



16-osios jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ teminės konferencijos  
**TRANSPORTO INŽINERIJA IR VADYBA,**  
vykusios 2013 m. gegužės 8 d. Vilniuje, straipsnių rinkinys

Proceedings of the 16th Conference for Junior Researchers 'Science – Future of Lithuania'  
**TRANSPORT ENGINEERING AND MANAGEMENT**, 8 May 2013, Vilnius, Lithuania

Сборник статей 16-й конференции молодых ученых «Наука – будущее Литвы»  
**ИНЖЕНЕРИЯ ТРАНСПОРТА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК**, 8 мая 2013 г., Вильнюс, Литва

## ВЫЯВЛЕНИЕ УЧАСТКОВ ДОРОГ С ОГРАНИЧЕННОЙ ВИДИМОСТЬЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГИ И ОКРУЖАЮЩЕЙ МЕСТНОСТИ

Андрей Вознюк<sup>1</sup>, Николай Гуков<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Государственный дорожный научно-исследовательский институт им. М.П. Шульгина, Киев, Украина

<sup>2</sup>Научно-производственное предприятие «ДорИнформ», Киев, Украина

Эл. почта: <sup>1</sup>andrey911@ukr.net, <sup>2</sup>dorinform@ukr.net

**Аннотация.** Возникновение дорожно-транспортных происшествий (далее – ДТП) на кривых в плане и (или) в профиле, на развязках автомобильных дорог в одном уровне, пересечениях с железнодорожными путями имеет высокую вероятность, а их последствия имеют наивысшую тяжесть. В статье изложен подход к оценке пространственной видимости с использованием цифровой модели автомобильной дороги (в виде поперечных профилей) и окружающей местности.

**Ключевые слова:** автомобильная дорога, безопасность, видимость, аварийность, ДТП

### Введение

По данным Украинской отраслевой электронной базы данных учета ДТП в 2011 году на автомобильных дорогах общего пользования произошло 29847 ДТП, в которых погибло 2822 человека, а 13825 получили травмы.

Анализ ДТП с нарушениями правил дорожного движения показал, что вследствие нарушений правил проезда железнодорожных переездов и перекрестков произошло 40 и 1491 ДТП соответственно. Причем, каждое третье ДТП было с пострадавшими. Всего в таких ДТП погибли 47 человек, а 755 получили травмы.

Такая причина ДТП как «ограничение видимости на перекрестке, повороте, железнодорожном переезде, пешеходном переходе» (СОУ 45.2–00018112–066:2011) дознавателями, выезжающими на место происшествия, указывается в карточке учета ДТП очень редко. Обычно такие ДТП классифицируются по другим типам нарушений правил дорожного движения. Например, в 2011 году в результате нарушений правил обгона произошло 880

ДТП, в которых погибли 58 человек, а 464 получили травмы.

Исходными данными для оценки пространственной видимости на автомобильных дорогах общего пользования является цифровая модель автомобильной дороги и окружающей местности, которая содержится в единой базе данных (СОУ 45.2–00018112–038:2009).

### 1. Определение развязок автомобильных дорог в одном уровне и пересечений с железнодорожными путями с ограниченной пространственной видимостью

Главным условием безаварийного проезда развязок автомобильных дорог в одном уровне и пересечений с железнодорожными путями (далее – пересечений), которую могут обеспечить дорожные условия, есть взаимная видимость транспортных средств.

Расстояние, на котором должно быть видно транспортное средство, движущееся в поперечном направлении должно быть таким, чтобы дать

возможность водителю адекватно оценить ситуацию и вовремя затормозить, не допуская столкновения. Это расстояние определяется по схеме, предусматривающей остановку автомобиля перед препятствием или встречным автомобилем (Білятинський *et al.* 1997):

$$S_{безп} = T_p \times V_{ТП} + \frac{K_T \times V_{ТП}^2}{2g \times (\varphi \pm i)} + 10, \quad (1)$$

Где  $S_{безп}$  – расстояние до перекрестка, м;  $T_p = 1$  – среднестатистическое время реакции водителя, с;  $V_{ТП}$  – средняя скорость движения транспортного потока по участку автомобильной дороги, м/с;  $K_T = 1,4$  – коэффициент эффективности торможения;  $g = 9,81$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $\varphi = 0,5$  – коэффициент продольного сцепления;  $i$  – продольный уклон (при подъеме со знаком «+», при спуске со знаком «-»), в долях единицы; 10 – величина запаса расстояния, м.

Видимость считается обеспеченной, если:

- ни один из элементов местности, находящихся в пределах поля концентрации взгляда водителей на расстоянии  $S_{бокова}$  по каждому направлению, не перекрывает видимость транспорта, движущегося на перекрестке или приближающегося к нему (рис. 1);
- в пределах более широкой зоны – поля периферийного зрения водителя на расстоянии  $S_{бокова1}$  по каждому направлению – отсутствуют сплошные препятствия (рис. 2).

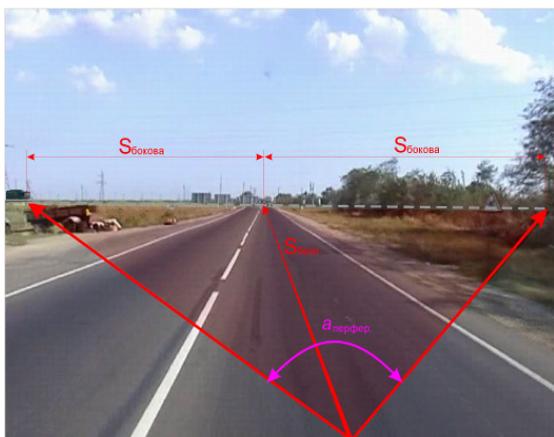


Рис. 1. Схема поля концентрации взгляда водителя

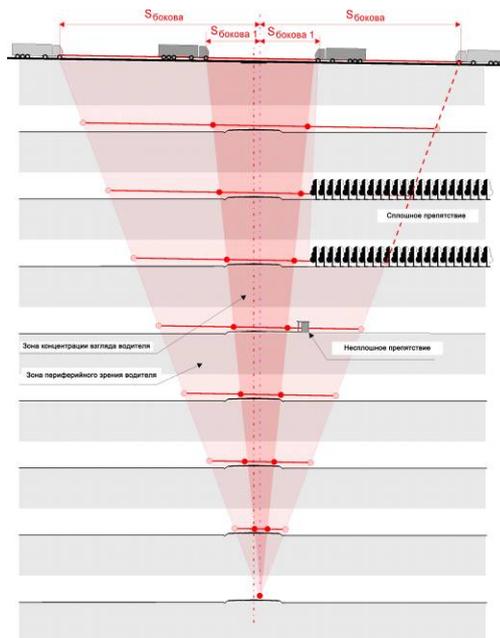


Рис. 2. Пример обеспеченной (слева) и ограниченной (справа) видимости на перекрестке

## 2. Определение участков дороги с ограниченной пространственной видимостью

При условии, что среднесуточная интенсивность движения транспортного потока превышает 55 автомобилей/час на одну полосу движения в одном направлении, возникает 50% вероятность возникновения маневров обгона. При этом обеспечение видимости встречного автомобиля важнее условием безаварийного движения.

Классические методы позволяют проверить видимость встречного автомобиля отдельно:

- в условиях горизонтальной кривой;
- в условиях наличия выпуклой вертикальной кривой в продольном профиле.

В реальных условиях, когда кривые в плане совмещаются с вертикальными кривыми и уклонами, проверок видимости встречного автомобиля отдельно в плане и отдельно в продольном профиле, недостаточно (рис. 3).

Пространственная видимость встречного автомобиля будет ограниченной при условии:

$$\begin{cases} \Phi(x, y, z) = 0 \\ \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{z - (z_1 + 1,2)}{(z_2 + 1,2) - (z_1 + 1,2)} \end{cases} \quad (2)$$



**Рис. 3.** Пример обнаруженной ограниченной пространственной видимости на участке автомобильной дороги (радиус кривой=1000 м, продольный уклон – 7‰)



**Рис. 4.** Пример ликвидированной ограниченной пространственной видимости на участке автомобильной дороги (радиус кривой=1000 м, продольный уклон – 7‰)

То есть, луч зрения водителя, находящийся в точке с координатами  $(x_1, y_1, z_1)$  и направленный на встречный автомобиль, находящийся в точке с координатами  $(x_2, y_2, z_2)$  пересекается с «дневной поверхностью»  $\Phi(x, y, z)$  в точке с координатами  $(x, y, z)$ .

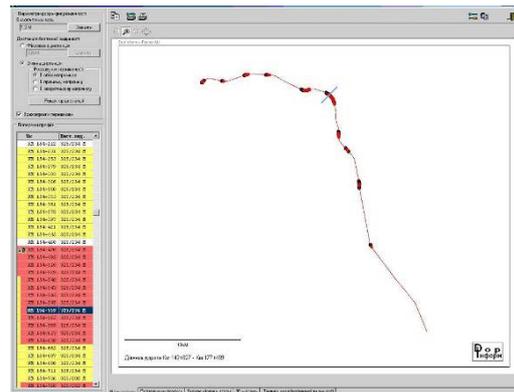
Если расстояние между снятыми поперечными профилями земляного полотна незначительное, условие (2) можно упростить до последовательной проверки каждого поперечного сечения. То есть, если проекция луча зрения водителя на плоскость поперечного сечения ниже линии «дневной поверхности», то видимость не обеспечена.

### 3. Практическое внедрение

На основе изложенных выше положений создан программный модуль «Invisible Points».

Модуль содержит служебные инструменты, позволяющие изменять величину высоты зрения водителя фиксированную или рассчитанную на

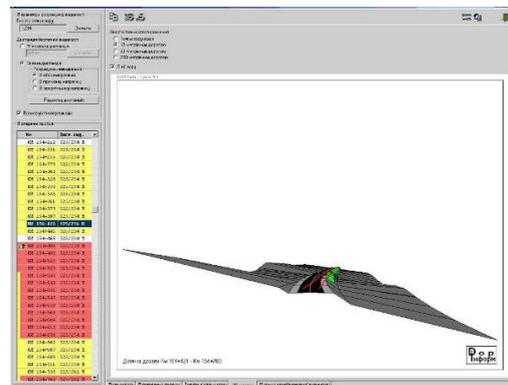
заданной скорости движения, расстояние видимости; заданные варианты расчета и отражения: в обоих направлениях движения, в прямом направлении движения, в обратном направлении движения (рис. 5). Желтым цветом выделяются поперечные профили с ограниченной пространственной видимостью встречного автомобиля. Красным цветом выделены поперечные профили, где находятся препятствия линии взгляда водителя.



**Рис. 5.** План автомобильной дороги

На трехмерной модели автомобильной дороги (рис. 6) линиями красного цвета изображены линии зрения водителей автомобилей, движущихся в прямом и обратном направлениях и уже выполняющих маневр обгона.

На поперечном профиле (рис. 7) красной отметкой указывается место пересечения линии зрения водителя «дневной поверхностью». В данном случае препятствием зрения водителя есть неупорядоченные кустарники. В нижней части координатного поля указаны масштаб и линейные измерения точки пересечения линии зрения с дневной поверхностью – расстояние и превышение от оси дороги.



**Рис. 6.** 3D-модель автомобильной дороги

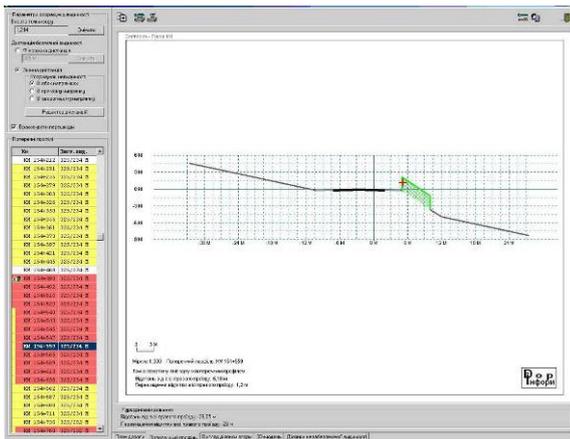


Рис. 7. 3D-модель автомобильной дороги

Зона чертежи поперечных профилей является координатно-ориентированной. Координаты перемещения курсора отображаются внизу зоны (на сером поле). Такой инструмент полезен при планировании объемов работ.

## Выводы

Предложенный подход позволяет решить следующие задачи:

- проведение анализа автомобильной дороги, как при содержании, так и на этапе проектирования;

- определение объемов работ, направленных на устранение аварийно-опасных мест;
- установка необходимых ограничений скорости движения.

## Литература

СОУ 45.2-00018112-066:2011 *Безпека дорожнього руху. Порядок проведення лінійного аналізу аварійності та оцінка умов безпеки руху на автомобільних дорогах загального користування.* (Стандарт Організацій України 45.2-00018112-066:2011 *Безопасность дорожного движения. Порядок проведения линейного анализа аварийности и оценка условий безопасности движения на автомобильных дорогах общего пользования*) (На украинском языке).

СОУ 45.2-00018112-038:2009 *Паспорт автомобільної дороги* (Стандарт Організацій України 45.2-00018112-038:2009 *Паспорт автомобильной дороги*) (На украинском языке)

Білятинський, О.А.; Заворицький, В.Й., Старовойда, В.П.; Хом'як, Я.В.. 1997. *Проектування автомобільних доріг: Підручник.* У 2 ч. Ч. 1 – К.: Вища шк., 1997. – 518 с. (О.А. Билятинский, В.И. Заворицкий, В.П. Старовойда, Я.В. Хомяк *Проектирование автомобильных дорог: Учебник.* В 2 ч. Ч.1 – К.: Высшая школа. 518 с.) (На украинском языке).