

Երթևեկության ինտենսիվության և վնասակար արտանետումների քանակի մաթեմատիկական մոդել (Երևան քաղաքի օրինակի վրա)

Արմենակ Յու. Ավագյան

ՀՀ ԳԱԱ Էկոլոգա մոտաֆերային հետազոտությունների կենտրոն

Ամփոփում

Աշխատանքում դիտարկվում է Երևան քաղաքի կարևորագույն խնդիրներից մեկը՝ ավտոմոբիլային տրանսպորտի երթևեկության կազմակերպումը, նպատակ ունենալով փողոցների երթևեկության ինտենսիվության և դրա հետ կապված թունավոր արտանետումների քանակի հաշվարկը և հսկումը: Որպես ելակետային տվյալներ ընդունված է Երևան քաղաքի տիեզերական նկարը, մշակված է համապատասխան տվյալների բազա և ծրագրային ապահովում, որի հիման վրա կարող է կազմվել Երևան քաղաքի տրանսպորտային հոսքերի ժամրաբեռնվածության մասնագիտացված քարտեզը:

1. Նախաբան

Երթևեկության ինտենսիվությունը ասելով, սովորաբար, հասկացվում է դրա լայնական կտրվածքով միավոր ժամանակի ընթացքում անցած ավտոմոբիլների քանակը: Ներկայումս փողոցների երթևեկության ինտենսիվությունը որոշվում է միավոր ժամանակում փողոցով երթևեկող ավտոմոբիլների քանակը հաշվելու միջոցով: Չմայած, որ այդ մեթոդը բավականաչափ պարզ է, սակայն ավտոմոբիլների քանակը հաշվելու և ստացված տվյալները մշակելու համար պահանջվում է երկար ժամանակ: Այսպես, ըստ այդ մեթոդի՝ Երևան քաղաքի փողոցների ինտենսիվությունը որոշելու համար կպահանջվի առնվազն 45 օր ժամանակ՝ ավելի քան 200 հաշվարկողներ ներգրավելու պայմանով: Ընդ որում հաշվարկման երկարատև ժամանակը հանգեցնում է ստացված տվյալների մեջ բավականաչափ մեծ թվով սխալների առկայության, քանի որ տարբեր փողոցներում իրականացվող հաշվարկները կատարվում են ժամանակի տարբեր պահերին:

Նշված թերություններից խուսափելու համար անհրաժեշտ է հնարավորություն ունենալ քաղաքի տարբեր փողոցներում ավտոմոբիլների քանակների հաշվարկն իրականացնել միաժամանակ:

Այդ նպատակով մենք կիրառել ենք Երևան քաղաքի 1:2000 մասշտաբով տիեզերական նկարը (Qvic bird 62 sm resolution):

2. Փողոցների ինտենսիվության որոշումը

Տիեզերական մկարի վերլուծությունը հնարավորություն է տալիս միաժամանակ հաշվարկել յուրաքանչյուր փողոցի երկարությունը, դրանով շարժվող ավտոմոբիլների քանակը և երթևեկելի գոտիների թիվը:

Հաշվարկված տվյալների հիման վրա որոշվում է յուրաքանչյուր փողոցի երթևեկության ինտենսիվությունը ըստ հետևյալ բանաձևի՝

$$N = \frac{V_{\text{գր}} \cdot n \cdot k}{L} \quad (1),$$

որտեղ՝ N -ը փողոցի երթևեկության ինտենսիվությունն է, $V_{\text{գր}}$ -ը փողոցում ավտոմոբիլների շարժման միջին արագությունն է, n -ը շարժվող ավտոմոբիլների քանակն է, k -ն երթևեկելի գոտիների թիվն է, L -ը փողոցի երկարությունն է:

Ավտոմոբիլի շահագործման և ճանապարհային երթևեկության անվտանգության տեսություններից հայտնի է, որ $V_{\text{գր}}$ -ը կախված է երկու ավտոմոբիլների միջև եղած հեռավորությունից՝ L_n , և որոշվում է

$$L_n = \frac{L \cdot k}{n} - 4 \quad (2),$$

քանաձևով:

Օգտվելով արգելակման ճանապարհի որոշման Լիտվինովի բանաձևից և օգտագործելով երկու ավտոմոբիլների միջև եղած հեռավորությունը՝ հաշվարկվում է ավտոմոբիլի շարժման միջին արագությունը՝

$$S_{\text{արգ}} = L_n = \frac{V}{3.6} (t_1 + 0.5t_2) + \left(\frac{V}{3.6}\right)^2 \frac{1}{2g\varphi} \quad (3),$$

որտեղ V -ն ավտոմոբիլի շարժման արագությունն է, t_1 -ը՝ վարորդի ռեակցիան, t_2 -ը՝ արգելակման համակարգի ուշացման ժամանակը, g -ն՝ ազատ անկման արագացումը, φ -ն՝ կցման գործակիցը:

(2) և (3) բանաձևերից ստացվում է՝

$$\frac{V}{3.6} (t_1 + 0.5t_2) + \left(\frac{V}{3.6}\right)^2 \frac{1}{2g\varphi} = \frac{L \cdot k}{n} - 4 \quad (4):$$

Քանի որ $L_n = \frac{L \cdot k}{n} - 4 > 0$ և $\frac{1}{2 \cdot 3.6^2 g\varphi} > 0$, ապա (4) քառակուսի հավա-

սարումն ունի իրարից տարբեր արմատներ: Քանի որ $V_1 > 0$, իսկ $V_2 < 0$, ապա՝ վերցնում ենք դրական արմատը

$$V_{\text{գր}} = \frac{-\frac{t_1 + 0.5t_2}{3.6} + \sqrt{\left(\frac{t_1 + 0.5t_2}{3.6}\right)^2 + \frac{4 \cdot \left(\frac{L \cdot k}{n} - 4\right)}{2 \cdot g \cdot \varphi \cdot 3.6^2}}}{2 \cdot \frac{1}{3.6^2 \cdot 2 \cdot g \cdot \varphi}} \quad (5):$$

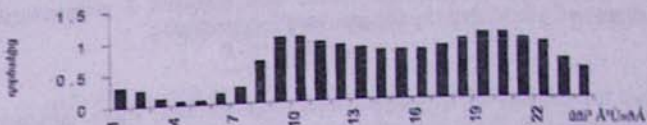
Գործնականում, որպես տեղեկատու տվյալներ, ընդունված է $t_1 = 0.5$ վրկ, $t_2 = 0.5$ վրկ և $\varphi = 0.85$:

$V_{\text{գր}}$ -ի արժեքը տեղադրելով (1) հավասարման մեջ՝ ստացվում է փողոցի երթևեկության ինտենսիվությունը:

Հաշվարկված տվյալները վերաբերում են միայն մեկ ժամ տևողությանը: Քանի որ աշխատանքը կատարելու ժամանակ օգտագործվել է տիեզերական մկար, որը մկարահանվել է առավոտյան ժամը տասնմեկ ամգ երեսունհինգ րոպեին, ապա

անհրաժեշտ է այն տարածել օրվա յուրաքանչյուր ժամի համար: Ստորև բերվում է տարածման պրոցեսի նկարագրությունը:

Գործնականում Երևան քաղաքի համար որպես տեղեկատու տվյալներ ընդունված է օգտագործել հետևյալ գրաֆիկը կամ աղյուսակը:



փողոցների ինտենսիվության գրաֆիկը

օրվա ժամերը	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13
գործակիցը	0.3	0.25	0.1	0.05	0.05	0.15	0.25	0.65	1	1	0.9	0.85	0.8

օրվա ժամերը	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
գործակիցը	0.75	0.75	0.75	0.8	0.91	1	1	0.9	0.85	0.6	0.45

աղյուսակ 1

Տվյալները վերցված են ՀՀ ոստիկանության ՊԱՏ-ի Երևանյան բաժանմունքից:

Այդ աղյուսակը վերաբերում է պիկ ժամերի (8-ից 9, 9-ից 10, 18-ից 19 և 19-ից 20 ժամերին) համար կատարված ինտենսիվության հաշվարկին, այսինքն որպես սկզբնական տվյալներ օգտագործվում են պիկ ժամերի ինտենսիվությունները: Քանի որ այս դեպքում ինտենսիվությունը որոշվել է ժամը 11-ից մինչև ժամը 12 ընկած ժամանակահատվածում, ապա աղյուսակ 1-ում տեղի է ունենում գործակիցների փոփոխություն հետևյալ համապատասխանությամբ՝

$$1 - 0.85 (1\text{-ին համապատասխանում է } 0.85)$$

$$x_i - y_i (x_i\text{-ին համապատասխանում է } y_i)$$

որտեղից էլ ստացվում է՝

$$0.85 \cdot x_i = 1 \cdot y_i$$

$$x_i = \frac{y_i}{0.85} \quad (6)$$

որտեղ՝ x_i -ն i -երորդ ժամի համար նոր գործակիցն է, y_i i -երորդ ժամի համար գործակիցն է ըստ աղյուսակ 1-ի:

Տեղադրելով աղյուսակ 1-ի տվյալները (6) բանաձևի մեջ կստանանք նոր գործակիցներ:

օրվա ժամերը	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13
գործակիցը	0.35	0.29	0.12	0.05 9	0.05 9	0.18	0.29	0.76	1.18	1.18	1.06	1	0.94

օրվա ժամերը	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
գործակիցը	0.88	0.88	0.88	0.94	1.07	1.18	1.18	1.06	1	0.71	0.53

աղյուսակ 2

Ա. Յու. Այվազյան

Ստացված գործակիցները բազմապատկելով ժամը 11 անց 35 րոպեի համար ստացված իմտենսիվությունով՝ ստացվում է յուրաքանչյուր ժամի իմտենսիվությունը:

Օրական իմտենսիվությունը ստանալու համար պետք է յուրաքանչյուր ժամվա իմտենսիվությունները գումարել իրար կամ 11^{00} -ից մինչև 12^{00} ժամանակահատվածի իմտենսիվությունը բազմապատկել 17.778 -ով:

3. Ավտոմոբիլներից վնասակար նյութերի արտանետումների քանակի որոշումը

Ունենալով յուրաքանչյուր ժամվա համար իմտենսիվության արժեքը, կարելի է որոշել փողոցներում ավտոմոբիլների արտանետած վնասակար նյութերի քանակը հետևյալ քանաձևով (տես [3])՝

$$Y = A_3 N_3^3 + A_2 N_2^2 + A_1 N_1 \quad (\text{գ/կմ})$$

(7),

որտեղ՝

N_i -ն յուրաքանչյուր երթևեկի գոտու իմտենսիվությունն է (փոփոխման միջակայքը 50 -ից 1200 ավտո/ժամ մեկ երթևեկի գոտու համար),

A_1, A_2 և A_3 գործակիցները արժեքները բերված են հետևյալ աղյուսակում (տես [3]).

Ցուցանիշը	A_1	A_2	A_3	R^2
CO_2	119.67	-0.816	0	0.96
CO	2685.1	8.104	0	0.953
CH	350.06	7.8969	0	0.973
NO_x	1227.3	-30.973	0.0941	0.915
Ծանր մետաղներ	11.81	-0.1558	0	0.93
Վառելանյութի ծախսը*	39.89	-0.272	0	0.959

*Չափման միավորը՝ կգ/(կմ)

աղյուսակ 3

Նկարագրված մոդելի համար ստեղծվել է տվյալների քաղա և մշակվել է ծրագրային համակարգ: Այն իրականացված է Visual Studio-ի ծրագրային միջոցներով, երկխոսությունը կազմակերպված է հայերեն անվանացանկերի և պատուհանների միջոցով, որը հնարավորություն է տալիս օգտվելու համակարգից առանց Visual Studio ծրագրային միջոցների հատուկ իմացության:

Համակարգը հնարավորություն է տալիս.

1. տիեզերական մկրտի հիման վրա հաշվարկված տվյալների մուտքի իրականացում տվյալների պահոց;

Նկար 1. Տվյալների մուտքագրում, խմբագրում և հեռացում

2. տվյալների պահոցի տվյալների խմբագրում՝ փոփոխում, հեռացում (Նկար 1);

3. ներմուծված տվյալների հիման վրա արագությամբ, իմտենսիվության և վնասակար նյութերի քանակության հաշվարկ (Նկար 2);

Օրինակ՝ ըստ փողոցների անվանման, ավտոմեքենաների քանակի, երկարության, երթևեկի գոտիների քանակի, ինտենսիվության, վնասակար նյութերի արտանետման քանակի և այլն

5. դիտելու և տպելու ընտրության արդյունքում ստացված բոլոր փողոցների տվյալները՝ ինչպես ամբողջությամբ, այնպես էլ առանձին-առանձին:

6. ընտրանքի արդյունքում ստացված տվյալների ձևավորում Excel-ի աղյուսակների՝ նկատի ունենալով վերջինիս առավել մատչելիությունը օգտվողների համար:

Հետազոտությունների ներկա փուլում ավարտված են տիեզերական նկարի հիման վրա տվյալների բազայի ստեղծման և ծրագրային ապահովման մշակման աշխատանքները: Մշակվում է Երևան քաղաքի տրանսպորտային հոսքերի ծանրաբեռնվածության մասնագիտացված քարտեզը: Վերջինիս օգնությամբ հնարավոր կլինի հաշվարկել ավտոտրանսպորտային միջոցների արտանետումների ազդեցությունը շրջակա միջավայրի վրա և մշակել տրանսպորտային հոսքերի բարեփոխմանն ուղղված միջոցառումներ:

Գրականություն

[1] Հ.Վ.Մաքսապետյան, Ավտոմոբիլի տեխնիկաշահագործական հատկանիշների վերլուծություն: Երևան, «Լույս», 1989թ.

[2] А.А.Афоносев, Автомобильные перевозки и единая транспортная система. Москва, "Высшая школа", 1991

[3] В.Н.Луканин, Ю.В.Трофименко, Промышленно/транспортная экология. Москва, "Высшая школа", 2001

Mathematical Model of the Traffic Intensity and of the Quantity of Poisonous Rubbish (On the Example of the Yerevan City)

A. Ayvazyan

Center for Ecological-Noosphere Studies of NAS RA

Abstract

In this paper one of the most important problems of the Yerevan City are considered that is organising automobile transport traffic with purpose of control and calculation of street's traffic intensity and quantity of poisonous rubbish in the result of it. The space picture of the Yerevan City is taken as initial data. The corresponding database is created and automatic system is developed in virtue of which the specialized map of the Yerevan City transport streams loading can be formed.