

and scatter plots and regression lines were constructed to visualize the relationships among the key parameters.

To forecast accident rates, the authors propose the development of a mathematical model that considers the interdependence between the type of traffic accident and the resulting number of casualties and fatalities. Such a model enables analytical assessment, risk forecasting, and informed decision-making in the field of road safety. The practical implementation of the research findings will improve the effectiveness of technical, organizational, and economic measures aimed at preventing road traffic accidents and mitigating their severe consequences. The proposed approaches can be applied to improve transport safety management systems and are relevant to public authorities, local governments, insurance companies, and civil society organizations interested in enhancing social safety on Ukrainian roads.

**Keywords:** road transport, accident rate, road accidents, injured, dead, social security.

Стаття надійшла 28.04.2025р.

УДК 656.13

[doi.org/10.31498/2522-9990292025330276](https://doi.org/10.31498/2522-9990292025330276)

Шумляківський В.П., Чуйко С.П., Прохорчук М.В.

## ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТЯХ З ОРГАНІЗАЦІЄЮ ПОФАЗОВОГО РОЗ'ЇЗДУ МЕТОДОМ РОЗЩЕПЛЕНОЇ ФАЗИ

В статті розглянуто проблеми безпеки руху на перехрестях, облаштованих світлофорним регулюванням, де час дозволеного сигналу по одній вулиці може мати різну тривалість на підходах на перехресті. Даний спосіб організації пофазового роз'їзду є ефективним у випадках, коли є значна різниця між інтенсивністю руху на підходах до перехрестя, та геометрія проїзної частини не дає можливості введення третьої фази для організації повороту ліворуч. Також ефективно даний метод сприяє зменшенню затримок в русі на перехресті габаритних автобусів та тролейбусів, що повертають ліворуч. В статті зазначено такого загальновідомого недоліку даного метода, як відсутність інформації у водіїв стосовно сигналу світлофора на зустрічних смугах. Проведено аналіз аварійності на перехрестях з організацією пофазового роз'їзду методом розщепленої фази в м. Житомир. Приведені статистичні дані, надані Управлінням патрульної поліції України в м. Житомир, стосовно дорожньо-транспортних пригод з потерпілими і загиблими, що сталися на досліджувальних перехрестях, дані про ДТП з матеріальним збитком, отримані з відкритих джерел, зокрема Житомир.інфо. Узагальнено результати опитування водіїв-професіоналів стосовно їх думки, щодо необхідності підвищення інформативності. В опитуванні прийняли участь водії тролейбусів та автобусів трамвайно-тролейбусного управління м. Житомир, та водії вантажівок підприємств ПП «Юмакс» і ПП «Гладкій» м. Житомир. Узагальнені дані опитування свідчать про необхідність введення додаткових інформаційних пристроїв для того, щоб позначати, перехрестя на яких час дозволеного сигналу, неоднаковий для різних напрямків. Як вирішення проблеми підвищення інформативності на перехрестях з організацією пофазового роз'їзду методом розщепленої фази, запропоновано введення статичного знаку, що встановлюватиметься на підходах до перехрестя та використання динамічних табло, які б дублювали сигнали світлофорів на зустрічній смузі.

**Ключові слова:** світлофорне регулювання, розщеплена фаза, аварійність, ДТП, несинхронна робота світлофора, фази регулювання, цикл світлофора, інформативність, перехрестя.

**Постановка проблеми.** Перехрестя є найважливішою частиною вулично-дорожньої мережі міста. Саме від роботи перехрестя залежить ефективне функціонування вулично-дорожньої мережі. Методи організації дорожнього руху на перехрестях мають бути спрямовані на облаштування безпечних умов перетину для всіх учасників дорожнього руху, а також на зменшення затримок в русі при проїзді перехрестя, бо затримки призводять до економічних витрат та збільшення шкідливих викидів. [1]. Тож наразі є важливим постійний моніторинг проблем організації дорожнього руху на перехрестях та розробка методів їх усунення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Для організації безпечного руху на перехресті найчастіше використовують світлофорне регулювання. Введення світлофорного регулювання є доцільним при певному співвідношенні інтенсивності руху по головній та другорядній дорогах. Світлофорне регулювання мінімізує кількість конфліктних точок, сприяє скороченню затримок учасників дорожнього руху, зменшенню негативного впливу на довкілля.

Важливим етапом введення світлофорного регулювання є визначення кількості фаз регулювання. Максимальна кількість фаз забезпечує мінімум конфліктних точок для регульованих напрямків, однак збільшує тривалість циклу і сумарну тривалість додаткових тактів. Тому при визначенні кількості фаз слід враховувати конкретні умови, що склалися на перехресті (кількість і тип конфліктних точок, обсяг руху, геометрію перехрестя, тощо) [1].

Найпростішим є двофазний цикл світлофорного регулювання. При застосуванні двофазного циклу лівоповоротні маневри здійснюються в конфлікті з прямим напрямком, тож при певній інтенсивності можуть виникати значні затримки в русі лівоповоротного напрямку.

В літературі [1, 2] регламентовано доцільність введення третьої фази при інтенсивності лівоповоротного напрямку від 120 од/год. Однак при недостатній ширині проїзної частини, або якщо інтенсивність руху в зустрічних напрямках значно відрізняється, вдаються до введення розщепленої фази, що дає час транспортним засобам зробити поворот ліворуч при великій інтенсивності зустрічного руху. Існує два методи розщеплення фази: метод затримки старту і метод ранньої відсічки. Пофазовий роз'їзд при застосуванні даних методів наведено на рисунках 1,2.

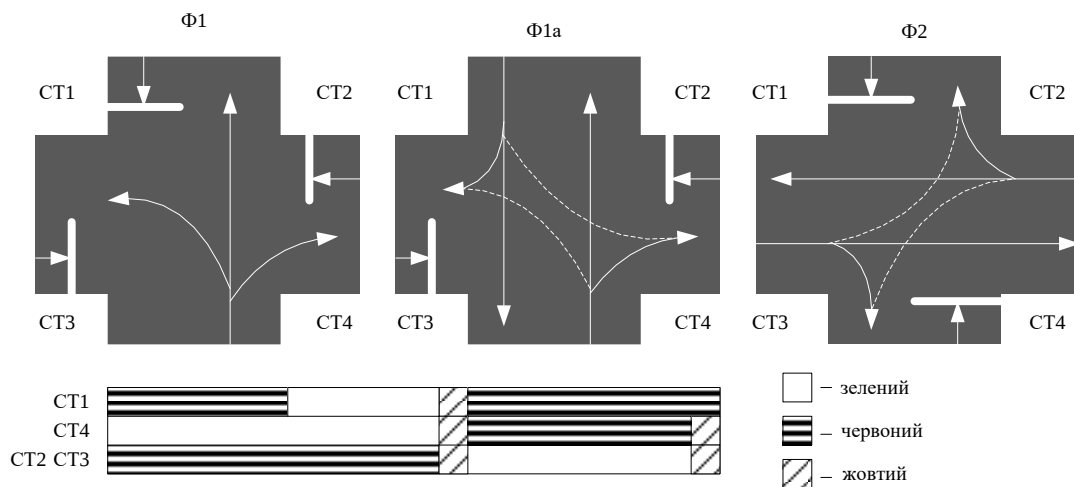


Рисунок 1 – Пофазовий роз'їзд транспортних засобів з використанням розщепленої фази методом затримки старту

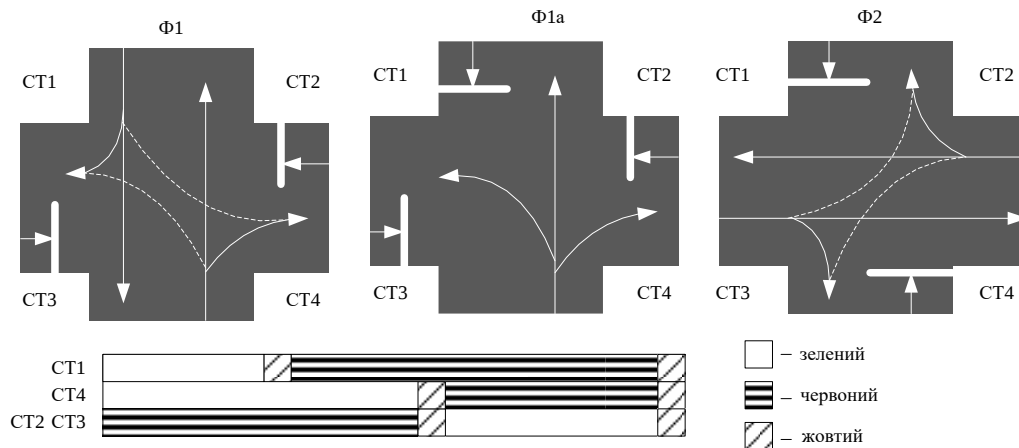


Рисунок 2 – Пофазний роз'їзд транспортних засобів з використанням розщепленої фази методом ранньої відсічки

Значним недоліком даного методу вважається відсутність у водіїв інформації про сигнал світлофора на зустрічній смузі [1]. Тому об'єктом дослідження статті є перехрестя м. Житомир, на яких організовано пофазовий роз'їзд з використанням метода розщепленої фази. Метою дослідження є аналіз аварійності на заданому перехресті та розробка пропозицій щодо усунення недоліків даного методу.

**Мета дослідження.** Метою роботи є аналіз роботи перехрестя з організацією пофазового роз'їзду методом розщепленої фази та розробка засобів підвищення інформативності для водіїв.

**Основний матеріал дослідження.** Метод розщепленої фази використовується при двофазному циклі, фактично третьої фази в циклі не має, а існує фазоподібний елемент. При застосуванні двофазного циклу ліво-і правоповоротні маневри, а також рух пішоходів здійснюється за наявності конфліктів. [1]. Використання розщепленої фази при двофазовому циклі не міняє цю ситуацію, конфлікти лишаються при здійсненні поворотів. Конфліктні точки на перехресті при застосуванні двофазного циклу вказані на рисунку 3.

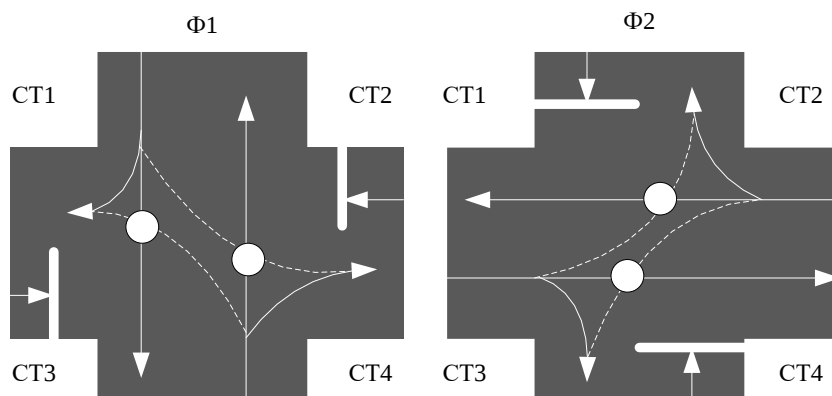


Рисунок 3 – Конфліктні точки при двофазному циклі світлофорного регулювання

При застосуванні розщепленої фази методом ранньої відсічки, в фазі 1а (рисунок 2 Ф1а) конфліктів має не бути, бо рух дозволено тільки в одному напрямку. Але в деяких випадках може складатися наступна ситуація: водії, які здійснюють поворот ліворуч (напрямок АВ рисунок 4), з напрямку, на якому час дії зеленого сигналу скорочено (переріз А рисунок 4), вже виїхали на середину перехрестя, але не встигли завершити маневр на зелений сигнал, бачачи

жовтий сигнал для себе, намагаються швидше завершити маневр. Не маючи інформації про те, що на зустрічній смузі ще діє зелений сигнал, і рух транспортних засобів дозволено в усіх напрямках, водій в такій ситуації може здійснити швидкий маневр, не давши дорогу зустрічному транспорту, який рухатиметься прямо на зелений сигнал, тим самим спричинивши ДТП.

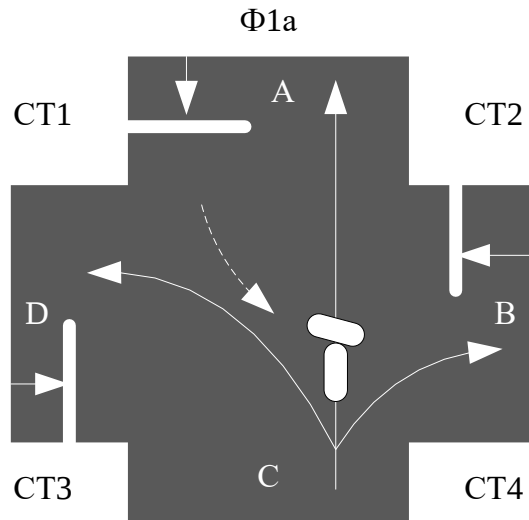


Рисунок 4 – Схема імовірного ДТП

За даними Житомирської міської ради, організація пофазового роз'їзду з використанням методу розщепленої фази використовується на перехрестях вулиць Велика Бердичівська та Шевченка, Велика Бердичівська та Жуйка, Київська та Небесної Сотні, Східна та Незалежності. На даних перехрестях організовано пофазовий роз'їзд методом ранньої відсічки. На рисунку 5 надано схему одного з перехресть, інші мають аналогічні геометричні параметри.

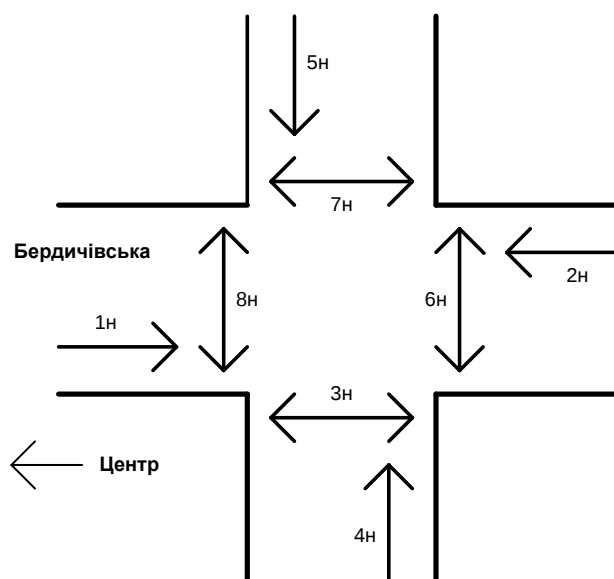


Рисунок 5 – Схема руху автомобілів та пішоходів через перехрестя вулиць В. Бердичівська та Жуйка

## Транспортні технології

Циклограму роботи світлофорної сигналізації наведено на рисунку 6. В першій фазі регулювання дозволений сигнал подовжено в напрямку 2 для того, щоб лівоповоротний напрямок встиг завершити маневр.

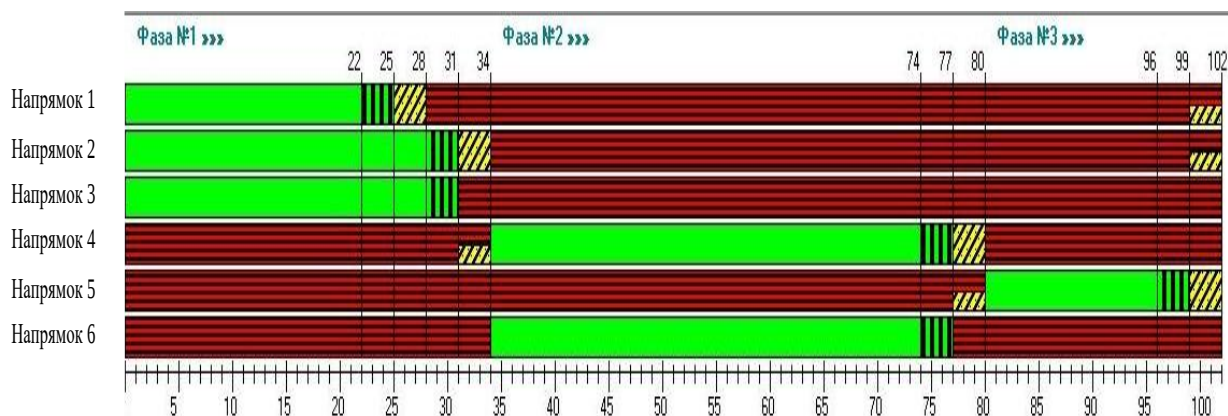


Рисунок 6 – Циклограма роботи світлофорної сигналізації на перехресті вулиць В. Бердичівська і Шевченка

Згідно інформації, наданої Управлінням патрульної поліції на досліджувальних перехрестях за період 10 місяців 2024 року, сталась наступна кількість ДТП за схемою наданою на рисунку 4: Велика Бердичівська та Шевченка – 3; Велика Бердичівська та Жуйка – 2; Київська та Небесної Сотні - 2; Східна та Незалежності – 3. З відкритих джерел, зокрема Житомир. інфо, також знайдено випадки ДТП, зокрема по перехрестях Велика Бердичівська та Шевченка – 4; Велика Бердичівська та Жуйка – 5; Київська та Небесної Сотні - 4; Східна та Незалежності – 3.

Також люди лишають скарги на несинхронну роботу світлофора, на Житмир.інфо є скарги в коментарях до ДТП, безпосередньо на роботу світлофора на перехресті В.Бердичівська –Жуйка.

Згідно наведеної статистики, можна зробити висновок, що неінформованість водіїв про сигнал світлофору на зустрічній смузі може призводити до ДТП.

Виходячи з твердження, що водій є керуючою ланкою в системі дорожнього руху транспортних засобів, яка конкретно визначає напрямок і швидкість транспортних засобів у кожен момент руху автомобіля. Чим повніше і чіткіше налагоджено інформування водіїв про умови і необхідні режими руху, тим більш точними і безпомилковими є керуючі дії водіїв, а отже, тим вищий рівень безпеки та ефективності дорожнього руху [3]. Було проведено опитування водіїв-професіоналів з приводу організації пофазового роз'їзду, організованого методом розщемленої фази. Водіям було запропоновано відповісти на два питання і були варіанти відповіді Перед опитуванням було наведено коротке пояснення проблеми, що досліджується: «Існує певна організація роботи світлофорного регулювання, при якій світлофори по одній дорозі працюють не синхронно в різних напрямках. В одному напрямку може бути подовжене зелене світло, а в іншому напрямку - скорочене. Зазвичай така організація роботи світлофорів застосовується для того, щоб надати можливість транспортним засобам повернути ліворуч і є ефективною в багатьох випадках. Однак недоліком цієї організації є те, що водії не інформовані про сигнал світлофора на зустрічній смузі. Надайте, будь ласка, відповіді на питання стосовно даної організації роботи світлофорного об'єкта», і потім було надано два питання:

## Транспортні технології

1. Чи вважаєте Ви, що несинхронна робота світлофорів може призвести до ДТП? Варіанти відповіді «Так», «Ні», «Свій варіант»

2. Чи є необхідність в підвищенні інформативності для водіїв на перехрестях де світлофори працюють несинхронно. Варіанти відповіді «Так», «Ні», «Свій варіант»

В опитуванні прийняли участь водії вантажівок підприємств в ПП «Юмакс» і ПП «Гладкій» і водії тролейбусів та автобусів трамвайно-тролейбусного управління м. Житомир. В опитування прийняли участь 23 водія вантажних автомобілів. З першим питанням погодились 75% опитаних, 25 відсотків не вважають можливим виникнення аварійної ситуації.

Чи вважаєте Ви, що несинхронна робота світлофорів може призвести до ДТП?

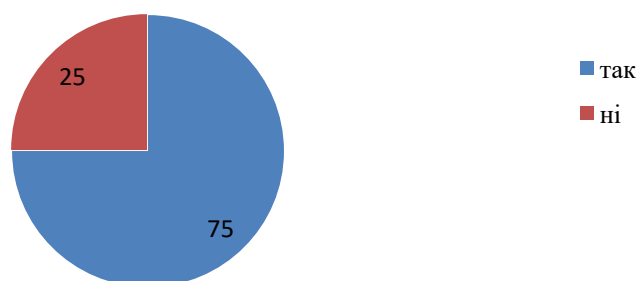


Рисунок 7 – Результати опитування водіїв вантажних автомобілів стосовно можливості виникнення ДТП через несинхронну роботу світлофорів

Стосовно другого питання необхідність підвищити інформативність на перехрестях вважають необхідним 90% опитаних.

Чи є необхідність в підвищенні інформативності для водіїв на перехрестях, де світлофори працюють несинхронно

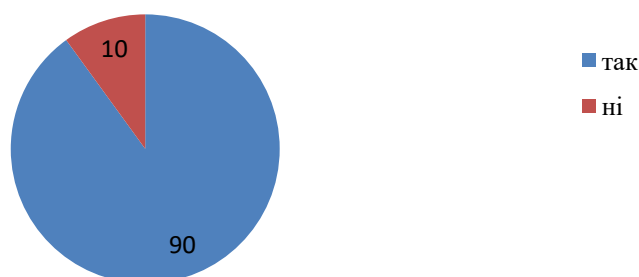


Рисунок 8 – Результати опитування водіїв вантажних автомобілів стосовно підвищення інформативності на перехрестях де пофазовий роз'їзд організовано методом розщепленої фази

## Транспортні технології

Схожі результати було отримано серед водіїв автобусів і тролейбусів. Всього в опитування прийняли участь 40 водіїв. Стосовно першого питання 56 відсотків погодились з можливістю виникнення ДТП, 35 відсотків не погодились і 9% дали свою відповідь

Чи вважаєте Ви, що несинхронна робота світлофорів може призвести до ДТП?

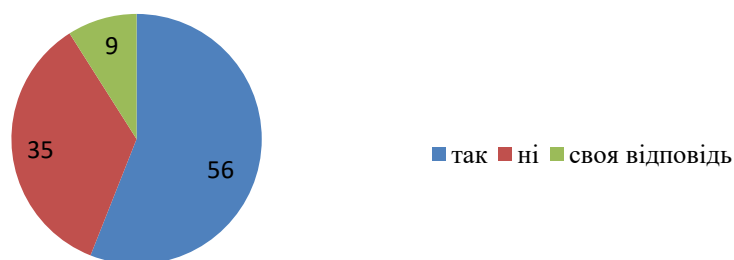


Рисунок 9 - Результати опитування водіїв тролейбусів та автобусів стосовно можливості виникнення ДТП через несинхронну роботу світлофорів

Стосовно другого питання, 80% відсотків водіїв погодились, що необхідно підвищувати рівень інформативності на перехрестях де організовано пофазового роз'їзду методом розщепленої фази. 15% респондентів не бачать в цьому потреби, 5 відсотків надали свій варіант відповіді, зокрема внесли пропозицію про необхідність інформування водіїв про сигнал світлофора на зустрічній смузі.

Чи є необхідність в підвищенні інформативності для водіїв на перехрестях, де світлофори працюють несинхронно

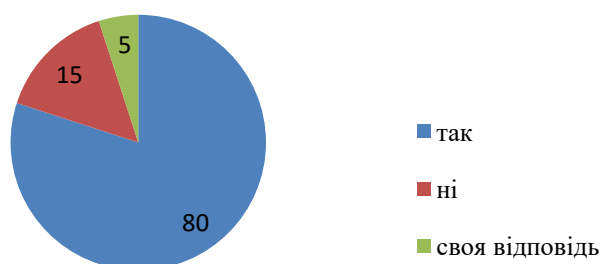


Рисунок 10 – Результати опитування водіїв автобусів стосовна підвищення інформативності на перехрестях, де пофазовий роз'їзд організовано методом розщепленої фази

## ВИСНОВКИ

Незважаючи на виявлені недоліки, розщеплення фаз має перевагу перед використанням простого двофазного циклу у тих випадках, коли спостерігається неоднорідна інтенсивність руху в різних напрямках, і частина транспортних засобів, що рухаються через перехрестя, не встигає зробити лівий поворот (як, наприклад, на малюнку 4 напрямом CD), а облаштування

поворотної секції не можливо через геометричні особливості проїзної частини. Також метод розщеплення фаз є ефективним за наявності напрямків регулювання руху трамваїв і тролейбусів, що, зокрема, дає змогу знизити затримки трамваїв удвічі та оптимізувати співвідношення між тривалістю дозволених сигналів конфліктних транспортних та пішохідних напрямків регулювання. У результаті це зумовлює збільшення середнього відношення тривалості дозвільного сигналу до циклу регулювання на 6 % [2].

Тому відкидати даний спосіб організації пофазного роз'їзду не варто, але з метою підвищення безпеки руху на перехрестях з розщепленими фазами варто ввести інформаційні знаки, які б привертали увагу водіїв при наближенні до перехрестя з такою організацією світлофорного регулювання. Також можливо встановлення сферичних дзеркал, які відображали б сигнальну групу смути для зустрічного транспорту, або інформаційних табло, які б дублювали сигнали світлофорів на зустрічній смузі.

### Список використаних джерел

1. Поліщук В.П. *Організація та регулювання дорожнього руху*. – К.: Знання України, 2014. – 467 с.
2. *Управління дорожнім рухом на регульованих перехрестях у містах: монографія*/ С.Ю.Формальчик, І.А.Могила В.Е.,Трушевський, В.В. Гілевич; за заг.ред С.Ю.Формальчика.– Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. – 236
3. *Організація дорожнього руху : навчальний посібник* /А.А.Кашканов,В. П.Кужель.– Вінниця: ВНТУ,2017.–125с.
4. Прохорчук М. *Проблемні аспекти організації пофазного роз'їзду транспортних засобів з використанням розщепленої фази. Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем* Зб. матеріалів п'ятої Всеукраїнської наук-техніч. інтернет-конф. 25-27 жовтня 2023 року, м. Рівне с 133-134

Shumlyakivskyi V. P. Chuyko, S.P., Prokhorchuk M

### IMPROVEMENT OF TRAFFIC SAFETY AT INTERSECTIONS WITH THE ORGANIZATION OF A SPLIT-PHASE METHOD

*The article deals with the problems of traffic safety at intersections equipped with traffic signal control, where the time of the permitted signal on one street may have different duration on the approaches to the intersection. This method of organizing a phased junction is effective in cases where there is a significant difference between the traffic intensity on the approaches to the intersection, and the geometry of the roadway does not allow the introduction of a third phase for organizing left turns. This method is also effective in reducing traffic delays at the intersection of large buses and trolleybuses turning left. The article points out such a well-known drawback of this method as the lack of information from drivers about traffic signals in the oncoming lanes. An analysis of the accident rate at intersections with the organization of a split-phase junction in Zhytomyr is carried out. The article presents statistical data provided by the Office of the Patrol Police of Ukraine in Zhytomyr regarding road accidents with victims and fatalities that occurred at the studied intersections, data on road accidents with material damage obtained from open sources, in particular Zhytomyr.info. The results of a survey of professional drivers on their opinion about the need to improve information are summarized. The survey involved drivers of trolleybuses and buses*

*of the Zhytomyr Tram and Trolleybus Department and truck drivers of the companies Humax and Gladkiy in Zhytomyr. Zhytomyr. The generalized survey data indicate the need to introduce additional information devices to indicate the intersections where the permitted signal time is different for different directions. As a solution to the problem of increasing the information content at intersections with the organization of a split-phase crossing, it is proposed to introduce a static sign to be installed on the approaches to the intersection and the use of dynamic boards that would duplicate the signals of traffic lights on the oncoming lane.*

**Keywords:** *traffic light control, split phase, accident rate, road accidents, asynchronous operation of traffic lights, control phases, traffic light cycle, information content, intersection.*

*Стаття надійшла 16.05.2025р.*