспортного потока, авт/ч; $\Delta_{эл}$ – доля электротранспорта в потоке; $K_{пнэл}$ – динамический коэффициент приведения электротранспорта. Как правило, $K_{пнэл} \approx 2$ (троллейбусы); m – удельное базовое (минимальное) значение приведенных (по СО) выбросов легкового автомобиля, кг/км. При отсутствии иных данных можно принимать $m = 0,02$ кг/авт.км; K_{mv} – коэффициент изменения выбросов от скорости (рис. 2); K_{FG} – коэффициент изменения расхода топлива от неравномерности скорости; H_t – коэффициент возраста транспортных средств:

$$H_t = 0,06 (\bar{t} - 4) \geq 0, \quad (8)$$

где \bar{t} – средний возраст транспортных средств в потоке, лет. В общем случае, можно принимать: $\bar{t} \approx 12$ лет.

При определении удельного приведенного к данному потребителю объема выбросов вредных веществ рассматриваются три категории потребителей:

1) *водители и пассажиры*: $M_1 = M_0 K_{z1}$, где K_{z1} – коэффициент защиты водителей и пассажиров. Принято $K_{z1} = 1$;

2) *пешеходы*: $M_2 = M_0 K_{z2}$, где K_{z2} – коэффициент защиты пешеходов:

$$K_{z2} = e^{-0,04 (r_2 + 5 i_2)}, \quad (9)$$

где r_2 – расстояние от траектории движения ближайшего ряда транспортных средств до середины тротуара, м; i_2 – число рядов деревьев или кустарников, эффективно защищающих пешеходов от экологического воздействия;

3) *жители и посетители*: $M_3 = M_0 K_{z3}$, где K_{z3} – коэффициент защиты жителей и посетителей:

$$K_{z3} = e^{-0,04 (r_3 + 5 i_3 + 10)}, \quad (10)$$

где r_3 – расстояние (по диагонали) от траектории движения ближайшего ряда транспортных средств до средних по высоте окон застройки, м; i_3 – число рядов деревьев (а для одноэтажной застройки – и кустарников), эффективно защищающих жителей и посетителей от экологического воздействия. При наличии естественных или искусственных защитных сооружений или, если улица хорошо проветривается, условное число рядов i_3 можно несколько увеличить.

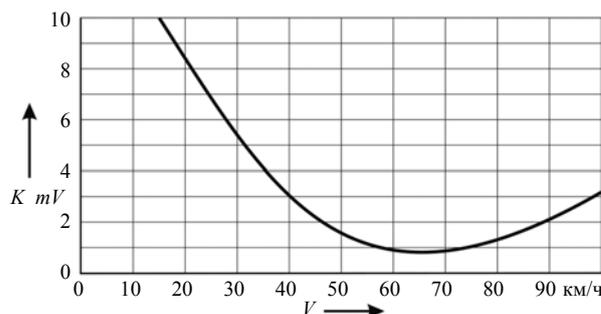


Рис. 2. Зависимость удельных приведенных (по СО) выбросов легковых автомобилей от средней скорости движения транспортного потока [3, с. 108, рис. 2.3]

Удельное число потребителей рассчитывается:

– для водителей и пассажиров:

$$N_1 = \frac{(38 \Delta O + 2) Q_{\Sigma}}{\bar{V}}, \text{ чел/км}, \quad (11)$$

где ΔO – доля маршрутного пассажирского транспорта в потоке; \bar{V} – средняя скорость движения, км/ч;

– для пешеходов [2, с. 111]:

$$N_2 = \frac{Q_{p\Sigma}}{V_p}, \text{ чел/км}, \quad (12)$$

где $Q_{p\Sigma}$ – суммарная (включая движение по тротуарам и переходам) интенсивность движения пешеходов, чел/ч; V_p – скорость движения пешеходов, км/ч. Принято $V_p = 4$ км/ч;

– для жителей и посетителей прилегающих зданий. Для детальных расчетов число N_3 должно быть приведено в исходных данных. При этом оно может отличаться для расчетов потерь от выбросов и потерь от шума. Для стандартных расчетов в зависимости от типа и назначения застройки можно принимать:

– для детских учреждений и учебных заведений

$$N_3 \approx 3 N_{ок}, \text{ чел/км}, \quad (13)$$

– для остальных зданий

$$N_3 \approx 0,85 N_{ок}, \text{ чел/км}, \quad (14)$$

где $N_{ок}$ – число окон прилегающих (до 50 м) зданий, выходящих на исследуемую улицу, окон/км.

Расчет потерь от шума проводится по стоимости ущерба здоровью людей от каждого расчетного

суммарного транспортного потока. Годовые нормативные (по отношению к принятому нормативу $L \approx \approx 35$ дБА) потери определяются для каждого суммарного потока:

$$P_{L(n,\varepsilon)} = \sum_{i=1}^N (K_{Li} N_i) \Phi_i \lambda S C_B K_c, \text{ долл/год}, \quad (15)$$

где P_{Li} – годовые нормативные потери в исследуемых условиях, долл/год; P_{L3} – годовые нормативные потери в эталонных условиях, долл/год; K_{Li} – коэффициент удельных потерь национального дохода (ВВП) от повышенного уровня шума для каждой категории потребителей [2, с. 114–115]:

$$K_{Li} = 1,8 \cdot 10^{-7} L_i^{3,39} - 0,0312, \quad (16)$$

где L_i – приведенный к потребителю уровень шума, дБ·А; $L_1 = L_0 + \sum d_1$ – водители; $L_2 = L_0 + \sum d_2$ – пешеходы; $L_3 = L_0 + \sum d_3$ – жители, где L_0 – уровень произведенного шума, дБ·А, определяется по измененной формуле

$$L_0 = 4,3 + 10 \lg \left[\frac{Q_\Sigma}{\lambda} \bar{V}^2 (14 K_{\text{ин}} - 13) \right] + \sum d_0, \text{ дБ·А}, \quad (17)$$

где Q_Σ – интенсивность движения расчетного суммарного транспортного потока, авт/ч; λ – доля времени зеленого сигнала в цикле для данного расчетного суммарного транспортного потока; \bar{V} – средняя скорость движения расчетного суммарного потока, км/ч; $K_{\text{ин}}$ – динамический коэффициент приведения расчетного суммарного потока; $\sum d_0$ – сумма поправок при расчете производимого шума, дБ·А. При расчете эталонного уровня шума рассматриваются поправки $\sum d_{0\text{э}}$, характеризующие эталонные условия движения. При расчете исследуемого уровня шума рассматриваются поправки $\sum d_{0\text{и}}$, характеризующие исследуемые условия движения.

N_i – число потребителей экологического воздействия.

В методике рассматриваются следующие поправки: d_α – поправка на продольный уклон (см. табл.); d_n – поправка на отношение ширины улицы B_y к высоте застройки H (см. табл.); $d_{\text{пч}}$ – поправка, учитывающая тип покрытия проезжей части (см. табл.); d_{FG} – поправка, учитывающая градиент скорости:

$$d_{FG} = 20 \lg K_{FG}, \text{ дБ·А}, \quad (18)$$

d_t – поправка, учитывающая средний возраст транспортных средств:

$$d_t = 0,12 (\bar{t} - 4) \geq 0, \text{ дБ·А}, \quad (19)$$

d_z – поправка на озеленение (см. табл.); $d_{\text{эк}}$ – поправка на экранирование (см. табл.); d_r – поправка на расстояние. Определяется по формуле

$$d_r = -14 \lg \frac{r}{7,5} \leq 0, \text{ дБ·А}, \quad (20)$$

где r – среднее расстояние от проезжей части до потребителя, м.

$\sum d_i$ – сумма поправок при расчете приведенного к потребителю уровня шума;

$\sum d_1$ – сумма поправок, относящихся только к водителям и пассажирам: $\sum d_1 = -12$, дБ·А.

$\sum d_2$ – сумма поправок, относящихся только к пешеходам: $\sum d_2 = d_{r2} + d_{z2}$, дБ·А;

$\sum d_3$ – сумма поправок, относящихся только к жителям и посетителям прилегающих зданий: $\sum d_3 = d_{r3} + d_{z3} + d_{\text{эк}}$, дБ·А.

В практических задачах перед проведением расчетов определяют исследуемые и эталонные условия. Рассчитывают нормативные потери отдельно для исследуемых условий P_{Li} и отдельно для эталонных условий P_{L3} . Разность между ними и будет искомой величиной потерь от транспортного шума $P_{L\Sigma}$ для данного суммарного потока [2, с. 117]:

$$P_{L\Sigma} = P_{Li} - P_{L3}, \text{ долл/год}. \quad (21)$$

Значения поправочных коэффициентов d_x при расчете уровней шума

d_α	Продольный уклон								
	$\alpha, \%$	1	2	3	4	5	6	7	8
d_α		0,5	0,8	1,2	1,5	2,0	2,3	2,7	3,0
d_n	Отношение ширины улицы B_y к высоте застройки H (с двух сторон)								
	B_y/H	1	1,5	2	3	4	5	6	8
d_n		4	2,5	1,5	0	-1	-1,4	-1,7	-2,0
d_z	Озеленение (посадка деревьев)								
	Тип	Однорядное		Двухрядное		Трехрядное			
d_z		-5		-8		-10			
$d_{\text{пч}}$	Покрытие проезжей части								
	Тип	Цементобетон		Брусчатка		Булыжник			
	Скорость	20	1	1	2				
		60	2	3	5				
		90	3	5	10				
$d_{\text{эк}}$	Экраны								
	Тип	Окна обычные при открытой форточке			Окна специальные		Экраны		
$d_{\text{эк}}$		-10 ... -12			-20 ... -28		-6 ... -24		

Поскольку в расчетах в качестве эталонной принимается разрешенная законодательством скорость (90, 60 или 20 км/ч), то вполне возможно, что из-за существенного снижения исследуемой скорости уровень шума в некоторых случаях может оказаться ниже эталонного, а потери от шума будут иметь знак «минус».

Годовые потери P_L на перекрестке определяются по измененной формуле как сумма потерь от обоих суммарных потоков:

$$P_L = P_{L1} + P_{L2}, \text{ долл/год}, \quad (22)$$

где P_{L1} и P_{L2} – годовые потери, соответственно, от главного и второстепенного суммарных потоков, долл/год.

Таким образом, усовершенствована методика расчета экологических потерь на регулируемых перекрестках, отличающаяся способом формирования расчетного суммарного транспортного потока, учетом произведенных выбросов вредных веществ в нерегулируемом режиме работы перекрестка при расчете потерь от выбросов в атмосферу, учетом «сжатия» потоков при проезде перекрестка и времени нахождения каждого потока на перекрестке при расчете потерь от транспортного шума, позволяющая повысить точность расчета издержек в среднем в 1,3 раза. Методика адаптирована к расчету экологических потерь на искусственных не-

ровностях. Разработаны компьютерные программы расчета потерь на регулируемых перекрестках и искусственных неровностях [4, 5], включающие прогнозирование аварийности и расчет аварийных, экономических и экологических потерь, позволяющие оценить и оптимизировать (по критерию минимизации суммарных потерь) принимаемые решения или разрабатываемые мероприятия по организации дорожного движения.

Библиографические ссылки

1. Врубель Ю. А. Организация дорожного движения // Белорусский фонд безопасности дорожного движения: в 2 ч. – Ч. 2. – Минск, 1996. – 364 с.
2. Врубель Ю. А., Капский Д. В., Ком Е. Н. Определение потерь в дорожном движении. – Минск : РИО БНТУ, 2006. – 240 с.
3. Врубель Ю. А., Капский Д. В. Опасности в дорожном движении. – М. : Новое знание, 2013. – 244 с.
4. HumpLIRT : свидетельство о регистрации компьютерной программы № 183 / Д. В. Капский. – № С20100057 ; заявл. 08.06.2010 ; опубл. 11.06.2010 / Нац. центр интеллектуальной собственности.
5. EcoRoad v.1.00 : свидетельство о регистрации компьютерной программы № 349 от 19.08.11 г. о регистрации компьютерных программ в Национальном центре интеллектуальной собственности / Д. В. Капский, А. А. Кустенко, Д. В. Мозалевский, А. В. Коржова, В. Н. Кузьменко, А. Н. Полховская, Е. Н. Горелик ; опубл. 19.08.11 / Нац. центр интеллектуальной собственности.

D. V. Kapisky, PhD in Engineering, Associate Professor, Belarusian National Technical University, Minsk

Ecological Losses in Road Traffic

The method is developed to determine the ecological losses in traffic flows interaction at crossroads. The technique allows to take into account the whole range of negative impact of vehicles on the environment and road users. To automate the calculations computer programs are developed that determine ecological losses at controlled junctions and speed humps.

Keywords: ecological costs, ecological losses, efficiency.

Плучено 05.06.2014