

МІСЬКЕ БУДІВНИЦТВО ТА АРХІТЕКТУРА

УДК 711.427

**В. В. Швець
О. М. Костішина****ДОСЛІДЖЕННЯ БАСЕЙНУ ВІЗУАЛЬНОЇ ВІДКРИТОСТІ
НА РЕГУЛЬОВАНОМУ ПЕРЕХРЕСТІ**

Вінницький національний технічний університет

У даній статті визначено межі оглядовості перехрестя для водія, що рухається вулицею міста при мінімальній швидкості проходження перехрестя (30 км/год), проаналізовано рівняння залежності висоти елементів вулиці від відстані до водія та запропонована модель басейну візуальної відкритості на регульованому перехресті. На основі графічної моделі було виведено рівняння об'єму басейну візуальної відкритості перехрестя.

Ключові слова: оглядовість, басейн візуальної відкритості, перехрестя, водій, візуальний комфорт.

Вступ

Сучасне міське середовище, що формується вздовж проїжджої частини не завжди є візуально комфортним для водія, що рухається вулицями міста. Використання елементів вуличного простору може впливати на візуальну відкритість вулиці, що безпосередньо впливає на комфорт перебування водія за кермом автомобіля. Тому при правильному використанні геометричних параметрів вулиці може покращуватись зорове сприйняття дороги, підвищуватись безпека руху транспорту та пішоходів [1]. Органічне сполучення дороги й інженерних споруд з природнім ландшафтом є основною задачею проектувальників, будівельників, працівників служби експлуатації автомобільних доріг. [3]. У формуванні комфортного середовища дуже важливо знати про існуючі геометричні параметри вулиці для того, щоб визначити відстань від даного об'єкта до водія таким чином, аби було створено відкритий простір для водія не лише для подолання прямолінійної частини вулиці [1], але й на перехресті. Частина візуального простору, утворена в межах перехрестя є басейном візуально підвищеної уваги.

Мета даного дослідження – математично описати об'єм басейну візуальної відкритості для комфортного візуального сприйняття водієм простору в межах перехрестя.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити завдання:

1. Визначити межі оглядовості перехрестя для водія, що рухається вулицею міста при мінімальній швидкості проходження перехрестя (30км/год).
2. На основі аналізу рівняння залежності висоти елементів вулиці від відстані до водія запропонувати графічну модель басейну візуальної відкритості на регульованому перехресті.
3. На основі графічної моделі вивести рівняння об'єму басейну візуальної відкритості перехрестя.

Основна частина

Дослідження в даній сфері проводили науковці: Гюлев Н.У. – досліджував питання ергономіки та психофізіології в діяльності водія. Розглядав питання взаємозв'язків між функціональним станом, працездатністю та втомою водія. Займається питанням зорової працездатності, професійно значимими властивостями водія.[4-5] Швець В.В. та Костішина О.М. проводять дослідження залежності геометричних параметрів вулиці для комфортних умов руху, а також моделювання вуличного простору озелененням.[1,2,3] Гайдукевич В.А та Потійчук О.Б. – охарактеризували 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 [5].

На водія, що рухається вулицями міста здійснюється вплив дуже багатьох факторів [6,7], більшість з яких негативно впливають на його психофізіологію [5]. 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°. Для зменшення негативного

впливу на водія ми проаналізувавши фізіологічні можливості візуального сприйняття вулиці водієм вивели рівняння залежності висоти елементів вулиці від відстані до водія за умов найменшого впливу вулиці на нього[1].

Отже рівняння траєкторії оглядовості вулиці буде має наступний вигляд [1]:

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

Рівняння показує траєкторію оптимальної оглядовості конкретної вулиці водієм, що дозволяє виконати її порівняння з вертикальним кутом периферійного зору водія, на основі чого було сформовано висновок про оптимальність сприйняття вуличної ситуації водієм, а також пропонувати зміну її просторових параметрів [2]. Дане рівняння є актуальним як для подолання прямолінійної частини вулиці так і для перехрестя. У межах перехрестя простір, який утворюється біля проїжджої частини утворює басейн візуальної відкритості, що вимагає підвищеної уваги. Для того, щоб створити візуально комфортні умови для перетину водієм перехрестя необхідно визначити об'єм утвореної фігури (рис 1).

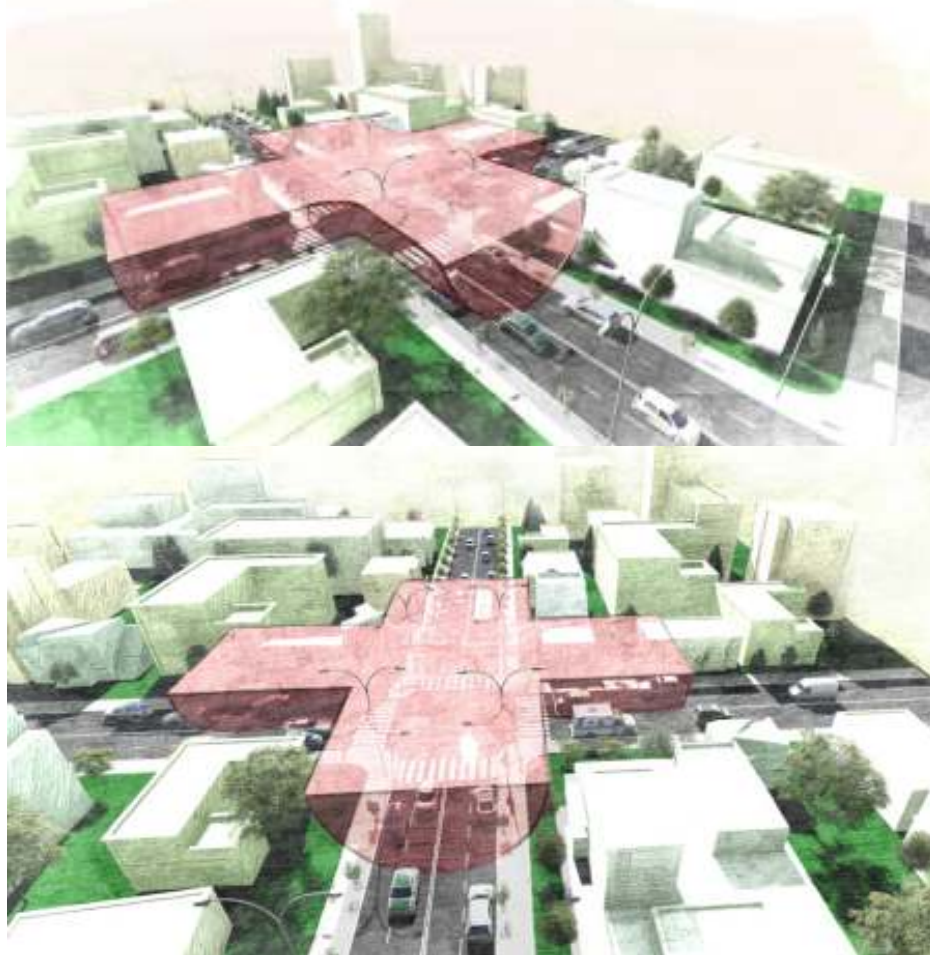


Рисунок 1 – Басейн візуальної відкритості на регульованому перехресті

Для того, щоб визначити басейн візуальної відкритості на регульованому перехресті було виведено рівняння:

Рівняння параболи для системи координат Z-Y

$$Z = ay^2 + by + c$$

Приймаємо нашу параболу в спрощеному вигляді – без останнього доданка «с», який показував висоту водія над дорогою, а також найнижчу точку параболі беремо від центру дороги (рис. 2).

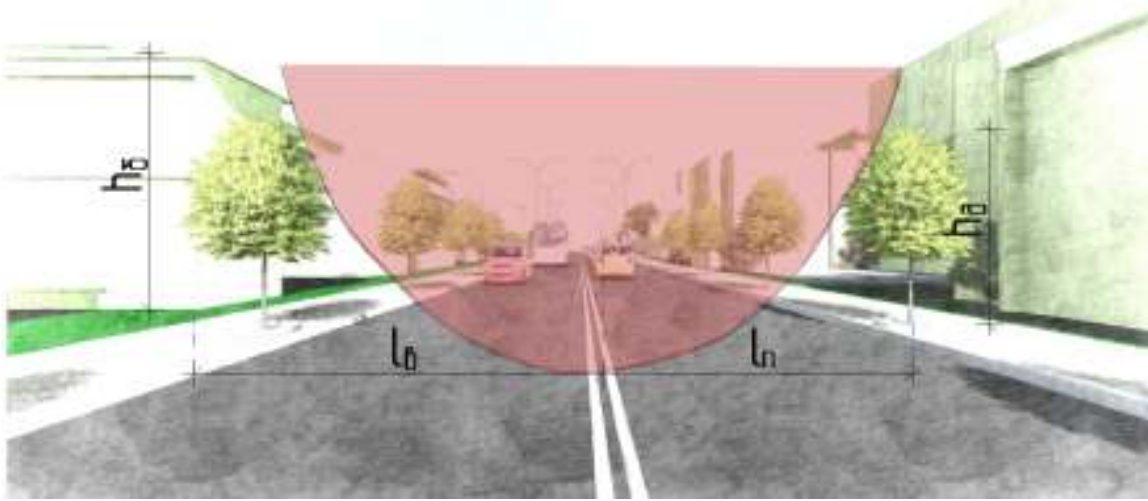


Рисунок 2 – Парабола оглядовості вулиці в спрощеному вигляді для водія, що рухається зі швидкістю 30 км/год

Тоді:

$$Z = ay^2 + by$$

Точка параболі по висоті дерева визначається (рис. 2):

$$h_D = al_n^2 + bl_n$$

$$a = \frac{h_D - bl_n}{l_n^2}$$

Точка параболі по висоті будинку (рис. 2):

$$h_B = al_e^2 + bl_e$$

$$h_B = \frac{h_D - bl_n}{l_n^2} l_e^2 + bl_e$$

$$h_B = \frac{h_D}{l_n^2} l_e^2 - b \frac{l_n}{l_n^2} l_e^2 + bl_e$$

$$b \left(\frac{l_n}{l_n^2} l_e^2 - l_e \right) = \frac{h_D}{l_n^2} l_e^2 - h_B$$

$$b = \frac{\frac{h_D}{l_n^2} l_e^2 - h_B}{\frac{l_n}{l_n^2} l_e^2 - l_e}$$

$$b = \frac{\frac{h_D}{l_n^2} l_e^2 - h_B}{\frac{l_e^2}{l_n} - l_e} = \frac{\frac{h_D}{l_n^2} l_e^2 - h_B}{\frac{l_e^2}{l_n} - \frac{l_e l_n}{l_n}} = \frac{\frac{h_D}{l_n^2} l_e^2 - h_B}{\frac{l_e^2 - l_e l_n}{l_n}} = \left(\frac{h_D}{l_n^2} l_e^2 - h_B \right) \left(\frac{l_n}{l_e^2 - l_e l_n} \right) =$$

$$= \left(\frac{h_D l_\epsilon^2 - h_B l_n^2}{l_n^2} \right) \left(\frac{l_n}{l_\epsilon^2 - l_\epsilon l_n} \right) = \left(\frac{h_D l_\epsilon^2 - h_B l_n^2}{l_n} \right) \left(\frac{1}{l_\epsilon (l_\epsilon - l_n)} \right) = \frac{h_D l_\epsilon^2 - h_B l_n^2}{l_n l_\epsilon (l_\epsilon - l_n)}$$

Підставимо отримане b в a і отримаємо:

$$a = \frac{h_D - b l_n}{l_n^2} = \frac{h_D - \frac{h_D l_\epsilon^2 - h_B l_n^2}{l_n l_\epsilon (l_\epsilon - l_n)} l_n}{l_n^2}$$

Отже, рівняння параболи буде мати вигляд:

$$Z = \frac{h_D - \frac{h_D l_\epsilon^2 - h_B l_n^2}{l_n l_\epsilon (l_\epsilon - l_n)} l_n}{l_n^2} y^2 + \frac{h_D l_\epsilon^2 - h_B l_n^2}{l_n l_\epsilon (l_\epsilon - l_n)} y$$

Розглянемо рівняння оглядовості прямої вулиці:

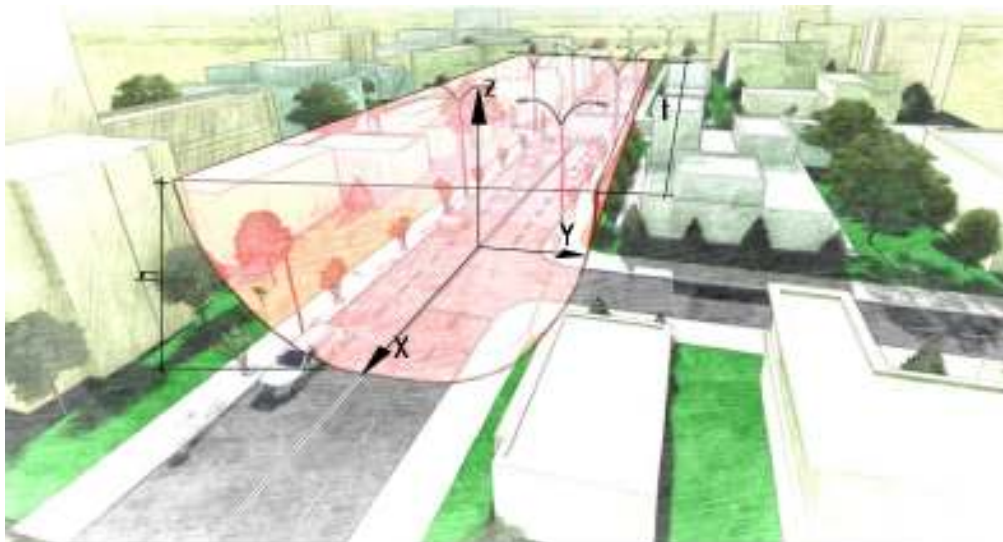


Рисунок 3 – Парабола оглядовості прямої вулиці

Об'єм даної фігури (рис. 3) можна визначити за допомогою потрійного інтеграла по кожному з її вимірів. При цьому об'єм будемо рахувати по половині параболи, провівши умовний нуль по її центру. Отриманий результати домножимо на 2.

Визначимо межі інтегрування даної фігури:

$$\text{По } Z: \text{ рівняння параболи } \leq z \leq h_B \rightarrow \frac{h_D - \frac{h_D l_\epsilon^2 - h_B l_n^2}{l_n l_\epsilon (l_\epsilon - l_n)} l_n}{l_n^2} y^2 + \frac{h_D l_\epsilon^2 - h_B l_n^2}{l_n l_\epsilon (l_\epsilon - l_n)} y \leq z \leq h_B$$

$$\text{По } Y: 0 \leq y \leq l_n$$

$$\text{По } X: 0 \leq x \leq t$$

$$V_{\text{фігури}} = 2 \cdot \int_0^{l_{\epsilon}} dx \int_0^{l_n} dy \int_{\frac{h_D l_{\epsilon}^2 - h_B l_n^2}{l_n l_{\epsilon} (l_{\epsilon} - l_n)} y^2 + \frac{h_D l_{\epsilon}^2 - h_B l_n^2}{l_n l_{\epsilon} (l_{\epsilon} - l_n)} y}^{h_B} dz$$

Знайдемо послідовно кожний інтеграл

а)

$$\int_{\frac{h_D l_{\epsilon}^2 - h_B l_n^2}{l_n l_{\epsilon} (l_{\epsilon} - l_n)} y^2 + \frac{h_D l_{\epsilon}^2 - h_B l_n^2}{l_n l_{\epsilon} (l_{\epsilon} - l_n)} y}^{h_B} dz = 1 \Big|_{\frac{h_D l_{\epsilon}^2 - h_B l_n^2}{l_n l_{\epsilon} (l_{\epsilon} - l_n)} y^2 + \frac{h_D l_{\epsilon}^2 - h_B l_n^2}{l_n l_{\epsilon} (l_{\epsilon} - l_n)} y}^{h_B} =$$

$$= h_B - \frac{h_D l_{\epsilon}^2 - h_B l_n^2}{l_n l_{\epsilon} (l_{\epsilon} - l_n)} y^2 - \frac{h_D l_{\epsilon}^2 - h_B l_n^2}{l_n l_{\epsilon} (l_{\epsilon} - l_n)} y$$

б)

$$\int_0^{l_{\epsilon}} \left[h_B - \frac{h_D l_{\epsilon}^2 - h_B l_n^2}{l_n l_{\epsilon} (l_{\epsilon} - l_n)} y^2 - \frac{h_D l_{\epsilon}^2 - h_B l_n^2}{l_n l_{\epsilon} (l_{\epsilon} - l_n)} y \right] dy =$$

$$= \int_0^{l_{\epsilon}} h_B dy - \int_0^{l_{\epsilon}} \frac{h_D l_{\epsilon}^2 - h_B l_n^2}{l_n l_{\epsilon} (l_{\epsilon} - l_n)} y^2 dy - \int_0^{l_{\epsilon}} \frac{h_D l_{\epsilon}^2 - h_B l_n^2}{l_n l_{\epsilon} (l_{\epsilon} - l_n)} y dy =$$

$$= h_B \Big|_0^{l_{\epsilon}} - \frac{h_D l_{\epsilon}^2 - h_B l_n^2}{l_n l_{\epsilon} (l_{\epsilon} - l_n)} \cdot \frac{y^3}{3} \Big|_0^{l_{\epsilon}} - \frac{h_D l_{\epsilon}^2 - h_B l_n^2}{l_n l_{\epsilon} (l_{\epsilon} - l_n)} \cdot \frac{y^2}{2} \Big|_0^{l_{\epsilon}} =$$

$$= (h_B l_{\epsilon} - 0) - \left(\frac{h_D l_{\epsilon}^2 - h_B l_n^2}{l_n l_{\epsilon} (l_{\epsilon} - l_n)} \cdot \frac{l_{\epsilon}^3}{3} - 0 \right) - \left(\frac{h_D l_{\epsilon}^2 - h_B l_n^2}{l_n l_{\epsilon} (l_{\epsilon} - l_n)} \cdot \frac{l_{\epsilon}^2}{2} - 0 \right) =$$

$$= h_B l_{\epsilon} - \frac{\left(h_D l_{\epsilon}^2 - h_B l_n^2 \right) l_{\epsilon}^3}{3 l_n^2} - \frac{\left(h_D l_{\epsilon}^2 - h_B l_n^2 \right) l_{\epsilon}^2}{2 l_n l_{\epsilon} (l_{\epsilon} - l_n)}$$

В)

$$\int_0^t \left(h_B l_\epsilon - \frac{\left(h_D - \frac{h_D l_\epsilon^2 - h_B l_n^2}{l_n l_\epsilon (l_\epsilon - l_n)} l_n \right) l_\epsilon^3}{3 l_n^2} - \frac{(h_D l_\epsilon^2 - h_B l_n^2) l_\epsilon^2}{2 l_n l_\epsilon (l_\epsilon - l_n)} \right) dx =$$

$$\left(h_B l_\epsilon - \frac{\left(h_D - \frac{h_D l_\epsilon^2 - h_B l_n^2}{l_n l_\epsilon (l_\epsilon - l_n)} l_n \right) l_\epsilon^3}{3 l_n^2} - \frac{(h_D l_\epsilon^2 - h_B l_n^2) l_\epsilon^2}{2 l_n l_\epsilon (l_\epsilon - l_n)} \right) \cdot 1 \Big|_0^t =$$

$$= \left(h_B l_\epsilon - \frac{\left(h_D - \frac{h_D l_\epsilon^2 - h_B l_n^2}{l_n l_\epsilon (l_\epsilon - l_n)} l_n \right) l_\epsilon^3}{3 l_n^2} - \frac{(h_D l_\epsilon^2 - h_B l_n^2) l_\epsilon^2}{2 l_n l_\epsilon (l_\epsilon - l_n)} \right) \cdot t - 0$$

Отже, результуюче рівняння об'єму даної фігури буде:

$$V = 2t \left(h_B l_\epsilon - \frac{\left(h_D - \frac{h_D l_\epsilon^2 - h_B l_n^2}{l_n l_\epsilon (l_\epsilon - l_n)} l_n \right) l_\epsilon^3}{3 l_n^2} - \frac{(h_D l_\epsilon^2 - h_B l_n^2) l_\epsilon^2}{2 l_n l_\epsilon (l_\epsilon - l_n)} \right)$$

Спростимо даний вираз

$$V = 2t \left(h_B l_\epsilon - \frac{\left(h_D l_\epsilon^3 - l_\epsilon^2 \frac{h_D l_\epsilon^2 - h_B l_n^2}{(l_\epsilon - l_n)} \right)}{3 l_n^2} - \frac{(h_D l_\epsilon^2 - h_B l_n^2) l_\epsilon}{2 l_n (l_\epsilon - l_n)} \right)$$

Розрахунок об'єму басейну візуальної відкритості на регульованому перехресті:

Будемо визначати об'єм загальної фігури за частками – поділимо фігуру (рис. 1) на 8 частин, про інтегруємо 1 частину і отриманий результати помножити на 8.

Межі інтегрування:

$$\text{По } Z: \frac{h_D - \frac{h_D l_\epsilon^2 - h_B l_n^2}{l_n l_\epsilon (l_\epsilon - l_n)} l_n}{l_n^2} y^2 + \frac{h_D l_\epsilon^2 - h_B l_n^2}{l_n l_\epsilon (l_\epsilon - l_n)} y \leq z \leq h_B$$

$$\text{По } Y: 0 \leq y \leq l_B$$

$$\text{По } X: \frac{l_\epsilon}{t} \leq x \leq t$$

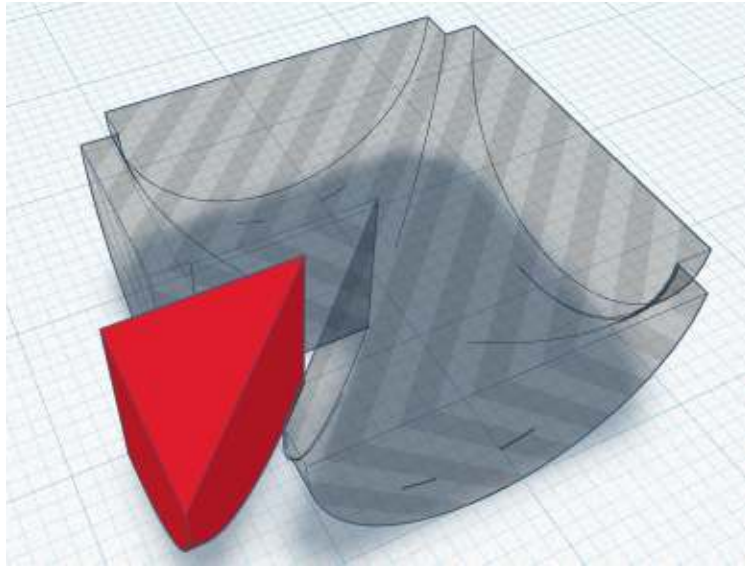


Рисунок 4 – 1/8 частка загальної фігури

$$V_{\text{фігури}} = 8 \cdot \int_{\frac{l_6}{t}}^t dx \int_0^{l_6} dy \int_0^{h_B} dz$$

$$\frac{h_D - \frac{h_D l_6^2 - h_B l_n^2}{l_n l_6 (l_6 - l_n)} l_n}{l_n^2} y^2 + \frac{h_D l_6^2 - h_B l_n^2}{l_n l_6 (l_6 - l_n)} y$$

Знайдемо послідовно кожний інтеграл (без проміжних розрахунків)

а)

$$\int_0^{h_B} dz = h_B - \frac{h_D - \frac{h_D l_6^2 - h_B l_n^2}{l_n l_6 (l_6 - l_n)} l_n}{l_n^2} y^2 - \frac{h_D l_6^2 - h_B l_n^2}{l_n l_6 (l_6 - l_n)} y$$

б)

$$\int_0^{l_6} \left[h_B - \frac{h_D - \frac{h_D l_6^2 - h_B l_n^2}{l_n l_6 (l_6 - l_n)} l_n}{l_n^2} y^2 - \frac{h_D l_6^2 - h_B l_n^2}{l_n l_6 (l_6 - l_n)} y \right] dy =$$

$$= \int_0^{l_6} h_B dy - \int_0^{l_6} \frac{h_D - \frac{h_D l_6^2 - h_B l_n^2}{l_n l_6 (l_6 - l_n)} l_n}{l_n^2} y^2 dy - \int_0^{l_6} \frac{h_D l_6^2 - h_B l_n^2}{l_n l_6 (l_6 - l_n)} y dy =$$

$$= h_B l_6 - \frac{\left(h_D - \frac{h_D l_6^2 - h_B l_n^2}{l_n l_6 (l_6 - l_n)} l_n \right) l_6^3}{3 l_n^2} - \frac{(h_D l_6^2 - h_B l_n^2) l_6^2}{2 l_n l_6 (l_6 - l_n)}$$

В)

$$\int_{\frac{l_g}{t}}^t \left(h_B l_g - \frac{\left(h_D - \frac{h_D l_g^2 - h_B l_n^2}{l_n l_g (l_g - l_n)} l_n \right) l_g^3}{3 l_n^2} - \frac{(h_D l_g^2 - h_B l_n^2) l_g^2}{2 l_n l_g (l_g - l_n)} \right) dx =$$

$$\left(h_B l_g - \frac{\left(h_D - \frac{h_D l_g^2 - h_B l_n^2}{l_n l_g (l_g - l_n)} l_n \right) l_g^3}{3 l_n^2} - \frac{(h_D l_g^2 - h_B l_n^2) l_g^2}{2 l_n l_g (l_g - l_n)} \right) \cdot 1 \Big|_{\frac{l_g}{t}}^t =$$

$$= \left(h_B l_g - \frac{\left(h_D - \frac{h_D l_g^2 - h_B l_n^2}{l_n l_g (l_g - l_n)} l_n \right) l_g^3}{3 l_n^2} - \frac{(h_D l_g^2 - h_B l_n^2) l_g^2}{2 l_n l_g (l_g - l_n)} \right) \cdot \left(t - \frac{l_g}{t} \right)$$

Отже, результуюче рівняння об'єму даної фігури буде (рис. 1):

$$V = 8 \left(t - \frac{l_g}{t} \right) \left(h_B l_g - \frac{\left(h_D - \frac{h_D l_g^2 - h_B l_n^2}{l_n l_g (l_g - l_n)} l_n \right) l_g^3}{3 l_n^2} - \frac{(h_D l_g^2 - h_B l_n^2) l_g^2}{2 l_n l_g (l_g - l_n)} \right)$$

Спростимо даний вираз

$$V = 8 \left(t - \frac{l_g}{t} \right) \left(h_B l_g - \frac{\left(h_D l_g^3 - l_g^2 \frac{h_D l_g^2 - h_B l_n^2}{(l_g - l_n)} \right)}{3 l_n^2} - \frac{(h_D l_g^2 - h_B l_n^2) l_g}{2 l_n (l_g - l_n)} \right)$$

Висновки

- При швидкості проходження перехрестя 30-35 км/год поле зору водія становить 100°.
- Графічна модель басейну візуальної відкритості графічно показує межі оглядовості перехрестя та візуальної відкритості дороги для водія, що проїжджає регульоване перехрестя при швидкості 30 км/год. Чим більше відкритий простір в межах перехрестя, тим комфортніше та безпечніше орієнтуватись водію у вулично-дорожньому просторі.
- Виведене рівняння об'єму басейну візуальної відкритості перехрестя дозволяє визначити об'єм простору, що сформований в межах перехрестя. Чим більше це значення, тим безпечніше та візуально комфортніше водію проїжджати дану ділянку дороги не створюючи візуального дискомфорту для інших учасників дорожнього руху.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Швець В. В. 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 // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – №1. – 2016. – С. 71-78.
2. 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.
3. Швець В. В. Моделювання вуличного простору озелененням та його вплив на психоемоційний стан водія / В. В. Швець, В. А. Кашканов, Л. В. Кучеренко, О. М. Адамчук // Вісник машинобудування та транспорту, [S.l.], n. 1, p. 102-109, July 2016. ISSN 2413-4503.
4. Гюлев Н.У. Особливості ергономіки та психофізіології в діяльності водія / Н.У. Гюлев. – Хар. нац. ак. міськ. госп-ва, 2012. – 185 с.
5. Гайдукевич В. А. та Потійчук О. Б. Основи транспортної психології / В. А. Гайдукевич, О. Б. Потійчук // Навч. пос. – Рівне: НУВГП, 2012. – 207с.
6. Швець В. В. Аналіз впливу колористики міських вулиць на психоемоційний стан водія (на прикладі вул. Соборної м. Вінниці) / В. В. Швець, О. М. Адамчук // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2015. – № 1. – С. 98-105.
7. Швець В. В. Вплив містобудівної ситуації на психологічний стан водіїв / В. В. Швець, О. Г. Веремій, К. С. Маснюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2012. – № 1. – С. 109-112.

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

Костишина Ольга Миколаївна – студентка Вінницького національного технічного університету.

V. Shvets

O. Kostyshina

RESEARCH OF VISUAL OPENNESS BASIS ON REGULATED CROSSROADS

Vinnitsia National Technical University

In this article the boundaries of the overview of the intersection for the driver, moving on the street of the city at the minimum speed of the intersection (30 km/h), were analyzed, the equation of the height of the elements of the street from distance to the driver was analyzed, and the model of the visual opening pool at the regulated intersection was proposed. On the basis of the graphic model, the equation of the volume of the pool of visual openness of the intersection was derived.

Key words: visibility, pool of visual openness, crossroads, driver, visual comfort.

Shvets Vitaly – Ph.D., assistant professor of department of civil engineering, architecture and municipal economy Vinnitsia National Technical University.

Kostyshina Olga – Student Vinnitsia National Technical University.

В. В. Швець

О. М. Костишина

ИССЛЕДОВАНИЕ БАСЕЙНА ВИЗУАЛЬНОЙ ОТКРЫТОСТИ НА РЕГУЛИРУЕМОМ ПЕРЕКРЕСТКЕ

Винницкий национальный технический университет

В данной статье были определены пределы обзорности перекрестка для водителя, движущегося по улице города при минимальной скорости прохождения перекрестка (30 км/ч), проанализировано уравнение зависимости высоты элементов улицы от расстояния к водителю и предложена модель бассейна визуальной открытости на регулируемом перекрестке. На основе графической модели было выведено уравнение объема бассейна визуальной открытости перекрестка.

Ключевые слова: обзорность, бассейн визуальной открытости, перекресток, водитель, визуальный комфорт.

Швець Віталій Вікторович – к.т.н., доцент кафедри строительства, городского хозяйства и архитектуры Винницкого национального технического университета.

Костишина Ольга Николаевна – студентка Винницкого национального технического университета.