

УДК 625.72.  
UDC 625.72.

## ВИЗНАЧЕННЯ ПРОСТОРОВОЇ ВИДИМОСТІ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ

*Савчук С.О.*, Національний транспортний університет, Київ, Україна

### DETERMINING SPATIAL VISIBILITY ON THE ROADS

*Savchuk S.O.*, National Transport University, Kyiv, Ukraine

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ВИДИМОСТИ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

*Савчук С.А.*, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Видимість – це максимальна відстань, на якій з місця водія можна чітко розпізнати межі елементів дороги та розміщення учасників руху, що дає змогу водієві орієнтуватися під час керування транспортним засобом, зокрема для вибору безпечної швидкості та здійснення безпечного маневру.

Існуючі методи дають змогу оцінити окремо видимість в плані та поздовжньому профілі, але цього буває не достатньо. Існують такі поєднання елементів дороги, коли по розрахунках видимість окремо в плані та профілі забезпечується, але просторова (реальна) видимість є незадовільною. Саме просторова видимість об'єднує в собі видимість в плані та профілі одночасно.

Для вирішення даної проблеми можна використовувати «метод конусів (ліхтаря)». Він ґрунтується на розподіленні концентрації зору водія. Водій може чітко бачити ситуацію в межах конуса, вершина якого знаходиться на рівні очей водія, приймається 1,2м, а довжина конуса залежить від швидкості руху транспортного засобу та часу доби, приймається за нормативами (табл.5.6 ДБН В.2.3-4:2007 Споруди транспорту. Автомобільні дороги). Кут між бічними стінками конуса становить 12° - в денний час та 2° - в нічний час доби [1].

Метод «конуса» має графічне та аналітичне вираження.

В графічному вигляді метод використовується таким чином. Для початку необхідно створити просторову модель місцевості та дороги. Це можливо виконати за допомогою програмного комплексу Civil 3D та функції завантаження координат для створення моделі місцевості з Google Earth. Для більш точного визначення видимості необхідно, щоб на моделі місцевості окрім рельєфу ще розміщувалися об'єкти, які можуть створювати перешкоди для забезпечення видимості: будинки, дерева, кущі, дорожні знаки тощо. На рівні зору водія встановлюється конус розподілу концентрації зору водія. З рухом транспортного засобу по просторовій моделі дороги переміщується й конус. Таким чином можна візуально оцінити межу видимості – все що розміщується в середині конуса потрапляє в зону видимості. Довжина конуса залежить від швидкості і приймається згідно [2].

На рис. 3. показано конус видимості, який дає можливість оцінити відразу видимість в просторі. Після оцінки просторової видимості можна оцінити ділянки де видимість не забезпечується і більш детально вивчити їх виявивши, яка саме видимість не забезпечена – в горизонтальній чи вертикальній площині.

В аналітичному вигляді цей метод описується рівнянням конуса в просторі. Для денної видимості воно має вигляд:

Основою конуса слугує коло з радіусом  $BE=r = |AB| \cdot \operatorname{tg} 6^\circ = d \cdot \operatorname{tg} 6^\circ$

Рівняння кола знаходимо з наступних рівнянь:

Направляюча конуса, тобто окружність знаходимо з рівнянь:

Рівняння сфери з центром в точці  $x_2 y_2 z_2$

$$(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 + (z - z_2)^2 = d^2 \cdot \operatorname{tg}^2 6^\circ \quad (1.1)$$

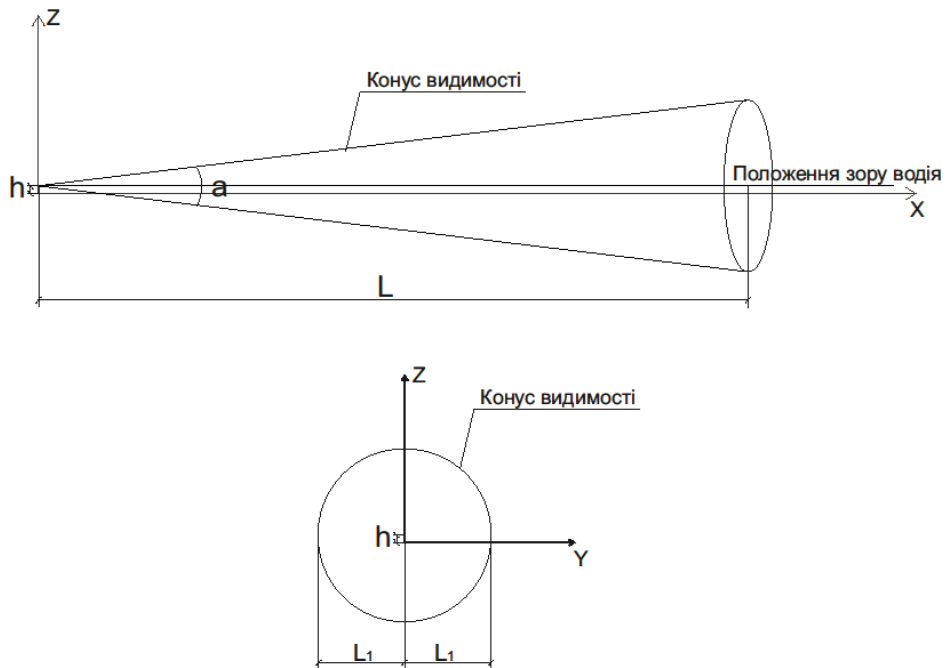


Рисунок 1 - Конус видимості на прямій ділянці:

$L$  – відстань видимості, залежно від швидкості руху та погодних умов та часу доби;  
 $L1$  – бокова видимість;  $h$  – положення лінії зору водія над поверхнею дороги,  $h=1,2$ м;  
 $\alpha$  – кут розподілу концентрованого зору водія, залежить від часу доби

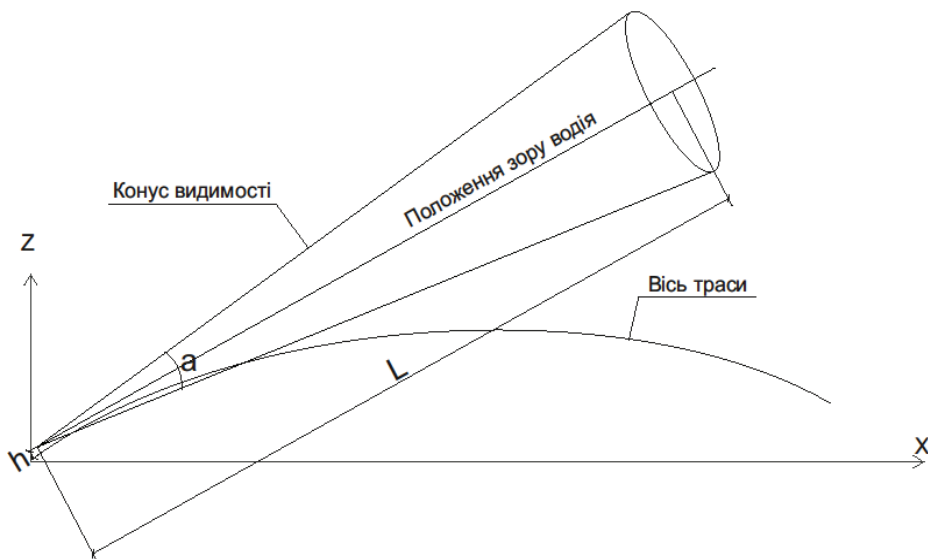


Рисунок 2 - Конус видимості на випуклій кривій:

$L$  – відстань видимості, залежно від швидкості руху та погодних умов та часу доби;  
 $h$  – положення лінії зору водія над поверхнею дороги,  $h=1,2$ м;  
 $\alpha$  – кут розподілу концентрованого зору водія, залежить від часу доби

Рівняння площини, яка проходить через точку В  $(x_2, y_2, z_2)$  та перпендикулярна вектору, що співпадає з напрямком осі конуса АВ, тобто перпендикулярна площині

$$(x_2 - x_1)(x - x_2) + (y_2 - y_1)(y - y_2) + (z_2 - z_1)(z - z_2) = 0 \tag{1.2}$$

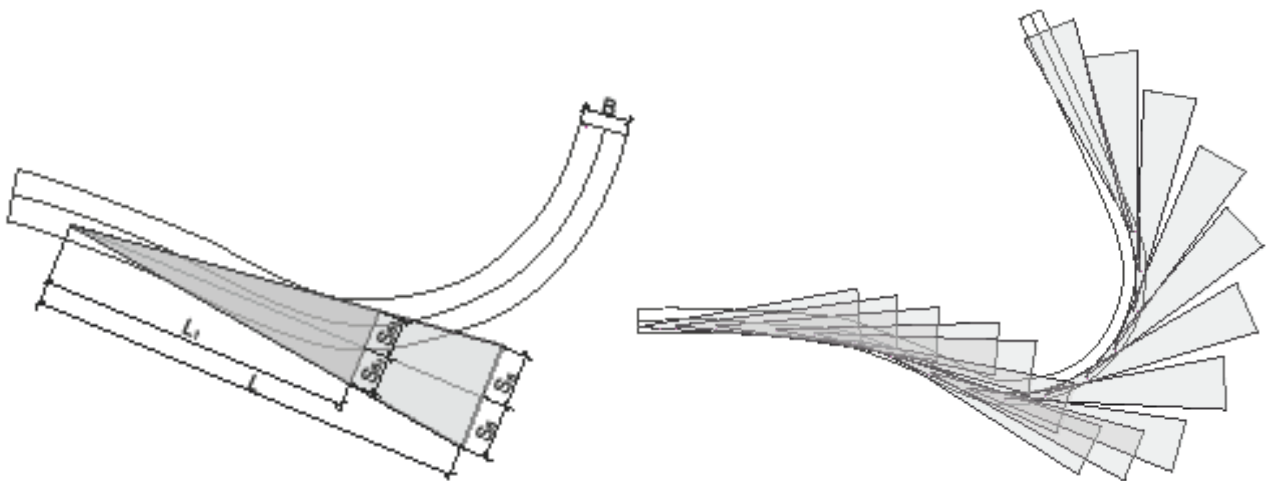


Рисунок 3 - Конус видимості на опуклій кривій:

$L$  – відстань видимості, залежно від швидкості руху та погодних умов та часу доби;  
 $L1$  – відстань видимості зустрічного автомобіля в межах конуса;  
 $Sб$ – бокова видимість;  $Sб1$ – бокова видимість;  $B$  – ширина траси

Отримуємо

$$\begin{cases} (x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 + (z - z_2)^2 = d^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \phi^{\circ} \\ (x_2 - x_1)(x - x_2) + (y_2 - y_1)(y - y_2) + (z_2 - z_1)(z - z_2) = 0 \end{cases} \quad (1.3)$$

Вершина конуса знаходиться в точці  $A(x_1, y_1, z_1)$ . Утворююча конуса може бути записана в канонічному вигляді

$$\frac{x - x_1}{m} = \frac{y - y_1}{n} = \frac{z - z_1}{1} \quad (1.4)$$

Так як напрямок утворюючої залежить лише від співвідношень 3-х кутових коефіцієнтів  $m, n$  та  $e$ , то один із них (той, що не рівний нулю) можна вважати рівним 1. Таким чином, рівняння утворюючої конуса можна записати в такому вигляді:

$$\frac{x - x_1}{m} = \frac{y - y_1}{n} = \frac{z - z_1}{1} \quad (1.5)$$

Таким чином, конічна поверхня буде визначатися таким рівнянням:

$$\begin{cases} (x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 + (z - z_2)^2 = d^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \phi^{\circ} \\ (x_2 - x_1)(x - x_2) + (y_2 - y_1)(y - y_2) + (z_2 - z_1)(z - z_2) = 0 \\ \frac{x - x_1}{m} = \frac{y - y_1}{n} = \frac{z - z_1}{1} \end{cases} \quad (1.6)$$

Цей конус встановлюється на рівні зору водія, де основа конуса знаходиться на максимальній відстані видимості для даної швидкості руху. Напрямок встановлення конуса визначається по просторовому вектору, який описується наступним чином: представимо трасу автомобільної дороги у вигляді годографа вектор-функції, який являє собою множину кінців векторів, що виходять з фіксованої точки у просторі і змінюються залежно від скалярного аргументу. За скалярний аргумент

приймаємо поширену у дорожній практиці – довжину горизонтального прокладання траси. Визначивши вектор-функцію, ми одержимо можливість її вивчати її властивості, а значить і властивості траси, за способами диференціальної геометрії [3].

### ВИСНОВКИ

Результатом проведеної роботи є розробка методу для визначення просторової видимості. В роботі висвітлені основні принципи даного методу і описана методика визначення видимості.

Цей метод може використовуватися при проектуванні автомобільних доріг, аналізі умов безпечного руху автомобілів, а також при вирішенні необхідності часткової або повної реконструкції автомобільної дороги.

### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Визначення потенційно небезпечних ділянок доріг. СОУ . Державна служба автомобільних доріг України Укравтодор, Київ, 2009.
2. ДБН В.2.3-4:2007 Споруди транспорту. Автомобільні дороги, К.: Мінрегіонбуд України, 2007 – 87с.
3. Д.О. Павлюк, С.С. Кизима. Геометричні характеристики траси автомобільної дороги як просторової кривої : УДК 625.724.

### REFERENCES

- 1.The definition of potentially dangerous road sections. JMA. State Road Service Ukravtodor Ukraine, Kyiv, 2009. (Ukr)
- 2.DBN V.2.3-4: 2007 Transport facilities. Highways, K .: Ministry of Regional Development of Ukraine 2007 - 87s.(Ukr)
3. D.O. Pavluk, S.S. Kizima. The geometrical characteristics of the track road as spatial curve.: UDC 625.724. (Ukr)

### РЕФЕРАТ

Савчук С.О. Визначення просторової видимості на автомобільних дорогах / С.О. Савчук // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2017. – Вип. 1 (37).

В статті запропоновано підхід, щодо оцінки просторової видимості та удосконалення методів визначення видимості на автомобільних дорогах.

Об'єкт дослідження – автомобільна дорога.

Мета роботи – розробка методу для визначення просторової видимості на автомобільних дорогах.

Метод дослідження – графічний та аналітичний метод.

Одним із факторів забезпечення безпеки дорожнього руху є достатня видимість у плані, поздовжньому профілі та просторі. Метод «конуса», представлений в роботі, дає змогу оцінити просторову видимість. Метод слугує для вирішення задач пов'язаних з урахуванням на ділянці дороги одночасно поздовжніх похилів та горизонтальних кривих. Він може використовуватися при проектуванні автомобільних доріг, аналізі умов безпечного руху автомобілів, а також при вирішенні необхідності часткової або повної реконструкції автомобільної дороги.

Результати дослідження можуть бути впроваджені у проектних інститутах та експлуатаційних службах для визначення транспортно-експлуатаційного стану доріг і вирішення питань реконструкції.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** АВТОМОБІЛЬНА ДОРОГА, ВИДИМІСТЬ В ПЛАНІ, ВИДИМІСТЬ В ПРОФІЛІ, БЕЗПЕЧНА ШВИДКІСТЬ РУХУ, ПРОСТОРОВА ВИДИМІСТЬ, «КОНУС» ВИДИМОСТІ.

### ABSTRACT

Savchuk S.O. Determining spatial visibility on the roads. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection.– Kyiv: National Transport University, 2017. – Issue 1 (37).

The paper proposes approach to assess spatial visibility and improving methods for determining the visibility on the roads.

Object of the study - motorway.

Purpose of the study - to develop a method for determining the spatial visibility on the roads.

Method of the study- graphical and analytical method.

One of the factors of road safety is sufficient visibility in alignment, longitudinal profile and space. The method of "cone", presented in this paper, makes it possible to estimate the spatial visibility. The method is used to solve problems related to consideration of both longitude inclinations and horizontal curves on a road section at the same time. It can be used in the design of roads, analysis of traffic safety conditions, as well as at deciding the necessity of partial or full reconstruction of the road.

Results of the study can be implementing in design institutes and operational services to determine the transport and operating condition of roads and reconstruction issues.

KEYWORDS: ROAD, VISIBILITY IN ALIGNMENT, VISIBILITY IN PROFILE, SAFE SPEED, SPATIALVISIBILITY, "CONE" OF VISIBILITY.

#### РЕФЕРАТ

Савчук С.А. Определение пространственной видимости на автомобильных дорогах // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2017. – Вып. 1 (37).

В статье предложен метод, к оценке пространственной видимости и усовершенствовании методов определения видимости на автомобильных дорогах.

Объект исследования – автомобильная дорога.

Цель работы – разработка метода для определения пространственной видимости на автомобильных дорогах.

Метод исследования – графический и аналитический метод.

Одним из факторов обеспечения безопасности дорожного движения есть достаточная видимость в плане, продольном профиле и пространстве. Метод «конуса», представленный в работе, позволяет оценить пространственную видимость. Метод служит для решения задач связанных с учетом на участках дороги одновременно продольных уклонов и горизонтальных кривых. Он может использоваться при проектировании автомобильных дорог, анализе условий безопасного движения автомобилей, а также при решении необходимости частичной или полной реконструкции автомобильной дороги.

Результаты исследований могут быть внедрены в проектных институтах и эксплуатационных службах для определения транспортно-эксплуатационного состояния дорог и решения вопроса реконструкции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АВТОМОБИЛЬНАЯ ДОРОГА, ВИДИМОСТЬ В ПЛАНЕ, ВИДИМОСТЬ В ПРОФИЛЕ, БЕЗОПАСНАЯ СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ, ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ВИДИМОСТЬ, «КОНУС» ВИДИМОСТИ.

#### АВТОРИ:

Савчук Світлана Олександрівна, аспірант кафедри проектування доріг, геодезії, картографії та землеустрою, Національний транспортний університет, e-mail: svetuk2009@ukr.net, тел. +380677182879, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 01.

#### AUTHOR:

Savchuk Svitlana Oleksandrovna, graduate student of road design, surveying and land management, National Transport University, e-mail: svetuk2009@ukr.net, tel. +380677182879, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 01.

#### АВТОРЫ:

Савчук Светлана Александровна, аспирант кафедры проектирования дорог, геодезии, картографии та землеустройства, Национальный транспортный университет, e-mail: svetuk2009@ukr.net, тел. +380677182879, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 01.

#### РЕЦЕНЗЕНТИ:

Пальчик А.М., кандидат технічних наук, професор, Національний університет, професор кафедри проектування доріг, геодезії, картографії та землеустрою, Київ, Україна.

#### REVIEWER:

Palchik A.N., Ph.D., Engineering (Dr.), associate professor, National University, professor, department of road design, surveying and land management, Kyiv, Ukraine.