

ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМ ТА РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ З ВИЗНАЧЕННЯ ДАЛЬНОСТІ ВИДИМОСТІ ДОРОЖНІХ ОБ'ЄКТІВ В ТЕМНУ ПОРУ ДОБИ

Представлено розроблені схеми та алгоритми експериментальних досліджень з визначення дальності видимості об'єкту на дорозі при наявності та відсутності світла фар зустрічного транспортного засобу, наведені одержані експериментальні значення дальності видимості.

В. П. Кужель, А. Н. Клименчук. Обоснование схем и разработка алгоритмов проведения исследований по определению дальности видимости дорожных объектов в темное время суток

Представлены разработанные схемы и алгоритмы экспериментальных исследований по определению дальности видимости объекта на дороге при наличии и отсутствии света фар встречного транспортного средства, приведены полученные экспериментальные значения дальности видимости.

V. P. Kuzhel, A. M. Klymenchuk. Justification of schemes and development of algorithms of road object visibility distance research during the night-time

Presented schemes and algorithms developed experimental studies to determine the object on the road visibility distance in the presence and absence of headlights of oncoming vehicles, are obtained experimental values visibility distance.

When performing an experiment technical expertise conducted in accordance with established schemes and algorithms in an environment as close as possible to the conditions of an accident. When conducting field experiments during the nighttime to consider many factors: weather conditions, the type and condition of the road surface, especially the distinction between the object and its location, illumination and light distribution features that are provided with lights. Most reliable results you need to experiment to determine the visibility, which takes place directly on the stretch of road where the accident occurred.

Pedestrian in a light clothing has a 30% better chance of being recognized during nighttime, and thus the probability of getting into an accident it is much lower probability of recognition in pedestrian clothing with reflective elements even higher, confirming the need for these items in the clothing of pedestrians during the nighttime.

Ключові слова: дальність видимості, схема експерименту, темна пора доби, дорожньо-транспортна пригода, експертиза, дорожній об'єкт.

Постановка проблеми

У відповідності з Правилами дорожнього руху України в темну пору доби водій має обирати допустиму швидкість руху в залежності від дальності видимості. Як правило в темну пору доби 70-80% часу автомобілі рухаються у вільному режимі (замість дороги), тобто з ввімкненим дальнім світлом фар [1]. Також відомо, що біля 50% дорожньо-транспортних пригод (ДТП) (в темну пору доби до 90%) складають наїзди на пішоходів, які й були вибрані в якості основних об'єктів розрізнення в темну пору доби [2].

Росту ДТП в нічний час сприяють наступні фактори: незадовільна освітленість проїзної частини (для більшості доріг повна її відсутність), незадовільний технічний стан систем освітлення, підвищена втомлюваність водіїв, послаблення контролю з боку ДАІ (у водіїв і пішоходів виникають відчуття самовпевненості і безкарності), засліплення водіїв фарами зустрічних автомобілів. Тобто у експертів автотехніків доволі часто виникає потреба проводити дорожні дослідження механізму пригоди в нічний час. Тому задача вибору схеми дорожнього експерименту з оцінки дальності видимості виникає при проведенні автотехнічної експертизи ДТП. Від точності її визначення залежить об'єктивність прийняття рішення про винність або не винність водія.

При розслідуванні ДТП необхідно встановити такий момент, починаючи з якого водій повинен був приймати міри для їх попередження. Не встановивши механізму ДТП, не можливо виявити її причини, а це, в свою чергу, не дасть змоги визначити правильності і правомірності дій її учасників. Тобто від правильності схеми і алгоритму дорожнього експерименту залежить точність визначення дальності видимості в кожному конкретному випадку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Як зазначається в концепції державної програми підвищення безпеки дорожнього руху - стан безпеки дорожнього руху в Україні і наслідки дорожніх транспортних пригод є одними з найгірших у Європі. В Україні за одинадцять попередніх років в населених пунктах скоєно понад 88 тис. ДТП за участю і з вини пішоходів. Поза населеними пунктами їх скоєно майже в 6 разів менше – 15,5 тис. Але в нічний час число пригод з людськими жертвами складає: у містах у 2,5 рази, а на позаміських дорогах у 3 рази більше ніж в світлу пору доби [1].

Зі спеціальної літератури [2–5] відомо, що одним з ключових технічних питань, яке ставиться перед експертом при експертизі ДТП, є питання про наявність у водія технічної можливості запобігти ДТП гальмуванням. Якщо розрахунки покажуть, що у водія була можливість зупинити автомобіль до місця ДТП, то постає питання, чому водій не скористався такою можливістю і не запобіг ДТП.

Розслідування ДТП, які сталися в темну пору доби включає в себе вирішення наступних головних питань [1, 2]: 1) Чи відповідала вибрана водієм швидкість руху автомобіля відстані видимості дороги; 2) Чи мав водій автомобіля технічну можливість запобігти ДТП в момент виникнення небезпеки (перешкоди) для руху; 3) В випадку перевищення водієм швидкості, що визначається за дальністю видимості дороги, чи знаходиться дане перевищення в причинному зв'язку з фактом даного ДТП? Для знаходження відповідей на поставлені запитання необхідно знати: дальність видимості дороги чи відстань загальної видимості, дальність видимості перешкоди чи відстань конкретної видимості. Дані величини визначаються експериментально на основі схем та алгоритмів дорожніх досліджень [6-8].

Метою даної роботи є підвищенні точності визначення дальності видимості дорожніх об'єктів в темну пору доби за рахунок розроблених схем та алгоритмів проведення досліджень з визначення дальності видимості.

Основні результати дослідження

При виконанні автотехнічної експертизи експеримент проводиться за встановленими схемами та алгоритмом в умовах, максимально наближених до умов ДТП. Тут повинні враховуватись усі фактори, що впливають на видимість, зокрема: погодні умови (сніг, дощ, туман і т.д.); тип, стан і колір покриття, наявність дорожньої розмітки; освітленість (штучне і природне освітлення не повинно суттєво відрізнятися від того, які були на момент ДТП).

Найдостовірніші результати забезпечує експеримент з визначення видимості, який проводиться безпосередньо на ділянці дороги, де сталося ДТП. Допускається проведення експерименту на ділянках, аналогічних ділянці місця ДТП. Інші транспортні засоби (ТЗ) повинні бути встановлені на такій відстані від місця проведення експерименту, щоб світло їх зовнішніх приборів не здійснював вплив на видимість на ділянці проведення експерименту.

ТЗ, що приймали участь у ДТП в темну пору доби, в багатьох випадках отримують значні ушкодження. У такому випадку ТЗ необхідно замінити однотипними, що мають аналогічні характеристики – тип та потужність ламп в фарах, ступінь забрудненості розсіювачів фар і лобового скла. Якщо в експерименті не може бути використаний об'єкт, видимість якого слід встановити, то при виборі аналогічного об'єкта потрібно в першу чергу звернути увагу на елементи, здатні вплинути на його видимість і розпізнавання. Наприклад, якщо даним об'єктом є велосипедист, то потрібно враховувати колір щитків і рами велосипеда, а також необхідно, щоб велосипедист (демонстратор) був одягнений у той самий одяг, що і потерпілий. Коли це неможливо, то на демонстратора одягається аналогічний за виглядом та кольором одяг. Якщо на одязі потерпілого були які-небудь ділянки, що мають світловідбиваючий ефект, то і на одязі демонстратора повинні бути такі ж ділянки. Наведемо алгоритми проведення натурних експериментів з визначення загальної видимості дороги і конкретної видимості нерухомого та рухомого об'єктів при відсутності світла фар зустрічного ТЗ.

Алгоритм визначення загальної видимості дороги і конкретної видимості нерухомого об'єкту при відсутності світла фар зустрічного транспортного засобу.

Хід експерименту. Після того як ділянка проведення експерименту буде огорожена і будуть проведені необхідні роботи по реконструкції місця пригоди, в місці наїзду розміщується об'єкт, видимість якого необхідно встановити. Наприклад, якщо даним об'єктом є лежача людина, то в місці наїзду розміщується манекен (демонстратор) в одязі потерпілого або у схожому за типом і кольором одязі. ТЗ, з якого буде визначатися видимість, розміщується від місця наїзду у напрямку, протилежному напрямку руху перед наїздом, на відстані, з якого об'єкт не розрізняється.

Схеми проведення дорожніх експериментів представлені на рисунку 1 (а, б, в, г – схеми експериментів і залежності від варіанту пересування об'єкту на дорозі).

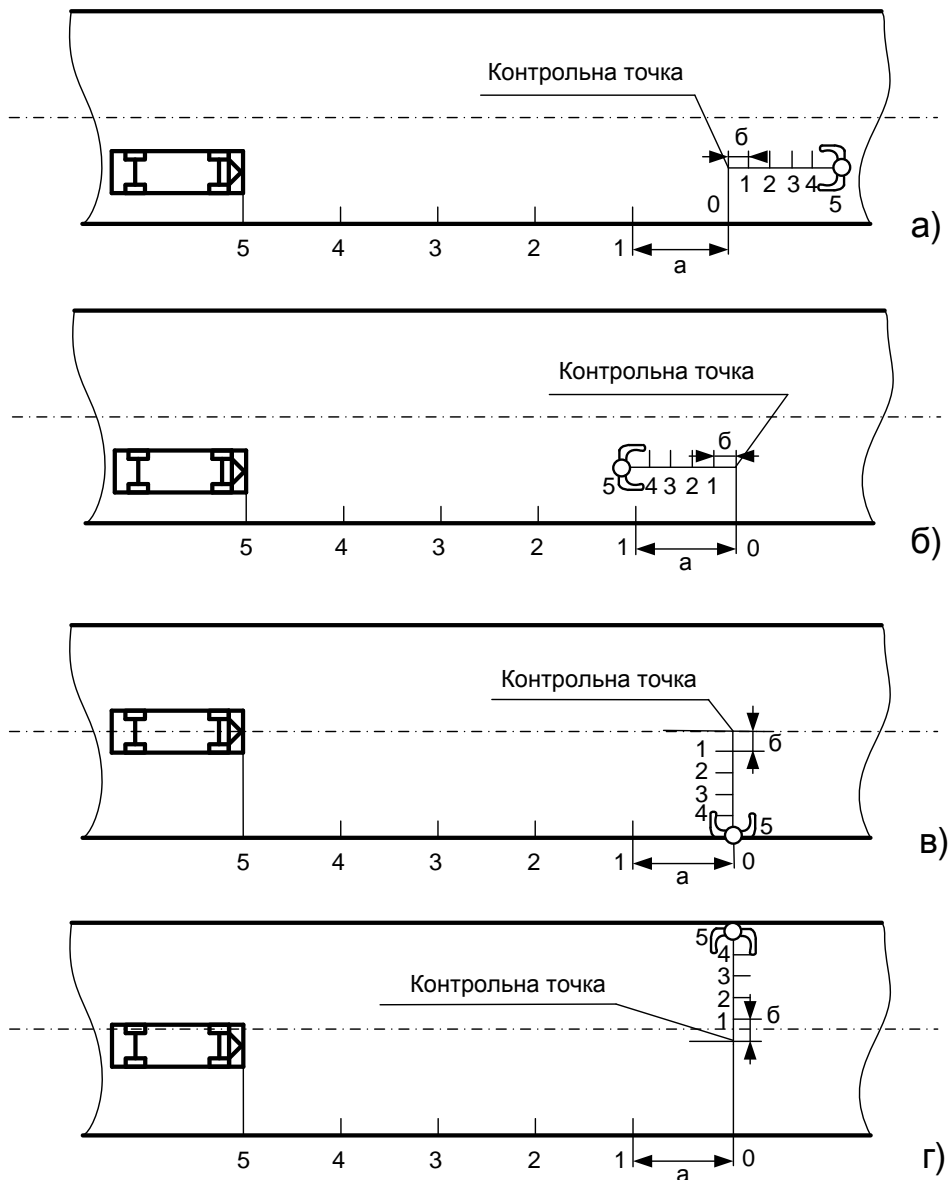


Рис. 1. Схеми до проведення експериментів

З місця водія спостерігач і поняті визначають місце, до якого дорога проглядається, наприклад, межа правої кромки проїзної частини з обочиною. У випадку якщо проїзна частина має розмітку у вигляді переривистих ліній, достатньо підрахувати кількість ліній, що видні з місця водія, і виміряти відстань від передньої частини ТЗ до кінця останньої видимої лінії.

Якщо ж права межа проїзної частини проглядається на більшу відстань, чим повздовжня розмітка, а також якщо повздовжньої розмітки немає, видимість дороги визначається відстанню, на якій що розрізняється права межа проїзної частини і обочини.

Відстань видимості дороги може бути також визначено за видимістю дорожніх стовпчиків огорожі. Видимість дорожніх знаків або інших споруд, позначених або непозначених вертикальною розміткою, не у всіх випадках дозволяє визначити напрямок і ширину проїзної частини, тому питання про видимість дороги, виходячи з видимості дорожніх знаків і споруд, вирішується у кожному випадку окремо.

Отже, для визначення місця, до якого проглядається межа правого краю проїзної частини з узбіччям, посилають від стоячого ТЗ вперед по дорозі одного з учасників експерименту, що несе світловідбивач. Світловідбивач слід нести уздовж правої межі проїзної частини на висоті не більше 15-20 см, періодично повертаючи його активною стороною до водія-спостерігача.

Водій-спостерігач, орієнтуючись на проблиски світловідбивача, вказує (по рації або моргнувши світлом фар), в якому місці повинна зупинитися людина, що несе світловідбивач (в місці, до якого межа проїзної частини і узбіччя проглядаються), після чого вимірюється відстань від передньої частини ТЗ до цього місця. Це і буде відстанню видимості дороги у напрямку руху.

Замість світловідбивача можна використати білий листок паперу, який переноситься і періодично повертається то площиною, то ребром так, як і світловідбивач.

В зимовий час колір паперового листа слід підібрати контрастним до снігового покриву.

Необхідність користування світловідбивачем або листом паперу, як показала практика, визначається тим, що людина, що віддаляється від ТЗ, стає невидимою для водія-спостерігача, і його неможна зупинити на місці, до якого проглядається межа проїзної частини і узбіччя.

При визначенні видимості необхідно звернути увагу на наступне. При зупинках ТЗ двигун працює на холостих обертах. У випадках слабо зарядженої акумуляторної батареї інтенсивність накаливання ламп фар буде знижуватись. Тому оберти двигуна потрібно підтримувати в межах, що відповідають його обертам для швидкості перед наїздом.

Після встановлення відстані видимості дороги ТЗ, з якого визначається видимість, зі швидкістю 3-4 км/год. рухається у напрямку об'єкта, конкретну видимість якого необхідно встановити. Водій-спостерігач зупиняє ТЗ на місці, з якого об'єкт можна розпізнати за зовнішніми ознаками (силуетом, окресленням ніг, елементам одягу і т.д.). Вимірявши відстань від передньої частини ТЗ до розпізнаного об'єкта, отримаємо відстань конкретної видимості даного об'єкта з місця водія.

Алгоритм визначення загальної видимості дороги і конкретної видимості рухомого об'єкту при відсутності світла фар зустрічного транспортного засобу за умови рухомої перешкоди.

Виходячи зі швидкості транспортного засобу і рухомого об'єкту (наприклад, пішоходу) визначаються відстані, що вони проходять за одну секунду.

Шлях, що проходить за одну секунду рухома перепона (пішохід, велосипедист і гужовий візок), зазвичай, визначають експериментально, моделюючи темп їх руху, який корегується очевидцями пригоди (включаючи водія ТЗ, що здійснив наїзд), вимірюючи час проходження ним ділянки певної довжини за допомогою секундоміра. Поділивши довжину ділянки, по межах якої визначався час його проходження, на час проходження ділянки в секундах, отримаємо шлях, що проходить перепона за одну секунду. Наприклад рухома перепона (пішохід) пройшла ділянку 10 м за 7,4 с. поділивши 10 м на 7,4 с отримаємо 1,35 м/с.

Далі від місця наїзду в напрямку, протилежному руху ТЗ, і по шляху його руху відмічають ділянки, рівні відстані, що проходить транспортний засіб за одну секунду (якщо швидкість складала 60 км/г, то відмічають ділянки довжиною 16,6 м). достатня кількість таких ділянок, як показала практика, - 5 (за необхідністю їх кількість може бути збільшено). Від місця ж наїзду в напрямку, протилежному руху пішоходу, на якого був здійснений наїзд, і по шляху його руху розмічають також 5 ділянок, для випадку, що розглядається, – по 1,35 м.

Приклади розмітки ділянки для проведення експерименту по визначенню конкретної видимості рухомого об'єкту при відсутності світла фар зустрічних засобів показані на рис. 4.1 в даних прикладах показані випадки розмітки ділянок для визначення конкретної видимості рухомого (попутно, на зустріч, зліва направо і з права наліво відносно напрямку руху ТЗ, який здійснив наїзд) пішоходу.

Транспортний засіб і об'єкт розміщуються відповідно на початку ділянок № 5. При цьому транспортний засіб встановлюється передньою частиною на межі ділянки (зазвичай наїзд здійснюється передньою частиною), а об'єкт – на межі своєї 5-ої ділянки встановлюється на рівні місця початкового контакту з ним при наїзді.

Отже, з цього положення визначається видимість дороги і конкретна видимість велосипедиста.

Методика визначення видимості дороги не відрізняється від вище наведеної методики при визначенні видимості дороги і конкретної видимості нерухомого об'єкту при відсутності зустрічного об'єкту.

З місця водія спостерігач і поняті визначають місце, до якого дорога проглядається, наприклад, межа правої кромки проїзної частини з обочиною.

Максимальна відстань від передньої частини ТЗ, на якій з місця водія чітко розрізняються елементи дороги на шляху руху, - визначаємо відстань видимості дороги.

Далі ТЗ і об'єкт рухаються на межі ділянок № 4. Видимість дороги в цьому випадку визначається за необхідності, якщо вона змінюється внаслідок зміни дорожніх умов, наприклад, перехід від підйому до спуску, зміна радіусу закруглення дороги і т.д. На прямих і рівних ділянках дороги видимість дороги, зазвичай, змінюється незначно.

Відстань від передньої частини ТЗ до об'єкту, якому з'явилась чітка можливість розрізнити об'єкт за його характерними ознаками, і буде відстанню конкретної видимості об'єкта.

Якщо можливість виявити ознаки об'єкту з'являються між границями ділянок, то потрібно розбити дану ділянку на частини (наприклад, на дві частини, що буде відповідати шляху за 0,5 с; або на 4 частини, що буде відповідати шляху за 0,25 с) і послідовне переміщення ТЗ і об'єкту здійснювати не на цілу ділянку, а на відповідні його частини для більш точного визначення відстані конкретної видимості.

Розробка алгоритмів експериментальних досліджень.

Основними задачами експериментальних досліджень є:

–отримання результатів вимірювання дальності видимості об'єктів на дорозі в темну пору доби в дорожніх умовах, а також дальності видимості об'єктів на дорозі в залежності від відстані між зустрічними автомобілями;

–розрахунок значень дальності видимості на основі проведених дорожніх випробувань для побудови навчаючої вибірки;

Робота проводилась у наступній послідовності:

- вибір обладнання та вимірювальної апаратури;
- вибір режимів роботи фар для дорожніх випробувань;
- вимірювання вибраних показників ефективності світлових систем.

Експериментальне дослідження впливу засліпленості водія, що створюється фарами зустрічного автомобіля, на дальність видимості об'єктів на дорозі.

Отже, з метою дослідження впливу засліпленості водія фарами зустрічного автомобіля на зміну дальності видимості об'єкта в темний час доби був проведений натурний (дорожній) експеримент. Розроблена схема проведення експерименту з поясненнями зображених елементів, структурних частин та розмірів приведена на рис. 2.

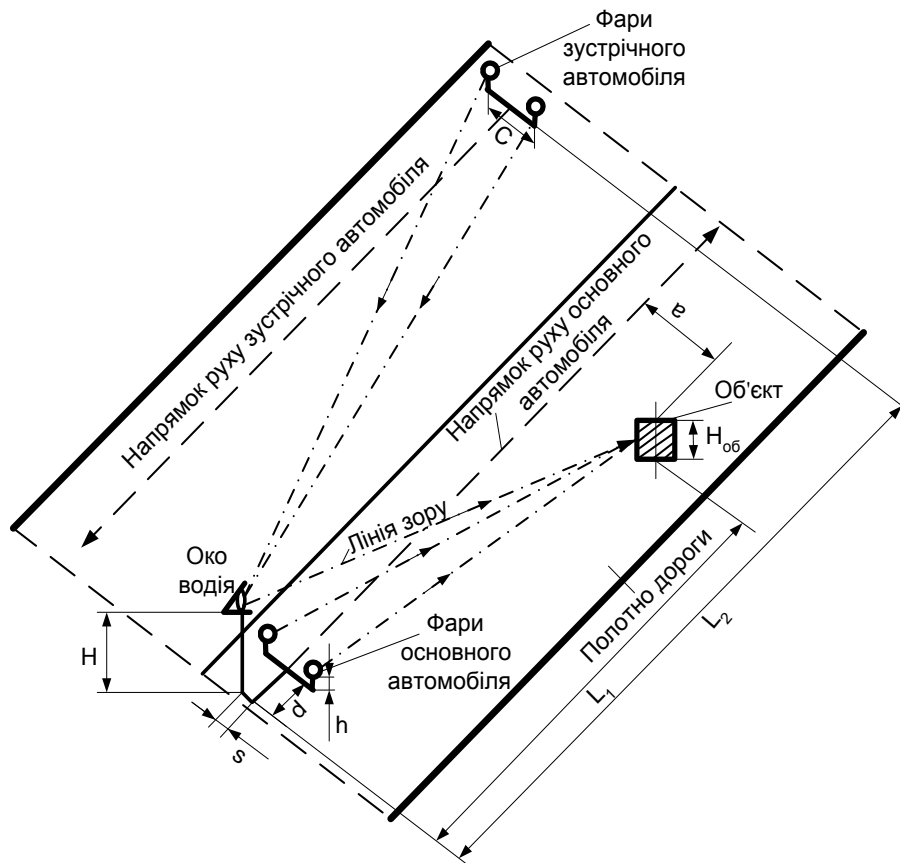


Рис. 2. Схема до експерименту з визначення дальності видимості об'єкту на дорозі при наявності світла фар зустрічного транспортного засобу

Ділянка автомобільної дороги довжиною 500 м, на якій проводився експеримент, була огорожена для того, щоб світлові прилади інших транспортних засобів не могли впливати на видимість. Характеристики обраної ділянки дороги: горизонтальна, протяжністю біля одного кілометра з твердим асфальтобетонним покриттям, негоризонтальність не перевищує 1,5%. Швидкість вітру під час випробувань не перевищувала 4 м/с, температура повітря знаходилась в межах 15-25°C. У даному експериментальному дослідженні брали участь 5 спостерігачів з гостротою зору 0,9...1,0. Як допоміжні засоби були використані: 20-метрова рулетка, світловідбивач, крейда для розмітки проїзної частини, пронумеровані фішки.

Експериментальні дані були отримані при дослідженнях засліплення, що створюється фарами з галогенними лампами типу Н4 (12 В, 60-55 Вт), встановленими на автомобілях, що пересуваються по стандартній дорозі з двома смугами руху (ширина проїзної частини 7,5 м, відстань між автомобілями 3 м). Слід також зазначити, що ділянка дороги між автомобілями була розбита крейдою і фішками на ділянки по 10 м (рис. 3).

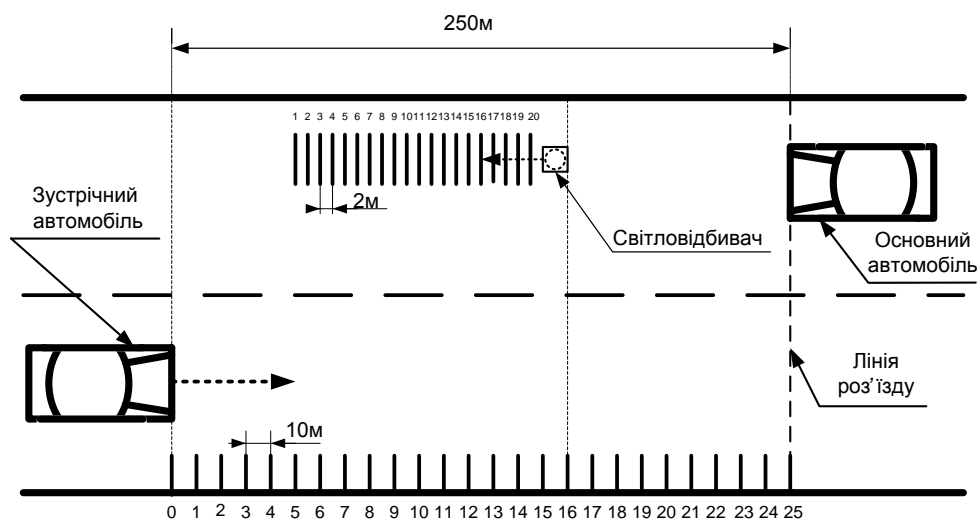


Рис. 3. Розташування транспортних засобів на початку експерименту

Алгоритм проведення експерименту:

1. Транспортні засоби (основний автомобіль і зустрічний автомобіль) – учасники експерименту – були розміщені в напрямку їх руху на відстані 250 м один від одного.

2. Спостерігачі з місця водія (по черзі) мали можливість визначати відстань, на якій вони розрізняють елементи дороги (чітко розрізняють світловідбивач), для об'єктивності використовувались 5 спостерігачів.

3. Видимість елементів дороги визначалася найбільшою відстанню, на якій ще розпізнається права границя проїзної частини й узбіччя.

4. При визначенні видимості елементів дороги попереду по правому узбіччю посилався один учасник експерименту зі світловідбивачем, який учасник періодично повертав активною поверхнею убік спостерігачів.

5. Спостерігачі за відблесками світловідбивача вказували на місце, де елементи дороги ще розпізнаються, після чого вимірювалась відстань від передньої частини транспортного засобу до цього місця.

6. Відстань, яка була вказана спостерігачами, і є видимістю дороги в напрямку руху, яку потрібно було визначити.

7. Потім автомобілі зближувались (зближення автомобілів проводилося від відстані між ними 250 м до 0 м - до моменту їх зустрічного роз'їзду, причому рухався лише один автомобіль, а інший залишався нерухомим) і хід проведення експерименту повторювався.

8. Усереднені результати вимірювань за пунктом 6 зводились у графік для подальшого аналізу (рис. 4).

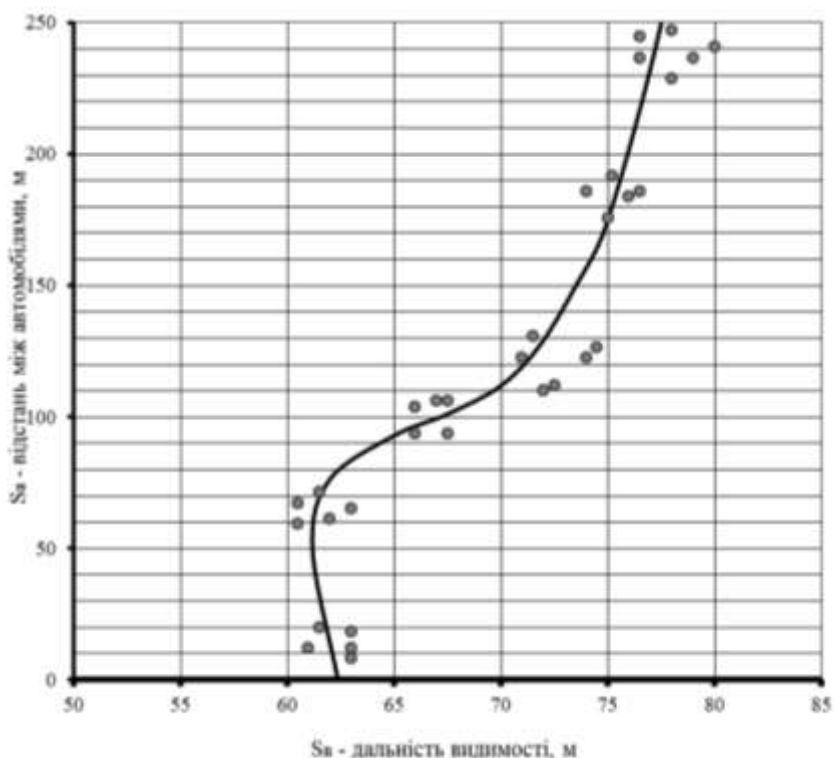


Рис. 4. Залежність дальності видимості від відстані між автомобілями

Отже, проаналізувавши одержану графічну залежність можна зазначити, що з моменту зближення автомобілів на відстань 200-250 м під дією сліпучої блискучості фар починається процес скорочення дальності видимості об'єктів. На ділянці 0,2 км водії в тій чи іншій мірі втрачають видимість, при $S_a = 110$ м дальність видимості зменшується на 15%, при $S_a = 70$ м – на 23%. Подальше зближення автомобілів практично не впливає на зміну видимості.

Проведемо аналіз отриманих експериментальних даних.

Отже дослідження показали, що необхідна для розрізнення об'єкта освітленість зростає зі збільшення відстані до нього, тобто вважати значення освітленості постійним не вірно. Для ближнього світла фар освітленість найбільш інтенсивно зростає при зменшенні відстані до автомобіля з 40 до 10 м, а для дальнього світла фар – з 70 до 10 м.

Дослідження дальності видимості тест-об'єктів на дорозі при дальньому світлі фар автомобілів, які брали участь в експериментах, показали, що в комплексі отримані значення дальності видимості для різних автомобілів з галогенними фарами незначно відрізняються (не більше 10%) і знаходяться в близьких межах (табл. 1).

Таблиця 1

Усереднені експериментальні значення дальності видимості в залежності від автомобілів, які використовувались в експериментах

Група автомобілів	Значення дальності видимості тест-об'єктів, м					
	Пішохід у світлому одязі		Пішохід у темному одязі		Пішохід у одязі зі світловідбиваючими елементами	
	силует.	конкр.	силует.	конкр.	силует.	конкр.
Opel Astra -G	205-215	175-190	130-135	108-117	135-140	125-132
Daewoo Lanos, Sens	190-210	158-175	114-121	90-112	118-125	108-115
ВАЗ - 11183, 11193	200-218	170-188	125-135	95-115	130-140	120-130
ВАЗ - 2170	200-220	167-185	122-131	90-112	128-135	117-125
ВАЗ – 2110, 2111	200-218	165-183	120-130	90-110	125-135	116-123
ВАЗ – 2115, 2114, 2113, 21099, 21093	190-210	160-175	112-120	90-110	118-125	108-115
ЗАЗ – 110307 – 42	190-208	158-175	115-124	90-103	120-128	109-118

Висновки

1. При проведенні натурних експериментів в темну пору доби слід враховувати велику кількість факторів.
2. Наявність сліпучої блискучості фар зустрічних автомобілів суттєво знижує видимість дороги і дорожніх об'єктів (майже на 25%). А це, в свою чергу, зменшує величину безпечної швидкості руху транспортних засобів по дорогам загальної мережі. Адже з моменту зближення автомобілів на відстань 200-250 м під дією сліпучої блискучості фар починається процес скорочення дальності видимості об'єктів. На ділянці 0,2 км водії в тій чи іншій мірі втрачають видимість.
3. Пішохід у світлому одязі має на 30% більше шансів бути розпізнаним в темну пору доби, а отже ймовірність попадання його в ДТП значно нижча, ймовірність розпізнавання пішохода у одязі зі світловідбиваючими елементами ще вища, що підтверджує необхідність застосування цих елементів на одязі пішоходів в темну пору доби.

1. Центр безпеки дорожнього руху та автоматизованих систем Державної автомобільної інспекції України, Аварійність на автошляхах України. Режим доступу : <http://www.sai.gov.ua/ua/people/5.htm>

2. Експертний аналіз дорожньо-транспортних пригод / [Галаса П. В., Кисельов В. Б., Куйбіда А. С. та інші.]. – Київ: Експерт-сервіс, 1995. – 192 с.

3. Использование специальных познаний в расследовании дорожно-транспортных происшествий / [Кривицкий А. М., Шапоров Ю. И., Фальковский В. В. и др.] : под общ. ред. : канд. техн. наук Кривицкого А. М. и канд. юрид. наук Шапорова Ю. И. – Мн. : Харвест, 2004. – 128 с.

4. Кужель В.П. Методика зменшення невизначеності в задачах авто технічної експертизи ДТП при ідентифікації дальності видимості дорожніх об'єктів в темну пору доби : Монографія / В.П. Кужель, А.А. Кашканов, В.А. Кашканов. ВНТУ, 2010. – 200 с.

5. Волков В.П. Совершенствование методов автотехнической экспертизы при дорожно-транспортных происшествиях. Совершенствование методов автотехнической экспертизы при дорожно-транспортных происшествиях. Монография / В.П. Волков., В.Н. Торлин, В.М. Мищенко, Кашканов А.А. и др. Харьков.: ХНАДУ. 2010. – 476 с.

6. Кужель В. П. Оцінка дальності видимості дорожніх об'єктів у темну пору доби при експертизі ДТП за допомогою нечіткої логіки / В. П. Кужель // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – 2008. – №41. – С. 91–95.

7. Кашканов А.А. Вплив засліпленості водія на вибір безпечних режимів руху /А.А. Кашканов, В.П. Кужель // Вісник ВПІ. – 2003. – № 5. – С. 63–66.

8. Кужель В.П. Дослідження особливостей сприйняття дорожньої обстановки водієм в темну пору доби / В.П. Кужель // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія : Технічні науки. №3 (62), Том 2, 2012. – С. 94 – 101.

Рецензенти:

Анісімов Віктор Федорович – д.т.н., професор, завідувач кафедри тракторів, автомобілів і електротехнічних систем Вінницького національного аграрного університету

Біліченко Віктор Вікторович – д.т.н., професор, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету