

## ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ПЕРЕХРЕСТЯМ МІСТА

**Соларьов Олександр Олексійович**

кандидат технічних наук, доцент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-1485-0685

solarov.oleksandr@snau.edu.ua

**Саржанов Олександр Анатолійович**

кандидат технічних наук, доцент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0003-3973-0185

alexsar@i.ua

*Організація дорожнього руху складними перехрестями має досить важливе значення, так як, близько 80% дорожньо-транспортних пригод виникають саме на таких ділянках дороги. У даній статті розглянуте перехрестя міста Суми, яке відноситься саме до таких аварійно небезпечних ділянок дороги. Розглядається перехрестя вулиць Харківської, Героїв Сумщини, Гагаріна та Покровської площі, що знаходиться в центральній частині міста та є важливим вузлом на перетині магістральних транспортних коридорів міста.*

*Аналізуючи ситуацію на цій ділянці дороги дійшли висновку, що дослідження та аналіз руху транспортних засобів цим перехрестям має важливе прикладне значення для міста. На перехресті виявлено ряд факторів, які сприяли виникненню дорожньо-транспортних пригод, деякі з цих факторів провокують на порушення правил дорожнього руху, також конструктивно створене перехрестя має досить велике навантаження, що призводить до ускладнень роз'їзду транспортних засобів та виникненню дорожньо-транспортних пригод. За проаналізованими даними з 2018 по 2021 рік було зафіксовано 17 дорожньо-транспортних пригод. В статті наведено дані по роках де видно, що аварійність перехрестя збільшується, з кожним роком. Якщо порівняти 2018 та 2020 роки, то аварійність виросла в 4 рази. При порівнянні 2020 та 10 місяців 2021 року, аварійність виросла 2,5 рази. При порівнянні 2018 та 10 місяців 2021 року, аварійність виросла в 10 разів. Під час аналізу та моделювання використовувалося сучасне програмне забезпечення PTV VISSIM. Для моделювання оптимізованого перехрестя було дороблено пофазний роз'їзд та циклограму з урахуванням правих поворотів та окремо від руху прямо лівого повороту з вул. Героїв Сумщини, з високою інтенсивністю руху. З вулиці Гагаріна ліворуч потік складає до 30 авто/год., з Покровської площі праворуч потік – до 15 авто/год.*

*Таким чином, було розроблено поетапну програму впровадження заходів, які б сприяли підвищенню безпеки руху цим перехрестям. Найкращим рішенням для досліджуваного перехрестя є збереження світлофорного регулювання зі впорядкуванням площі перехрестя (між стоп-лініями) та створення безконфліктного пофазного роз'їзду. Було розроблено програму впровадження змін для перехрестя у 3 етапи: 1 етап – основний, 2 етап – через 2-3 роки після впровадження 1 етапу, 3 етап – через 4-5 років після впровадження 2 етапу.*

**Ключові слова:** рух транспорту, перехрестя, організація руху, транспортний потік.

DOI <https://doi.org/10.32845/msnau.2022.3.11>

**Вступ.** Перехрестя вулиць Харківської, Героїв Сумщини, Гагаріна та Покровської площі у м. Суми розташоване по правому березі річки Псел на межі історичного і фактичного центру міста, є важливим вузлом на перетині магістральних транспортних коридорів міста.

Вулиця Харківська, Героїв Сумщини та Покровська площа є вулицями загальноміського значення регульованого руху, вулиця Гагаріна – районного значення. На рис. 1 зображено місце розташування досліджуваного об'єкту.

Поточний стан перехрестя зображено на рис. 2.

Перехрестя має дуже великі розміри: 96 м між стоп-лініями по вул. Харківській та Покровської площі та 50 м по вулицях Гагаріна і Героїв Сумщини. Кількість автомобілів на дорогах України постійно зростає, що призводить до затруднення проїздів перехресть та збільшення кількості аварійних випадків (Shirokun, 2018; Vinokurov, 2020). Таким чином нами було вирішено дослідити одне з найнебезпечніших перехресть міста Суми та знайти можливі шляхи вирішення даного питання.

**Матеріали і методи досліджень.** Перехрестя регулюється світлофором з 3-фазним регулюванням, де регулюються основні напрями руху: вул. Харківська – Покровська пл., Харківська – Гагаріна та Покровська пл. – Героїв Сумщини (DBN, 2001; DBN, 2002; Osetrin M., 1997). Постійно зелена стрілка з Героїв Сумщини на Покровську пл. та з Харківської на Героїв Сумщини. З боку вулиці Героїв Сумщини є нерегульований пішохідний перехід, який сягає довжину 20 метрів. Реалізована зелена хвиля між перехрестями Харківська – Покровська пл. та світлофором поблизу Мануфактури. Також відомо що перехідні фази не дозволяють вчасно покинути перехрестя, якщо їхати з Героїв Сумщини на Гагаріна, і останнім авто доводиться гальмувати перед пішохідним переходом, оскільки автомобілі покинули перехрестя, але наблизились до регульованого пішохідного переходу, коли вмикається зелене світло, на вул. Гагаріна. Час циклу світлофора складає 130 секунд: 37 секунд Харківська – Покровська; 25 секунд

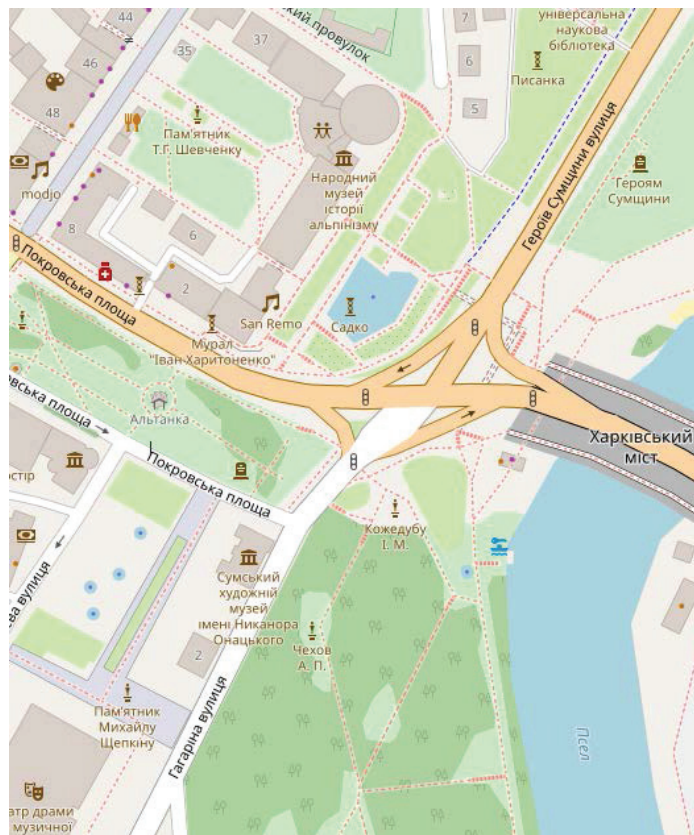


Рис. 1. Картографічне розташування перехрестя



Рис. 2. Поточний стан перехрестя

Харківська – Гагаріна та Покровська – Героїв Сумщини. Остання фаза: Гагаріна – Героїв Сумщини має таке налаштування: 56 секунд для повороту з Героїв Сумщини на Харківську та руху прямо на Гагаріна та 30 секунд з Гагаріна на Героїв Сумщини. Також є окрема фаза для руху з Гагаріна на Харківську – 93 секунди. Крім згаданих є ще фази з зеленою стрілкою: Героїв Сумщини – Покровська пл. та Харківська – Героїв Сумщини.

Щодо існуючих потоків транспорту то можна сказати:

А) вранці з 7:00 до 8:00 потік транспорту наведений на рисунку 3.

Б) ввечері з 17:00 до 18:00 потік транспорту наведений на рис. 4.

При обстеженні даного перехрестя було виявлено такі фактори:

- Крайня права смуга з Покровської площі має ширину 4 метри, що більше ніж передбачено ДБН 2.3-5: 2018 «Вулиці та дороги населених пунктів». Максимально дозволена ширина смуги руху – 3,75 м.

- Пішохідний перехід по вул. Героїв Сумщини знаходиться поза радіусом перехрестя та є нерегульованим через що транспорт має постійно зупинятися, коли пішоходи переходять через цей перехід.

- При русі з вулиці Гагаріна на вулицю Героїв Сумщини ширина смуги між першою стоп-лінією та стоп-лінією на перехресті складає 6 метрів, тоді як ширина

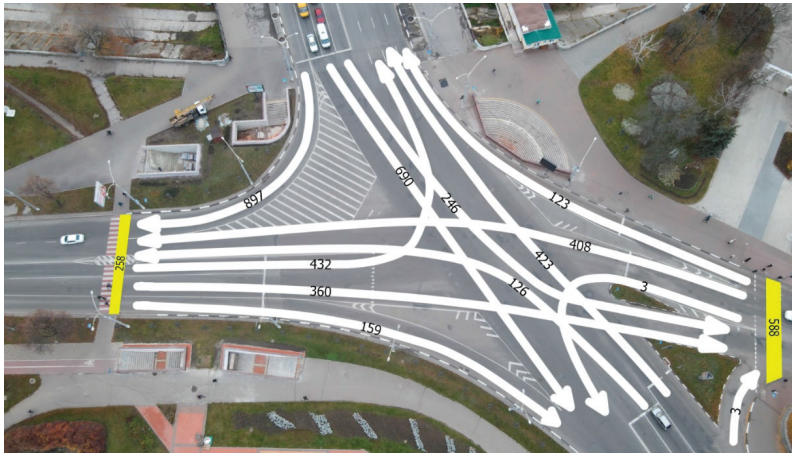


Рис. 3. Існуючі пікові потоки транспорту (вранішній час)

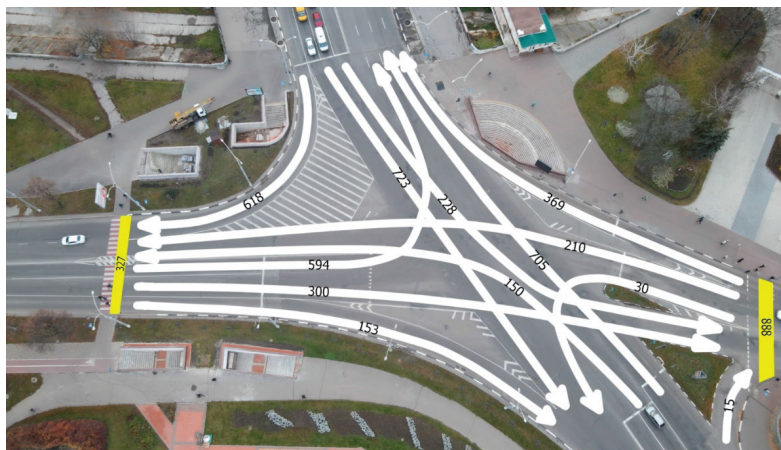


Рис. 4. Існуючі пікові потоки транспорту (вечірній час)

смуги руху на вул. Героїв Сумщини складає 3,5 метра, через що частина водіїв робить перестроювання в недозволеному місці.

- Також помічені найуразливішу групу учасників дорожнього руху – велосипеди. При наявній організації дорожнього руху, на перехресті, за винятком поворотів з Гагаріна на Харківську, з Героїв Сумщини на Покровську пл., з Харківської на Героїв Сумщини, порушують правила дорожнього руху.

- Помічено також, що водії, які рухаються з Героїв Сумщини на Харківську повертають раніше дозволеного, іншими словами їдуть через подвійну суцільну.

- Потік, який їде з Героїв Сумщини на Харківську пропускає потік, який рухається з Гагаріна на Героїв Сумщини.

Окрім дрібних порушень, це перехрестя ще є аварійно-небезпечною ділянкою (Osetrin, 1997; Lobashov, 2010). За проаналізованими даними з 2018 по 10-й місяць 2021 року було зафіксовано 17 ДТП. Якщо розподілити по вказаних роках, то можна отримати рис. 5.

З рис. 5 видно, що аварійність перехрестя збільшується, з кожним роком. Якщо порівняти 2018 та 2020 роки, то аварійність виросла в 4 рази. При порівнянні 2020 та 10 місяців 2021 року, аварійність виросла 2,5 рази. При порівнянні 2018 та 10 місяців 2021 року, аварійність виросла в 10 разів.

**Результати досліджень.** Для покращення показників перехрестя пропонується його привести до вигляду стандартних європейських перехресть, як це показано на рис. 6.

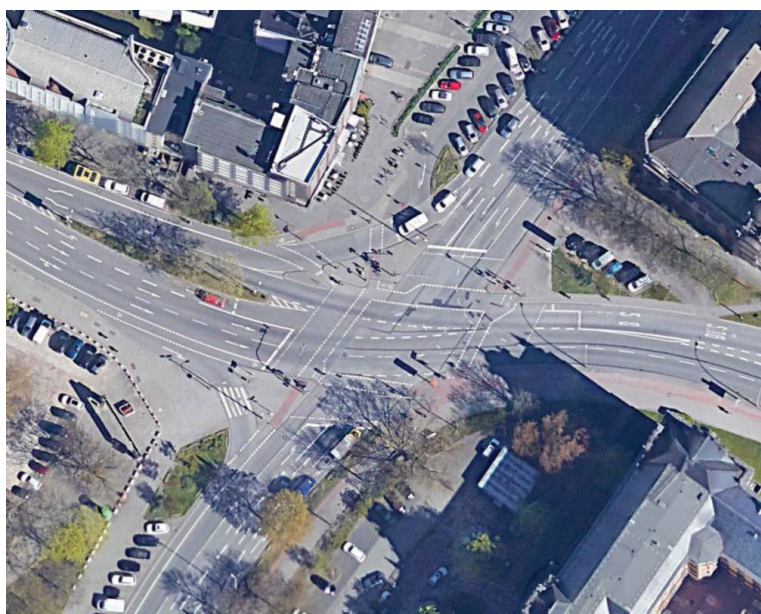
Такий принцип організації дозволяє забезпечити не тільки добру пропускну здатність, а ще і високі показники доступності (наземні переходи). На розглянутому перехресті є проблеми з доступністю: перехід через вулицю Харківська та Покровська площа не є доступними. А підземний перехід, який там є, ніяк не сприяє доступності для маломобільних груп населення і після ремонту не буде сприяти. Саме тому на перехресті можливо створити умови для безбар'єрного простору (Savenko et. al., 2011; Sylianov et. al., 2009).

Саме завдяки безконфліктному регулюванню транспортних та пішохідних потоків, підвищується безпеку руху та швидкість проїзду перехрестя, не потрібно гальмувати та пропускати інших учасників – проїзд у будь-якому напрямку відбувається вільно і без затримок на зелений сигнал світлофора.

Каналізовані праві повороти напрямними острівцями, які зараз розмічені фарбою допоможуть вивести потоки пішоходів та велосипедистів, таким чином розділити перетин ними перехрестя на коротші відрізки, що можуть регулюватися окремо рис. 6. Саме перехрестя



**Рис. 5. Кількість ДТП з 2018 по 2021**



**Рис. 6. Стандартне оптимізоване перехрестя у Європі**

при цьому зменшується до регулювання лише прямих та лівоповоротних напрямків, а переходи розміщуються максимально впритул до перехрестя, а не віднесені за радіус, перехрестя стає більш компактним, що скорочує і час переходу пішоходів, і проїзду транспорту.

Влаштування смуги для громадського транспорту, з Харківської, в напрямку центру, дозволить прискорити рух маршрутних транспортних засобів та об'єднає відрізків на Покровській площі.

Основні проектні рішення:

1. Звуження ширини смуги руху на Покровській площі – до 3 метрів та вул. Гагаріна – до 3,6 м, задля забезпечення повороту з Гагаріна на Покровську площу та Героїв Сумщини – до 3,6 м, задля убезпечення попутних зіткнень.

2. Загалом перехрестя повністю вписане в існуючу площу асфальтного покриття.

3. Каналізування правоповоротних потоків у проїздах завширшки по 5 м (з урахуванням бокового виносу в кри-

вій) фізично відокремлені з трьох сторін конструктивно виділеними напрямними острівцями, на які виведено пішохідні переходи та велосипедні переїзди. Правий поворот між вул. Харківська та Героїв Сумщини додатково регульований для підвищення безпеки руху пішоходів та велосипедистів через інтенсивний рух.

4. Велосипедні переїзди та велосипедні смуги передбачено з усіх сторін перехрестя та на всіх підходах по вулицях.

Для моделювання оптимізованого перехрестя було дороблено пофазний роз'їзд та циклограму з урахуванням каналізованих правих поворотів та окремо від руху прямо лівого повороту з Г. Сумщини, з високою інтенсивністю руху. З вул. Гагаріна ліворуч потік складає до 30 авто/год., з Покровської пл. праворуч потік – до 15 авто/год. тому каналізування є недоцільним, що також показало моделювання в програмному середовищі VISSIM. Циклограма складає 131 с (на 1 с довше існуючої) і має 4 фази. Пофазний роз'їзд на перехресті показано на рис. 7.

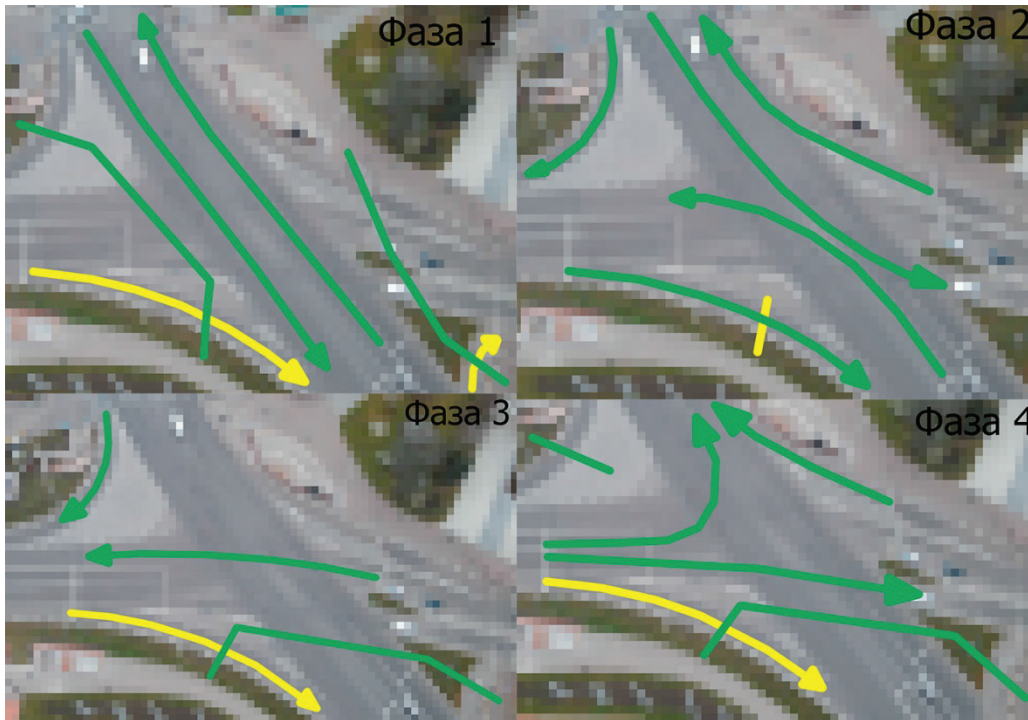


Рис. 7. Пропонований пофазний роз'їзд

Час кожної фази: Фаза 1 – 37 с; Фаза 2 – 25 с; Фаза 3 – 25 с; Фаза 4 – 29 с.

Перехідний сигнал (1 секунда), для безпечного і безконфліктного розведення потоків.

При аналізі існуючого стану та пропонуваного рішення виявилось, що пропонуване рішення є кращим за існуючий стан, якщо розглядати їх за такими параметрами:

- час простою;
- зупинки;
- затримки.

Результати можна оглянути в таблиці 1. Дані вказують середні значення.

Найкращим рішенням для досліджуваного перехрестя є збереження світлофорного регулювання зі впорядкуванням площі перехрестя (між стоп-лініями) та створення безконфліктного пофазного роз'їзду (Biliatynskiy, 1997; Navrylov et al., 2007).

Комп'ютерне моделювання, у VISSIN, показало, що пропонуване регульоване перехрестя понизить показники часу простою, зупинок, затримок.

**Обговорення.** Оскільки капітальний ремонт або реконструкція буде коштувати чимало, саме тому пропонується по-етапне виконання щодо даного перехрестя.

Етап 1. Встановлення світлофорів на виїзд з вул. Харківської, на каналізованому острівці. Переміщення переходу з Героїв Сумщини ближче до перехрестя. Додання смуги громадського транспорту на мосту, задля гармонізації зі смугою маршрутних транспортних засобів на Покровській площі, також необхідно встановити світлофор для громадського транспорту. Відновлення пішохідного переходу через Покровську пл. та встановлення

пішохідного світлофору. Розмітити велопереїзди на всіх під'їздах до перехрестя. Встановлення антипаркувальних стовпчиків, задля чіткішого каналізування потоків, щоб унеможливити порушення правил дорожнього руху. Встановити детектори щоб не допустити забивання перехрестя через надлишкову пропускну здатність.

Таблиця 1

**Результати замірів поточного і пропонуваного варіанту**

| Вечір                        |                 |         |              |
|------------------------------|-----------------|---------|--------------|
|                              | Час простою (с) | Зупинки | Затримки (с) |
| Вечір (поточний стан)        | 34,86           | 3,45    | 73,03        |
| Вечір (пропонуваний варіант) | 15,88           | 1,98    | 33,27        |
| Різниця                      | 18,98           | 1,47    | 39,76        |
| Ранок                        |                 |         |              |
|                              | Час простою (с) | Зупинки | Затримки (с) |
| Ранок (поточний стан)        | 36,00           | 3,41    | 77,79        |
| Ранок (пропонуваний варіант) | 7,36            | 0,96    | 23,49        |
| Різниця                      | 28,64           | 2,45    | 54,30        |

Етап 2. Впровадження через 2-3 роки після впровадження 1-го етапу. Відокремлення крайньої правої смуги з Покровської пл. на вул. Харківську для смуги громад-

ського транспорту. Підключення світлофору до мережі світлофорів задля контролю дорожнього руху в місті.

Етап 3. Впровадження через 4-5 років після впровадження 2-го етапу. Ліквідація підземного переходу, та відновлення наземного пішохідного переходу, з острівцем безпеки, шириною 3 м.

**Висновки.** В цій статті ми розглянули ключове перехрестя м. Суми, в якому дізналися про нинішній стан: має дуже великі розміри: 96 м між стоп-лініями по вул. Харківській та Покровської площі та 50 м по вулицях Гагаріна і Героїв Сумщини.

Також було виявлено 6 негативних факторів: а) крайня права смуга з Покровської площі має ширину 4 метри, що більше ніж передбачено; б) пішохідний перехід по вул. Героїв Сумщини знаходиться поза радіусом перехрестя та є нерегульованим через що транспорт має постійно зупинятися, щоб пропустити пішоходів; в) помічено найуразливішу групу учасників дорожнього руху – велосипеди; г) водії, які рухаються з вул. Героїв Сумщини на вул. Харківську часто перетинають подвійну суцільну лінію дорожньої розмітки; д) потік, який іде з вул. Героїв Сумщини на вул. Хар-

ківську пропускає потік, який рухається з вул. Гагаріна на вул. Героїв Сумщини; е) ширина смуги між першою стоп-лінією та стоп-лінією на перехресті складає 6 метрів, тоді як ширина смуги руху на вул. Героїв Сумщини складає 3,5 метра, через що частина водіїв робить перестроювання в недозволеному місці.

Окрім дрібних порушень, це перехрестя ще є аварійно-небезпечною ділянкою. За проаналізованими даними з 2018 по 10-й місяць 2021 року було зафіксовано 17 ДТП.

Для покращення показників перехрестя пропонується його привести до вигляду стандартних європейських перехресть. Такий принцип організації дозволяє забезпечити не тільки добру пропускну здатність, а ще і високі показники доступності.

Для цього перехрестя пропонується: звуження ширини смуги руху; каналізування правоповоротних потоків; велосипедні переїзди та велосипедні смуги передбачено з усіх сторін перехрестя та на всіх підходах по вулицях.

Для даного перехрестя було розроблено пофазний роз'їзд задля забезпечення потоків.

#### **Бібліографічні посилання:**

1. Biliatynskiy O.A. [Motorway design]. (1997). Kyiv: Vyshcha shkola. (Chastyna 2), 528 (in Ukrainian).
2. Derzhavni budivelni normy Ukrainy (2001). [Transport facilities. Streets and roads of settlements]. DBN V.2.3-5-2001. Kyiv: Derzhbud Ukrainy, 51 (in Ukrainian).
3. Derzhavni budivelni normy Ukrainy (2002). [Urban planning. Planning and construction of urban and rural settlements]. DBN 360-92\*\*. К., 140 (in Ukrainian).
4. Havrylov E. V., Dmytrychenko M. F., Dolia V. K. [Systemology in transport. Organization of traffic]. (2007). Znannia Ukrainy, 452 (in Ukrainian).
5. Lobashov A. O. [About the predicted speed of traffic flows on city streets] (1999). Vistnyk KhHADTU. Kharksv : KhHADTU, 91–93 (in Ukrainian).
6. Osetrin M.M. (1997). [City road and transport facilities]. Navch. posibnyk dlia stud. VNZ/M.M. Osetrin. K.: IZMN, 196 (in Ukrainian).
7. Savenko V.Ia., Huba V.V. [Transport and operational properties of highways]: navch. posibnyk (2011). Donetsk : DVNZ «DonNTU», 229 (in Ukrainian).
8. Shirokun. I. [The exact number of cars in Ukraine and their average age are named]. (2018). Retrieved from: [https://auto.24tv.ua/nazvana\\_tochna\\_kilkist\\_avtomobiliv\\_v\\_ukraini\\_ta\\_yikh\\_serednij\\_vik\\_n6262](https://auto.24tv.ua/nazvana_tochna_kilkist_avtomobiliv_v_ukraini_ta_yikh_serednij_vik_n6262) (in Ukrainian).
9. Sylianov V.V., Domke E.R.. [Transport and operational quality of roads in city streets] : uchebnyk dlia stud. vsssh. ucheb. zavedenyi (2009). 3-e yzd., ster. M. : Yzdatelskyi tsentr «Akademyia», 352 (in Ukrainian).
10. Vinokurov Ya. [It became known how much Ukrainians spent on importing cars in 2019]. (2020). Retrieved from: <https://hromadske.ua/posts/stalo-vidomo-skilki-ukrayinci-vitratili-na-importni-avto-u-2019-roci> (in Ukrainian).

**Solarov O. O.**, PhD, Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Sarzhanov O. A.**, PhD, Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

#### **Features of traffic organization at city intersections**

*The organization of road traffic at complex intersections is very important, since about 80% of traffic accidents occur precisely at such sections of the road. This article examines the intersection of the city of Sumy, which belongs to such accident-prone sections of the road. The intersection of Kharkivska Street, Heroes of Sumshchyna Street, Gagarin Street, and Pokrovska Square is under consideration, which is located in the central part of the city and is an important node at the intersection of the main transport corridors of the city.*

*Analyzing the situation on this section of the road, we came to the conclusion that the study and analysis of the movement of vehicles at this intersection has an important applied value for the city. A number of factors have been identified at the intersection that contributed to the occurrence of traffic accidents, some of these factors provoke violations of traffic rules, and the constructively created intersection has a rather large load, which leads to complications in the departure of vehicles and the occurrence of traffic accidents. According to the analyzed data, 17 traffic accidents were recorded from 2018 to 2021. The article provides data by year, where it can be seen that the accident rate of the intersection is increasing every year. If we compare 2018 and 2020, the number of accidents has increased 4 times. When comparing 2020 and 10 months of 2021, the accident rate increased 2.5 times. When comparing 2018 and 10 months of 2021, the accident rate increased 10 times. The modern PTV VISSIM software was used during analysis and simulation. In order to simulate the optimized intersection, the phase-by-phase interchange and cyclogram were modified, taking into*

account right turns and separately from the movement of straight left turns from the street. Heroes of Sumy Oblast, with high traffic intensity. From Gagarina Street to the left, the flow is up to 30 cars/hour, from Pokrovska Square to the right, the flow is up to 15 cars/hour.

Thus, a step-by-step program for the implementation of measures was developed that would contribute to increasing traffic safety at these intersections. The best solution for the studied intersection is to preserve the traffic light regulation with the regulation of the area of the intersection (between the stop lines) and the creation of a conflict-free phase intersection. A program of implementing changes for the intersection was developed in 3 stages: 1st stage – the main stage, 2nd stage – after 2-3 years after the implementation of the 1st stage, 3rd stage – after 4-5 years after the implementation of the 2nd stage.

**Key words:** traffic, intersection, organization of traffic, traffic flow.