

ОКРЕМІ АСПЕКТИ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ РОЗТАШУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ВІДНОСНО ЕЛЕМЕНТІВ ДОРОГИ ЗА ДАНИМИ ФОТО- ВІДЕОФІКСАЦІЇ

CERTAIN ASPECTS OF DETERMINATION OF COORDINATES OF LOCATION OF VEHICLES REGARDING ROAD ELEMENTS ACCORDING TO PHOTO-VIDEO FACILITATION

Чернякович Н.А., старший судовий експерт сектору автотехнічних досліджень
відділу автотехнічних досліджень та криміналістичного дослідження транспортних засобів
Рівненський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр
Міністерства внутрішніх справ України

Стаття присвячена особливостям проведення фототехнічної експертизи у справах, пов'язаних із дорожньо-транспортними пригодами. При проведенні вказаних експертиз серед основних завдань є встановлення координат розташування транспортних засобів відносно меж проїзної частини у різні моменти часу. Із розвитком технічних засобів фіксації дорожніх обставин і збільшенням їх використання водіями з'явилася можливість фіксування дорожніх обставин на всіх стадіях пригоди. В методичній літературі наведені аспекти встановлення розмірних характеристик різних об'єктів за умови, що вони зафіксовані в кадрі фото- чи відеозображення.

У цій статті автором досліджено можливість встановлення координат розташування транспортного засобу відносно меж проїзної частини за даними фото- та відеофіксації методом, який базується на законах побудови лінійних перспективних зображень. З метою підтвердження доцільності застосування цього методу було проведено низку експериментів, в ході яких порівнювалися значення, отримані розрахунковим шляхом у процесі графічних побудов на кадрах фотозображень зі значеннями натурних величин.

Результати проведених експериментальних досліджень підтвердили можливість встановлення координат розташування об'єктиву фотокамери відносно меж проїзної частини за даними виконаних нею фотозображень, застосовуючи закони побудови лінійних перспективних зображень. Похибка між величинами, отриманими розрахунковим шляхом, вказує на точність проведення графічних побудов на фотозображеннях.

Встановлення координат розташування транспортного засобу відносно меж проїзної частини дороги в такому випадку встановлюється за допомогою графічного редактора з урахуванням встановленої відстані розташування об'єктиву відеореєстратора до краю проїзної частини; розташування об'єктиву відеореєстратора відносно поєздовжньої осі автомобіля; габаритних розмірів транспортного засобу; розмірних характеристик елементів дороги. Наведена у статті модель наочно показує можливість встановлення координат розташування транспортного засобу відносно меж проїзної частини у випадку, коли не зафіксовано габаритних розмірів транспортного засобу.

Ключові слова: перспектива, точка сходу, відеореєстратор, проїзна частина, фотозображення, боковий інтервал, транспортний засіб, кадр.

The article is devoted to the peculiarities of photographic examination in cases related to traffic accidents. When conducting these examinations, among the main tasks is to establish the coordinates of the location of vehicles relative to the boundaries of the roadway at different times. With the development of technical means of capturing road conditions and increasing their use by drivers, it has become possible to record road conditions at all stages of the accident.

The methodological literature presents aspects of establishing the dimensional characteristics of various objects, provided that they are recorded in a photo or video image. In this article, the author explores the possibility of establishing the coordinates of the vehicle, relative to the boundaries of the carriageway, according to photo and video capture by a method based on the laws of construction of linear perspective images. In order to confirm this method, a number of experiments were performed, during which the values obtained by calculation in the process of graphical constructions on the frames of photographic images with the values of field values were compared.

The results of experimental studies confirmed the possibility of establishing the coordinates of the location of the camera lens, relative to the boundaries of the roadway, according to the photos taken by it, using the laws of construction of linear perspective images. The error between the values obtained by calculation and natural values, which was obtained during the research, indicates the accuracy of the graphical constructions on the photographs.

Setting the coordinates of the location of the vehicle relative to the boundaries of the roadway, in this case, is set using a graphics editor, taking into account the following parameters: the set distance of the DVR lens to the edge of the roadway; the location of the DVR lens relative to the longitudinal axis of the vehicle; overall dimensions of the vehicle; dimensional characteristics of road elements. Thus, the model presented in the article clearly shows the possibility of establishing the coordinates of the location of the vehicle relative to the boundaries of the carriageway in the case when the frame does not record the overall dimensions of the vehicle.

Key words: perspective, point of convergence, video recorder, carriageway, photographic image, side spacing, vehicle, frame.

Із розвитком технічних засобів фіксації дорожніх обставин (відеокамери зовнішнього нагляду, автомобільні відеореєстратори) та збільшенням їх використання водіями з'явилася можливість фіксування дорожніх обставин на всіх стадіях пригоди. Такі записи в експертній практиці дозволяють отримати об'єктивні дані про розташування транспортних засобів на дорозі в процесі їх руху.

У процесі проведеного аналізу можливостей встановлення бокових інтервалів транспортних засобів за даними фото- відеофіксації виявлено, що така можливість здебільшого описана для випадків, коли транспортні засоби перебувають у кадрах фото- відеозображень. Можливість встановлення бокового інтервалу руху транспортних засобів за умови, що фото-відеозйомка проводиться із салону автомобіля, є не досить вивченою.

У статті висвітлено можливість встановлення розташування транспортного засобу відносно елементів дороги у випадку, коли відеозапис обставин дорожньо-транспортної пригоди проводиться відеореєстратором, встановленим у салоні автомобіля, тобто таким чином, що сам транспортний засіб не потрапляє у кадр і є необхідність визначення його розташування відносно елементів проїзної частини в певні моменти часу. Для цього розглянемо принцип побудови фотографічних зображень.

Об'єкт зйомки здебільшого є не площиною, а частиною простору, в якому на різній відстані від об'єктиву знаходяться різні за формою і розмірами предмети. Функція фотографічного об'єктиву полягає у тому, щоб зображення предметів, які розташовуються у тривимірному просторі, побудувати в одній площині. Побудова фотографічного

зображення заснована на принципі центрального проектування як одного із методів побудови перспективних зображень за допомогою геометричних елементів (точки, лінії, площини) [2].

Перспектива – система зображення об’ємних тіл на площині або якій-небудь іншій поверхні, яка враховує їх просторову структуру і віддаленість окремих їх частин від спостерігача [3]. Сутність побудови лінійної перспективи залежить від положення в просторі точки S (точки зору). Якщо в точку S , де знаходиться око спостерігача, помістити об’єктив фотоапарата, то в площині фотозображення сформується зображення, відповідне до того, яке сприймається зором у передбачуваній прозорій вертикальній площині проекції [2].

Сутність центрального проектування схематично показана на рисунку 1, з якого вбачається, що побудова в певній площині перспективи об’єкта зумовлена співвідношенням (положенням у просторі) точки зору S або центру проекції об’єкта, що підлягає відображенню в перспективі і площині проекції (картинної площини K) [2].

Горизонтальна площина P , на якій знаходяться об’єкти, які спостерігаються, і сам спостерігач, мають назву предметна. Відрізок $S'S$ визначає висоту точки зору (об’єктива) над рівнем предметної площини. Прямі, які проходять від предмета до картинної площини K або ж від неї до точки зору S , мають назву проектуючі лінії, або ж промені (рисунок 2).

Головний промінь зору (відрізок OS) є віссю конуса світлових променів, які потрапляють в об’єктив. Він спрямований перпендикулярно до картинної площини і в місці перетину з нею утворює головну точку картини. Фронтальні перспективні зображення, які зазвичай утворюються в кадрах фотозображень, можуть бути центральними, кутовими, крайніми, перерваними та похилими [4].

Для перспективи характерне зменшення масштабу зображення по мірі збільшення відстані [2]. Тому паралельні лінії, які віддаляються, наприклад межі проїзної частини, бордюри, тротуари, на перспективному зобра-

женні сходяться в одну точку на лінії горизонту (точку сходу O). Будь-яка горизонтальна лінія, проведена в отриманих трикутниках, буде рівною ширині відповідної смуги руху (рисунки 3, 4).

У загальній теорії перспективних зображень вимірвальній фотографії, а також окремим аспектам вимірвальній фотографії в судовій експертизі присвячено багато наукових робіт. Разом із тим практичне застосування визначення розташування точки проведення зйомки (розташування об’єктива) відносно перспективного зображення є не досить вивченим. Фактори, які впливають на зміну встановлення розташування об’єктива відносно меж проїзної частини, залежать від відображеного на фотознімку перспективного зображення.

З метою встановлення можливості визначення координат розташування транспортного засобу відносно елементів дороги на фотозображеннях, виконаних за правилами лінійної перспективи, було проведено низку експериментів. В рамках експерименту використовувалася ділянка дороги двостороннього руху, яка має по одній смузі руху в кожному напрямку. Смуги руху розділені між собою горизонтальною дорожньою розміткою. Вимірами проїзної частини встановлено, що відстань від правого краю проїзної частини до правого краю горизонтальної дорожньої розмітки, яка розділяє смуги руху, становить 400 см. Відстань від лівого краю проїзної частини до лівого краю горизонтальної дорожньої розмітки, яка розділяє смуги руху становить, 400 см.

Далі фотозйомка використовувалася із забезпеченням таких умов:

- фотокамера встановлена таким чином, що відстань від об’єктива до правого краю проїзної частини становила 1 м;
- фотокамера встановлена таким чином, що відстань від об’єктива до правого краю проїзної частини становила 2 м;
- фотокамера встановлена таким чином, що відстань від об’єктива до правого краю проїзної частини становила 3 м.

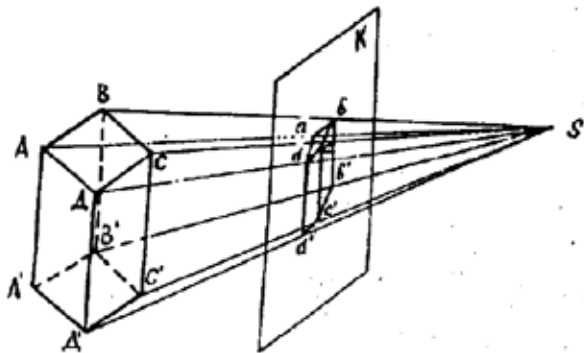


Рис. 1. Побудова перспективного зображення об’єкта у площині

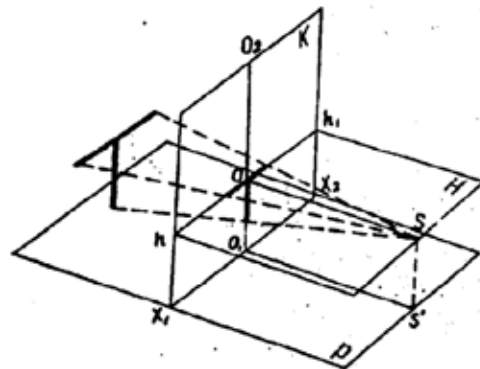


Рис. 2. Побудова зображення при центральному проектуванні

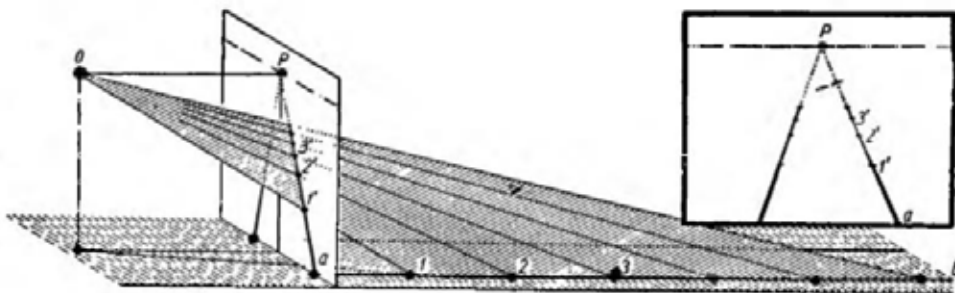


Рис. 3. Побудова перспективи паралельних ліній



Рис. 4. Побудова перспективи на фотозображенні



Рис. 5. Графічні побудови на кадрі фотозображення, де відстань від об'єктиву до правого краю проїзної частини становила 100 см

На отриманих кадрах за допомогою графічного редактора CorelDRAW проводилися графічні побудови в такому порядку:

- на фотозображеннях від осьової дорожньої розмітки до правого краю проїзної частини паралельно лінії горизонту будувалася лінія АБ;
- відносно осьової дорожньої розмітки та правого краю проїзної частини будувалися лінії АО та БО до їх перетину в точці сходу О;
- із точки сходу О опускався перпендикуляр до горизонтальної лінії АБ;
- встановлені числові значення відрізків АБ і БВ на кожному з експериментальних фотозображень.

Метою експерименту була можливість встановлення розташування об'єктиву фотокамери відносно меж проїзної частини в поперечному напрямку. Для встановлення розташування об'єктиву фотокамери відносно меж проїзної частини в поперечному напрямку при проведенні експериментів проводилися розрахунки згідно такого відношення (1):

$$X = \frac{БВ \cdot 400}{АБ}, \quad (1)$$

де: БВ – відрізок від перпендикуляра, опущеного з точки сходу ліній О до правого краю проїзної частини, см; АБ – відрізок від осьової дорожньої розмітки до правого краю проїзної частини паралельно лінії горизонту, см; 400 – фактичне числове значення ширини правої смуги руху, см.

Підставивши встановлені у процесі графічних побудов числові значення відрізків АБ і БВ у відношення (1) отримуємо:

– фотокамера встановлена таким чином, що відстань від об'єктиву до правого краю проїзної частини становить 100 см (рисунок 5);

$$X = \frac{БВ \cdot 400}{АБ} = \frac{12,3 \cdot 400}{51,0} = 96,5(\text{см})$$

– фотокамера встановлена таким чином, що відстань від об'єктиву до правого краю проїзної частини становить 200 см (рисунок 6);

$$X = \frac{БВ \cdot 400}{АБ} = \frac{22,7 \cdot 400}{46,1} = 196,9(\text{см}).$$

– фотокамера встановлена таким чином, що відстань від об'єктиву до правого краю проїзної частини становить 300 см (рисунок 7).

$$X = \frac{БВ \cdot 400}{АБ} = \frac{34,5 \cdot 400}{46,8} = 294,9(\text{см})$$

Після отримання експериментальних і розрахункових даних було визначено відносну похибку результатів розра-

хунків стосовно дійсного значення відстані розташування об'єктиву фотокамери до правого краю проїзної частини. Результати розрахунків наведені у таблиці 1.

У результаті проведеного експерименту встановлено такі закономірності:

– перпендикуляр, опущений із точки сходу горизонтальних ліній на лінії горизонту до нижнього краю фотозображення, відповідає головному променю перспективного зображення та вказує на розташування об'єктиву відносно елементів дороги в поперечному напрямку;



Рис. 6. Графічні побудови на кадрі фотозображення, де відстань від об'єктиву до правого краю проїзної частини становила 200 см



Рис. 7. Графічні побудови на кадрі фотозображення, де відстань від об'єктиву до правого краю проїзної частини становила 300 см

Таблиця 1

Результати експерименту з визначення відстані розташування об'єктиву фотокамери до правого краю проїзної частини

№ експерименту	Дійсне значення, см	Розрахункове значення, см	Відносна похибка вимірювань, %
1	100	96,5	3,6
2	200	196,9	1,6
3	300	294,9	1,7

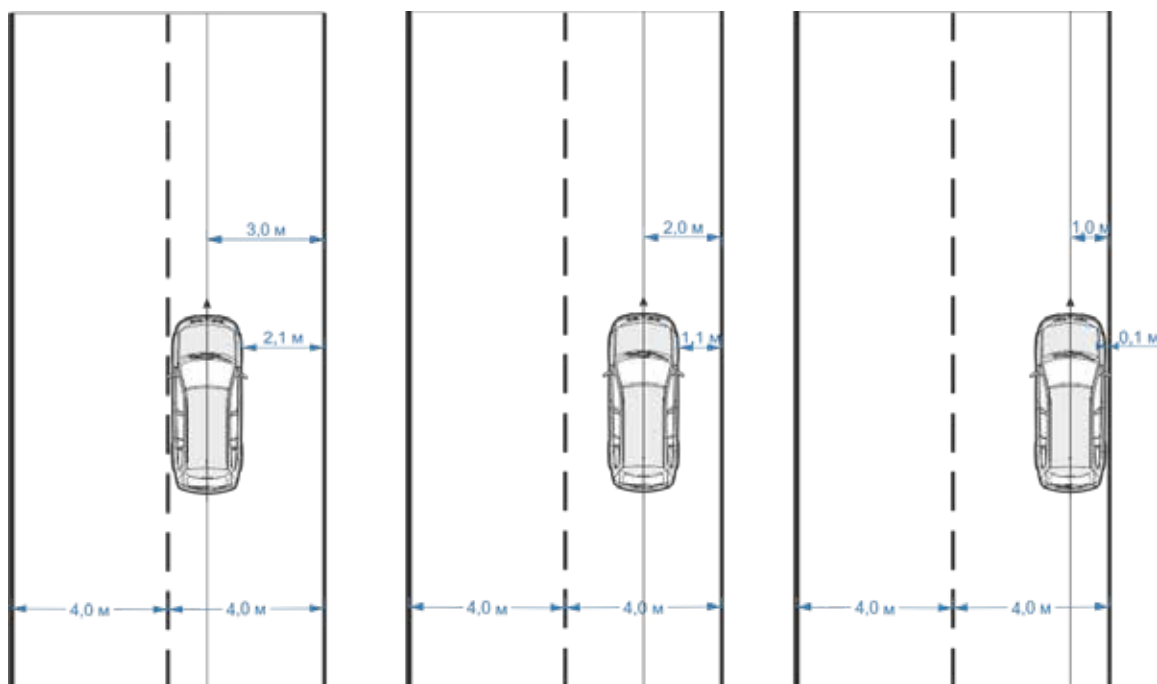


Рис. 8. Графічні побудови для визначення бокового інтервалу автомобіля відповідно до проведених експериментів

– відносна похибка визначення розташування об'єктиву відносно елементів дороги в поперечному напрямку залежить від точності графічних побудов у графічному редакторі та становить 1,6-3,6%.

Проведений експеримент виявив можливість за даними запису відеореєстратора визначити розташування об'єктиву відеореєстратора відносно елементів проїзної частини. Для встановлення розташування транспортного засобу відносно меж проїзної частини необхідно врахувати розмірні характеристики елементів дороги, габаритні розміри транспортного засобу, розташування об'єктиву відеореєстратора відносно поздовжньої осі автомобіля та розташування об'єктиву відеореєстратора відносно елементів проїзної частини.

У подальшому за допомогою графічного редактора побудовано масштабну схему, на якій було відображено елементи проїзної частини в місці проведення експерименту та розташування легкового автомобіля з урахуванням проведених експериментів і за умови, що відеореє-

стратор встановлений на поздовжній осі транспортного засобу (рисунок 8).

Таким чином, у процесі графічних побудов встановлено, що розташування легкового автомобіля відносно елементів проїзної частини відповідно до експериментів №№ 1-3 становить 0,1 м, 1,1 м, 2,1 м.

Підсумовуючи результати проведеної роботи, варто зауважити, що за наявності запису з відеореєстратора є можливість встановлення розташування транспортного засобу відносно меж проїзної частини. Для цього необхідно знати габарити транспортного засобу, в якому встановлений відеореєстратор, розташування об'єктиву відеореєстратора відносно поздовжньої осі автомобіля та розміри елементів дороги. Експертам при проведенні фототехнічних експертиз (досліджень), завданням яких буде встановлення розташування транспортного засобу відносно елементів дороги за даними записів, виконаних відеореєстраторами, варто враховувати можливу похибку, оскільки вона завжди буде присутня.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бовкун С.А. Лінійна перспектива [Електронний ресурс] : навч. посіб. / С.А. Бовкун. Електрон. дані. Запоріжжя : ЗНТУ, 2017, 1 електрон. опт. диск (DVD-ROM); 12 см. Назва з тит. екрана.
2. Судебная фототехническая экспертиза. Методическое пособие для экспертов. ВНИИСЭ М. 1982. 168 с.
3. Значення терміну «перспектива». [Електронний ресурс]. Доступний із <https://uk.wikipedia.org/wiki/Перспектива>.
4. Фельдман Я.Д., Курский Л.Д. Техника и технология фотосъемки : учеб. пособие для техникумов / Под ред. Р.Н. Ильина. М. : Легкая и пищевая промышленность, 1981. 240 с., ил.