

Харківський національний автомобільно-дорожній  
університет  
Кафедра будівництва та експлуатації автомобільних доріг

# Експертиза ДТП

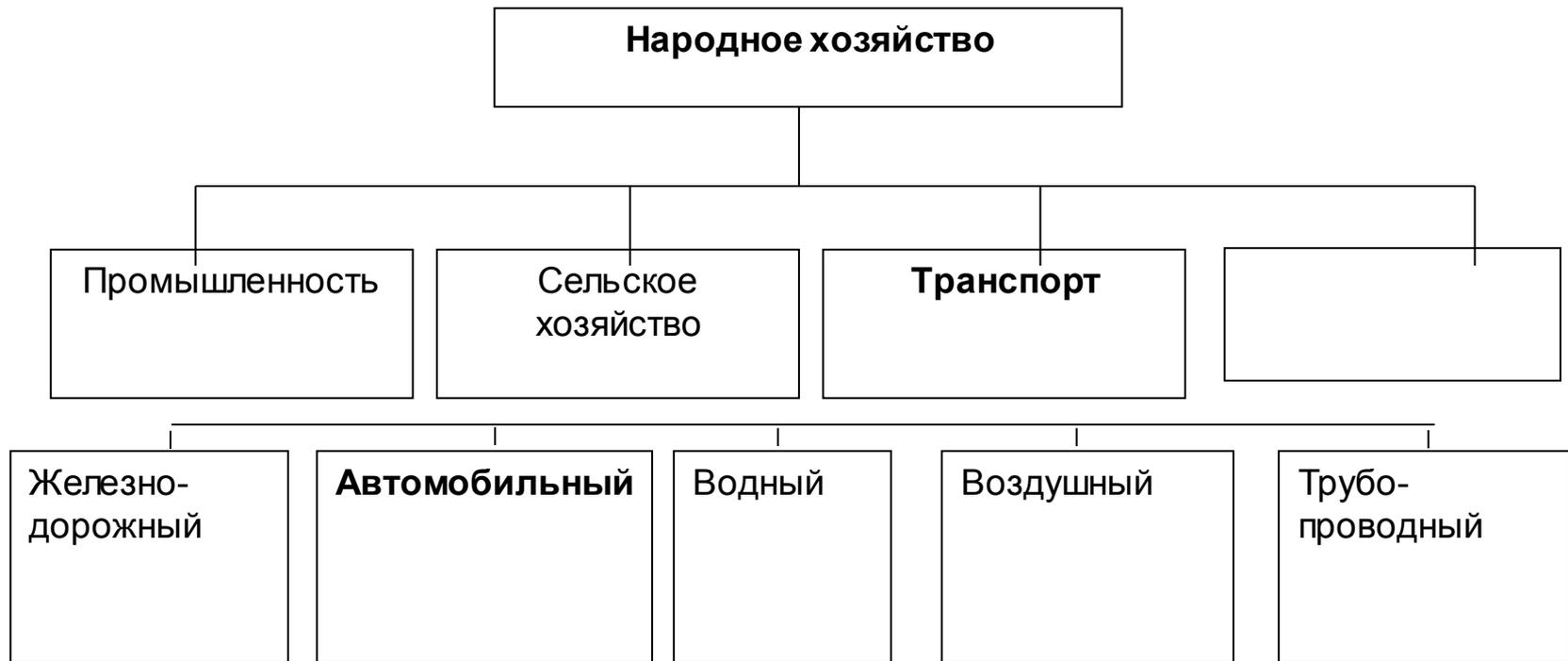
Філіппов В.В., професор, д.т.н.

## Лекція № 1

# Методи вивчення ДТП і підвищення безпеки руху засобами дорожньо-експлуатаційної служби

1. Автомобилизация и ДТП.
2. Методы изучения ДТП.
3. Экспертиза ДТП и служебное расследование.
4. Система сбора информации о ДТП.
5. Схема и описание ДТП.

# 1. Автомобилизация и ДТП



Основные недостатки автомобильного транспорта:

- 1) высокая себестоимость перевозок,
- 2) **самый большой уровень аварийности.**

# Количество автомобилей



29 января 1886 года появился на свет автомобиль, запатентованный компанией Карл Бенц.

1886 г. Первый автомобиль

1900 6 тыс.

1950 62 млн.

1970 250 млн.

1990 500 млн.

2010 1.5-2 млрд.

Ежегодный выпуск 40-60 млн.

США продажа 15-20 млн/год

## Уровень автомобилизации

США	600/1000 чел
Франция	450/1000 чел
Великобритания	400/1000 чел
Япония	300/1000 чел
СССР	57/1000 чел
Украина	200/1000 чел

# Автомобилизация ...и ДТП

Тяжелые последствия аварий на **воздушном, водном, железнодорожном** транспорте, большое число жертв в одной аварии, большие материальные потери.

На **автотранспорте** - меньшее число жертв в одном ДТП. Но **гораздо бóльшая частота. Материальный ущерб  $\cong$  1% национального дохода.**

Повышение БД – одна из основных задач эксплуатации дорог.

# ДТП на дорогах Украины

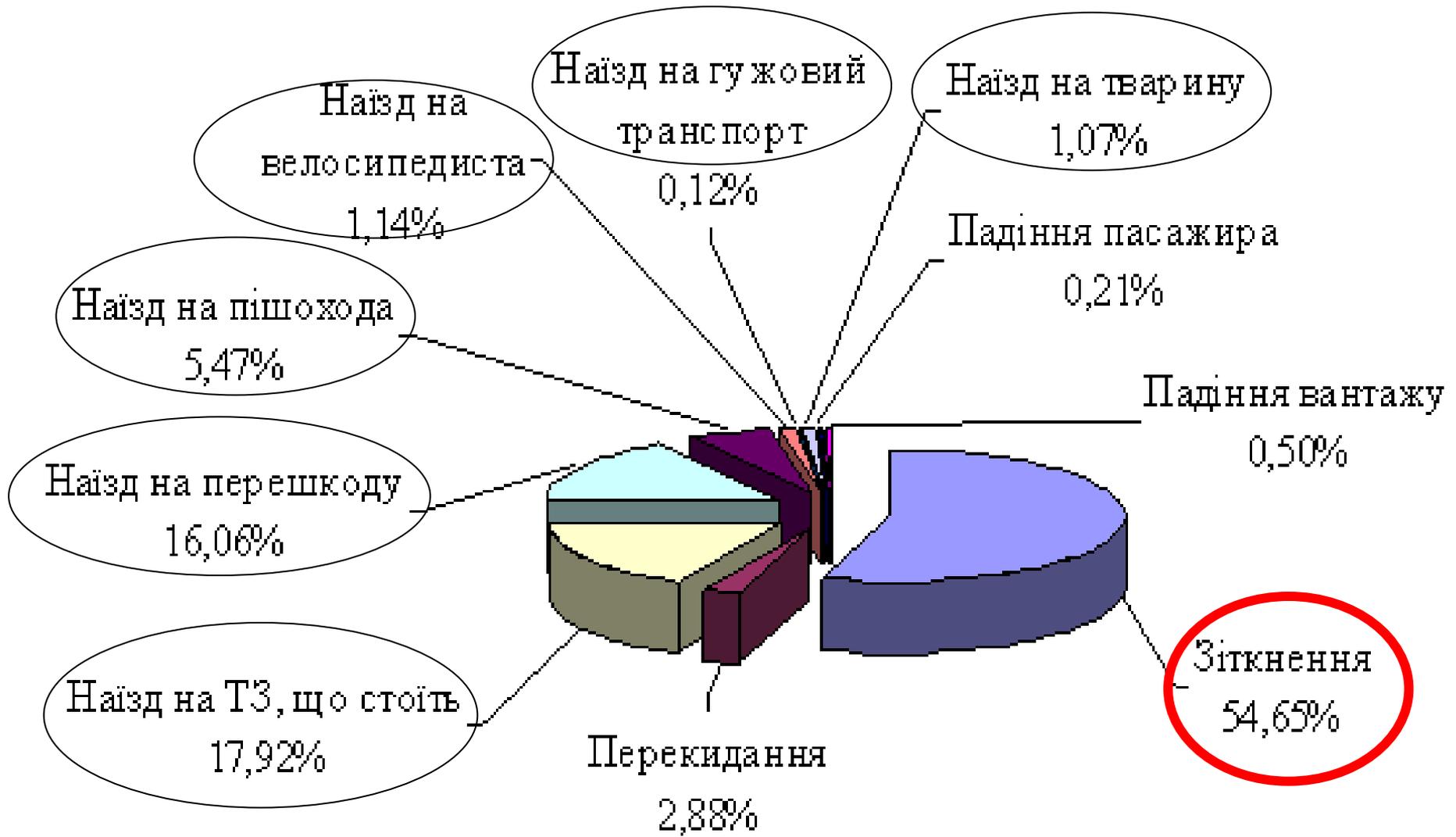
В 2008 году (по данным Центра безопасности дорожного движения при Департаменте ГАИ МВД Украины) в Украине зарегистрировано **312230** ДТП, в которых **7690** чел. погибло и **63246** получили травмы. **300000, 8000, 65000**

На дорогах общего пользования зафиксировано:

- **39652** ДТП или 12,6 % от общего количества;
- погибли **4091** чел. или 53 % от общего к-ва;
- ранено **18948** чел. или 30 % от общего к-ва.

**40000, 4000, 20000**

# Виды ДТП, Украина



# Виды ДТП



# ДТП в Украине

## **За годы независимости в ДТП погибло полмиллиона украинцев**

КИЕВ, 12 мая. На Украине за последние 20 лет вследствие ДТП погибли около 450 тыс. человек. Как пишет [«Корреспондент»](#), об этом сообщил начальник ДГАИ МВД Валерий Лозовой.

По его словам, после ужесточения ответственности за нарушение правил дорожного движения, начиная с 2008 года, количество погибших в результате ДТП значительно сократилось. Если в 2007 году количество погибших составило около 9 тыс. 700 человек, то в прошлом — 4 тыс. 700, подчеркнул начальник ГАИ.

Напомним, накануне президент Украины Виктор Янукович заявил, что по оценкам Всемирного банка, потери украинской экономики от дорожно-транспортных происшествий ежегодно достигают \$5 млрд.

# Дорожные условия, способствующие ДТП

Причина ДТП	%
<b>Скользкое покрытие</b>	<b>48,3</b>
<b>Покрытие с выбоинами</b>	<b>13,3</b>
<b>Плохое состояние обочин, недостаточная ширина</b>	<b>5,9</b>
<b>Плохое содержание дорог в зимнее время</b>	<b>5,5</b>
Отсутствие необходимых дорожных знаков	3,6
Отсутствие тротуаров, пешеходных дорожек	2,9
Сужение проезжей части	2,7
R < основного	1,5
Отсутствие ограждающих устройств	1,4
Ограничение видимости в плане и профиле	1,2
Недостаточное освещение проезжей части	1,4
Отсутствие карманов для остановки автомобилей	0,4
Отсутствие обозначения пешеходного перехода	0,8
Отсутствие сигнализации в месте производства работ	1,4
Плохая видимость дорожных знаков	0,3
Несоответствие габаритов моста ширине	0,4
Несоответствие железнодорожного переезда правилам	0,2

# По всему миру

Автомобильные аварии являются World Wide проблемой. По данным Всемирной организации здравоохранения около 1,2 миллиона человек погибают в ДТП каждый год, 10 миллионов пострадавших; ущерб около \$ 520 миллиардов!

Действительно, по сравнению со странами с низким уровнем жизни, в которых большинство пострадавших от ДТП погибают на месте, не дождавшись квалифицированной первой медицинской помощи, в развитых странах, где имеется эффективная служба «Скорой помощи», почти половина смертей от ДТП происходит уже в больнице, после попыток врачей справиться с несовместимыми с жизнью повреждениями. Однако, «30-дневный» критерий используется не во всех странах, так, например, в Италии - погибшим в ДТП считается тот, кто умирает в течение 7 суток после него, в Греции - в течение 3 суток, в Испании - в течение 24 часов, а в США погибшим в ДТП считается тот, кто умирает после ДТП в течение года.

Естественно сопоставлять такую статистику не очень корректно.

# США

по данным Федерального управления шоссейных дорог

Год	К-во ДТП	Погибли	Ранены, млн	Мат.ущерб, млрд.дол.
2000	6356000	41821	3,2	
2002	6316000	42815	2,9	
2003	6328000	42643	2.9	
2005	6420000	42636	2.9	230

**Умирают в ДТП 115 человек каждый день,  
или один человек – каждые 13 минут.**

# Россия

Каждый год по меньшей мере 35000 человек убиты и 215000 получили травмы в 184 000 ДТП в России. Экономический ущерб составляет около 6 млрд. долларов США.



# Польша

Каждый год 7300 человек убиты и 83 000 получают травмы в ДТП.

## 2. Методы изучения ДТП

1. Статистический.

2. Детерминистический.

Статистический метод старается охватить статистическими закономерностями множество факторов, действующих во время ДТП.

Дорожное движение:

- с одной стороны, организованный упорядоченный процесс (ПДД, регулирование, расписание),
- с другой – вероятностный, неорганизованный (разные: водители, автомобили, цели поездки...).

# Статистический метод

Основное преимущество и назначение статистич. подхода – возможность прогнозирования количества и характера ДТП в будущем с использованием методов теории вероятности и мат. статистики. Стат. метод в эксплуатации дорог – для выявления мест концентрации ДТП (МКДТП).

МКДТП– это участок дороги, на котором, например, при интенсивности 3000 авт/сутки, за три года произойдёт 3 и более ДТП.

Известны методы статистического подхода:

Метод  $K_{\text{авар}}$ , автор проф. В.Ф. Бабков.

Также известен метод  $K_{\text{безопасн}}$ .

# Система статистических показателей относительной аварийности

Система показателей основана на статистике ДТП и включает коэффициенты относительной аварийности (или коэффициенты происшеств-вий).



# Показатели относительной аварийности

$Y_1$  – ДТП / млн. авт. км

Для длинных и однородных по геометрическим элементам участков дороги

$$y_1 = \frac{Z \times 10^6}{365 \times V \times L}$$

ДТП / млн. авт км  
1000000 авт км

$Z$  – количество ДТП за год;

$N$  – интенсивность суточная, авт/сутки;

$L$  – длина участка, км.

# Показатели...

$Y_2$  – ДТП / млн. авт  
На участках концентрации ДТП

$$y_2 = \frac{Z \times 10^6}{365 \times V}$$

# Детерминистический метод рассматривает отдельные ДТП

Каждое ДТП – следствие конкретных, определенных факторов.

Часть факторов – общая для автомобилей, попавших в ДТП: обледенелое покрытие, туман, малый радиус, ширина пр.части, освещение.

Часть факторов характерна лишь для данного ТС, например, отказ тормозной системы, нетрезвое состояние водителя, неверное поведение водителя.

### 3. Экспертиза ДТП и служебное расследование

**Экспертиза ДТП – комплексное научно-техническое исследование всех аспектов каждого ДТП в отдельности, проведенное лицами, имеющими специальные познания в науке, технике или ремесле.**

**Экспертиза ДТП основана на детерминистических методах исследований.**

ДТП предполагает индивидуальную ответственность: материальную, административную, уголовную. Установить ответственность можно лишь детерминистическим методом.

Судова експертиза ДТП – дослідження обставини ДТП в цілях виявлення фактичних даних, які можуть з'явитися доказом для встановлення істини по кримінальній і цивільній справі. **Експерт**

# Классификация экспертиз ДТП

**По ведомственной принадлежности** органов, расследующих ДТП:  
служебное расследование ДТП;

судебная экспертиза.

**По составу участников:**

**единоличная** (простые случаи);

**комиссионная** (сложные происшествия с большим числом участников и транспортных средств) 2-5 чел.;

**комплексная** (требуется лица разных специальностей, обычно – эксперт-автотехник, но при комплексной экспертизе привлекаются медики, криминалисты, дорожники...).

**По очередности проведения:**

**первичная** (экспертиза отвечает на вопросы, содержащиеся в постановлении следователя или в определении суда);

**дополнительная** – при недостаточной ясности или неполноте заключения эксперта;

**повторная** – если есть сомнения в квалификации эксперта, в правильности экспертизы, при нарушении требований УПК.

# Служебное расследование ДТП

**Цель служебного расследования – установление обстоятельств, условий и причин возникновения ДТП, выявление нарушений норм и правил БДД, разработка мероприятий по устранению причин ДТП.**

**Работники АТП и дорожно-эксплуатационных организаций принимают участие в работе судов.**

**Служебное расследование выполняют:**

- 1) организации, которым принадлежит ТС;**
- 2) сотрудники служб, осуществляющих надзор над данным участком дороги.**

# Основные действия служебного эксперта при выезде на место ДТП:

- 1) прибыв на место ДТП, оказать помощь пострадавшим, доставить их в медицинское учреждение,**
- 2) принять меры к предотвращению вторичного ДТП,
- 3) организовать движение, зафиксировать положение ТС, выявить свидетелей;
- 4) организовать охрану места ДТП, транспортных средств (ТС) и груза,
- 5) осмотреть место ДТП и ТС, сфотографировать общий вид ДТП, ТС, следы торможения, уточнить необходимые данные у водителей и других участников;
- 6) составить протокол осмотра и схему ДТП;
- 7) установить данные, необходимые для регистрации в карточке ДТП;
- 8) выяснить обстоятельства, повлекшие ДТП (кто проверял состояние водителя и ТС перед выездом);
- 9) оценить действия водителя и их соответствие Правилам дорожного движения.

# Исходные материалы для судебной экспертизы

Для производства судебной экспертизы ДТП в распоряжение эксперта должны быть представлены материалы, достаточные для полного и объективного исследования:

- постановление о назначении экспертизы (следователь, суд)
- протокол осмотра места ДТП;
- схема ДТП;
- протокол осмотра и проверки технического состояния ТС;
- справка по ДТП.

Может быть необходимость в дополнительных документах:

- протокол следственного эксперимента;
- справка метеослужбы о состоянии погоды;
- справка о дорожных условиях;
- протоколы допросов свидетелей.

## 4. Система сбора информации о ДТП

Во всех странах с развитой автомобилизацией организован учет ДТП. Учет регламентирован специальным документом – Правила учета ДТП – ПУДТП. ПУДТП устанавливают:

- 1) какие государственные органы должны собирать сведения о ДТП;
- 2) определения понятий: ДТП, погибший, раненный, материальный ущерб;
- 3) порядок сбора и обработки информации о ДТП,
- 4) содержание карточки учета ДТП.

# Определения

**ДТП – происшествие, которое произошло с движущимся ТС, повлекшее гибель или телесные повреждения людей или материальный ущерб (ТС, грузов, дорог).**

**Погибшие** – на месте ДТП или в течение 30 суток после ДТП.

**Раненный** - особа, которая получила травму и на протяжении 3-х суток обратилась за мед. помощью.

**Потерпевший** – особа, жизни, здоровью или имуществу которой причинен ущерб.

# ВИДЫ ДТП

- 1) столкновения (встречные, попутные, боковые),
- 2) опрокидывания,
- 3) наезд на стоящее ТС (наезд на внезапно остановившееся ТС – столкновение),
- 4) наезд на препятствие,
- 5) наезд на пешехода,
- 6) наезд на велосипедиста,
- 7) наезд на гужевой транспорт,
- 8) наезд на животных,
- 9) прочие (сход трамвая, падение груза на человека...)

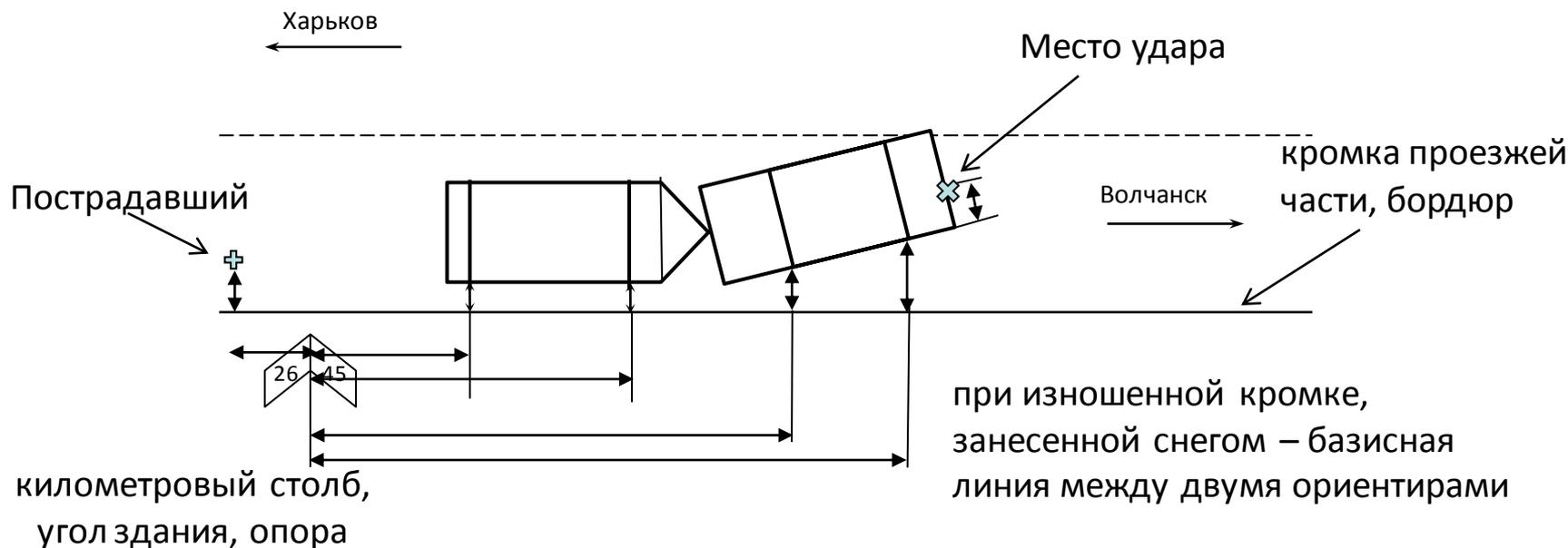
# 5. Схема и описание ДТП

**Схема ДТП** – план местности с графическим изображением обстановки происшествия (приложение к протоколу осмотра).

Схема фиксирует координаты ТС и пешеходов после происшествия и их примерное расположение перед происшествием, направление (траекторию) движения.

**Описание ДТП:** где, когда, вид ДТП, участники ДТП, их действия, ТС, пострадавшие, дорожные условия, погодные условия,.

# Схема ДТП



## Подробное описание следов торможения в протоколе.

Пример. Задним правым колесом автомобиль ВАЗ-2103 ХАХ 14-10 оставил след длиной 11,4 м. В начале следа на длине 1,4 м имеются слабые отпечатки протектора. Затем на протяжении 3,5 м отпечатки становятся более четкими, после чего переходят в след скольжения не вращающегося колеса. Длина следа скольжения 6,5 м.

# ЕКСПЕРТИЗА ДТП ПРИ ПОСТІЙНОМУ КОЕФІЦІЄНТІ ЗЧЕПЛЕННЯ

- 1. Режими руху автомобілів при ДТП.*
- 2. Гальмівна діаграма.*
- 3. Встановлення основних показників руху при експертних розрахунках.*
- 4. Залежність розрахункового уповільнення від зчіпних властивостей покриття.*
- 5. Основні залежності експертних розрахунків за гальмівною діаграмою.*

# 1. Режими руху автомобілів при ДТП

Режими руху автомобілів – закономірна зміна в процесі руху: швидкості, шляху, прискорення, траєкторії, інтервалів, дистанції.

В процесі ДТП автомобіль найчастіше рухається сповільнено у відповідності з рівнянням руху (рівняння силового балансу).

1. Тягове зусилля: 
$$P_K = P_i + P_f + P_w + P_j$$

де  $P_K$  – тягова сила на ведучих колесах автомобіля, Н;

$P_i$  – сила опору руху на підйом, Н;

$P_f$  – сила опору кочення, Н;

$P_w$  – сила опору повітря, Н;

$P_j$  – сила опору інерції, Н.

## 2. Накат:

$$0 = P_i + P_f + P_w + P_j$$

## 3. Гальмування колесами:

$$0 = P_i + P_f + P_w + P_j + P_{mk}$$

де  $P_{mk}$  – сила тертя між шинами та проїзною частиною, Н.

## 4. Гальмування двигуном:

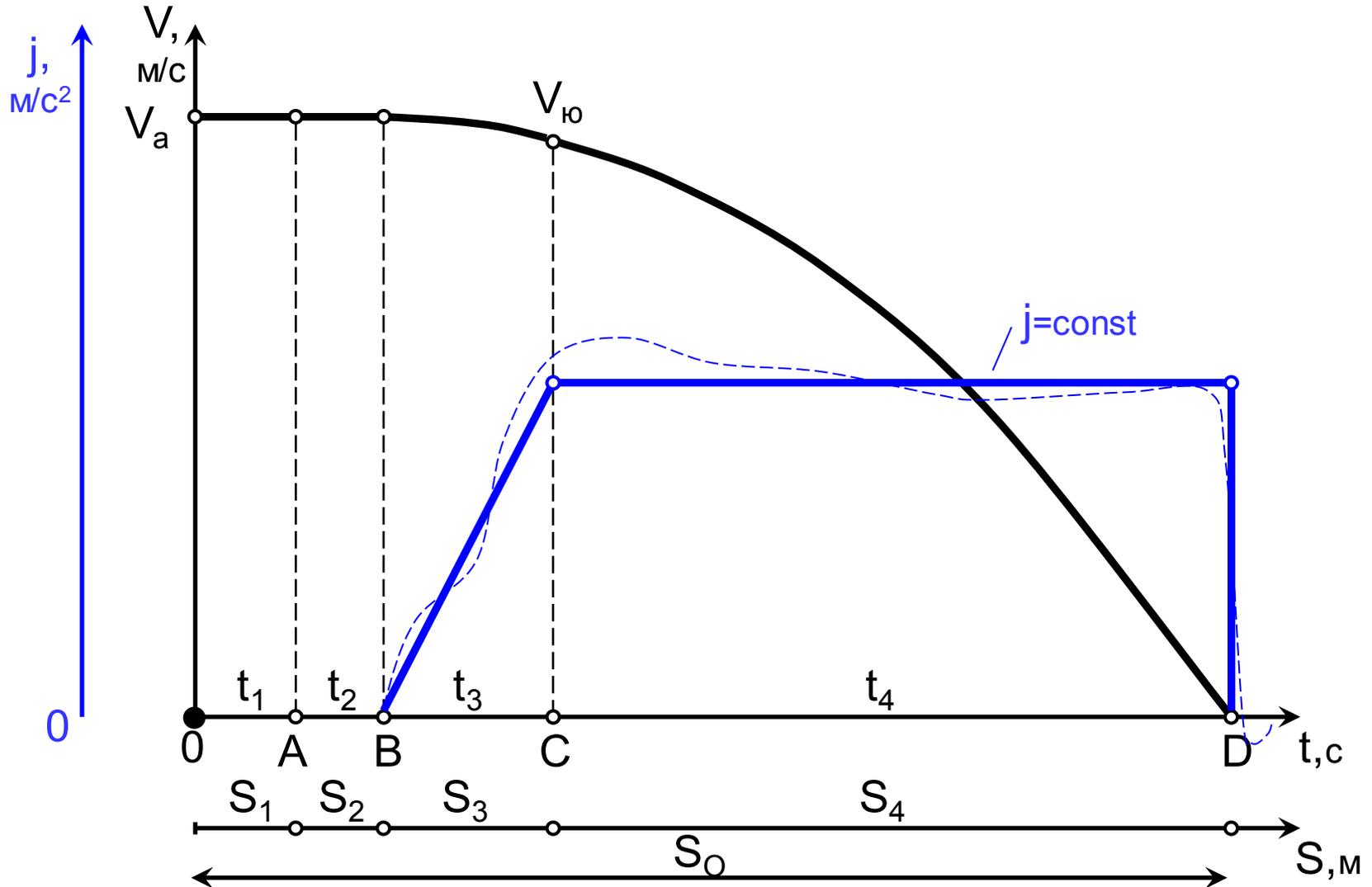
$$0 = P_i + P_f + P_w + P_j + P_{zd}$$

де  $P_{zd}$  – гальмівна сила двигуна, Н.

## 5. Сумісне гальмування:

$$0 = P_i + P_f + P_w + P_j + P_{mk} + P_{zd}$$

# ГАЛЬМІВНА ДІАГРАМА



# 3. Встановлення основних показників руху при експертних розрахунках

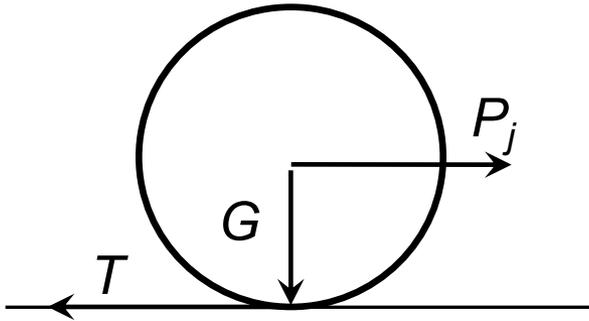
## КЛАСИФІКАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Тип транспортних засобів	Категорія	Моделі
Пасажирські з кількістю місць не більше 8	M <sub>1</sub>	Легкові: “Запорожец”, ВАЗ; “Жигули”; “Нива”; “Москвич”, ГАЗ “Волга”; ЗИЛ; ЛуАЗ; УАЗ-469; ИЖ
Те ж з кількістю місць більше 8 повною масою до 5 т	M <sub>2</sub>	РАФ “Латвия”; УАЗ-452В; Жук; Ныса-522М
Те ж повною масою більше 5 т	M <sub>3</sub>	КаВЗ; ПАЗ; ЛАЗ; ЛиАЗ; Икарус
Вантажні одиночні та автопоїзди повною масою не більше 3,5 т	N <sub>1</sub>	Ныса-521С; Жук-А06; УАЗ-451М; -451ДМ; -452; -452ДМ; ЕрАЗ-762В
Вантажні одиночні та автопоїзди повною масою 3,5-12 т	N <sub>2</sub>	ГАЗ-52-03; -53А; ЗИЛ-130-76
Вантажні одиночні та автопоїзди повною масою більше 12 т	N <sub>3</sub>	Урал-377Н; КамАЗ-5320; -53212; -5410; -54112; МАЗ-500А; -516Б; -5335; -53352; КрАЗ-257Б1; ГАЗ-52-06

## ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ ГАЛЬМУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Категорія транспортного засобу з гальмівним приводом		Час $t_2$ , с, на сухому або мокрому покритті	Час $t_3$ , с, на покритті		Уповільнення $j$ , м/с <sup>2</sup> , на покритті	
			гідравлічним	пневматичним	сухому	мокрому
$M_1$	-	0,2	0,4	0,3	6,6	5,0
$M_2$	-	0,2	0,5	0,4	6,0	4,5
$M_3$	-	0,3	0,6	0,5	5,3	4,0
-	$M_3$	0,3	0,6	0,5	5,0	4,0
$N_1$	-	0,3	0,4	0,3	5,6	4,5
$N_2$	-	0,3	0,6	0,4	5,9	4,0
-	$N_2$	0,3	0,6	0,4	5,7	4,0
-	$N_3$ (одиначні)	0,3	0,6	0,4	6,1	4,0
-	$N_3$ (автопоїзди)	0,4	0,7	0,4	5,1	4,0

## 4. Залежність розрахункового уповільнення від зчіпних властивостей покриття



$$P_j = n \cdot j$$

$$T = \varphi G$$

$$m \cdot j = \varphi G$$

$$\frac{G}{g} \cdot j = \varphi G$$

$$j = \varphi g$$

$$j = \frac{\varphi g}{K_e}$$

# 5. Основні залежності експертних розрахунків за гальмівною діаграмою

$$S_1 = V_a \cdot t_1$$

$$S_2 = V_a \cdot t_2$$

$$S_3 = V_a \cdot t_3 - \frac{at_3^2}{2}$$

$$S_3 = V_a \cdot t_3 - \frac{j \cdot t_3^2}{4}$$

$$S_4 = V_{ю} \cdot t_4 - j \frac{t_4^2}{2}$$

$$t_4 = \frac{V_{ю}}{j}$$

$$S_4 = V_{ю} \cdot \frac{V_{ю}}{j} - j \frac{V_{ю}^2}{2j^2}$$

$$S_4 = \frac{V_{ю}^2}{j} \left(1 - \frac{1}{2}\right)$$

$$S_4 = \frac{V_{ю}^2}{2j}$$

$$V_{ю} = \sqrt{2S_{ю} \cdot j}$$

$$S_0 = S_1 + S_2 + S_3 + S_4$$

$$T_0 = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

# ПРИКЛАД 1 Виконати експертний розрахунок, якщо відома початкова

**ШВИДКІСТЬ:**  $M_1 (N_3); t_1=1; V_a=15+n; \varphi=0.2$  (сніговий накат);

$$S_1 = V_a \cdot t_1 \quad S_2 = V_a \cdot t_2 \quad S_3 = V_a \cdot t_3 - \frac{j \cdot t_3^2}{4}$$

$$V_{ю} = V_a - j \cdot t_3 / 2 \quad S_4 = \frac{V_{ю}^2}{2j}$$

$$S_0 = S_1 + S_2 + S_3 + S_4$$

$$t_4 = \frac{V_{ю}}{j} \quad T_0 = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

# ПРИКЛАД 2 Виконати експертний розрахунок, якщо відома початкова

**ШВИДКІСТЬ:** при нормативному зимовому утриманні;  $\varphi=0.4$

$$S_1 = V_a \cdot t_1 \quad S_2 = V_a \cdot t_2 \quad S_3 = V_a \cdot t_3 - \frac{j \cdot t_3^2}{4}$$

$$V_{ю} = V_a - j \cdot t_3 / 2 \quad S_4 = \frac{V_{ю}^2}{2j}$$

$$S_0 = S_1 + S_2 + S_3 + S_4$$

$$t_4 = \frac{V_{ю}}{j} \quad T_0 = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

# ПРИКЛАД 3 Виконати експертний

розрахунок, якщо відомий шлях

гальмування  $S_{ю}=52-0.2 \cdot n$ ;  $\varphi=0.2$  (сніговий накат);

$$V_{ю} = \sqrt{2S_{ю} \cdot j} \quad V_a = V_{ю} + j \cdot t_3 / 2$$

$$S_1 = V_a \cdot t_1 \quad S_2 = V_a \cdot t_2 \quad S_3 = V_a \cdot t_3 - \frac{j \cdot t_3^2}{4}$$

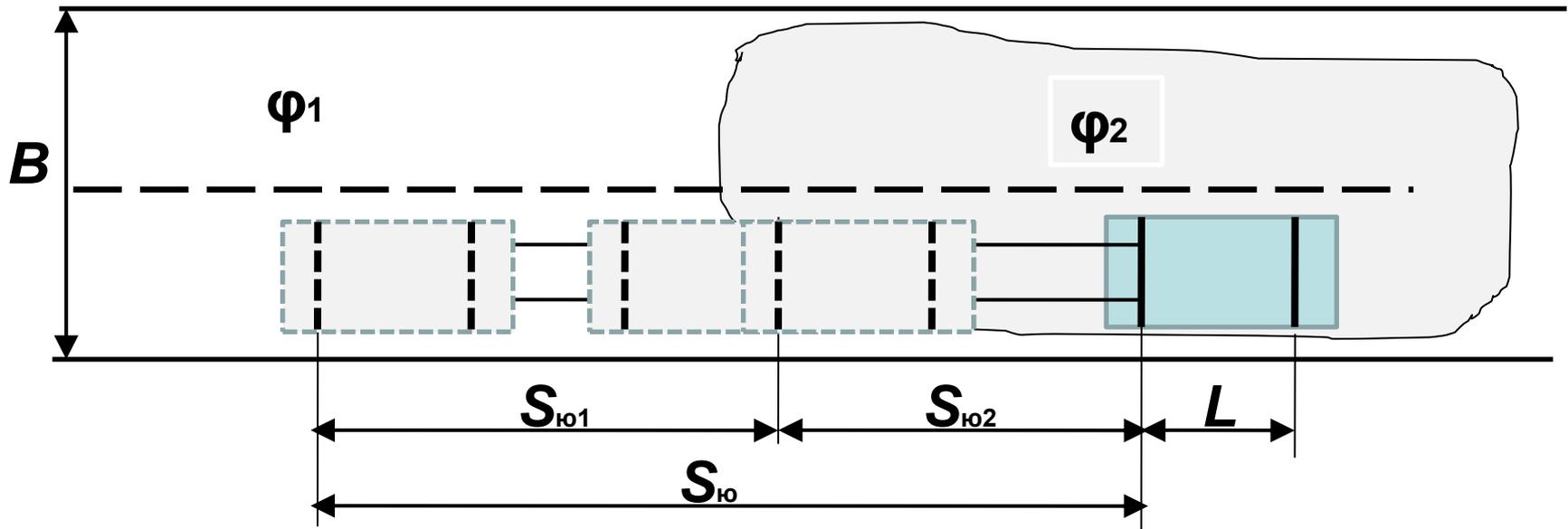
$$S_0 = S_1 + S_2 + S_3 + S_{ю}$$

$$t_4 = \frac{V_{ю}}{j} \quad T_0 = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

# **Експертиза ДТП на ділянках із змінними зчіпними властивостями проїзної частини**

- 1. Схема ДТП та фази руху автомобіля.***
- 2. Схема сил, уповільнення та коефіцієнт зчеплення на перехідній фазі руху.***
- 3. Гальмівна діаграма.***
- 4. Основні залежності експертних розрахунків ДТП на ділянках із змінними зчіпними властивостями проїзної частини.***

# 1. Схема ДТП та фази руху автомобіля



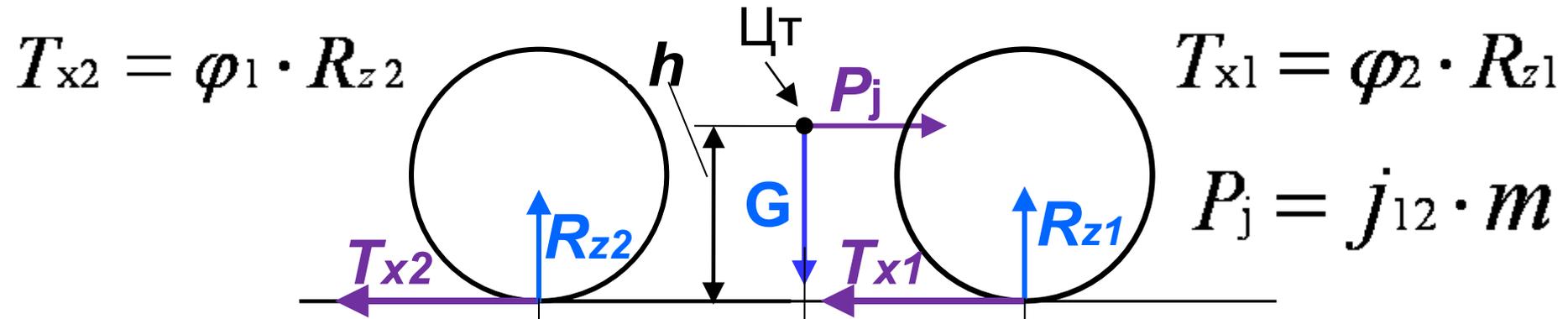
Фаза 1. Від початку гальмування з коефіцієнтом  $\varphi_1$  до в'їзду передніми колесами на ділянку з коефіцієнтом  $\varphi_2$ .

Фаза 2. Від кінця фази 1 до в'їзду задніми колесами на ділянку з коефіцієнтом  $\varphi_2$ .

Фаза 3. Від кінця фази 2 до зупинки.

Фаза 3:  $S_{\text{ю}2}$ ,  $\varphi_2$ ,  $j_2$ . Фаза 1:  $S_{\text{ю}1} - L$ ,  $\varphi_1$ ,  $j_1$ . Фаза 2:  $L$ ,  $\varphi_{12}$ ,  $j_{12}???$

## 2. Схема сил, уповільнення $j_{12}$ та коефіцієнт зчеплення $\varphi_{12}$



$$R_{z2} + R_{z1} = G$$

$$T_{x2} + T_{x1} = P_j$$

$$T_{x2} \cdot h + R_{z2} \cdot b + T_{x1} \cdot h - R_{z1} \cdot a = 0$$

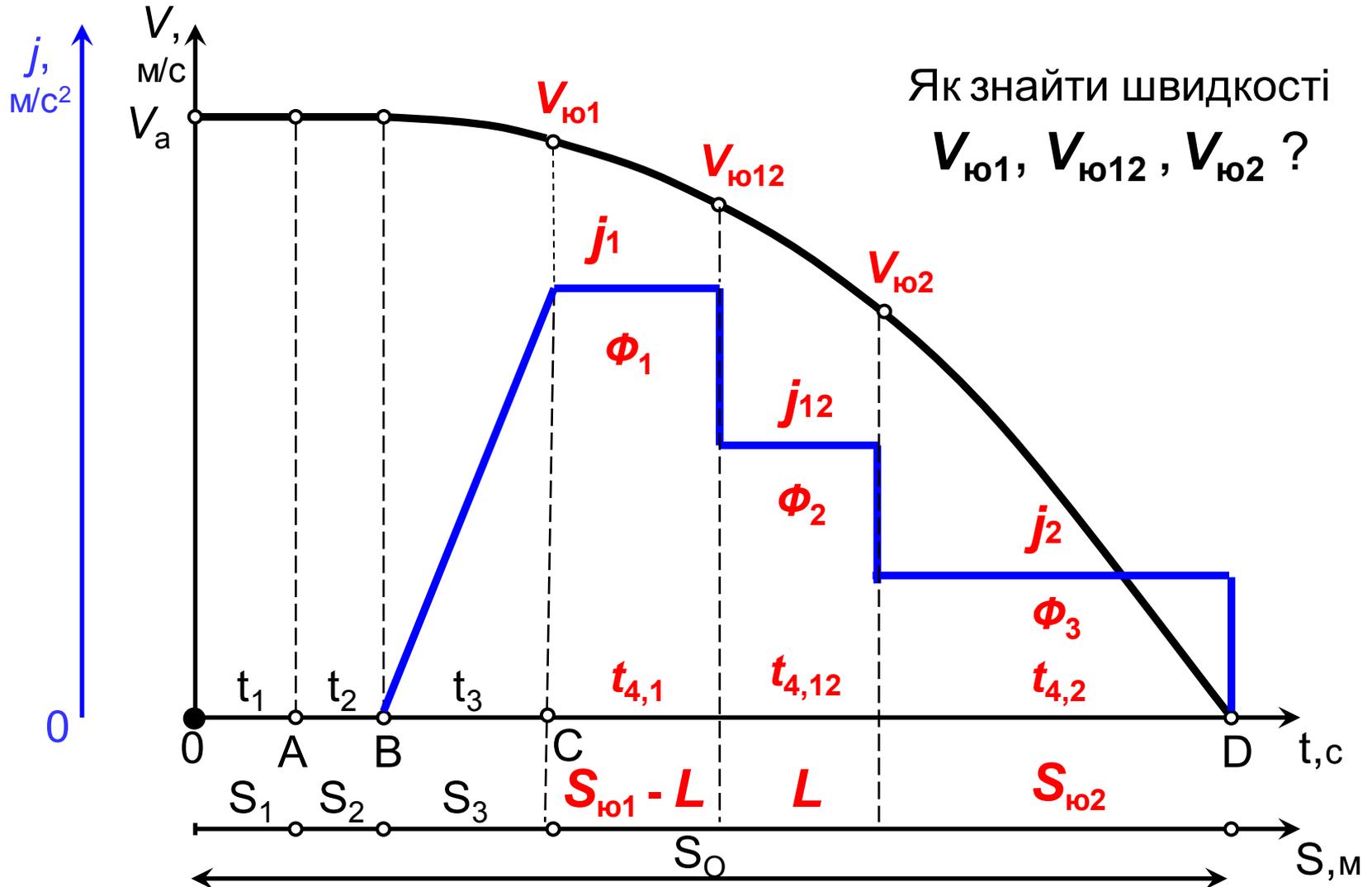
$$j_{12} = \frac{\varphi_1 \cdot a + \varphi_2 \cdot b}{L - (\varphi_2 - \varphi_1)h} \cdot g$$

$$\varphi_{12} = \frac{\varphi_1 \cdot a + \varphi_2 \cdot b}{L - (\varphi_2 - \varphi_1)h}$$

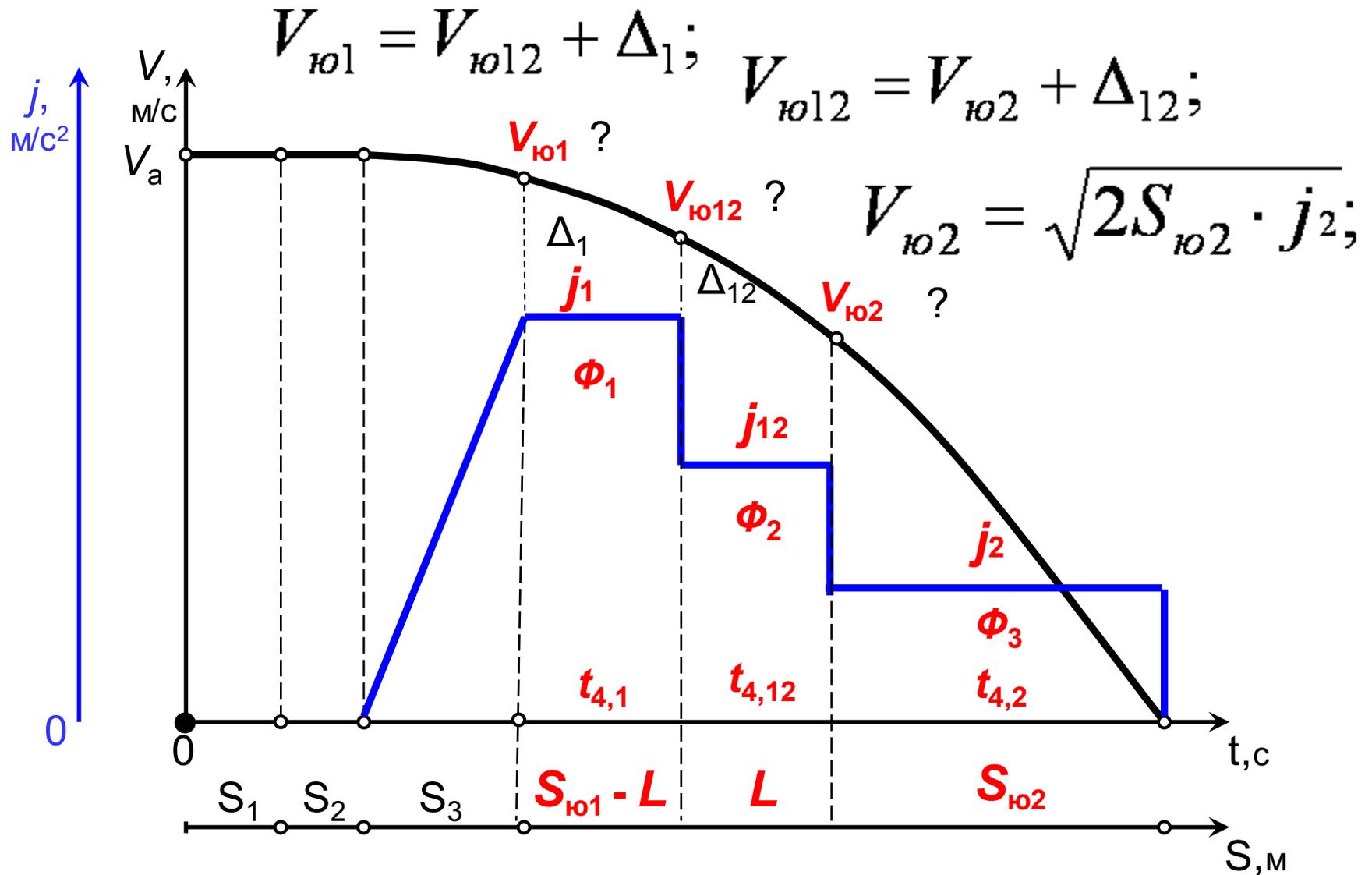
# ГАЛЬМІВНА ДІАГРАМА

Як знайти швидкості

$V_{ю1}$ ,  $V_{ю12}$ ,  $V_{ю2}$  ?



# ГАЛЬМІВНА ДІАГРАМА...



## 5. Основні залежності для дільниць із змінними зчіпними властивостями

$$V_{ю2} = \sqrt{2S_{ю2} \cdot j_{12}^2};$$

$$V_{ю12} = V_{ю2} + \Delta;$$

$$\Delta = j_{12} \cdot t_{4,12} = j_{12} \cdot L / V_{cp} = j_{12} \cdot L \cdot / ((V_{ю2} + V_{ю12}) / 2);$$

$$V_{ю12} = V_{ю2} + 2j_{12} \cdot L \cdot / (V_{ю2} + V_{ю12});$$

$$\cancel{V_{ю12}} \times V_{ю2} + V_{ю12}^2 = V_{ю2}^2 + \cancel{V_{ю2}} \times V_{ю12} + 2j_{12} \times L;$$

$$V_{ю12} = \sqrt{V_{ю2}^2 + 2L \cdot j_{12}}$$

$$V_{ю1} = \sqrt{V_{ю12}^2 + 2(S_{ю1} - L) \cdot j_{12}}$$

## ...Остаточно

$$V_{ю2} = \sqrt{2S_{ю2} \cdot j_2}$$

$$V_{ю12} = \sqrt{V_{ю2}^2 + 2L \cdot j_{12}}$$

$$V_{ю1} = \sqrt{V_{ю12}^2 + 2(S_{ю2} - L) \cdot j_1}$$

$$V_a = V_{ю1} + j_1 \cdot t_3 / 2$$

$$t_{4,1} = (V_{ю1} - V_{ю12}) / j_1$$

$$t_{4,12} = (V_{ю12} - V_{ю2}) / j_{12}$$

$$t_{4,2} = V_{ю2} / j_2$$

$$t_4 = t_{4,1} + t_{4,12} + t_{4,2}$$

$$T_0 = t_1 + t_2 + t_3 + t_4;$$

$$S_1 = V_a \cdot t_1; \quad S_2 = V_a \cdot t_2; \quad S_3 = V_a \cdot t_3 - j_2 \cdot t_3^2 / 4;$$

$$S_4 = S_{ю} = S_{ю1} + S_{ю2}$$

$$S_0 = S_1 + S_2 + S_3 + S_4$$

# **ЭКСПЕРТИЗА ДТП НА УЧАСТКАХ ДОРОГИ С ПОВЫШЕННЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ ДВИЖЕНИЮ**

- 1. Примеры ДТП на участках дороги с повышенным сопротивлением движению (УДПСД).**
- 2. Особенности тормозной диаграммы на УДПСД.**
- 3. Основные зависимости для исследования ДТП на УДПСД.**
- 4. Методика исследования ДТП на УДПСД.**

# 1. Примеры ДТП на участках дороги с повышенным сопротивлением движению

Повышенное сопротивление дороги движению вызвано:

а) положительным и значительным продольным уклоном  $i$ ; значения уклонов:  $>4..12\%$ ;

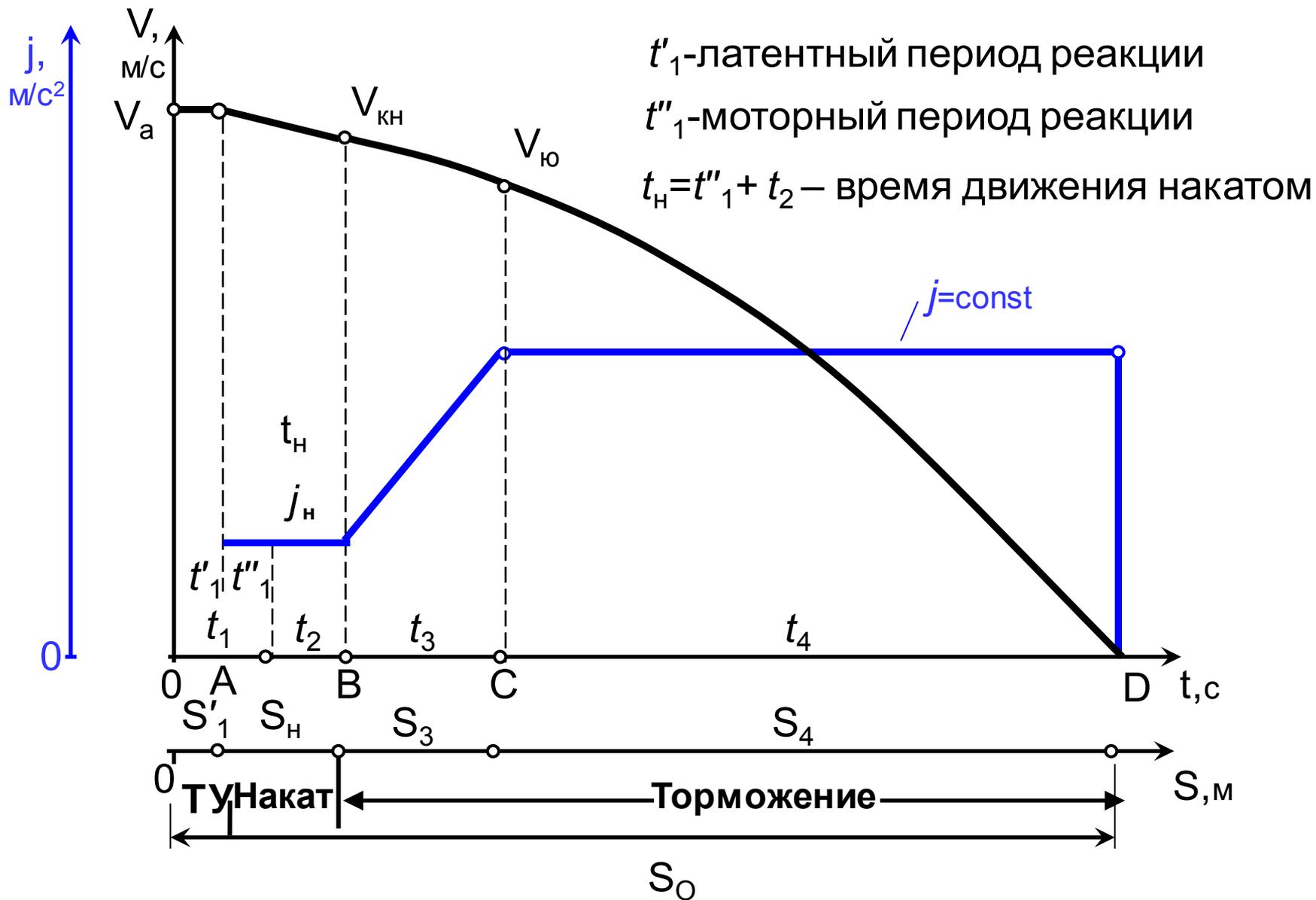
б) большим коэффициентом сопротивления качению  $f$  (песок, рыхлый грунт).

Значения  $f$ : 0.20-0.30.

Расчет сил сопротивления движению при больших дорожных сопротивлениях.

$$P_i = i \cdot G; \quad P_f = f \cdot G.$$

## 2. Особенности тормозной диаграммы на участках дороги с повышенным сопротивлением движению



1. В момент **A** замедление возрастает мгновенно до значения  $j_H$ .
2. За время  $t_1'' + t_2$  автомобиль движется замедленно с отключением двигателя; режим движения **Накат**.  
Скорость снижается до  $v_{KH}$ .
1. За время  $t_3$ , т.е. после момента **B** включения тормозной системы замедление возрастает от  $j_H$  до  $j$ .
2. За время  $t_4$  происходит полное торможение с постоянным  $j$  и уменьшением скорости от  $v_{ю}$  до 0.

### 3. Основные зависимости для исследования ДТП....

$$S_1 = V_a \cdot t'_1 \quad S_2 - \text{путь наката с выключенным сцеплением. } t = t_1'' + t_2; \quad t_1'' \cong 0,5t_1$$

$$S_2 = v_a (t_1'' + t_2) - 0,5j_H (t_1'' + t_2)^2 \approx v_a (t_1'' + t_2)$$

$$S_2 = S_H \approx v_a (t_1'' + t_2) \quad (4.1)$$

Скорость в конце наката  $v_{кн} = v_a - j_H (t_1'' + t_2) \quad (4.2)$

$S_3$  – путь за время увеличения замедления от  $j_H$  до  $j$

$$S_3 = v_{кн} t_3 - 0,5j_{ср} t_3^2 \quad (4.3)$$

$$j_{ср} = 0,5 (j_H + j) \quad (4.4)$$

Величину замедления на участке с повышенным сопротивлением движению найдем из уравнения движения автомобиля при накате

$$0 = P_{\text{д}} + P_{\text{в}} + P_{\text{xx}} + P_{\text{н}}; \quad P_{\text{н}} = -(P_{\text{д}} + P_{\text{в}} + P_{\text{xx}})$$

$$j_{\text{н}} = P_{\text{н}} / m = g P_{\text{н}} / G = g \cdot (P_{\text{д}} + P_{\text{в}} + P_{\text{xx}}) / G$$

$$P_{\text{д}} = G (i + f) \quad j_{\text{н}} = g \left( i + f + \frac{P_{\text{в}} + P_{\text{xx}}}{G} \right) \quad (4.5)$$

$$P_{\text{в}} = W_{\text{в}} v_{\text{а}}^2 \quad (4.6)$$

$$P_{\text{xx}} = (2 + 0,009 v_{\text{а}}) \cdot G_{\text{а}} \cdot 10^{-3} \quad (4.7)$$

$W_{\text{в}}$  – фактор обтекаемости ( $\text{Н} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}^{-2}$ )

Тип  
автомобиля

$W_B$  – фактор  
обтекаемости  
( $H \cdot c^2 \cdot m^{-2}$ )

ГАЗ-53	2,31
ЗИЛ-130	2,41
КамАЗ-5320	2,88
МАЗ-5335	2,50
ЛиАЗ	2,49
РАФ-2203	0,48
ГАЗ-3102	0,59
ВАЗ-2106	0,55

# Методика исследования ДТП на участках дороги с повышенным сопротивлением движению

1. Установить исходные данные:

$$v_a, t_1, t_2, t_3, j, i, f.$$

2. Замедление  $j_H$  на участке наката по ф. (4.5).

3. Скорость в конце наката по ф. (4.2).

4. Среднее замедление  $j_{cp}$  на участке по ф. (4.4).

5. Начальная скорость юза

$$V_{ю} = v_{кн} - j_{cp} t_3 .$$

## 6. Составляющие остановочного пути:

- путь за время латентного периода реакции водителя

$$S_1 = V_a \cdot t'_1$$

- путь наката  $S_2$  с выкл. сцеплен. по ф.(4.1).
- путь  $S_3$  с увеличением замедления от  $j_H$  до  $j$  по ф.(4.3).
- путь юза  $S_4$ .

7. Остановочный путь  $S_0 = S_1 + S_2 + S_3 + S_4$

## Задача 1

Участок дороги с подъемом 4, 6, 8, 10 %.

$f = 0.02$  (асф-бетон).

Построить графики зависимости от уклона:

- 1) путь наката  $S_2$ ,
- 2) путь юза  $S_4$ ,
- 3) остановочный путь  $S_0$ ,
- 4) начальная скорость юза  $V_{ю}$ .

## Задача 2

Горизонтальный участок дороги.

Нечетные:  $f = 0.2$ ; четные:  $f = 0.3$ .

# Лекція 5

## Исследования наездов на пешехода

- 1. Введение в экспертное исследование ДТП с наездом на пешехода.**
- 2. Параметры движения пешехода.**
- 3. Классификация наездов.**
- 4. Способы обеспечения водителем безопасности движения при взаимодействии с пешеходом.**

# Введение в экспертное исследование ДТП с наездом на пешехода

## 1.1. Определение термина «пешеход»

*ПДД: Пешеход – лицо, участвующее в тр-тном процессе вне ТС и не выполняющее работы на дороге + лица, передвигающиеся на коляске, везущие санки, тележки + лица, ведущие велосипед, мопед.*

В определение не входит большая группа людей, пострадавших при ДТП, но не пешеходы:

Дорожные рабочие, Водитель, ремонтирующий автомобиль, Водопроводчик...

## 1.2. Определение термина «пешеход» при экспертном исследовании ДТП

***Пешеход – любое лицо, находящееся на дороге.***

Это лицо обязано заботиться о собственной безопасности.

А водитель должен оберегать жизнь и здоровье всех граждан, независимо от причин их появления на дороге.

### 1.3. Определение. *Наезд на пешехода – ДТП, в процессе которого пешеход получил телесное повреждение или погиб.*

Причина телесных повреждений:

- 1) удар передней частью автомобиля;
- 2) удар боковой частью автомобиля;
- 3) удар о дорожное покрытие;
- 4) переезд через человека;
- 5) сдавливание между автомобилем и неподвижным предметом.

## 1.4. Допущения о движении пешехода

*Одна из главных задач экспертизы ДТП при наездах – определение взаимного положения участников ДТП в момент возникновения опасной дорожно-транспортной ситуации и далее при развитии ДТП.*

Эта задача решается, если известна траектория движения пешехода. Но здесь есть трудности.

Траектория автомобиля – более определенная, чем пешехода.

Пешеход во время ДТП может двигаться по самой неопределенной траектории с меняющейся скоростью.

При экспертном исследовании основные допущения такие.

***Пешеход движется по проезжей части:***

- 1) прямолинейно,***
- 2) равномерно.***

## 2. Параметры движения пешехода

Основной параметр – **скорость** движения пешехода.

Два метода определения скорости П:  
*а) следственный эксперимент,*  
*б) статистический.*

Недостатки следственного эксперимента:

- 1) невозможно абсолютно точно воспроизвести дорожную обстановку в момент ДТП,
- 2) большие затраты времени.

Поэтому чаще всего применяют статистический метод.

# Статистика измерений скорости

Характеристики пешеходов	Шаг, м/с			Бег, м/с	
	Медл.	Спок.	Быстр.	Спок.	Быстр.
Школьники 7-8 лет	0,86	1,22	1,64	2,36	3,39
Молодые 15-20 лет	1,1	1,5	1,89	2,86	4,53
Среднего возраста 30-40 лет	1,08	1,58	2,89	2,84	4,31
Старики старше 70 лет	0,69	0,89	1,17	1,56	2,46
В состоянии алкогольного опьянения	0,89	1,22	1,5	2,27	2,78
С ребенком на руках	0,97	1,12	1,47	1,86	-
Идущие под руку	0,97	1,36	1,67	2,5	-

### 3. Классификация наездов

По характеру движения:

*А – наезд при равномерном движении,*

*Б – наезд в процессе торможения.*

По величине угла между векторами скоростей автомобиля и пешехода:

*I – попутный ( $\alpha=0^\circ$ ),*

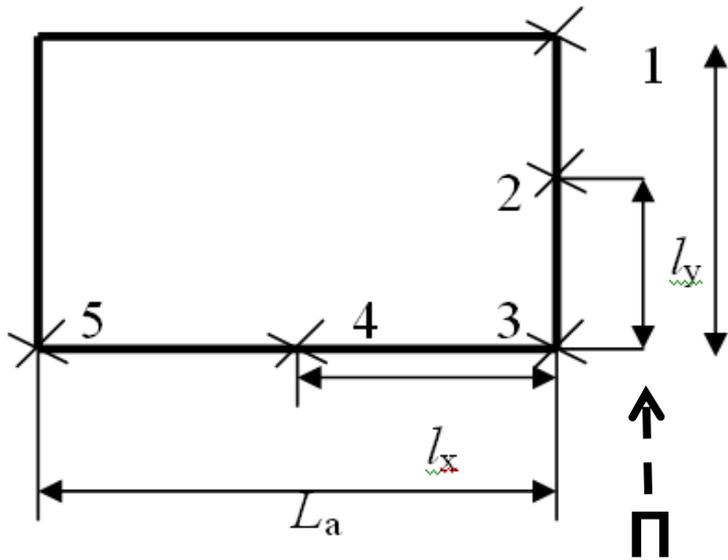
*II - косой попутный ( $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ ),*

*III – поперечный ( $\alpha=90^\circ$ ),*

*IV – косой встречный ( $90^\circ < \alpha < 180^\circ$ ),*

*V – встречный ( $\alpha=180^\circ$ ).*

# По расположению места удара на А



Удар нанесен:

- 1)  $l_y = B_a$  – дальним передним углом,
- 2)  $0 < l_y < B_a$  – передней частью,
- 3)  $l_x = l_y = 0$  – ближним углом,
- 4)  $0 < l_x < L_a$  – боковой поверхностью,
- 5)  $l_x = L_a$  – задним углом.

Пример обозначения разновидности наезда на П:

А-I-1 – попутный наезд дальним передним углом с постоянной скоростью,

Б-IV-3 – косой встречный наезд ближним углом с торможением.

# ***Исследование влияния дорожных условий на безопасные скорости движения автомобиля***

- 1. Способы обеспечения безопасности движения и безопасные скорости.**
- 2. Первая безопасная скорость автомобиля.**
- 3. Вторая безопасная скорость автомобиля.**
- 4. Третья безопасная скорость автомобиля.**
- 5. Исследование влияния дорожных условий на безопасные скорости движения автомобиля.**

# 1. Способы обеспечения безопасности движения и безопасные скорости.

Возможные стратегии поведения водителя для обеспечения безопасности движения :

- 1) остановить А до линии следования П;
- 2) пересечь линию следования П, проехав перед ним раньше, чем тот достигнет полосы движения А;
- 3) пропустить П перед А.

При любой стратегии важно выбрать безопасную скорость движения.

**Безопасная скорость автомобиля – скорость, следуя с которой в момент возникновения опасности, водитель имеет техническую возможность предотвратить наезд.**

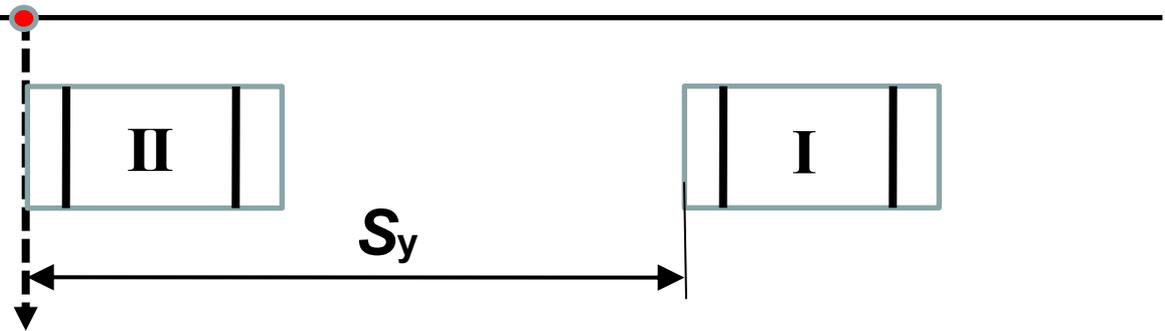
**Выбор стратегии зависит от дорожных условий.**

## 2. Первая безопасная скорость автомобиля

**Первая безопасная скорость  $V_{б1}$  - максимальная скорость, следуя с которой водитель может, своевременно применив экстренное торможение, остановить автомобиль у линии следования пешехода.**

Условие безопасности:

$$S_y = S_{ост}$$



$$V_a < V_{б1}$$

$$S_{ост} = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 = T \times V_a + V_a^2 / (2j);$$

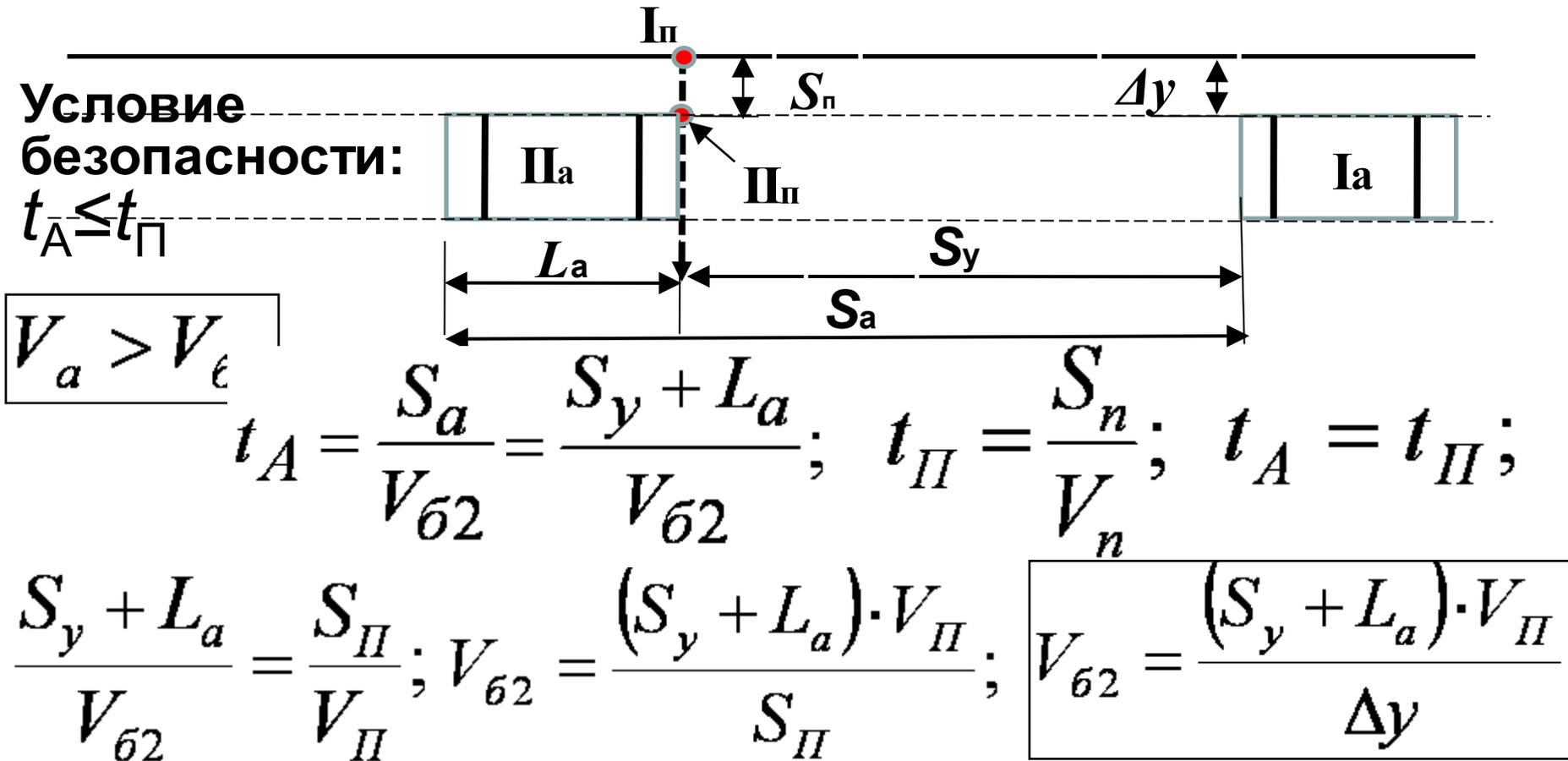
$$T = t_1 + t_2 + 0,5t_3 \quad V_a^2 + 2j \cdot T \cdot V_a - 2j \cdot S_y = 0;$$

$$V_{a_{1,2}} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$V_{б1} = -Tj + \sqrt{T^2 j^2 + 2jS_y}$$

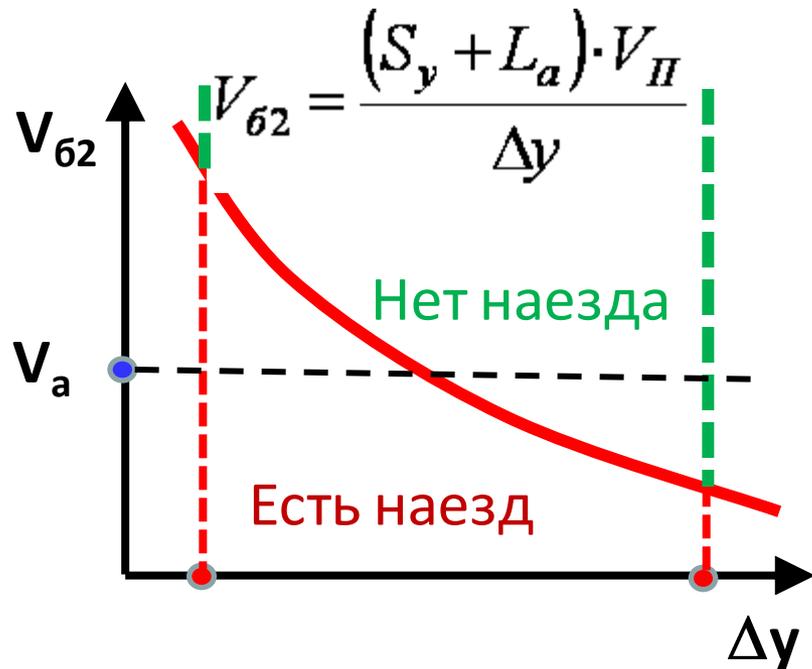
# 3. Вторая безопасная скорость автомобиля

**Вторая безопасная скорость  $V_{62}$  - минимальная скорость, следуя с которой А полностью проедет линию следования П в момент, когда тот подойдет к полосе движения А.**



# Исследование зависимости второй безопасной скорости от дорожных условий

Роль дорожных условий – в величине  $\Delta y$ . Зависимость  $V_{62}$  от  $\Delta y$  гиперболическая.



$$V_a > V_{62}$$

Вывод: такой способ обеспечения безопасности движения приемлем при больших  $\Delta y$  (широкие улицы) и неприемлем на узких улицах.

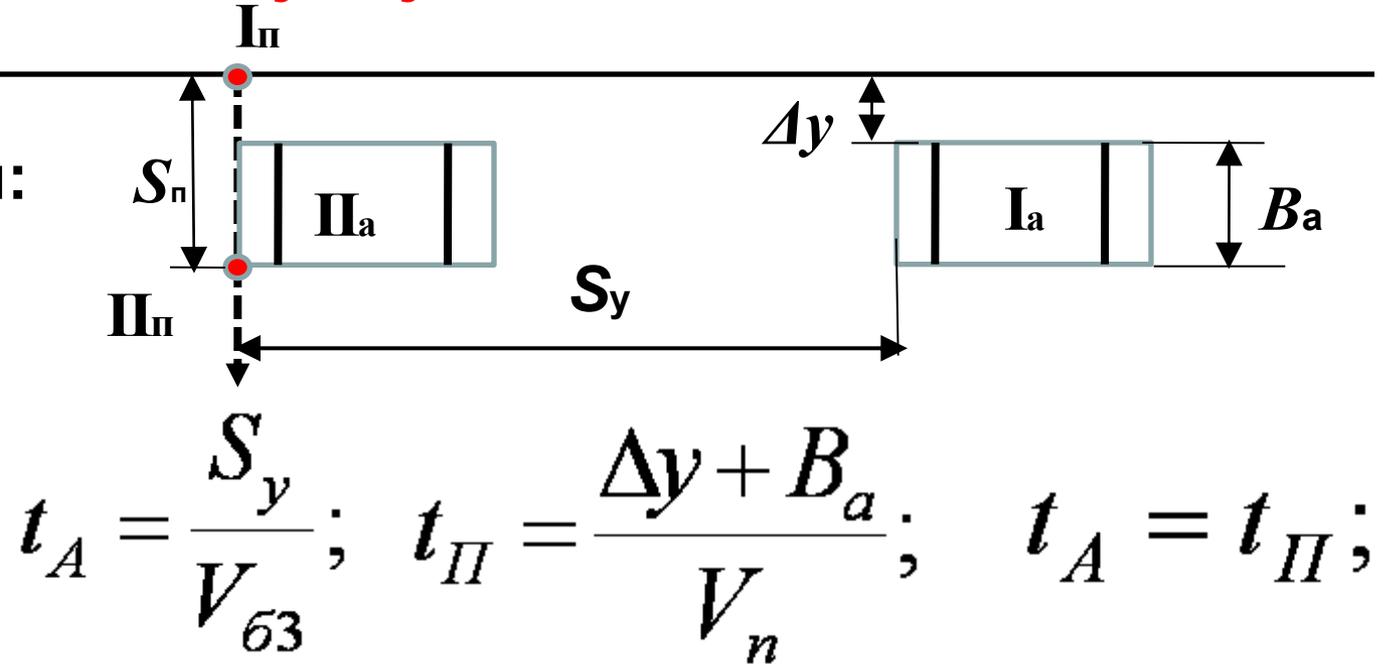
То есть, на узких улицах при такой стратегии (проскочить раньше пешехода) нужна очень высокая скорость, что небезопасно или вообще невозможно по другим причинам (кривые улицы, большой уклон, много пешеходов...).

# 4. Третья безопасная скорость автомобиля

*Третья безопасная скорость  $V_{63}$  - максимальная скорость, двигаясь с которой, А достигает линии следования П к тому моменту, когда П уже уйдет с его полосы движения.*

Условие безопасности:  
 $t_A \geq t_{\Pi}$

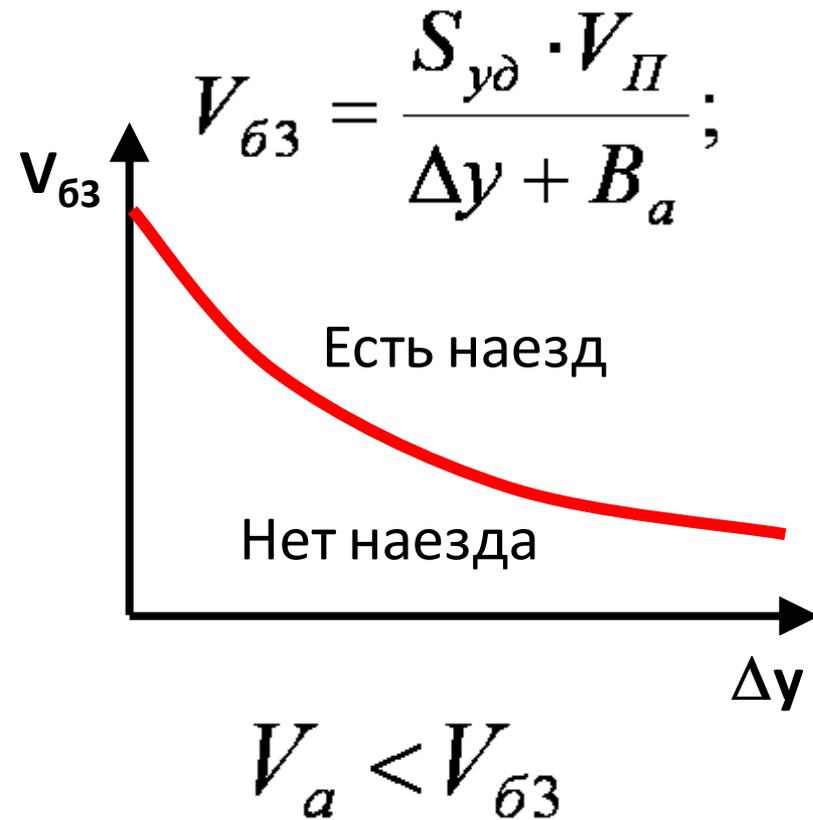
$$V_a < V_{63}$$



$$V_{63} = \frac{S_y \cdot V_{\Pi}}{\Delta y + B_a}$$

# Исследование зависимости третьей безопасной скорости от дорожных условий

**Роль дорожных условий – в величине  $\Delta y$ .** Зависимость  $V_{63}$  от  $\Delta y$  гиперболическая.

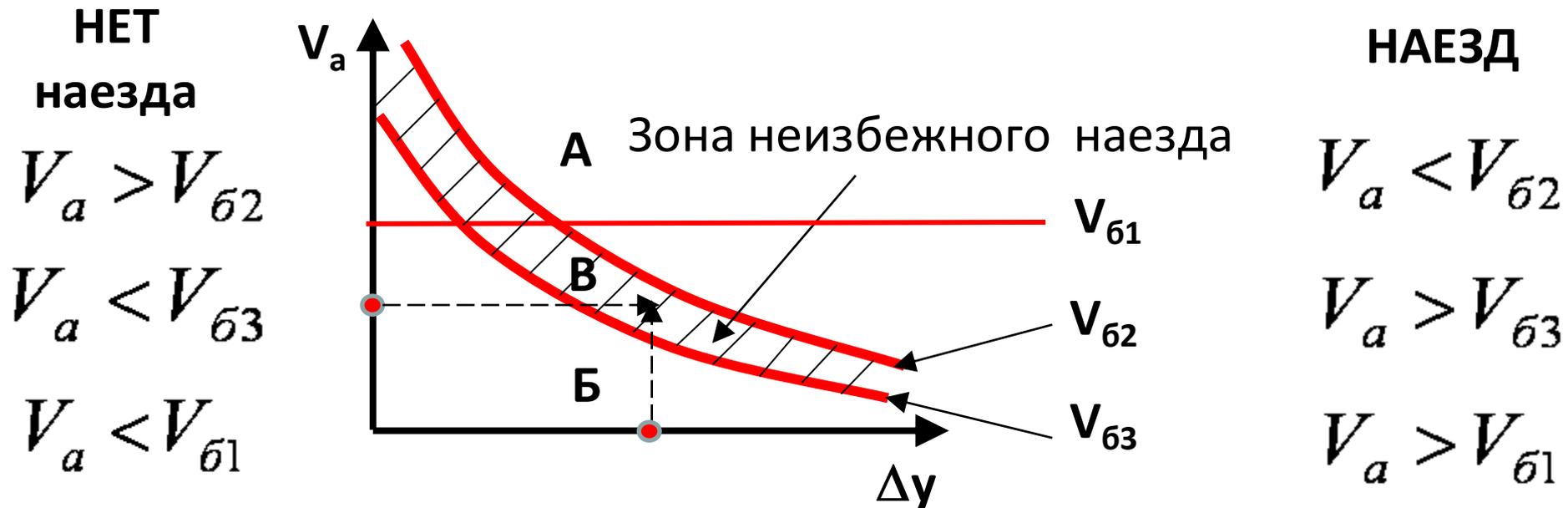


Пропускать пешехода.

Такой способ обеспечения безопасности движения:

- 1) неприемлем при больших  $\Delta y$  (широкие улицы), так как нелогично двигаться на широкой улице с малой скоростью,
- 2) оправдан при узких улицах, так как можно двигаться с достаточно высокой скоростью.

# 5. Исследование влияния дорожных условий на безопасные скорости движения автомобиля



**Зона неизбежного наезда** понимается так: при заданных условиях данного ДТП ( $S_y, \Delta y, L_a, V_a$ ) и если скорость  $V_a$  автомобиля попадает в зону В, то наезд неизбежен при любом способе, который мог бы выбрать водитель.

## **Задания по безопасным скоростям автомобиля**

- 1. Построить график зависимости от дорожных условий первой безопасной скорости автомобиля.  
 $S_y = 30+n$ , м.  $\varphi=0.1-0.6$  с шагом 0.1.**
- 2. Построить график зависимости от дорожных условий второй безопасной скорости автомобиля.  
 $S_y = 30+n$ , м.  $\Delta y = 0.4 - 3.2$  м с шагом 0.4.**
- 3. Построить график зависимости от дорожных условий третьей безопасной скорости автомобиля.  
Условия задачи те же.**
- 4. Построить на одном графике зависимости от дорожных условий всех безопасных скоростей автомобиля . Выделить зону неизбежного наезда.**