

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Экология и безопасность жизнедеятельности»

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИТУАЦИЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ
ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

Методические указания

к выполнению практических занятий
для студентов специальностей 330100 (280101),
150100 (190201), 050501 (030500)

Курган 2005

Кафедра «Экология и безопасность жизнедеятельности»

Дисциплины «Системный анализ и моделирование процессов в техносфере» (Специальность 330100 (280101)), «Безопасность и экологичность автотранспортных средств» (Специальность 050501 (030500)), «Безопасность жизнедеятельности» (Специальность 150100 (190201)).

Составил: доцент, канд. техн. наук Белякин С.К

Утверждены на заседании кафедры « 18 » ноября 2004 года

Рекомендованы методическим советом университета

«_____» _____2005г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Основные термины и определения	4
2 Работа программы	6
2.1 Расчет скорости по следу юза	7
2.2 Расчет допустимой скорости по условиям видимости	8
2.3 Расчет остановочного пути	9
2.4 Расчет удаления автомобиля.....	11
3 Пример моделирования процесса торможения автомобиля при выходе пешехода на проезжую часть.....	13
3.1 Исходные данные	13
3.2 Расчет скорости	15
3.3 Расчет пути, необходимого для остановки автомобиля BMW 520i в данной дорожно-транспортной ситуации	23
3.4 Расчет удаления автомобиля от места наезда в момент возникновения опасности для движения	17
3.5 Определение технической возможности предотвращения наезда.....	18
4 Задание для выполнения работы.....	19
Список литературы.....	21

Введение

Ежегодно возрастает интенсивность движения на улицах и автомобильных дорогах страны, что сопровождается ростом числа дорожно-транспортных происшествий (ДТП), третью часть которых составляют наезды на пешеходов.

Дорожное движение можно рассматривать как совокупность взаимодействующих автомобилей (потоков автомобилей) и пешеходов. Режим движения автомобиля зависит от индивидуальных особенностей водителя, его психофизиологического состояния, мотива и цели поездки, качеств автомобиля и множества дорожных факторов (ровность и скользкость покрытия, ширина и состояние проезжей части и обочин, продольный и поперечный уклоны дороги, количество, скорость и направление движения автомобилей, состав движения, техническое состояние автомобиля, профессиональные качества водителей и др.).

Типичной особенностью поведения людей, переходящих дорогу, является то, что они пересекают проезжую часть по кратчайшему расстоянию к объекту тяготения пешехода (магазин, остановка автобуса, знакомый на другой стороне дороги и др.). Основным мотивом является стремление скорее достичь интересующий объект, при этом пешеходы могут пересекать автомобильные потоки с большой степенью риска, каждый пешеход пересекает дорогу со случайными скоростями своего движения.

Целесообразность действий водителя в опасной ситуации во многом зависит от технической возможности и возможности предсказать поведение пешехода (от модели поведения пешехода на проезжей части дороги). Движение пешеходов и режимы движения отдельных автомобилей различны, их характеристики представляют собой набор случайных величин (например, интенсивность, состав, скорость движения, интервалы в потоке и пр.), вследствие этого движение автомобилей и пешеходов по дороге следует рассматривать как вероятностный процесс и использовать стохастические модели. Для решения частных задач, используемых при анализе причин и возможностей предотвращения ДТП, возможно упрощение и использование детерминированного моделирования.

1 Основные термины и определения

Длина пути торможения – длина участка непосредственного торможения (определяется по следу торможения юзом) **Сю.**

Тормозной путь – расстояние, состоящее из пути торможения и расстояния, преодолеваемого автомобилем за время срабатывания тормозного привода и время нарастания замедления $S = (t_2 + t_3) \times Va / 3.6 + S_{ю}$.

Остановочный путь – расстояние, состоящее из тормозного пути и расстояния, преодолеваемого автомобилем за время реакции водителя

$$S_{но} = (t_1 + t_2 + t_3) \times Va / 3.6 + S_{ю}, \text{ или}$$

$$S_{но} = (t_1 + t_2 + 0.5 \times t_3) \times Va / 3.6 + Va^2 / (26 \times j).$$

Удаление автомобиля от места наезда в момент возникновения опасности для движения - расстояние, на котором автомобиль находился от места наезда, когда у водителя могла проявиться опасность для движения.

Опасность для движения – изменение дорожной обстановки, которое угрожает безопасности дорожного движения и вынуждает водителя немедленно уменьшить скорость или остановиться.

Видимость дороги в направлении движения – максимальное расстояние, на котором с места водителя можно четко распознать границы элементов дороги и расположение участников движения.

Допустимая скорость по условиям видимости – наибольшая скорость, которая позволит водителю остановить автомобиль в данных дорожных условиях при минимальном времени реакции на участке видимости дороги.

Место наезда – место, где располагался пешеход в момент первичного контактирования с ним автомобиля.

Путь пешехода в опасной зоне – расстояние, которое пешеход преодолел с момента возникновения опасности для движения до момента наезда.

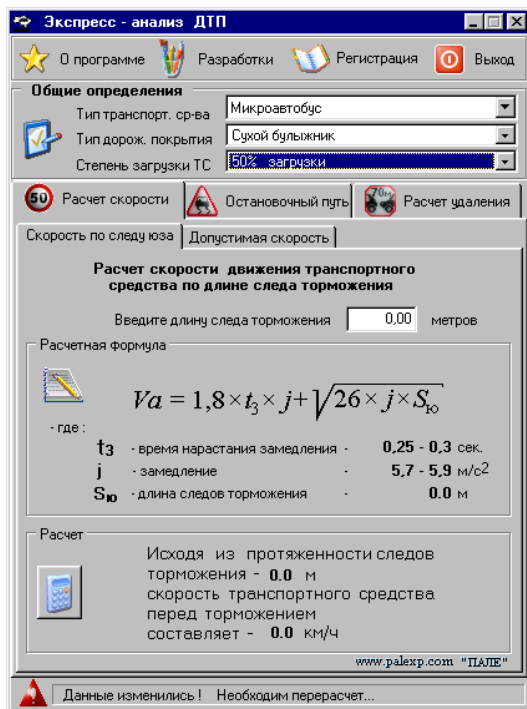
Целью работы является моделирование дорожно-транспортных происшествий и разработка рекомендаций, позволяющих снизить (предотвратить) нанесение ущерба участникам дорожно-транспортного происшествия.

При моделировании используется программа ExpAN 2.3 (Full) [2], позволяющая просматривать типичные дорожно-транспортные ситуации, осуществлять расчеты для всех категорий транспортных средств, на всех видах дорожных покрытий, с различными степенями загрузки следующих характеристик:

- скорость по следам торможения;
- допустимую скорость по условиям видимости дороги;
- остановочный путь при опасных ситуациях;
- удаление автомобиля от места наезда в момент возникновения опасности для движения.

2 Работа программы

Для моделирования дорожно-транспортного происшествия (автотехнической экспертизы) необходимо запустить программу. Для этого необходимо выбрать путь: Пуск/Программы/ExpAnFull/ExpAn.exe. По умолчанию программа будет раскрыта на закладке «Расчет скорости → скорость по следу юза».



В раскрывающихся списках раздела «Общие определения» в соответствии с заданием можно выбрать:

- тип транспортного средства (ТС);
- тип дорожного покрытия;
- степень загрузки ТС.

После заполнения полей в разделе «Общие определения» произойдет автоматическое заполнение полей значений t_3 – время нарастания замедления и j – замедление ТС.

В разделе «Расчетная формула» приведена формула, по которой будет проводиться расчет.

После выполнения процедуры выбора параметров из раздела «Общие определения» следует выбрать вид расчета путем выбора соответствующей закладки:

- **расчет скорости:**

- скорость по следу юза (торможение с заблокированными колесами);
- допустимая скорость;

- **остановочный путь;**

- **расчет удаления:**

- наезд без торможения;
- наезд с торможением.

2.1 Расчет скорости по следу юза

После срабатывания тормозов, если автомобиль не оборудован антиблокировочной системой, колеса становятся неподвижными и на дорожном покрытии остаются следы торможения.

The screenshot shows the 'Экспресс - анализ ДТП' (Express - Accident Analysis) software interface. The window title is 'Экспресс - анализ ДТП'. The interface includes a menu bar with '0 программ', 'Разработки', 'Регистрация', and 'Выход'. Below the menu is the 'Общие определения' (General Definitions) section with three dropdown menus: 'Тип транспорт. ср-ва' (Vehicle type) set to 'Микроавтобус', 'Тип дорож. покрытия' (Road surface) set to 'Сухой булыжник', and 'Степень загрузки ТС' (Vehicle load) set to '50% загрузки'. There are three tabs: 'Расчет скорости' (Speed calculation), 'Остановочный путь' (Stopping distance), and 'Расчет удаления' (Removal calculation). The 'Расчет скорости' tab is active, showing 'Скорость по следу юза' (Speed from skid mark) and 'Допустимая скорость' (Permissible speed) options. The main calculation area is titled 'Расчет скорости движения транспортного средства по длине следа торможения' (Calculation of vehicle speed from skid mark length). It prompts the user to enter the skid mark length, which is '24,4' meters. Below this is the 'Расчетная формула' (Calculation formula) section with the formula
$$Va = 1,8 \times t_3 \times j + \sqrt{26 \times j \times S_{\text{ю}}}$$
 and a list of variables: t_3 (time of deceleration) is 0,25 - 0,3 sec; j (deceleration) is 5,7 - 5,9 m/s²; $S_{\text{ю}}$ (skid mark length) is 24,4 m. The 'Расчет' (Calculation) section shows the result: 'Исходя из протяженности следов торможения - 24,4 м скорость транспортного средства перед торможением составляет - 62,7 - 64,37 км/ч'. The website 'www.palexp.com "ПАЛЕ"' is visible at the bottom.

Для расчета скорости по следу торможения после заполнения раздела «Общие определения» необходимо ввести длину следа торможения в

метрах и нажать кнопку с изображением калькулятора в разделе «**Расчет**».

При этом в разделе «**Расчетная формула**» произойдет автоматическое заполнение поля параметра $S_{ю}$ - длина следа торможения и будет определена скорость транспортного средства на момент начала торможения.

2.2 Расчет допустимой скорости по условиям видимости

В соответствии с требованиями правил дорожного движения, скорость транспортного средства в темное время суток и в условиях ограниченной видимости должна позволять его водителю остановить транспортное средство в пределах видимости дороги.

Экспресс - анализ ДТП

★ О программе Разработки Регистрация Выход

Общие определения

Тип трансп. ср-ва: Микроавтобус
 Тип дорож. покрытия: Сухой булыжник
 Степень загрузки ТС: 50% загрузки

50 Расчет скорости Остановочный путь 70 Расчет удаления

Скорость по следу юза Допустимая скорость

Расчет скорости движения транспортного средства по условиям видимости

Введите видимость дороги: метров

Расчетная формула:

$$V_{доп} = 3,6 \times T_{np_{min}} \times j \times \left(\sqrt{\frac{2 \times S_{д}}{T_{np_{min}}^2 \times j} + 1} - 1 \right)$$

где:

$T_{np_{min}}$	= $t1_{min} + t2 + 0,5 * t3$	- время приведения тормозов в действие	- 0,62 - 0,65 сек.
$t1_{min}$	- минимальное время реакции водителя	-	0,3 сек.
$t2$	- время срабатывания тормозного привода	-	0,2 сек.
$t3$	- время нарастания замедления	-	0,25 - 0,3 сек.
j	- замедление	-	5,7 - 5,9 м/с ²
$S_{д}$	- видимость дороги	-	30 м

Расчет:

При видимости дороги в направлении движения **30 м** скорость транспортного средства не должна превышать **54,97 - 55,32 км/ч**

www.palex.com "ПАЛЕ"

Для выполнения расчета допустимой скорости по условиям видимости дороги необходимо перейти на закладку «**Расчет скорости → Допустимая скорость**», и заполнить поле видимости дороги в метрах, после чего нажать кнопку в виде калькулятора в разделе «**Расчет**».

При этом для фиксированных значений $t_{1\min}$ – минимальное время реакции водителя, t_2 – время срабатывания тормозного привода, t_3 – время нарастания замедления, после нажатия кнопки с изображением калькулятора будет определена максимальная скорость ТС.

2.3 Расчет остановочного пути

Остановочный путь – расстояние, которое преодолевает автомобиль за время реакции водителя, срабатывания тормозного привода, нарастания замедления и время непосредственного торможения.

Экспресс - анализ ДТП

О программе | Разработки | Регистрация | Выход

Общие определения

Тип трансп. ср-ва: Микроавтобус
 Тип дорож. покрытия: Сухой булыжник
 Степень загрузки ТС: 50% загрузки

50 Расчет скорости | Остановочный путь | 70 Расчет удаления

Степень вероятности возникновения опасности для движения

Типы дорож. трансп. ситуаций

- Очень опасная ситуация
- Опасная ситуация
- Ситуация близка к опасной
- Не высокая вероятность опасности
- Опасная ситуация маловероятна
- Мин. время реакции водителя

Описание типовых ДТ ситуаций | Примеры

Определение скорости трансп. средства (км/ч)

расчетом самостоятельно **Va =** 69,24 | 71,02

Расчет

$$S_{но} = (t_1 + t_2 + 0,5 \times t_3) \times \frac{Va}{3,6} + \frac{Va^2}{26 \times j}$$

где:

t1	- время реакции водителя	-	0,8 сек.
t2	- время срабатывания тормозного привода	-	0,2 сек.
t3	- время нарастания замедления	-	0,25 - 0,3 сек.
j	- замедление	-	5,7 - 5,9 м/с ²

Для остановки транспортного средства в данной дорожно - транспортной ситуации при скорости движения **0,0 км/ч** необходимо расстояние **0,0 м**

www.palex.com "ПАЛЕ"

Данные изменились! Необходим перерасчет...

Величина остановочного пути помимо параметров торможения автомобиля зависит от времени реакции водителя, которое в зависимости от типа дорожно-транспортной ситуации принимается от 0,3 до 1,4 сек. Для того чтобы просмотреть примеры и описание дорожно-транспортных ситуации необходимо выбрать тип дорожно-транспортной ситуации и нажать кнопку в виде страницы.

Для расчета остановочного пути необходимо перейти на закладку

«Остановочный путь», указать степень опасности исследуемой дорожно-транспортной ситуации из раздела «Степень вероятности возникновения опасности для движения». Если ранее рассчитывалась скорость по следам торможения, то нажать кнопку в разделе «Расчет».

Время реакции водителя принимается автоматически в зависимости от типа дорожно-транспортной ситуации.

Если исследуемая ситуация отсутствует в списке типичных примеров, ее следует сопоставить с общим определением опасных ситуаций, расположенном в верхней части данного окна, либо перейти к просмотру ситуаций при других степенях вероятности возникновения опасности для движения.

Если ранее расчет скорости V_a по следам торможения не производился, то скорость движения может быть задана путем переключения мышью на режим «самостоятельно». Значение скорости может быть задано в диапазоне.

Если ранее скорость ТС определялась путем расчета по длине следов торможения, а затем необходимо провести расчет остановочного пути при других значениях скорости, то в последствии путем переключения

мышью в разделе «**Определение скорости транспортного средства**» на указатель «**расчетом**» рассчитанные ранее значения будут восстановлены в полях, определяющих скорость.

2.4 Расчет удаления автомобиля

Для расчета удаления автомобиля от места наезда в момент возникновения опасности для движения необходимо перейти на закладку «**Расчет удаления**», если ранее рассчитывалась скорость по следам торможения, перейти в раздел «**Данные о движении пешехода в опасной зоне**».

Эти данные могут задаваться тремя способами:

- временем движения пешехода в опасной зоне;
- скоростью движения пешехода в опасной зоне и расстоянием, которое пешеход преодолел с момента возникновения опасности для движения до момента наезда;
- темпом движения пешехода и расстоянием, которое пешеход преодолел с момента возникновения опасности для движения до момента наезда.

Экспресс - анализ ДТП

О программе
 Разработки
 Регистрация
 Выход

Общие определения

Тип транспорт. ср-ва: Микроавтобус
Тип дорож. покрытия: Сухой асфальт
Степень загрузки ТС: 50% загрузки

Расчет скорости
 Остановочный путь
 Расчет удаления

Определение скорости трансп. средства
 расчетом
 самостоятельно
Va 62,70 64,37 км/ч

Данные о движении пешехода в опасной зоне
 Время движения Tп 0,00 сек Путь
 Скорость пешехода Vп 7,60 км/ч Sп 3,20 м
 Темп Sпм 0,00 м Tпм 0,00 сек Sп 0,00 м

Sпм - величина мерного участка, м
Tпм - время движения пешехода на мерном участке, сек

Наезд без торможения Наезд с торможением

Расстояние, которое ТС преодолело в процессе торможения
 До наезда **St'** 0,00 м После наезда **St''** 12,40 м

Расчет

$$S_{y\partial} = \frac{Va}{V_{II}} \times S_{II} - (\sqrt{S_T} - \sqrt{S_T''})^2$$
- где: **ST** - полный путь торможения ТС, м

Удаление автомобиля до места наезда, в момент возникновения опасности для движения, составляет **24,39 - 25,09 м**

www.palex.com "ПАЛЕ"

Данные изменились! Необходим перерасчет...

Возможно задать параметры движения пешехода тремя способами:

- если имеется возможность восстановить картину происшествия (обычно это делается при воспроизведении обстановки и обстоятельств события – следственном эксперименте) можно при помощи секундомера замерить время, которое пешеход двигался от места, где он находился в момент возникновения опасности для движения до места наезда;

- если возможно определить расстояние, которое пешеход преодолел с момента возникновения опасности для движения до момента наезда. В этом случае по справочной литературе принимаются данные о скорости движения пешехода в опасной зоне;

- скорость движения пешехода можно определить путем замера ее на мерном участке - определить время, за которое пешеход преодолевает определенное расстояние, или воспроизвести темп движения пешехода, при этом используются обозначения:

T_{II} - время движения пешехода в опасной зоне;

V_{II} - скорость движения пешехода;

S_{II} - путь пешехода в опасной зоне;

T_{пм} - темп движения пешехода.

Возможно произвести расчет удаления автомобиля от пешехода при наезде без торможения и при наезде в процессе торможения. В последнем случае возможны два варианта расчета:

- наезд с торможением до столкновения с пешеходом, необходимо задать расстояние, которое проехало ТС в процессе торможения до наезда (должно быть значительно меньше удаления, рассчитанного ранее);

- наезд с торможением до и после столкновения с пешеходом, необходимо задать расстояние, которое проехало ТС в процессе торможения после наезда.

Для проведения расчета удаления автомобиля от места наезда при наезде в процессе торможения следует перейти на закладку **«Наезд с торможением»** и задать расстояние, которое автомобиль преодолел в заторможенном состоянии до наезда, либо после наезда до полной остановки.

S_T -расстояние, которое автомобиль преодолевает в заторможенном состоянии до наезда, либо после наезда до остановки.

Нажатием кнопки в поле **«Расчет»** получаем величину удаления автомобиля от места наезда в момент возникновения опасности для движения.

3 Пример моделирования процесса торможения автомобиля при выходе пешехода на проезжую часть

3.1 Исходные данные

На проезжей части с *асфальтобетонным* покрытием, находившимся в *мокром, чистом* состоянии, имел место наезд *технически исправного* автомобиля *BMW 520i* на пешехода (рисунок), пересекавшего проезжую часть *справа налево* по ходу движения автомобиля вне пешеходного перехода в темпе спокойного шага. Место наезда располагается на расстоянии *2,0 м* от правого края проезжей части. На проезжей части зафиксированы следы торможения автомобиля *BMW 520i* длиной *17,3 м*. После наезда в заторможенном состоянии до остановки автомобиль *BMW 520i* преодолел *11,8 м*. Мерный участок длиной *5 м* статист в темпе движения пострадавшего преодолевает за *3,8 сек*.

Определить:

- с какой скоростью двигался автомобиль *BMW 520i* перед происшествием?

- какое расстояние было необходимо для остановки автомобиля BMW 520i в данной дорожно-транспортной ситуации чтобы избежать наезда на пешехода?

- на каком расстоянии располагался автомобиль BMW 520i в момент выхода пешехода на проезжую часть?

- располагал ли водитель автомобиля BMW 520i возможностью предотвратить наезд?

3.2 Расчет скорости

Va = 1,8 \times t_3 \times j + \sqrt{26 \times j \times S_{\text{т0}}} and a list of variables: t_3 - время нарастания замедления - 0,15 - 0,2 сек., j - замедление - 4,9 - 5,7 м/с², $S_{\text{т0}}$ - длина следов торможения - 17,3 м. At the bottom, a 'Расчет' section shows the results: 'Исходя из протяженности следов торможения - 17,3 м скорость транспортного средства перед торможением составляет - 48,27 - 52,69 км/ч'. The footer contains the website 'www.palexp.com' and the logo 'ПАЛЕ'."/>

Экспресс - анализ ДТП

О программе Разработки Регистрация Выход

Общие определения

Тип транспорт. ср-ва: Легковой а/м с усилителем тормозов

Тип дорож. покрытия: Мокрый асфальтобетон чистый

Степень загрузки ТС: 50% загрузки

50 Расчет скорости Остановочный путь 70 Расчет удаления

Скорость по следу юза Допустимая скорость

Расчет скорости движения транспортного средства по длине следа торможения

Введите длину следа торможения: 17,3 метров

Расчетная формула

$$Va = 1,8 \times t_3 \times j + \sqrt{26 \times j \times S_{\text{т0}}}$$

где:

t_3 - время нарастания замедления - 0,15 - 0,2 сек.

j - замедление - 4,9 - 5,7 м/с²

$S_{\text{т0}}$ - длина следов торможения - 17,3 м

Расчет

Исходя из протяженности следов торможения - 17,3 м скорость транспортного средства перед торможением составляет - 48,27 - 52,69 км/ч

www.palexp.com "ПАЛЕ"

На проезжей части зафиксировано два следа торможения:

- правый длиной 17,3 м начинается на расстоянии 1,4 м от правого края проезжей части и 13,3 м от угла дома № 25;

- левый длиной 14,5 м начинается на расстоянии 2,8 м от правого края проезжей части и 10,4 м от угла дома № 25.

Автомобиль преодолел в заторможенном состоянии до полной остановки 17,3 м (принимается величина большего следа торможения). Заполняем соответствующие поля программы:

BMW 520i – легковой автомобиль с усилителем тормозов;
 мокрое чистое асфальтобетонное покрытие
 загрузка - водитель и два пассажира – 50%
 длина участка торможения 17,3 м.

В результате расчета получаем скорость движения автомобиля перед торможением – $48,27 \div 52,69$ км/час.

3.3 Расчет пути, необходимого для остановки автомобиля BMW 520i в данной дорожно-транспортной ситуации

Переходим на закладку «Остановочный путь»

Экспресс - анализ ДТП

★ О программе 📁 Разработки 📖 Регистрация 🚫 Выход

Общие определения

Тип транспорт. ср-ва: Легковой а/м с усилителем тормозов
 Тип дорож. покрытия: Мокрый асфальтобетон чистый
 Степень загрузки ТС: 50% загрузки

🚫 50 Расчет скорости ⚠️ Остановочный путь 🚫 70 Расчет удаления

Степень вероятности возникновения опасности для движения

Типы дорож. трансп. ситуаций

Очень опасная ситуация
 Опасная ситуация
 Ситуация близка к опасной
 Не высокая вероятность опасности
 Опасная ситуация маловероятна
 Мин. время реакции водителя

Описание типовых ДТ ситуаций
 Примеры

Определение скорости трансп. средства (км/ч)

расчетом самостоятельно **Va = 48,27 52,69**

Расчет

$$S_{то} = (t_1 + t_2 + 0,5 \times t_3) \times \frac{Va}{3,6} + \frac{Va^2}{26 \times j}$$

где:

t1	- время реакции водителя	0,8 сек.
t2	- время срабатывания тормозного привода	0,2 сек.
t3	- время нарастания замедления	0,15 - 0,2 сек.
j	- замедление	4,9 - 5,7 м/с ²

Для остановки транспортного средства в данной дорожно - транспортной ситуации при скорости движения **48,27 - 52,69 км/ч** необходимо расстояние **30,14 - 37,89 м**

www.palex.com "ПАЛЕ"

В разделе «Степень вероятности возникновения опасности для движения» выбираем опасную ситуацию, поскольку пешеход вышел на проезжую часть с обочины, двигаясь до этого в поле зрения водителя в том же направлении (согласно описанию типовых дорожно-транспортных ситуаций).

В разделе «Определение скорости транспортного средства» указываем, что скорость автомобиля определялась расчетом.

Скорость определялась раньше (48,27÷52,69 км/час).

Нажимаем кнопку в разделе «Расчет» и получаем величину остановочного пути 30,14 ÷ 37,89 м.

Таким образом, для остановки автомобиля BMW 520i в данной дорожно-транспортной ситуации необходимо было расстояние 30,14 ÷ 37,89 м.

3.4 Расчет удаления автомобиля от места наезда в момент возникновения опасности для движения

Переходим на закладку «Расчет удаления».

В разделе «Определение скорости транспортного средства» указываем, что скорость автомобиля определялась расчетом.

Экспресс - анализ ДТП

О программе Разработки Регистрация Выход

Общие определения

Тип транспорт. ср-ва: Легковой а/м с усилителем тормозов

Тип дорож. покрытия: Мокрый асфальтобетон чистый

Степень загрузки ТС: 50% загрузки

Расчет скорости Остановочный путь Расчет удаления

Определение скорости трансп. средства

расчетом самостоятельно Va: 48,27 52,69 км/ч

Данные о движении пешехода в опасной зоне

Время движения Tп: 0,00 сек Путь

Скорость пешехода Vп: 0,00 км/ч Sp: 0,00 м

Темп Spm: 5,00 м Tпм: 3,8 сек Sp: 2,00 м

Spm - величина мерного участка, м
Tпм - время движения пешехода на мерном участке, сек

Наезд без торможения Наезд с торможением

Расстояние, которое ТС преодолело в процессе торможения

До наезда St': 0,00 м После наезда St'': 11,80 м

Расчет

$$S_{уд} = \frac{Va}{3,6} \times \frac{S_{п}}{S_{пм}} \times T_{пм} - (\sqrt{S_{т}} - \sqrt{S_{т}''})^2$$

где: St - полный путь торможения ТС, м

Удаление автомобиля до места наезда, в момент возникновения опасности для движения, составляет 19,86 - 21,72 м

www.palex.com "ПАЛЕ"

В разделе «Данные о движении пешехода в опасной зоне» выбираем строку, где задаются темп движения пешехода и расстояние, которое он преодолел в опасной зоне, указываем в полях «Spm» 5,0 м (величина мерного участка), «Tпм» 3,8 сек. (время, за которое статист преодолевает

мерный участок со скоростью потерпевшего), «Sp» 2,0 м (расстояние, которое пешеход преодолел в опасной зоне).

Переходим на закладку «**Наезд с торможением**».

Поскольку имеются данные, что после наезда до остановки автомобиля в заторможенном состоянии преодолел 11,8 м, в разделе «**Расстояние, которое ТС преодолело в процессе торможения**» выбираем пункт «**После наезда**» и заполняем поле «St`» - 11,8 м (расстояние от места наезда до передней части автомобиля после его остановки).

Нажимаем кнопку в разделе «Расчет» и получаем результат – $19,86 \div 21,72$ м.

Таким образом, в момент возникновения опасности для движения (в момент выхода пешехода на проезжую часть) автомобиль BMW 520i от места наезда находился на расстоянии $19,86 \div 21,72$ м.

3.5 Определение технической возможности предотвращения наезда

Вопрос о технической возможности предотвращения водителем наезда на пешехода решается путем сопоставления расстояния, которое необходимо для остановки автомобиля в данной дорожно-транспортной ситуации (остановочный путь), с расстоянием, на котором автомобиль находился от места наезда в момент возникновения опасности для движения (удаление).

Расчетами определено, что:

- 1) остановочный путь автомобиля BMW 520i в данной ДТП составлял $30 \div 38$ м;
- 2) в момент возникновения опасности для движения автомобиль BMW 520i от места наезда располагался на расстоянии $20 \div 22$ м.

Сопоставление расстояния, которое было необходимо для остановки автомобиля BMW 520i в данной дорожно-транспортной ситуации – **$30 \div 38$ м**, с его удалением от места наезда в момент возникновения опасности для движения (**$20 \div 22$ м**), позволяет заключить, что в данной дорожно-транспортной ситуации водитель автомобиля BMW 520i с момента выхода пешехода на проезжую часть не располагал технической возможностью предотвратить наезд на него.

4 Задание для выполнения работы

Для всех типов дорожно-транспортных ситуаций, приведенных в таблице 1, и по исходным данным, приведенным в таблицах 2, 3 для за-

данного варианта, составить схему дорожно-транспортного происшествия и определить:

- с какой скоростью двигался автомобиль перед происшествием?
- какое расстояние было необходимо для остановки автомобиля?
- на каком расстоянии располагался автомобиль в момент возникновения препятствия на проезжей части?
- построить графики необходимого расстояния для предотвращения ДТП в зависимости от дорожно- транспортной ситуации для разных степеней загрузки ТС;
- аргументировано ответить на вопрос: располагал ли водитель автомобиля возможностью предотвратить наезд на пешехода?

Таблица 1 Описание дорожно- транспортной ситуации

№ п/п	Дорожно- транспортная ситуация
1	начало движения в направлении полосы следования ТС ребенка, находившегося на дороге в поле зрения водителя
2	выход пешехода на проезжую часть на регулируемом перекрестке на разрешающий сигнал светофора
3	внезапное появление пешехода на проезжей части из- за ТС на участке, где переход не разрешен
4	внезапный выход пешехода на проезжую часть с обочины вне населенного пункта, если пешеход до выхода на проезжую часть двигался во встречном направлении
5	внезапное появление пешехода на проезжей части дороги вне населенного пункта из- за объекта, ограничивающего обзорность
6	выбор водителем дистанции при следовании за ТС- лидером

Таблица 2 Исходные данные для выполнения работы

Вариант	1	2	3	4	5	6
Тип ТС	Автопоезд грузовой	Грузовой КамАЗ	Грузовой ГАЗ-53	ВАЗ-21099	AUDI A6	Микроавтобус
Тип дорожного покрытия	Сухой асфальт	Мокрый чистый асфальт	Мокрый грязный асфальт	Гололед	Укатанный снег	Грунтовое сухое
Длина следа торможения	23	35	28	27	45	28

Таблица 3 Скорость передвижения пешехода

Возрастная группа пешеходов, годы	Характер передвижения и скорость, м/с								
	Пол	Спокойный шаг		Быстрый шаг		Спокойный бег		Быстрый бег	
		Пределы скорости	Средняя скорость	Пределы скорости	Средняя скорость	Пределы скорости	Средняя скорость	Пределы скорости	Средняя скорость
От 7 до 8	м	1,11 – 1,44	1,22	1,5 – 1,81	1,64	2,00 – 2,89	2,36	3,11 – 3,61	3,89
	ж	1,03 – 1,39	1,17	1,39 – 1,72	1,47	1,94 – 2,78	2,22	3,00 – 3,44	3,11
» 8 » 10	м	1,19 – 1,50	1,28	1,56 – 1,86	1,67	2,06 – 2,97	2,47	3,19 – 3,75	3,53
	ж	1,11 – 1,44	1,19	1,44 – 1,78	1,53	2,00 – 2,86	2,33	3,17 – 3,72	3,47
» 10 » 12	м	1,22 – 1,53	1,63	1,58 – 1,92	1,72	2,11 – 3,08	2,58	3,53 – 4,28	3,83
	ж	1,17 – 1,50	1,33	1,50 – 1,83	1,61	2,06 – 2,97	2,47	3,42 – 4,22	3,72
» 12 » 15	м	1,39 – 1,61	1,44	1,64 – 1,97	1,81	2,17 – 3,25	2,78	3,67 – 4,44	4,06
	ж	1,25 – 1,53	1,39	1,56 – 1,89	1,69	2,14 – 3,11	2,64	3,53 – 4,31	3,92
» 15 » 20	м	1,33 – 1,61	1,5	1,67 – 2,17	1,89	2,99 – 3,61	2,86	4,00 – 5,00	4,53
	ж	1,28 – 1,56	1,44	1,58 – 1,98	1,75	2,25 – 3,50	2,78	3,61 – 4,61	4,14
» 20 » 30	м	1,33 – 1,72	1,58	1,75 – 2,17	1,92	2,44 – 3,61	3,06	4,00 – 5,00	4,64
	ж	1,31 – 1,64	1,47	1,67 – 2,06	1,83	2,36 – 3,56	2,94	3,83 – 4,72	4,25
» 30 » 40	м	1,33 – 1,72	1,58	1,75 – 2,17	1,89	2,28 – 3,33	2,94	3,64 – 5,00	4,31
	ж	1,31 – 1,61	1,44	1,64 – 2,00	1,81	2,25 – 3,22	2,72	3,33 – 4,72	3,92
» 40 » 50	м	1,28 – 1,61	1,47	1,97 – 2,0	1,83	2,11 – 3,08	2,67	3,14 – 4,72	3,97
	ж	1,22 – 1,50	1,36	1,53 – 2,0	1,69	2,11 – 2,94	2,47	3,00 – 4,44	3,53
» 50 » 60	м	1,17 – 1,47	1,33	1,5 – 1,89	1,67	1,94 – 2,78	2,39	2,81 – 4,39	3,47
	ж	1,17 – 1,39	1,25	1,44 – 1,81	1,56	1,92 – 2,50	2,19	2,78 – 3,89	3,11
» 60 » 70	м	0,97 – 1,22	1,08	1,25 – 1,67	1,42	1,72 – 2,11	1,94	2,5 – 3,33	2,92
	ж	0,97 – 1,22	1,06	1,25 – 1,56	1,36	1,72 – 2,08	1,89	2,36 – 3,19	2,64
Старше 70	м	0,81 – 0,97	0,89	1,00 – 1,39	1,17	1,42 – 1,81	1,56	2,00 – 2,94	2,42
	ж	0,81 – 0,97	0,89	1,00 – 1,33	1,14	1,36 – 1,72	1,53	1,78 – 2,50	2,03

Список литературы

- 1 Лукошявичене О.В. Моделирование дорожно- транспортных происшествий.- М.: Транспорт, 1988.- 96 с.
- 2 Информация интернет - сайта: www.palex.com
- 3 Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. –М.: Высш. шк.,2001.- 343с.
- 4 Кисляков В.М., Филиппов В.В., Школяренко И.А. Математическое моделирование и оценка условий движения автомобилей и пешеходов. М.: Транспорт, 1979.-200с.

Белякин Сергей Константинович

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СИТУАЦИЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ
ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ**

Методические указания

к выполнению практических занятий
для студентов специальностей 330100 (280101),
150100 (190201), 050501 (030500)

Редактор Н.Л. Попова

Подписано к печати

Формат 60*84 1/16

Заказ

Усл.печ.л 1,5

Тираж 150

Бумага тип. №1

Уч.-изд.л. 1,5

Издательство Курганского государственного университета.

640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.

Курганский государственный университет, ризограф.