

## INVESTIGATION OF THE UNEVENNESS OF THE TRANSPORT FLOWS AT JUNCTION<sup>1</sup>

---

**Eng. Kremena Mineva, PhD Student**

Department of Transport,  
University of Ruse  
E-mail: [kmineva@uni-ruse.bg](mailto:kmineva@uni-ruse.bg)

**Assoc. Prof. Asen Asenov, PhD**

Department of Transport,  
University of Ruse  
Phone: 082 888 605  
E-mail: [asasenov@uni-ruse.bg](mailto:asasenov@uni-ruse.bg)

**Prof. Velizara Pencheva, PhD**

Department of Transport,  
University of Ruse  
Phone: 082 888 608  
E-mail: [vpenceva@uni-ruse.bg](mailto:vpenceva@uni-ruse.bg)

***Abstract:** Modern (increasing) motorization has led to a sharp increase in the load on the street network of cities and inconsistencies in their planned decisions related to the amount of transport and pedestrian traffic, increasing the number of road accidents, noise and environmental pollution. At the same time, the movement of public transport is hampered, especially during peak hours, which is the reason for increasing the travel time of passengers. When planning its schedule, it is necessary to predict the irregularity in time of transport flows, which has its own characteristics depending on the nature of the settlement. The paper assesses the time irregularity of the traffic flows at a junction in the city of Ruse. The data were taken from video surveillance cameras positioned at major intersections.*

***Keywords:** transport flows, unevenness, traffic, intersection*

### ВЪВЕДЕНИЕ

При съставяне на часовите графици на масовия градски пътнически транспорт практика е да не се отчита натовареността на автомобилното движение в населеното място. Това води до съставяне на графици, които не могат да се спазват, много често превозните средства закъсняват, което води до лошо качество на предлаганата услуга. Много често неспазването на графика е поради престои на основни направления на кръстовища. Информацията за неравномерността на интензивността на автомобилното движение на тези кръстовища може успешно да послужи за вход при съставянето на разписанията. Изследването на неправомерността на интензивността е трудоемък процес и е свързан със събиране, обработка и анализ на голяма по обем информация (Smith B.L., W.T. Scherer, T.A. Hauser, B.B. Park, 2002; Saliev D., 2021). Използването на информацията от инсталирани на кръстовищата видеокамери може да облекчи процеса, както и да подобри точността на данните. В съответствие с приета практика [Highway Capacity Manual, 2010] избираме 15 минутен интервал. За получаване на обща картина следва да се оцени седмичната, дневната и вътрешночасовата неравномерност, което много тясно зависи от характеристиките на конкретното кръстовище. В работата се оценяват основни направления на възлово кръстовище за град Русе (кръстовище "Олимп" на бул. "Липник"), което е едно от кръстовищата на града със затруднено движение.

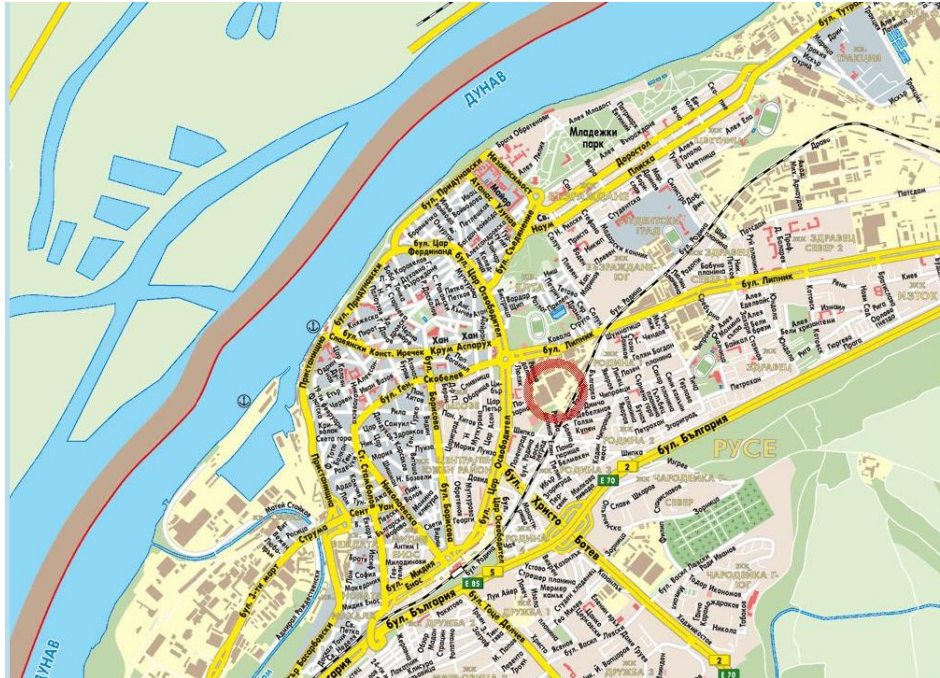
---

<sup>1</sup> Докладът е представен на научна сесия на 30 октомври 2021 с оригинално заглавие на български език: ИЗСЛЕДВАНЕ НА НЕРАВНОМЕРНОСТТА НА ТРАНСПОРТНИТЕ ПОТОЦИ НА КРЪСТОВИЩЕ

## ИЗЛОЖЕНИЕ

### Транспортна инфраструктура на град Русе

Плътността на първостепенната улична мрежа общо за град Русе е  $2,37 \text{ km/km}^2$ , при целесъобразно възприет параметър  $3-5 \text{ km/km}^2$ . В Централната градска зона плътността е  $3,65 \text{ km/km}^2$ , при целесъобразни  $4-6 \text{ km/km}^2$ . На фиг. 1 е показана картата на град Русе.



Фиг. 1. Карта на град Русе

Булевардите "България", "Трети март" и "Тутракан", и улиците "Плиска" и "Доростол" са основните трасета, които свързват промишлените зони със зоните за обитаване и Централната градска част. Те се явяват основни надлъжни оси на градската територия.

Булевард "Цар Освободител" е единственото трасе от първостепенната улична мрежа в посока "север-юг", което свързва централната градска част с републиканската пътна мрежа. Това е булевардът, при който се наблюдава най-голяма концентрация на автомобилен трафик. Интензивно улично движение се наблюдава по следните маршрути:

Интензивно е движението по двата пътя от републиканската пътна мрежа – бул.

"България" и бул. "Христо Ботев".

Силно натоварени са бул. "Липник", бул. "Цар Освободител" от бул. "Неофит Бозвели" до бул. "Съединение", бул. "Ген. Скобелев", бул. "Христо Ботев", бул. "Неофит Бозвели".

Натоварено е движението и по ул. "Чипровци", ул. "Тулча", ул. "Плиска", ул. "Доростол", бул. "Борисова".

Движението е затруднено на кръговото кръстовище на бул. "Цар Освободител" и бул. "Липник", на кръстовище "Олимп" на бул. "Липник" и бул. "Никола Петков", кръговото кръстовище на ул. "Тулча" и ул. "Потсдам", пл. "19-ти февруари" в края на бул. "Ген. Скобелев" (Ordinance № 17 of July 23, 2001 for regulation of the traffic on the roads with light signals promulgated. - SG, no. 72 of 17 August 2001)

**Изследване на времевата часова, денонощна и седмична неравномерност по главните направления на възловото кръстовище "Олимп" на бул. "Липник" в град Русе**

Неравномерността на транспортните потоци има случаен характер, който се обуславя от случайното изменение на характеристиките във времето. Определянето на времевата неравномерност е необходимо за правилната организация на движението.

В съответствие с продължителността на изследвания интервал от време времевата неравномерност на транспортните потоци може да се раздели на следните нива:

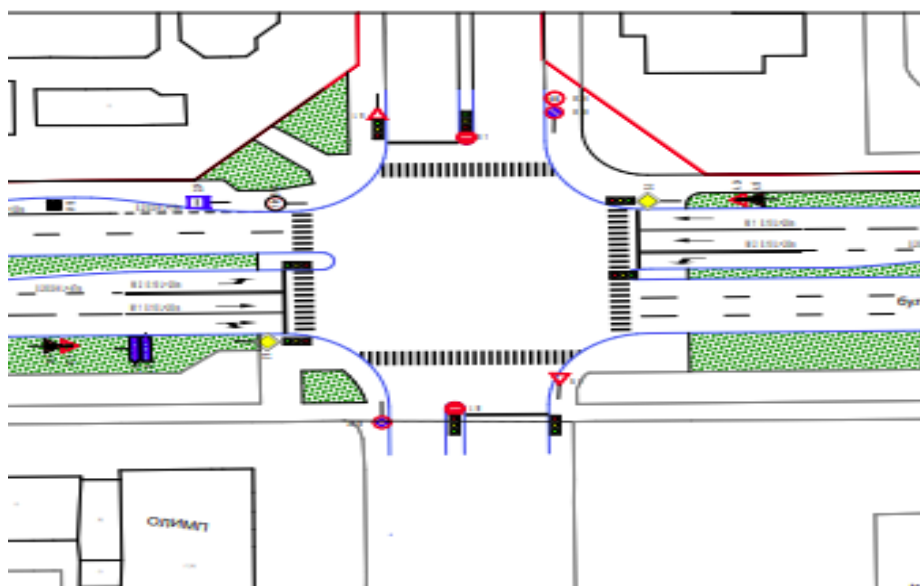
- часова с интервал от време 1 час;
- денонощна с интервал от време 24 часа;
- седмична с интервал от време една седмица;
- годишна с интервал от време 1 година.

За реализация на времевата неравномерност на всички нива е необходимо събирането, обработката и анализа на статистическите данни за транспортните потоци.

Анализът на показателите за неравномерност на транспортните потоци и тяхното отчитане при планиране разписанието на работата на обществения транспорт може да намали вероятността за възникване на задръствания и да се повиши ефективността на масовия градски пътнически транспорт.

При анализа на стойностите на интензивността се вижда, че неравномерността е характерна за всички състояния на транспортните потоци. Затова е важен въпроса за определяне границите на изменение на времевата неравномерност за всяко от състоянията на транспортните потоци.

На фиг. 2. е показана схемата на възловото кръстовище "Олимп" на бул. "Липник" в град Русе



Фиг. 2. Схема на кръстовище "Олимп" на бул. "Липник" в град Русе

Главните направления на кръстовището са:

- кръговото кръстовище на бул. "Цар Освободител", бул. "Липник", кръстовище "Олимп", КАТ;

- КАТ- бул. "Липник", кръстовище "Олимп", кръговото кръстовище на бул. "Цар Освободител".

По тези направления преминават и основни трасета на масовия градски пътнически транспорт. Определянето на границите на изменение на времевата неравномерност за всяко от състоянията на транспортните потоци е необходимо като входна информация за планиране графика на масовия градски пътнически транспорт.

За направлениата кръговото кръстовище на бул. "Цар Освободител", бул. "Липник", кръстовище "Олимп" и КАТ- бул. "Липник", кръстовище "Олимп" изследваме седмичната, денонощната и часовата интензивност на движение.

На територията на града на всички светофарно регулирани кръстовища има изградена система за наблюдение, която предоставя информация в реално време за натовареността на автомобилния трафик. На обследваното кръстовище има монтирани 14 бр. цифрови камери, от които 12 бр. са фиксирани за следене на трафика, а 2 бр. са подвижни (PTZ) за панорамно наблюдение на кръстовището. Статистическите данни са получени от осъществен видео мониторинг в реално време на кръстовището с базов интервал на отчитане 15 min.

Период на наблюдение 07.09.2021-26.09.2021 г. Коефициентите на приравняване са в съответствие с посочените в табл. 1.

Табл. 1.

Коефициент на приравняване (Ordinance № RD-02-20-2 of 20 December 2017)

№ по ред	Видове МПС	Коефициент за приравняване на МПС към лек автомобил
1.	Лек автомобил, в т.ч. линейка, лекотоварен автомобил с полезен товар до 800 kg, микробус до 12 места и други подобни	1,0
2.	Мотопед, велосипедист	0,3
3.	Мотоциклет	0,5
4.	Товарен автомобил с полезен товар до 5 t, микробус над 12 места	2,0
5.	Товарен автомобил с полезен товар над 5 t	2,5
6.	Автобус или тролейбус	3,0
7.	Седлови влекач с ремарке, съчленен автобус или тролейбус	3,5

На фиг. 3. е посочена графика за изменение на седмичната интензивност на движение на транспортните потоци в двете посоки съответно в делнични (в червено) и празнични дни (в синьо).



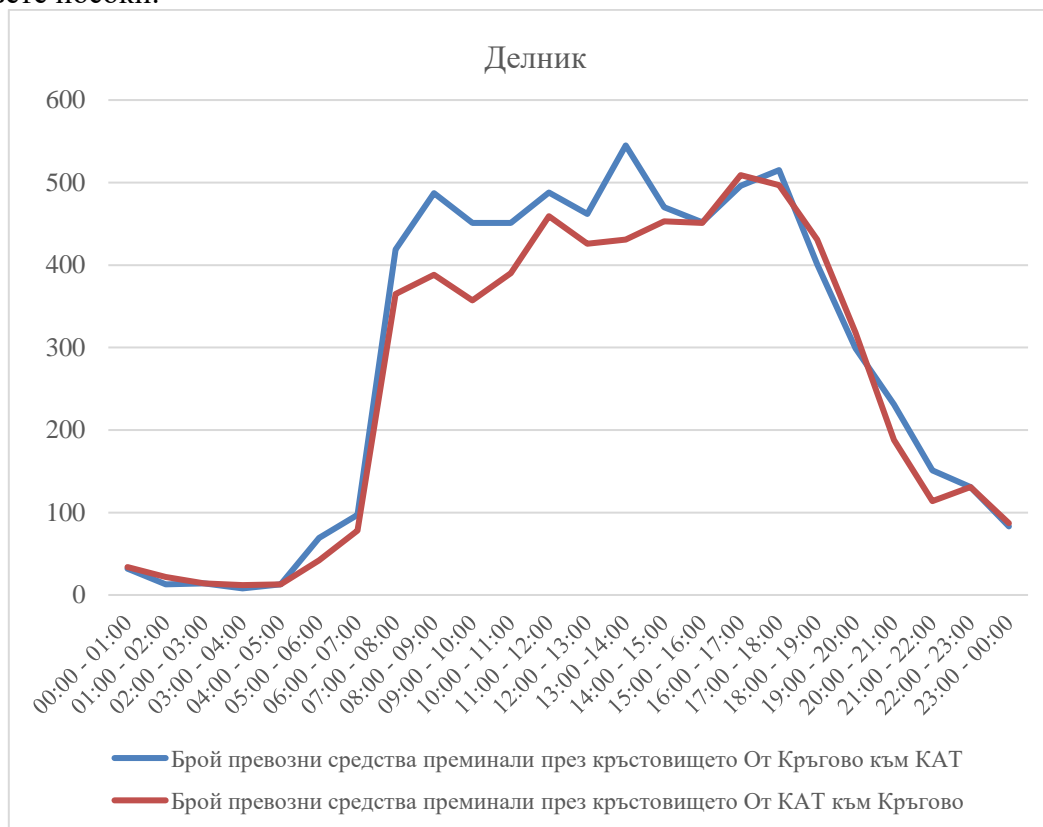
Фиг. 3. Седмично изменение на часовата интензивност на движението

Както се вижда от Фиг. 3 изменението интензивността на движение в делничните дни е сравнително еднакво, като сериозна разлика има между тях и празничните дни.

В посока Кръговото-кръстовище на бул. Цар Освободител и Олимп средна стойност е 4180 автомобили за денонощие през делничните дни и 2871 през празничните дни, като в събота броя на автомобилите е по-висок от този в неделя.

В посока КАТ и Олимп средна стойност е 7392 автомобили за денонощие през делничните дни, а за празничните 5093 автомобили. И в този случай в събота интензивността е по-висока от тази в неделя.

На фиг. 4 е изобразена дневната неравномерност в делнични дни, а на фиг. 5. в празнични дни в двете посоки.



Фиг. 4. Дневна неравномерност в делнични дни в двете посоки, в приравнени единици



Фиг. 5. Дневна неравномерност в празнични дни в двете посоки, в приравнени единици

Определяме коефициент за вътрешночасова неравномерност

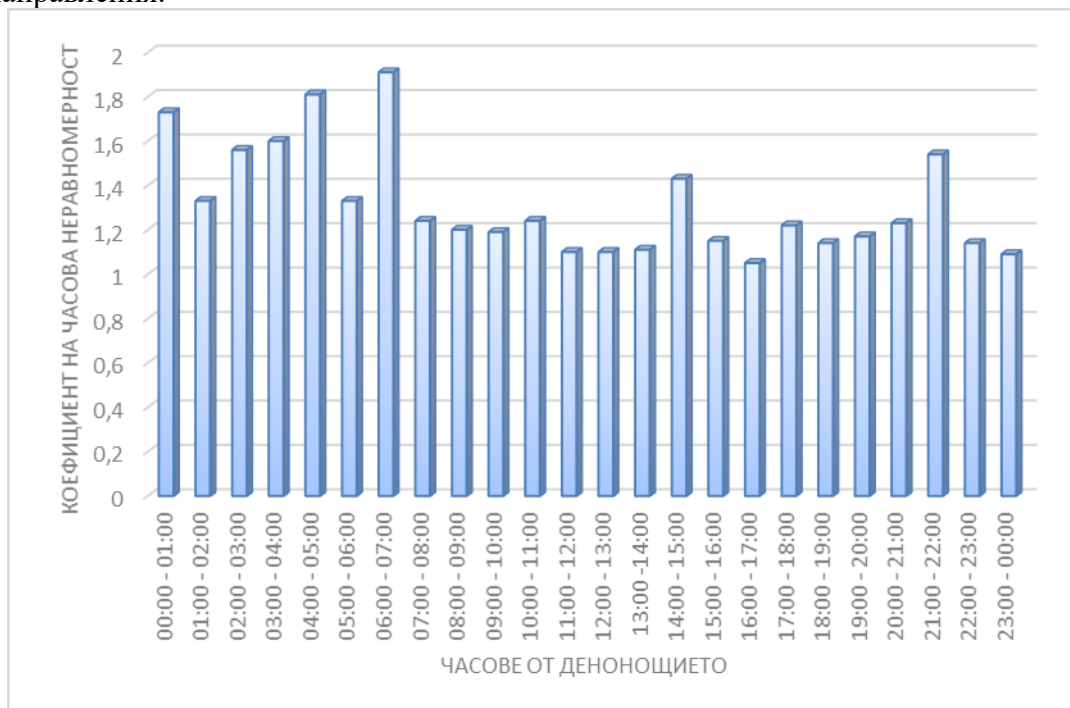
$$K_{вч} = \frac{n \mu_{max}^t}{\sum_{i=1}^n \mu_i^t} \quad (1)$$

където  $n$  е броя на  $t$ -минутните интервали за един час,

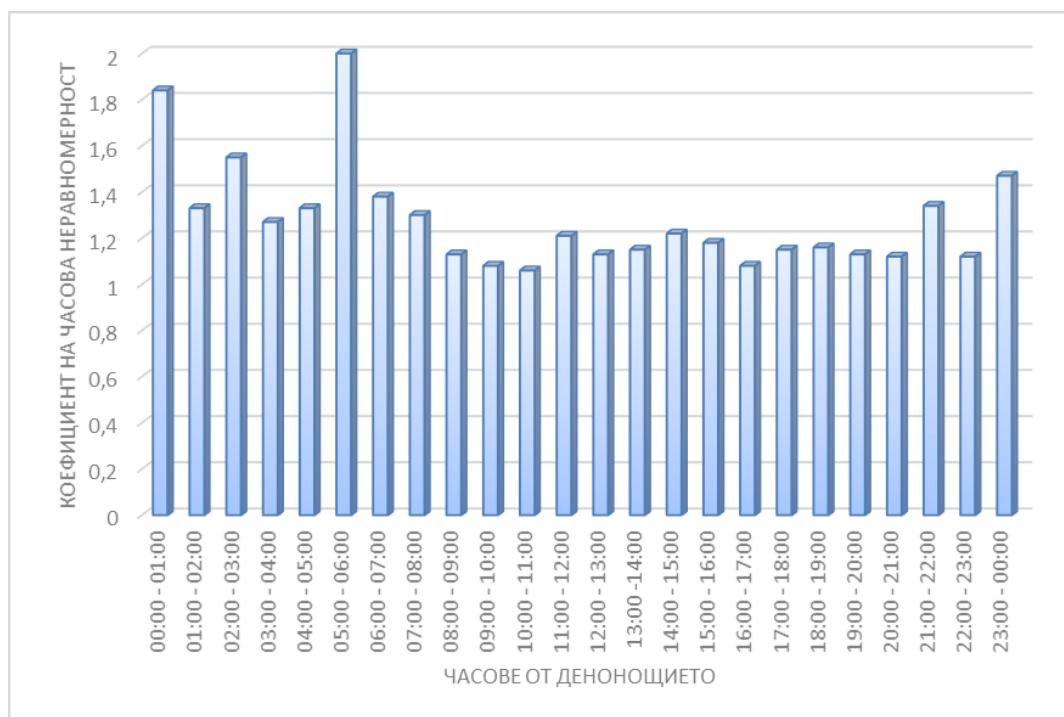
$\mu_{max}^t$  е максималния брой транспортни средства, преминаващи за  $t$  минутен интервал за 1 час;

$\mu_i^t$  – транспортни средства, преминаващи за  $t$  минутен интервал за 1 час.

На фиг. 6 и фиг. 7 са изобразени коефициентите за вътрешночасовата неравномерност в двете направления.



Фиг. 6. Коефициенти за вътрешночасова неравномерност посока Кръговото-кръстовище на бул. Цар Освободител и Олимп



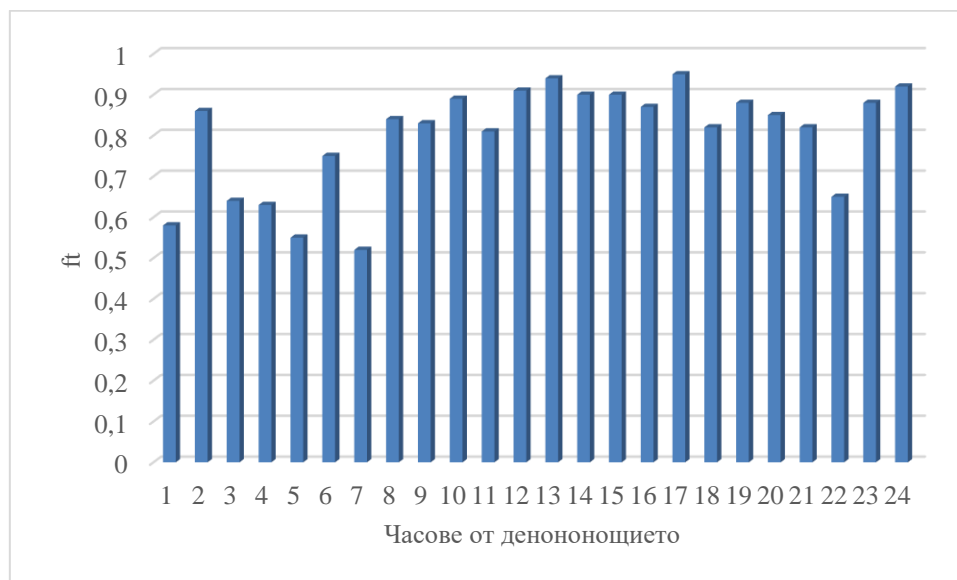
Фиг. 7. Коефициенти за вътрешночасова неравномерност посока КАТ и Олимп

Върху неравномерността на движението влияние оказват лентите за движение и пропускателната способност на пътищата. От фиг. 6 и фиг. 7 е видно, че в условията на

увеличена интензивност става относително изравняване на интензивността, а коефициента за вътрешночасова неравномерност се доближава до 1.

Някои автори [Highway Capacity Manual 2010; Hu H.2013] оценяват вътрешночасовата неравномерност с величина обратно пропорционална на (1), фиг. 8.

$$f_t = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_i^t}{n \mu_{max}^t} \quad (2)$$



Фиг. 8. Стойности на  $f_t$

В табл. 1. са определени статистическите величини на коефициента  $f_t$ . Средната стойност на коефициента е 0,799858, при средно квадратично отклонение 0,13067

Табл. 1.

Стойностите на статистическите величини на коефициента  $f_t$

Мода	0,9
Медиана	0,845
Средна стойност	0,799583333
Размах	0,43
Дисперсия	0,016362326
Стандартно отклонение	0,130666491
Коефициент на эксцес	-0,989028814
Асиметрия	-0,343818234

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изследването на неравномерността на транспортните потоци на кръстовищата и границите на изменение са необходимо условие за правилната организация на движението в населено място и в частност е необходима информация при планиране часовите графици на масовия градски транспорт. Едно от възловите кръстовища за град Русе, където е затруднено движението е кръстовището "Олимп" на бул. "Липник".

Изменението интензивността на движение в работните дни е сравнително еднакво за делничните дните, като сериозна разлика има между тях и празничните дни. В посока Кръговото-кръстовище на бул. Цар Освободител и Олимп средна стойност е 4180 автомобили за денонощие през делничните дни и 2871 през празничните дни, като в събота броя на автомобилите е по-висок. В посока КАТ и Олимп средна стойност е 7392 автомобили за

денонощие през делничните дни, а за празничните 5093 автомобили. И в този случай в събота интензивността е по-висока.

От изследванията може да се направи извода, че в условията на увеличена интензивност става относително изравняване на интензивността, а коефициента за вътрешночасова неравномерност се доближава до 1.

*Докладът отразява резултатите от работата по проект № 2021-ФТ-01, финансиран от Фонд научни изследвания на Русенския университет*

## REFERENCES

1. Highway Capacity Manual 2010. Vol. 1, №3. // Transportation research board, National research council. – Washington, DC, 2010. – 1650 p.

2. Hu H. *Arterial offset optimization using archived high-resolution traffic signal data*. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 2013. - 37. - P. 131-144.

3. Smith B.L., W.T. Scherer, T.A. Hauser, B.B. Park (2002). *Data-driven methodology for signal timing plan development: a computational approach*. *Computer-aided civil and infrastructure engineering*, 2002. - №17. - P. 387-395.

4. Ordinance № 17 of July 23, 2001 for regulation of the traffic on the roads with light signals promulgated. - SG, no. 72 of 17 August 2001; ext., no. 18 of 05.03.2004; ed. and add., no. 35 of 15.05.2015, in force since 18.05.2015 (**Оригинално заглавие:** Наредба № 17 от 23 юли 2001 г. за регулиране на движението по пътищата със светлинна сигнализация. - ДВ, не. 72 от 17 август 2001 г.; вътр., бр. 18 от 05.03.2004 г.; изд. и доп., бр. 35 от 15.05.2015г., в сила от 18.05.2015г. ).

5. Ordinance № RD-02-20-2 of 20 December 2017 on planning and design of the communication and transport system of urban areas, prom. DV. issue 7 of 19.01.2018, amended DV. issue 15 of 16.02.2018, amended and ext. DV. issue 98 of 27.11.2018, in force since 20.02.2018 (**Оригинално заглавие:** Наредба № РД-02-20-2 от 20 декември 2017 г. за планиране и проектиране на комуникационната и транспортна система на градските зони, обн. DV. бр.7 от 19.01.2018г., изм. ДВ. бр.15 от 16.02.2018г., изм. и вр. DV. бр.98 от 27.11.2018г., в сила от 20.02.2018г.)

6. Saliev D., *Opportunities for optimization of road traffic in urban conditions*, Technical University Sofia, 2021. (**Оригинално заглавие:** Салиев Д., Възможности за оптимизация на пътното движение в градски условия, технически университет София, 2021)