

## МІСЬКЕ БУДІВНИЦТВО ТА АРХІТЕКТУРА

УДК 711.427

### ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ВИСОТИ ЕЛЕМЕНТІВ ВУЛИЦІ ВІД ВІДСТАНІ ДО ВОДІЯ ДЛЯ КОМФОРТНИХ УМОВ РУХУ

В. В. Швець, Л. В. Кучеренко, О. М. Костишина, Ю. В. Бобровський

*В даній статті було проаналізовано фізіологічні можливості візуального сприйняття вулиці водієм та проведений аналіз залежності зміни параметрів зорового поля від швидкості. Виведено рівняння залежності висоти елементів вулиці від відстані до водія за умов найменшого впливу вулиці на нього.*

**Ключові слова:** поле зору, візуальне сприйняття, рух автомобіля, елементи вулиці.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВЫСОТЫ ЭЛЕМЕНТОВ УЛИЦЫ ОТ РАССТОЯНИЯ К ВОДИТЕЛЮ ДЛЯ КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ ДВИЖЕНИЯ

В. В. Швець, Л. В. Кучеренко, О. М. Костишина, Ю. В. Бобровский

*В данной статье были проанализированы физиологические возможности визуального восприятия улицы водителем и проведен анализ зависимости изменения параметров зрительного поля от скорости. Выведено уравнение зависимости высоты элементов улицы от расстояния до водителя в условиях малейшего влияния улицы на него.*

**Ключевые слов :** поле зрения, визуальное восприятие, движение автомобиля, элементы улицы.

### INVESTIGATION OF HEIGHT OF THE COMPONENT STREET FROM DISTANCE TO DRIVER UNDER THE BEST VISIBILITY

V. Shvets, L. Kucherenko, O. Kostishyna, Y. Bobrovsky

*The physiology possibilities of visual perception of street were analysed by a driver and the conducted analysis of dependence of change of parameters of the visual field from speed. Equalization of dependence of height of elements of street is shown out from distance to the driver at the terms of the least influence of street on him.*

**Keywords:** field of vision, visual perception, movement of the car, street elements.

#### Вступ

Розвиток міського середовища та особливості сучасної забудови забезпечили створення нового середовища, що не завжди є візуально комфортним для сприйняття водія. Використання різноманітних рекламних щитів та білбордів, яскравої кольорової гама фасадів будівель, велика кількість доміант, недостатня кількість зелених насаджень може чинити вплив на водія в залежності від відстані до об'єкта. Всі ці аспекти вуличного простору здійснюють вплив на учасників дорожнього руху і ступінь їх вплив залежить від відстані до водія. Геометричні параметри даних елементів вуличного простору повинні формувати комфортне середовище та утворювати відкрите поле зору для водія. Тому, на нашу думку, є важливим знаючи висоту споруди визначити відстань від даного об'єкта до водія так, щоб було створено комфортний відкритий простір для водія.

Мета роботи полягає у тому, щоб за допомогою розробленої математичної моделі визначити та систематизувати геометричні параметри вулиці, що впливають на емоційний стан водія.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Виконати аналіз фізіологічних можливостей візуального сприйняття вулиці водієм.
2. Аналіз зміни параметрів зорового поля від швидкості руху автомобіля.

3. Виведення рівняння залежності висоти елементів вулиці від відстані до водія за умов найменшого впливу вулиці на нього.

### Основна частина

Дослідження в даній сфері проводили науковці: Гюлев Н. У. – досліджував питання ергономіки, психофізіології водія, інженерної психології на автомобільному транспорті. Розглядав питання взаємозв'язків між функціональним станом, працездатністю та втомою водія. Займається питанням зорової працездатності, професійно значимими властивостями водія. Гайдукевич В. А та Потійчук О. Б. – характеризують основи психофізіології водія та виконання керуючих дій водія, визначили та систематизували основні фактори впливу психофізіологічних та особистих якостей, а також навколишнього середовища на поведінку водіїв. Хорошев Е. В. досліджує візуальне сприйняття композиції вивчаючи закономірності зорового сприймання людини.

Зорове сприйняття людини має певну кількість параметрів, що в сукупності називаються поле зору (зорове поле). Воно є частиною простору, яка сприймається оком при спостереженні нерухомої точки на рівні очей і прямо перед нами. Поле зору має неправильну форму, яка є індивідуальною для кожної людини і залежить від конфігурації обличчя [1]. Поле зору – це видимий водієм простір за нерухомого стану яблука ока. Зазвичай поле зору ока для середньостатистичної людини мають такі розміри: праворуч та ліворуч – 80°; вгору – 60°; вниз – 90°. Тобто по горизонталі кут зорового сприйняття становить 120°-140°, по вертикалі – 100°-110° [2].

Зорове сприйняття є нерівноцінним по всій площі поля зору, чутливість ока в полі зору зменшується від центра до периферії. Зона найбільш чіткої оглядовості обмежується в центрі поля зору конусом з кутом у 6 градусів. За його межами оглядовість стає менш чіткою. При спогляданні людини обома очима, поля правого та лівого ока перекриваються, таке явище називається бінокулярним полем зору. Тобто поле зору обох очей охоплює 120°-160°. Візуальна оцінка предметів і відстань між ними здійснюється саме за допомогою бінокулярного зору [2].

Поле зору поділяється на такі зони: зона центрального зору (1,5°-3°) – зона найчіткішого сприйняття; зона моментального зору (близько 18°) – зона, у якій можливе виразне споглядання короткочасно; зона ефективної видимості (в межах 30°) – найчіткішої області зору за умови належної уваги; граничне поле зору (горизонтально по 70° в обидва боки, 45° угору та 65° вниз), у ньому можливе нечітке сприймання образів при нерухомих очах. Однак враховуючи особливості кожної людини можуть бути відхилення від цих значень. [3]

Згідно з експериментальними дослідженнями встановлено, що 80 % часу витрачається водієм на прямонаправлену оглядовість, 20 % – в інших напрямках: праворуч та ліворуч, на прилади та на дзеркала заднього виду.

Оцінка простору вулиці формується водієм також через периферійний зір. Периферійний зір – здатність бачити по сторонах при спрямованих вперед зінціях. Усі предмети та об'єкти, що розташовуються вздовж вулиці створюють постійно присутній фон, який сприймається водієм не свідомо, однак виконує значний вплив на його емоційний стан [4].

Зі зміною швидкості автомобіля змінюється розмір поля зору. Зі збільшенням швидкості руху бінокулярне поле зору зменшується у зв'язку з тим, що водій на великій швидкості зосереджує свою увагу на віддалених об'єктах. При швидкості 30-35 км/год поле зору становить 100°, а за швидкості 100 км/год – 40° (рис. 2, 3, 4, 5) [2].

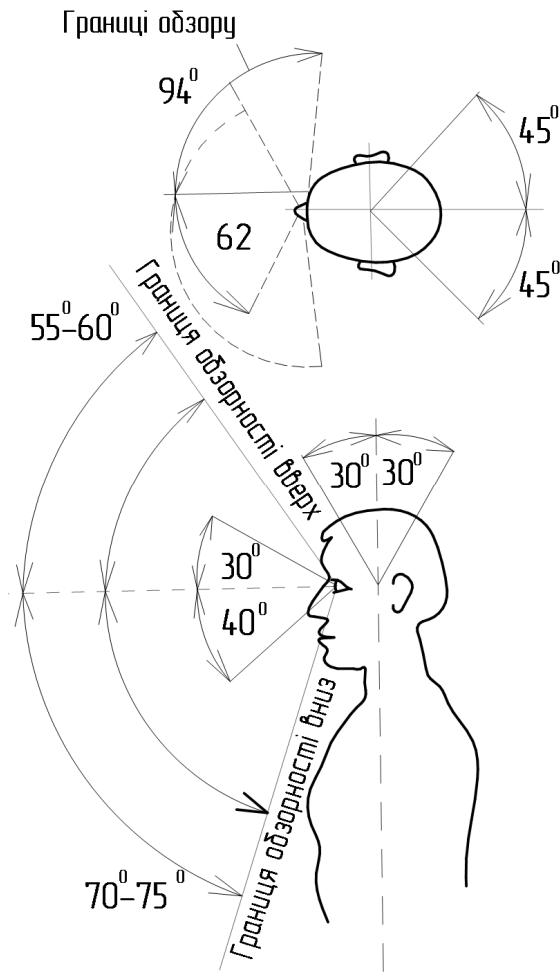


Рисунок 1 – Границі обзорності людини

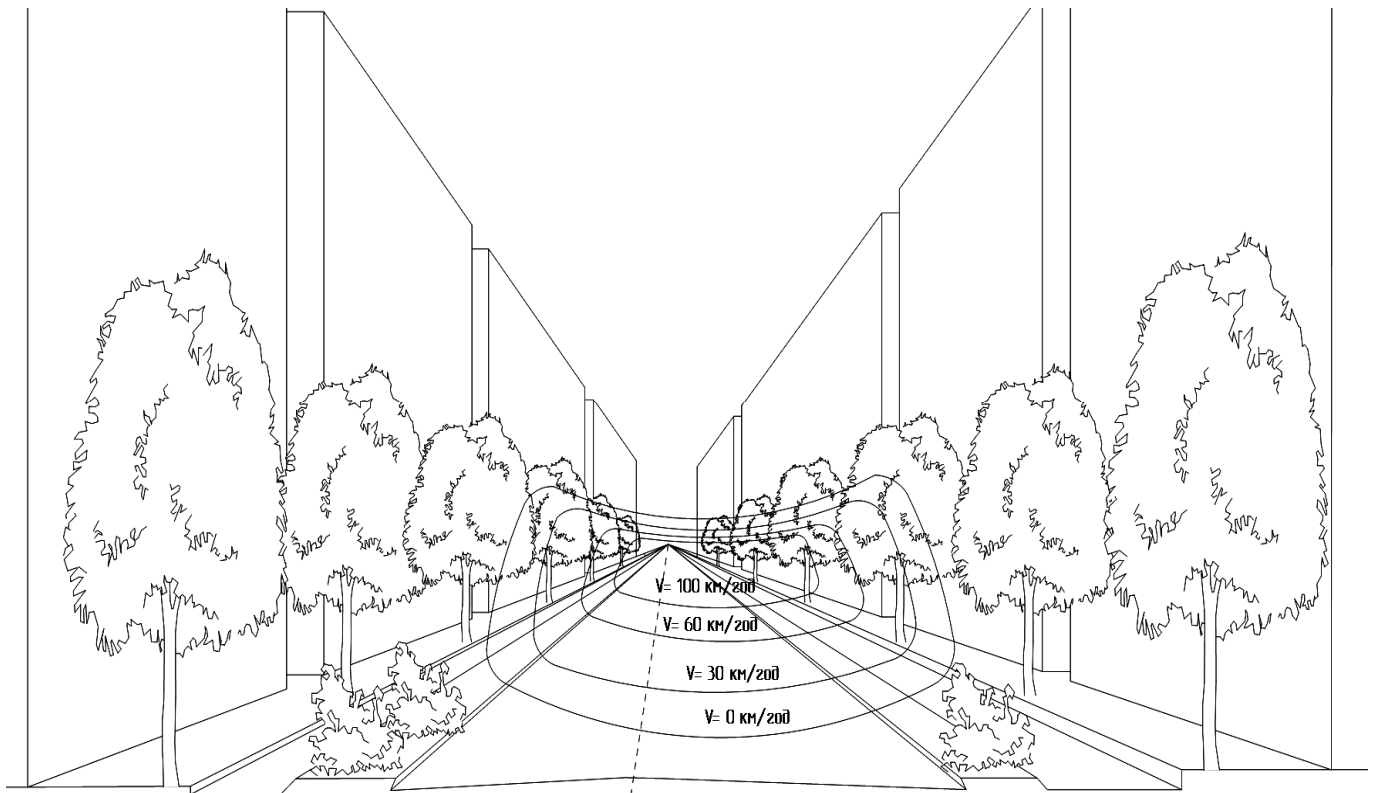


Рисунок 2 – Зміна обзорності поля зору при збільшенні швидкості автомобіля



Рисунок 3 – Обзорність поля зору воді при швидкості 60 км/год

Через обмеженість бінокулярного поля зору на великій швидкості водій може запізно помітити джерело небезпеки на дорозі. Зменшення бінокулярного поля зору на великій швидкості водій може компенсувати підвищенням уваги, а також тренуванням периферичного зору (рис. 6) [2].



Рисунок 4 – Обзорність поля зору воді при швидкості 80 км/год

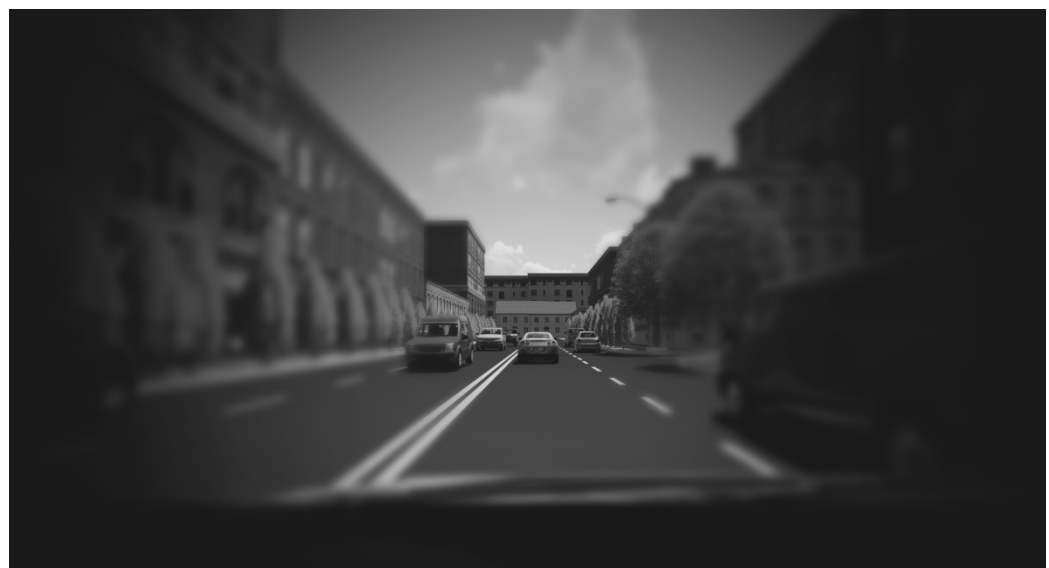


Рисунок 5 – Обзорність поля зору воді при швидкості 100 км/год

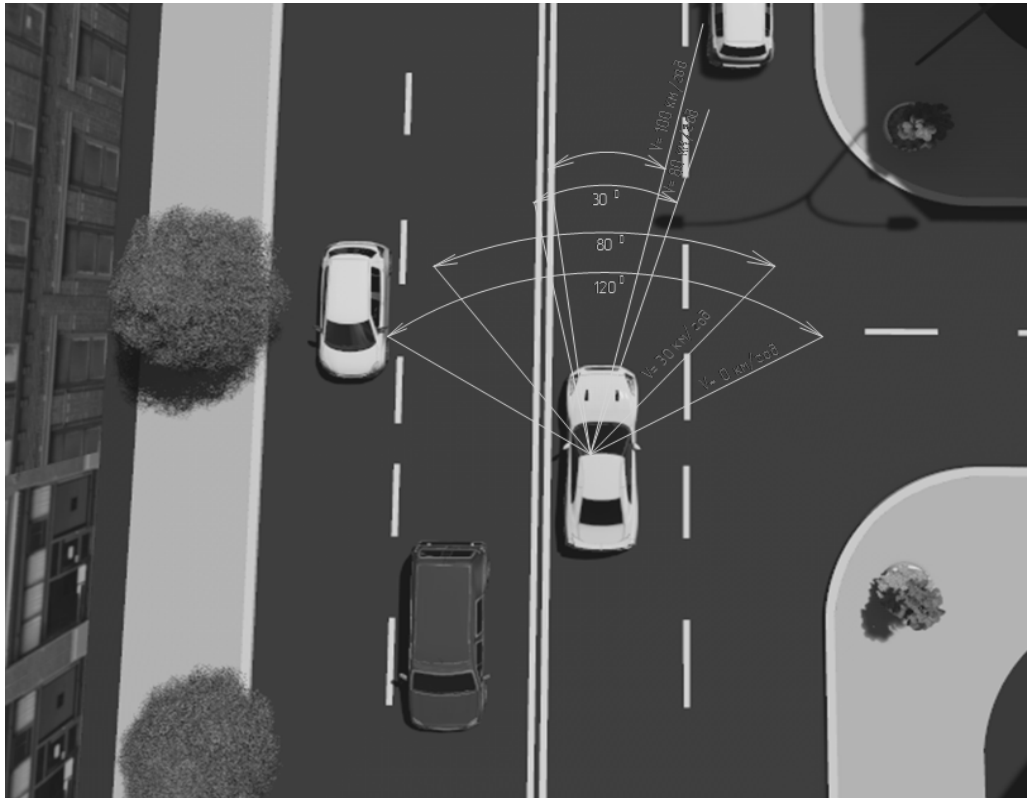


Рисунок 6 – Зміна кута зору водія зі збільшенням швидкості руху автомобіля  
 Припустимо, що оптимальною траєкторією для огляду вулиці водієм є парабола, класичне рівняння якої має вигляд

$$y = ax^2 + bx + c . \quad (1)$$

Процес побудови рівняння для нашого конкретного випадку зводиться до знаходження коефіцієнтів  $a$ ,  $b$ ,  $c$ . Криву параболи побудуємо за трьома точками, які знаходяться «критичних» для сприйняття вуличного простору місцях, а саме у вихідній точці зору водія, на вершині першого ряду дерев та на вершині будівлі, при цьому по вісі  $X$  відповідні координати будуть рівні  $x_1 = 0$ ,  $x_2 = l_{П}$ ,  $x_3 = l_{ВУЛ}$ .

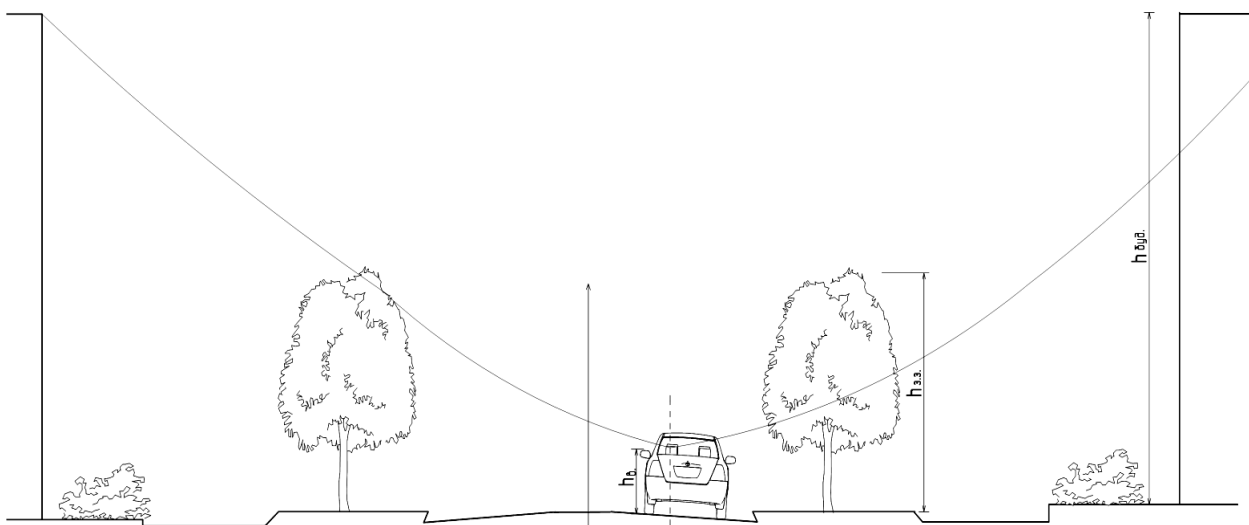


Рисунок 7 – Профіль дороги із зазначеними висотними параметрами

Визначимо наступні габаритні параметри вулиці (рис. 7, 8):

$l_{\Pi}$  - ширина проїжджої частини вулиці. Складається з визначеної кількості полос руху починаючи від центру дороги, що прийнятий за умовний 0;

$l_{ВУЛ}$  - загальна ширина вулиці. Складається з ширина проїжджої частини вулиці, ширини зеленої зони, ширини тротуару;

$h_B$  - висота посадки голови водія відносно дороги;

$h_{ВУЛ}$  - висота першого ряду дерев;

$h_{Б}$  - висота будівель біля дороги.

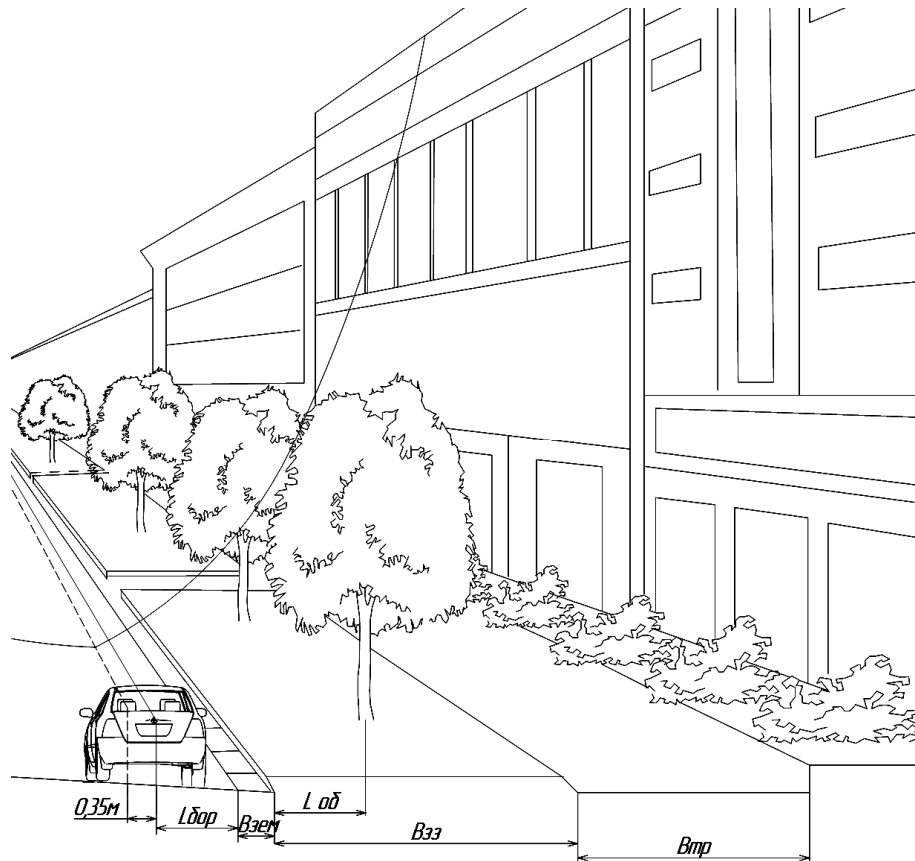


Рисунок 8 – Габаритні параметрами дороги, що формують параболу обзорності вулиці

1) Розглянемо крайній випадок, для якого  $x_1 = 0$ , при цьому. Отже  $y = h_B$

$$c = h_B.$$

2) Підставимо у рівняння параболі (1) значення другої точки (висота дерев першого ряду).

Тоді:

$$h_D = a(l_{\Pi})^2 + bl_{\Pi} + h_B;$$

$$a = \frac{h_D - bl_{\Pi} - h_B}{(l_{\Pi})^2} \quad (2)$$

3) Підставимо у рівняння параболі (1) значення третьої точки (висота будівель). Тоді:

$$h_B = \frac{h_D - bl_{\Pi} - h_B}{l_{\Pi}^2} (l_{ВУЛ})^2 + bl_{ВУЛ} + h_B;$$

$$\begin{aligned}
 h_B &= \frac{h_D}{l_{\Pi}^2} (l_{\text{ВУЛ}})^2 - \frac{bl_{\Pi}}{l_{\Pi}^2} (l_{\text{ВУЛ}})^2 - \frac{h_B}{l_{\Pi}^2} (l_{\text{ВУЛ}})^2 + bl_{\text{ВУЛ}} + h_B; \\
 h_B &= \frac{h_D}{l_{\Pi}^2} (l_{\text{ВУЛ}})^2 - \frac{b}{l_{\Pi}} (l_{\text{ВУЛ}})^2 - \frac{h_B}{l_{\Pi}^2} (l_{\text{ВУЛ}})^2 + bl_{\text{ВУЛ}} + h_B; \\
 \frac{b}{l_{\Pi}} (l_{\text{ВУЛ}})^2 - bl_{\text{ВУЛ}} &= \frac{h_D}{l_{\Pi}^2} (l_{\text{ВУЛ}})^2 - \frac{h_B}{l_{\Pi}^2} (l_{\text{ВУЛ}})^2 + h_B - h_B; \\
 b \left( \frac{1}{l_{\Pi}} (l_{\text{ВУЛ}})^2 - l_{\text{ВУЛ}} \right) &= \frac{h_D}{l_{\Pi}^2} (l_{\text{ВУЛ}})^2 - \frac{h_B}{l_{\Pi}^2} (l_{\text{ВУЛ}})^2 + h_B - h_B; \\
 b &= \frac{\frac{h_D}{l_{\Pi}^2} (l_{\text{ВУЛ}})^2 - \frac{h_B}{l_{\Pi}^2} (l_{\text{ВУЛ}})^2 + h_B - h_B}{\frac{1}{l_{\Pi}} (l_{\text{ВУЛ}})^2 - l_{\text{ВУЛ}}}; \tag{3}
 \end{aligned}$$

Підставимо (3) у (2) і отримаємо значення коефіцієнту  $a$

$$a = \frac{h_D - \frac{\frac{h_D}{l_{\Pi}^2} (l_{\text{ВУЛ}})^2 - \frac{h_B}{l_{\Pi}^2} (l_{\text{ВУЛ}})^2 + h_B - h_B}{\frac{1}{l_{\Pi}} (l_{\text{ВУЛ}})^2 - l_{\text{ВУЛ}}} l_{\Pi} - h_B}{(l_{\Pi})^2}.$$

Отже, результуюче рівняння траєкторії оглядовості вулиці буде мати наступний вигляд

$$y = \frac{h_D - \frac{\frac{h_D}{l_{\Pi}^2} (l_{\text{ВУЛ}})^2 - \frac{h_B}{l_{\Pi}^2} (l_{\text{ВУЛ}})^2 + h_B - h_B}{\frac{1}{l_{\Pi}} (l_{\text{ВУЛ}})^2 - l_{\text{ВУЛ}}} l_{\Pi} - h_B}{(l_{\Pi})^2} x^2 + \frac{\frac{h_D}{l_{\Pi}^2} (l_{\text{ВУЛ}})^2 - \frac{h_B}{l_{\Pi}^2} (l_{\text{ВУЛ}})^2 + h_B - h_B}{\frac{1}{l_{\Pi}} (l_{\text{ВУЛ}})^2 - l_{\text{ВУЛ}}} x + h_B$$

Дане рівняння показує траєкторію оптимальної оглядовості конкретної вулиці водієм, що дозволяє виконати її порівняння з вертикальним кутом периферійного зору водія, на основі чого сформувавши висновок про оптимальність сприйняття вуличної ситуації водієм, а також пропонувати зміну її просторових параметрів [4].

### Висновки

- Поле зору ока для середньостатистичної людини мають розміри: праворуч та ліворуч – 80°; вгору – 60°; вниз – 90°. Тобто по горизонталі кут зорового сприйняття становить 120°-140°, по вертикалі – 100°-110°.
- Зі зміною швидкості автомобіля змінюється розмір поля зору. Зі збільшенням швидкості руху бінокулярне поле зору зменшується, а зменшенням швидкості – збільшується. При швидкості 30-35 км/год поле зору становить 100°, а за швидкості 100 км/год – 40°.
- Виведене рівняння встановлює залежність висоти споруди та відстань від даного об'єкта до водія так, щоб було створено комфортний відкритий простір для водія

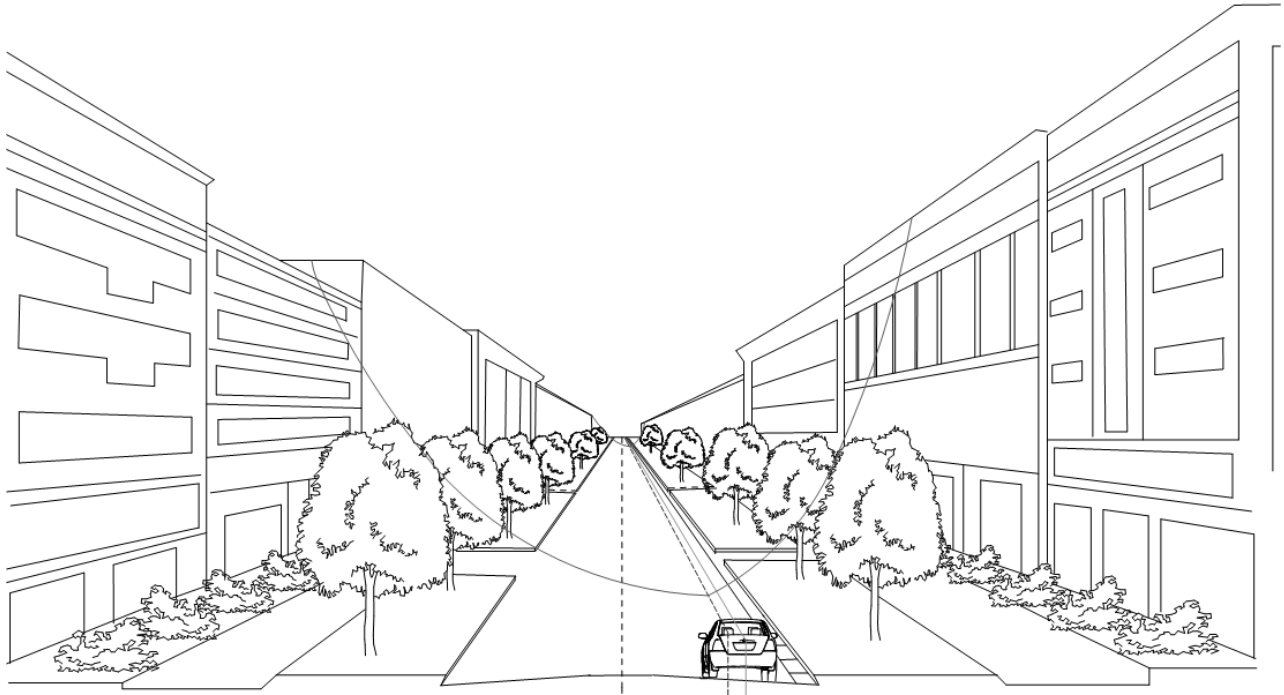


Рисунок 9 – Парабола обзорності вулиці

#### Перелік використаних джерел

1. Гюлев Н. У. Особливості ергономіки та психофізіології в діяльності водія / Н. У. Гюлев. – Хар. нац. ак. міськ. госп-ва, 2012. – 185 с.
2. Гайдукевич В. А Основи транспортної психології / В. А Гайдукевич, О. Б Потійчук // Навч. пос. – Рівне: НУВГП, 2012. – 207с.
3. Хорошев Е.В. – [http://teoriacomp.narod.ru/hyd\\_obraz.html](http://teoriacomp.narod.ru/hyd_obraz.html).
4. Швець В. В. Розроблення графологічної моделі сприйняття вуличного простору людиною / В. В. Швець, О. М. Адамчук // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – № 1. – 2015. – С. 95-99.

**Швець Віталій Вікторович** – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету.

**Кучеренко Лілія Василівна** – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету.

**Адамчук Ольга Миколаївна** – студентка Вінницького національного технічного університету.

**Бобровський Юрій Володимирович** – магістрант Вінницького національного технічного університету.

**Швец Виталий Викторович** – к.т.н., доцент кафедры строительства, городского хозяйства и архитектуры Винницкого национального технического университета.

**Кучеренко Лилия Васильевна** – к.т.н., доцент кафедры строительства, городского хозяйства и архитектуры Винницкого национального технического университета.

**Адамчук Ольга Николаевна** – студентка Винницкого национального технического университета.

**Бобровский Юрий Владимирович** – магистрант Винницкого национального технического университета.

**Shvets Vitaly** – Ph.D., assistant professor department of construction, municipal economy and architecture Vinnytsia National Technical University.

**Kucherenko Liliya** – Ph.D., assistant professor department of construction, municipal economy and architecture Vinnytsia National Technical University.

**Adamchuk Olga** – Student Vinnytsia National Technical University.

**Bobrovsky Yuriy** – undergraduate Vinnytsia National Technical University.