

---

# Конструктивная безопасность транспортных средств

- По учебному плану: 72 часа
  - В т.ч. 18 лекций;
  - 18 лабораторных;
  - 36 – СРС.
-

---

# Основная литература

- Безопасность транспортных средств (автомобили) / В.А. Гудков, Ю.Я. Комаров, А.И. Рябчинский, В.Н. Федотов. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия–Телеком, 2010. – 431 с. – ISBN 978-5-9912-0090-5.
  - Активная безопасность автомобиля. Основы теории / В.Г. Бутылин, М.С. Высоцкий, В.Г. Иванов, И.И. Лепешко; Под ред. В.Г. Иванова. – Мн.: ИИРУП «Белавтотракторостроение», 2002. – 184 с. – ISBN 985-6637-05-8
  - Хусаинов, А. Ш. Пассивная безопасность автомобиля : учебное пособие для студентов / А. Ш. Хусаинов, Ю. А. Кузьмин. – Ульяновск : УлГТУ, 2011. – 89 с. ISBN 978-5-9795-0916-7
  - Афанасьев Л.Л., Дьяков А.Б., Иларионов В.А. Конструктивная безопасность автомобиля. М.: Машиностроение. 1983. 210 с.
-

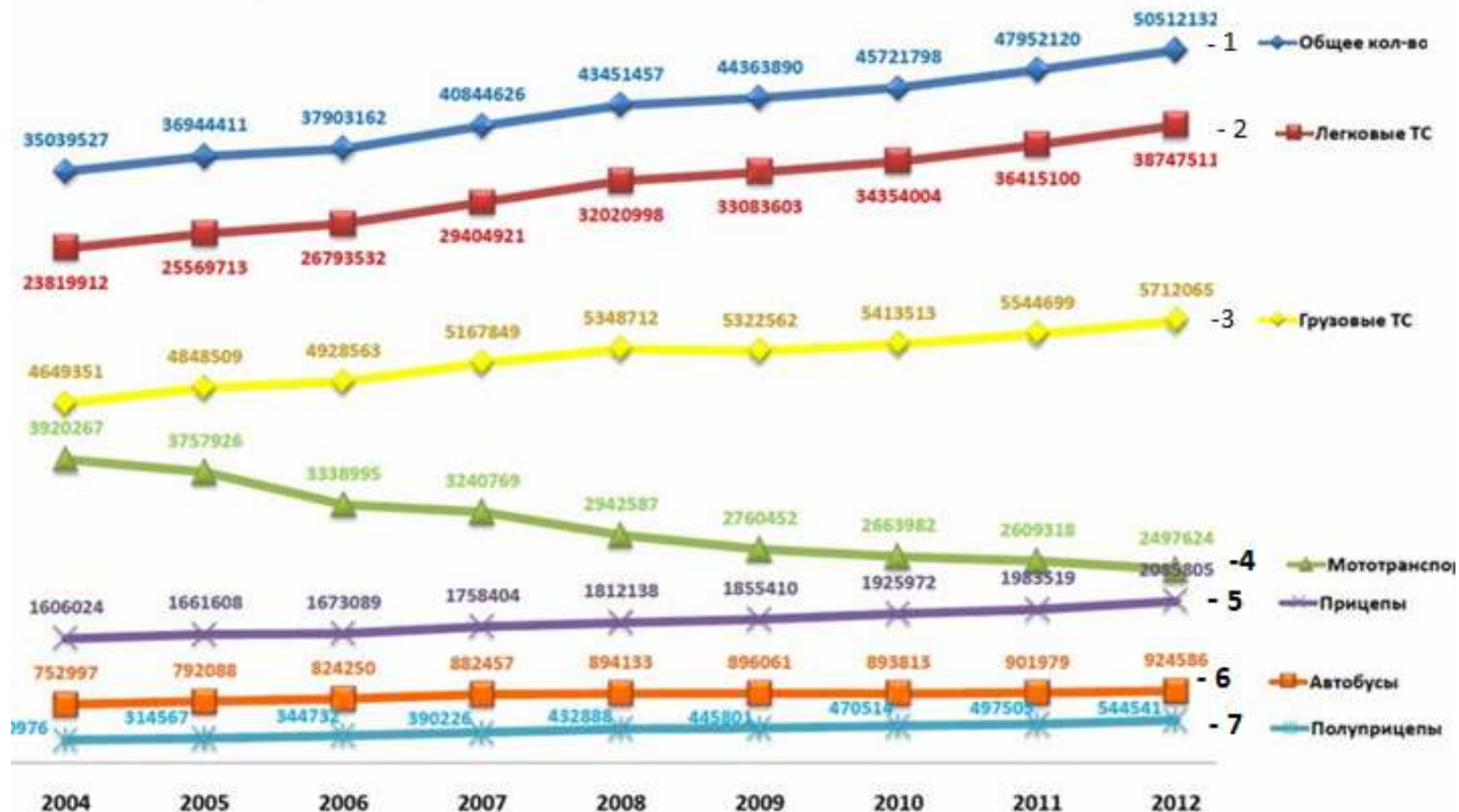
---

## Дополнительная литература:

- 1. Рябчинский А.И. Динамика автомобиля и безопасность дорожного движения. – М.: 2002. – 130 с.
  - 2. Литвинов А.С. Управляемость и устойчивость автомобиля. М.: Машиностроение. 1971. – 416 с.
  - 3. Коршаков И.К. Пассивная безопасность автомобиля. М: МАДИ, 1979. 87с.
-

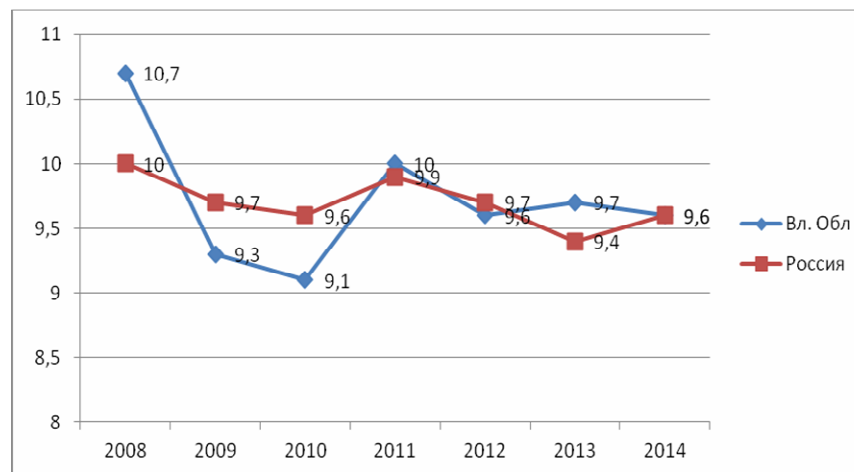
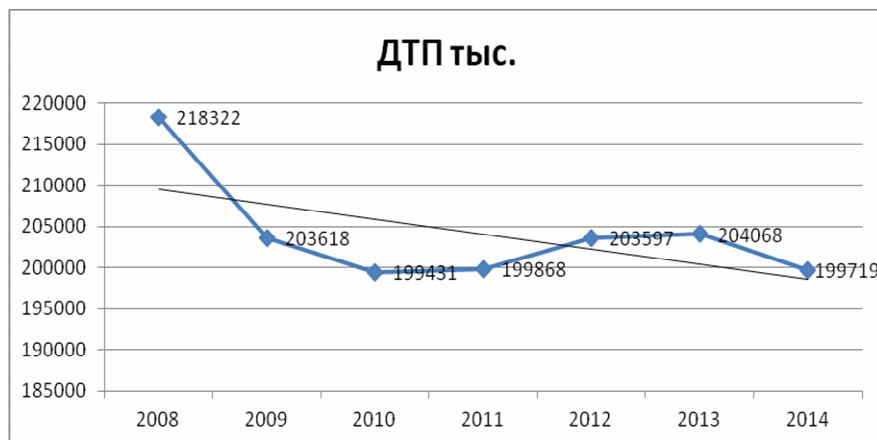
# Состояние аварийности в РФ

Количество транспортных средств в Российской Федерации



# Состояние аварийности в РФ

## Основные показатели аварийности



---

## *Виды безопасности*

- Активная безопасность
  - Пассивная безопасность
  - Послеаварийная безопасность
  - Экологическая безопасность
-

---

# Активная безопасность

- предполагает совокупность таких свойств автомобиля, которые не допускают его аварийное столкновение с подвижным или неподвижным препятствием, а также опрокидывание транспортного средства.
  - Тенденции в развитии электронных систем обеспечения активной безопасности позволяют Еврокомиссии ставить амбициозные задачи: к 2020 году резко, почти до нуля, сократить вероятность гибели людей в ДТП, а к 2030 году столь же резко сократить саму вероятность ДТП\*.
  - Активная безопасность автомобиля зависит от свойств шин, колес (дисков), тормозной системы, рулевого управления, подвески, электронных систем информирования водителя о дорожной ситуации и автоматических превентивных мер, предпринимаемых этими системами
-

---

# Активная безопасность

## Тяговая динамичность:

- максимальная скорость;
- максимальное ускорение;
- время разгона;
- путь разгона.

Факторы влияющие на тяговую динамичность:

- внешняя скоростная характеристика двигателя;
  - тип трансмиссии;
  - техническое состояние двигателя и трансмиссии;
  - масса АТС и степень его загрузки (энерговооруженность, кВт/т)
-



---

# Активная безопасность

## Тормозная динамичность

- - замедление при торможении (установившееся)
- - время срабатывания ТС;
- - время запаздывания;
- - тормозной путь;
- - устойчивость при торможении;
- - стабильность тормозных свойств;

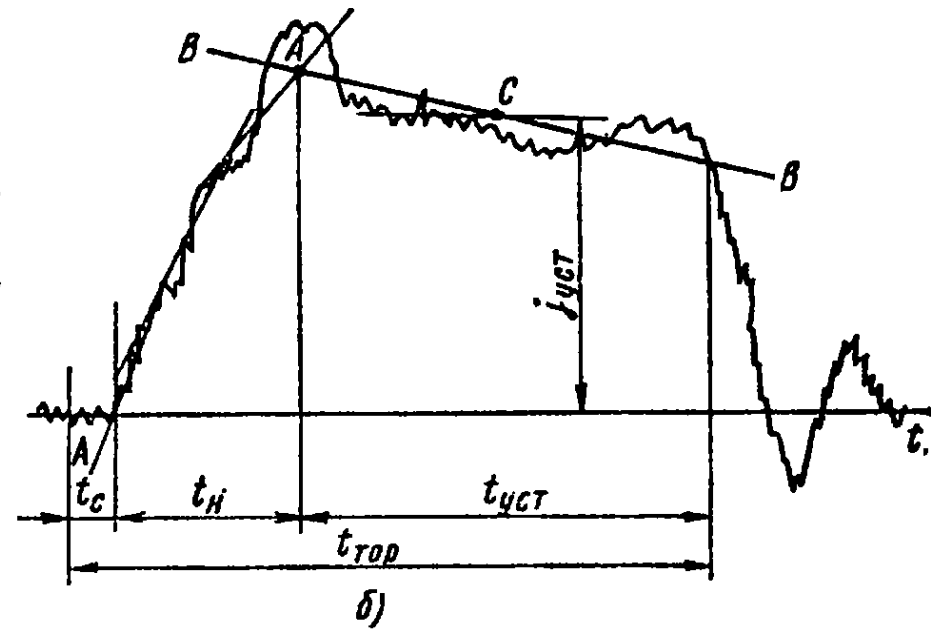
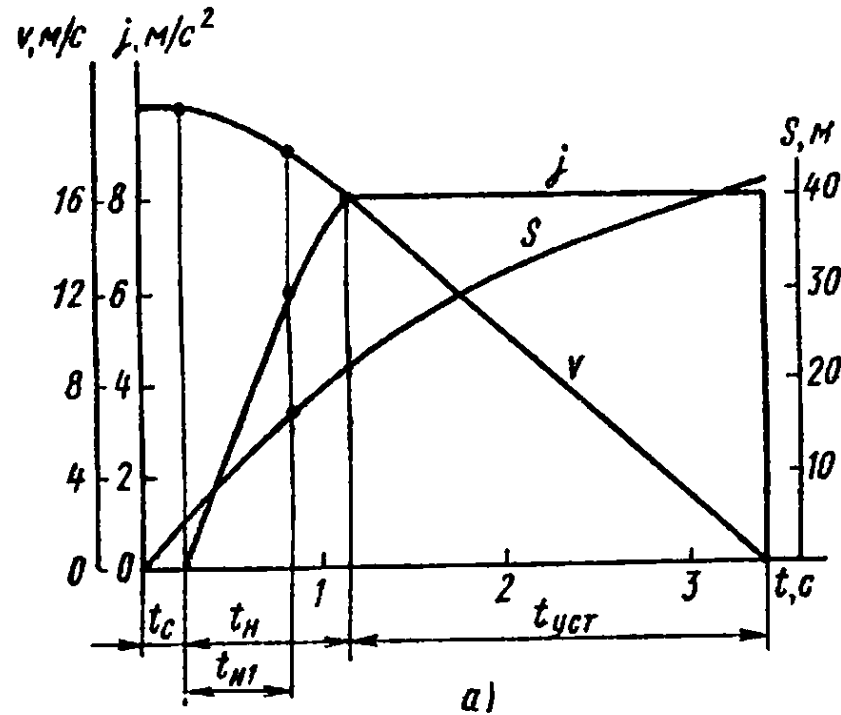
Тормозные свойства автомобиля регламентированы правилами ЕЭК ООН № 13 и №13Н.

3 типа испытаний: 0, I и II.

---

# Активная безопасность

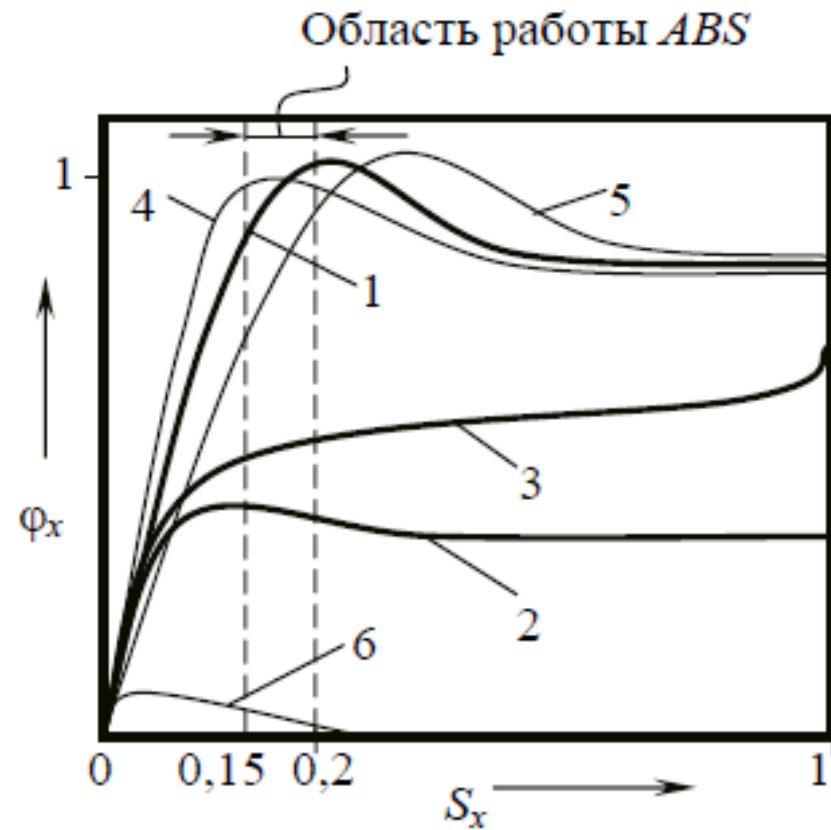
## Тормозная динамичность



# Тормозная динамичность

Системы, обеспечивающие тормозную динамичность:

- основная тормозная система (ТС);
- запасная ТС;
- стояночная ТС;
- вспомогательная ТС;
- антиблокировочная система тормозов (АБС);
- система распределения тормозных сил по осям (РТС, *EBD – electronic brake distribution*);
- усилитель экстренного торможения (*BA – brake assist*).



---

# УСТОЙЧИВОСТЬ АВТОМОБИЛЯ

Устойчивость автомобиля – свойство двигаться по дороге без бокового скольжения и опрокидывания

Виды устойчивости:

- поперечная при прямолинейном движении (курсовая устойчивость);
  - поперечная при криволинейном движении (траекторная), нарушение которой приводит к заносу или опрокидыванию автомобиля под действием центробежной силы;
  - продольная - проявляется в буксовании ведущих колес при преодолении затяжных обледенелых или заснеженных подъемов и сползании автомобиля назад, характерна для автопоездов.
-

# Устойчивость автомобиля

ГОСТ 31507-2012

Автотранспортные средства. Управляемость и устойчивость.  
Технические требования. Методы испытаний

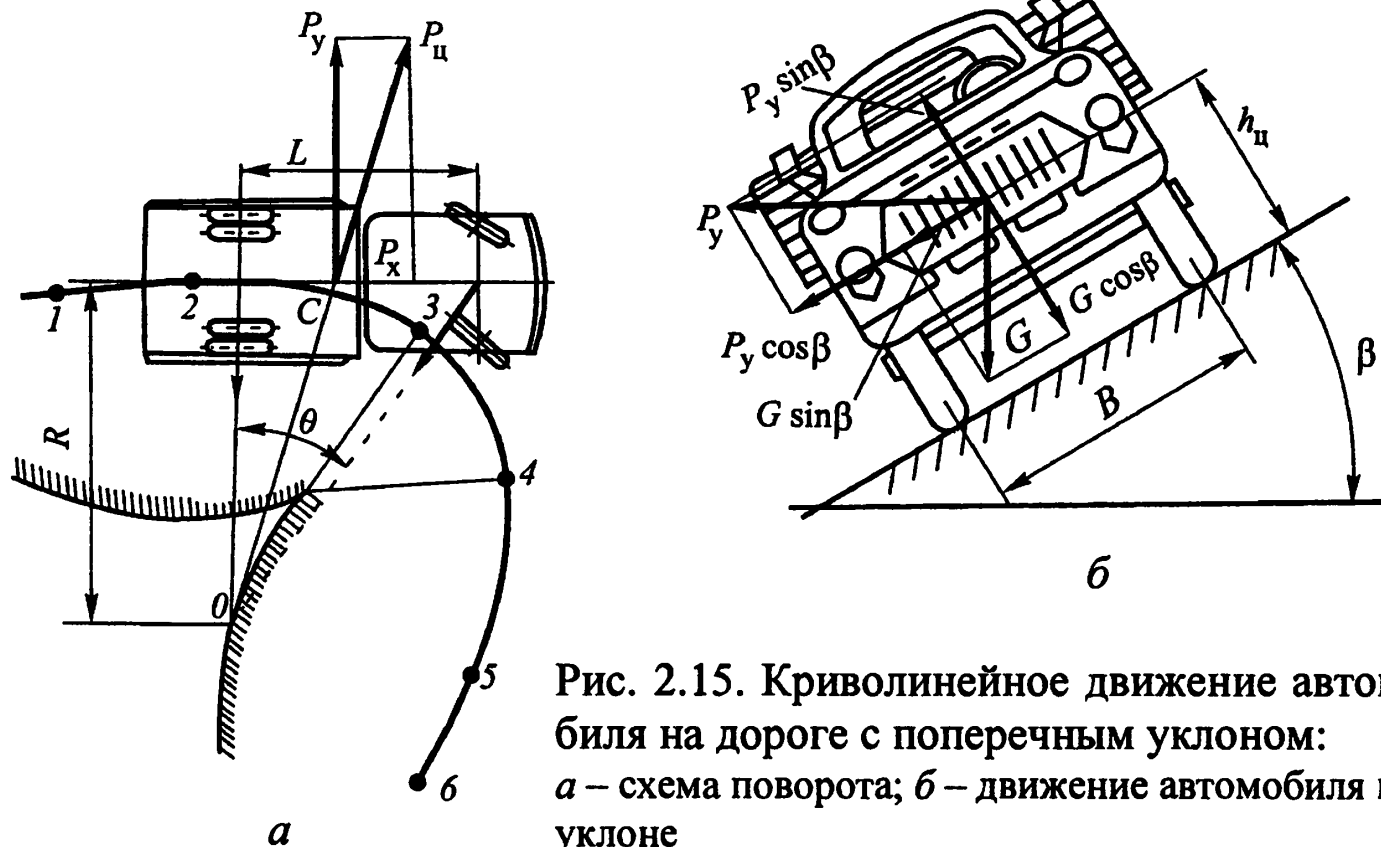


Рис. 2.15. Криволинейное движение автомобиля на дороге с поперечным уклоном:  
*a* – схема поворота; *b* – движение автомобиля на уклоне

# Статические испытания на поперечную устойчивость



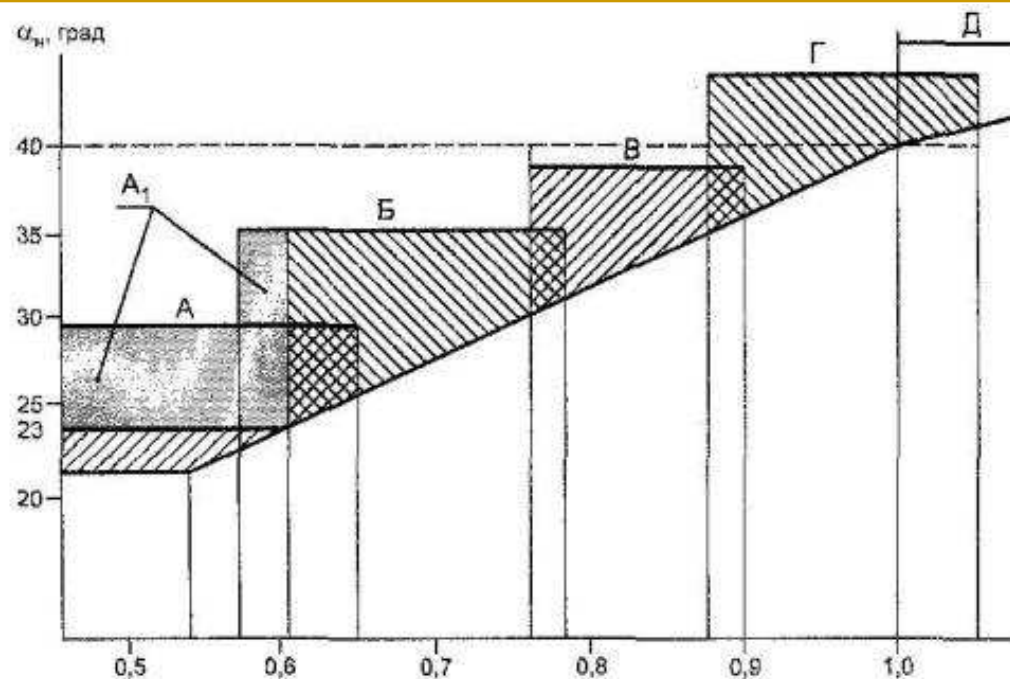
Коэффициент поперечной устойчивости

$$q_s = \frac{0,56}{h}$$

Нормативное значение угла поперечной устойчивости:

$$a_H = (-2,4 + 42,4q_s)^\circ \text{ при } 0,55 \leq q_s \leq 1,0,$$

$$a_H = (15 + 25q_s)^\circ \text{ при } q_s > 1,0,$$



**Рис. Зависимость угла ан опрокидывания АТС на стенде от коэффициента поперечной устойчивости  $qs$  АТС различных категорий и типов**

*А* - диапазон значений  $qs$  для автокранов, автобетоносмесителей, рефрижераторов, контейнеровозов категории N3, двухэтажных автобусов категории M3;

*А1* - диапазон значений  $qs$  для автомобилей-цистерн категории N3, прицепов цистерн категорий O3, O4;

*Б* - диапазон значений  $qs$  для рефрижераторов, самосвалов категории N3, одноэтажных автобусов категории M3, прицепов категорий O3, O4;

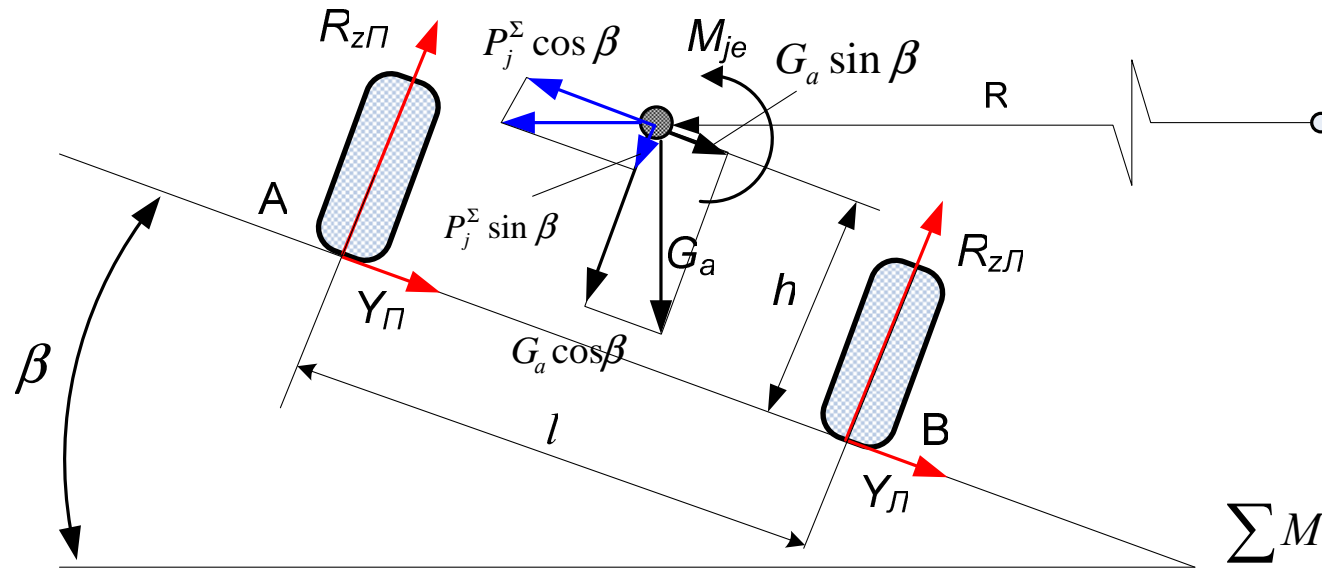
*В* - диапазон значений  $qs$  для автокранов, самосвалов, рефрижераторов категории N2, бортовых автомобилей категории M3, автобусов категории M2 и прицепов категории O2;

*Г* - диапазон значений  $qs$  для бортовых автомобилей категорий N1, N2, фургонов категории N1, автомобилей повышенной проходимости категории M1;

*Д* - диапазон значений  $qs$  для автомобилей категории M1 (за исключением автомобилей повышенной проходимости), прицепов категории O1

(Зоны *А*, *А1*, *Б*, *В*, *Г*, *Д* приведены для справок)

Реакции, действующие по бортам автомобиля в поперечной плоскости  
(движение автомобиля на вираже)



$$P_j^\Sigma = \frac{G_a}{g} \cdot \frac{v_a^2}{R}$$

$$M_{je} = J_e \frac{d\omega_e}{dt}$$

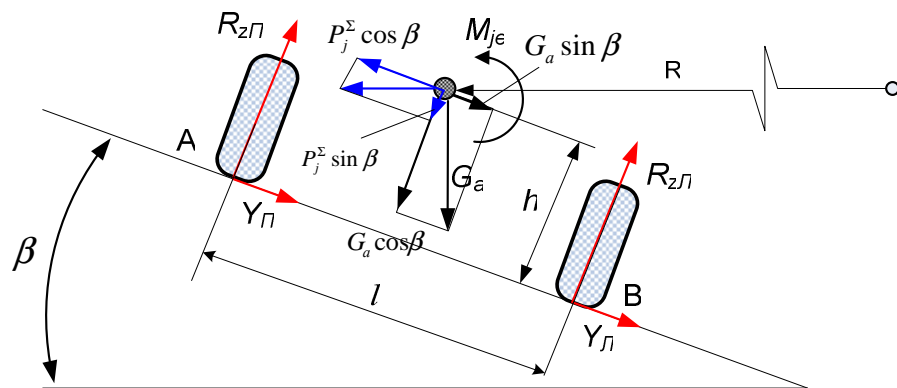
$$R_{z\Pi} - ?; \quad R_{z\text{Л}} - ?$$

$$\sum M(A) = 0; \quad \sum M(B) = 0$$

$$R_{z\Pi} l - (P_j^\Sigma \cos \beta - G_a \sin \beta) h - (G_a \cos \beta + P_j^\Sigma \sin \beta) \frac{l}{2} - M_{je} = 0$$

$$R_{z\Pi, \text{Л}} = \frac{(P_j^\Sigma \cos \beta - G_a \sin \beta) h \pm (G_a \cos \beta + P_j^\Sigma \sin \beta) \frac{l}{2} \pm M_{je}}{l}$$





$$R_{ZЛ} = 0$$

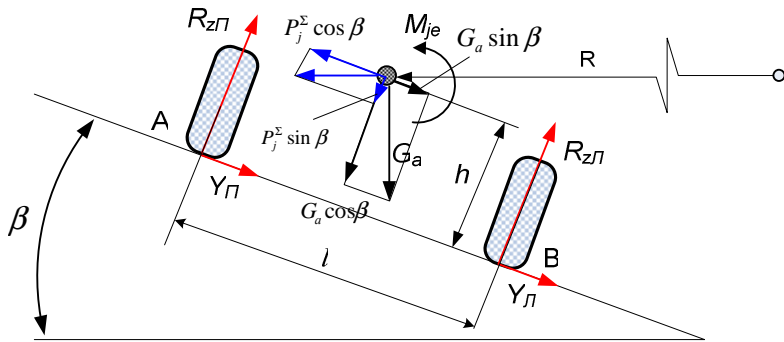
$$0 = (P_j^\Sigma \cos \beta - G_a \sin \beta)h \pm (G_a \cos \beta + P_j^\Sigma \sin \beta) \frac{l}{2} \pm M_{je}$$

$$P_j^\Sigma = \frac{G_a (h \sin \beta + \frac{l}{2} \cos \beta) \pm M_{je}}{h \cos \beta - \frac{l}{2} \sin \beta}$$

$$\frac{v_a^2}{gR} = \frac{h \sin \beta + \frac{l}{2} \cos \beta}{h \cos \beta - \frac{l}{2} \sin \beta}$$

$$v_a^{onp} = \sqrt{\frac{Rg(h \sin \beta + \frac{l}{2} \cos \beta)}{h \cos \beta - \frac{l}{2} \sin \beta}}$$

- критическая скорость по условию опрокидывания



$$\sum Y_{Л,П} = 0$$

$$(P_j^\Sigma \cos \beta - G_a \sin \beta) = 0$$

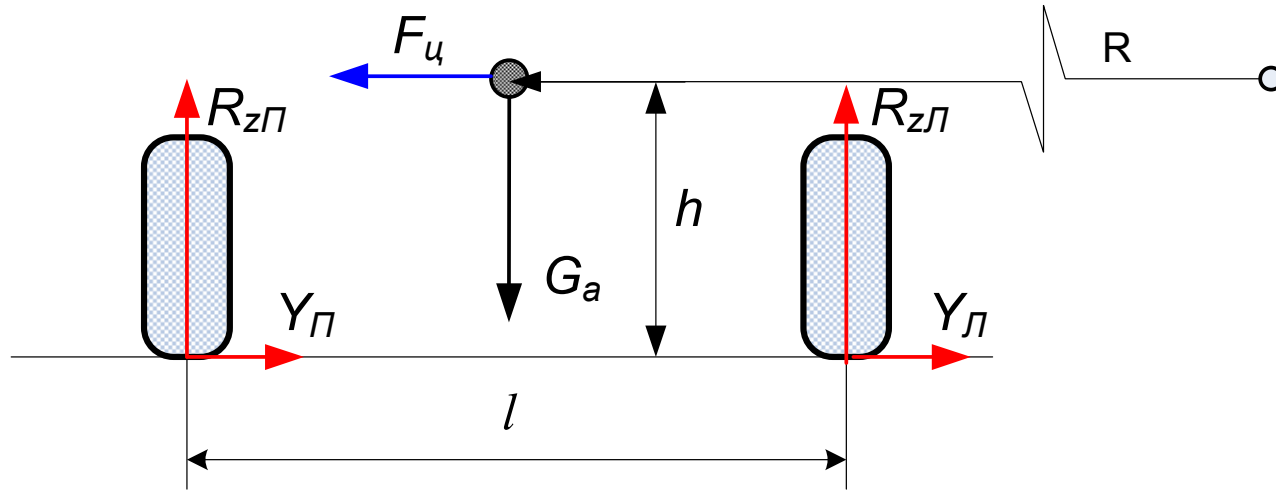
$$P_j^\Sigma = \frac{G_a}{g} \cdot \frac{v_a^2}{R}$$

$$\frac{G_a}{g} \cdot \frac{v_a^2}{R} \cos \beta = G_a \sin \beta$$

$$v_a^{onm} = \sqrt{gR \frac{\sin \beta}{\cos \beta}}$$

-оптимальная скорость, при которой отсутствуют боковые силы

Частный случай  $\beta=0$ .



$$F_{ц} h = G_a \frac{l}{2}$$

$$\frac{G_a v_a^2}{gR} h = G_a \frac{l}{2}$$

$$\frac{G_a v_a^2}{gR} = \sum Y_{л,п} = G_a \varphi$$

$$[v_a] = \sqrt{Rg \frac{l}{2h}}$$

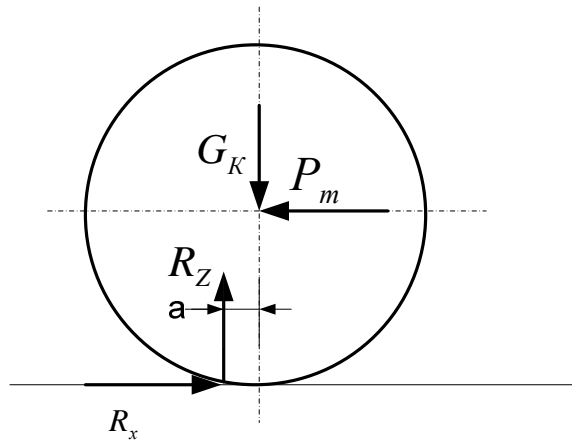
- скорость по условию опрокидывания

$$v_a^* = \sqrt{Rg\varphi} \quad \text{- скорость по условию заноса}$$

$$[v_a] > v_a^* \quad \text{- условие безопасности}$$

$$\frac{l}{2h} > \varphi$$

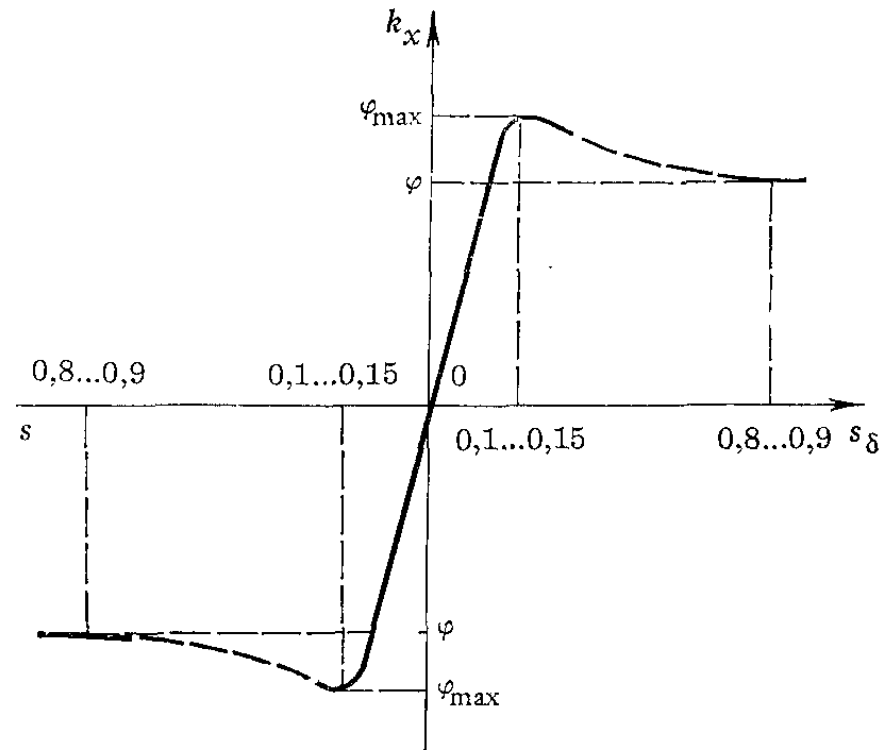
# Сцепные свойства шин



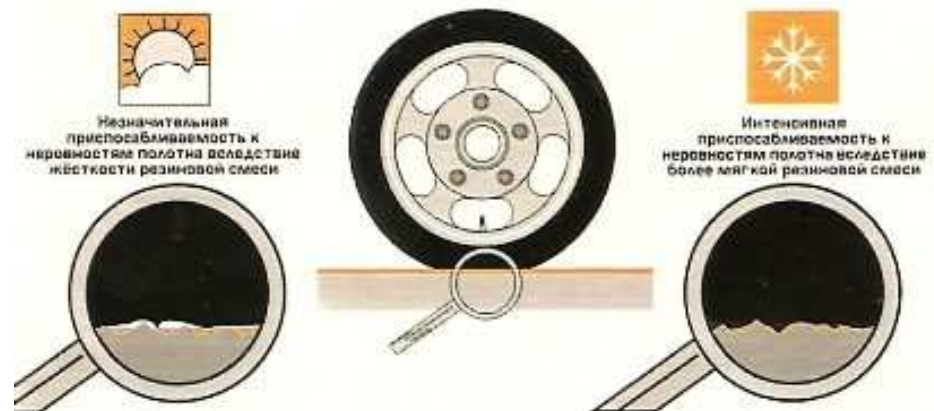
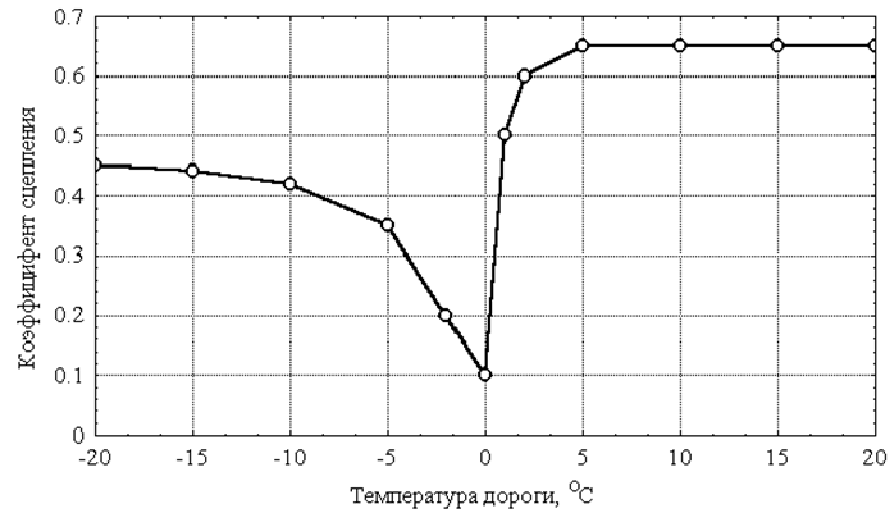
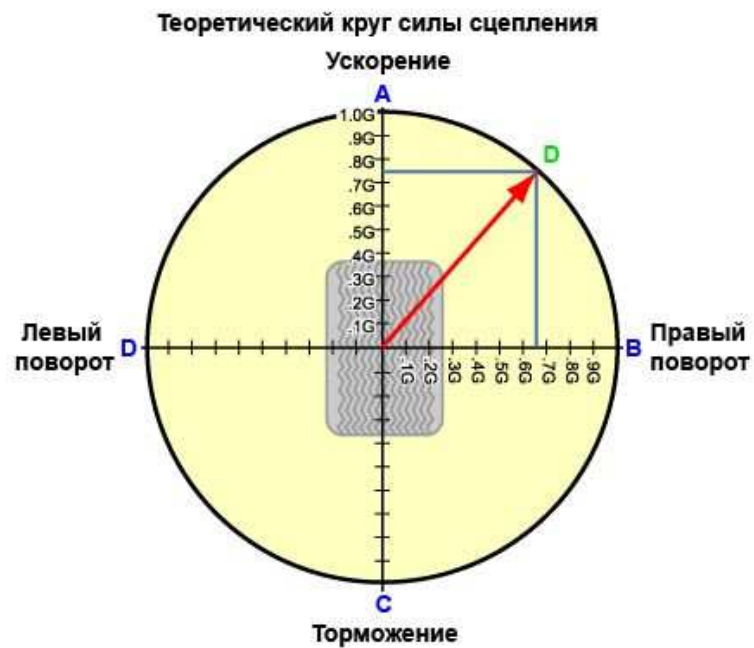
$$\varphi = \frac{R_x}{R_z}$$

$$v_x = r_0 \omega_k \pm v_s$$

$$s = \frac{v_x - v_k}{v_x} = \frac{r_k - r_0}{r_k}$$



# Факторы, влияющие на сцепные свойства шин



# Факторы, влияющие на сцепные свойства шин

Таблица 13

Средние величины коэффициента сцепления

Покрытие или состояние дороги	Средние величины коэффициента сцепления	
	Сухая поверхность	Мокрая поверхность
Асфальт . . . . .	0,7—0,8	0,3—0,4
Кирпич . . . . .	0,7—0,8	0,4—0,5
Щебенка . . . . .	0,6—0,7	0,3—0,4
Бетон . . . . .	0,625	0,605
Деревянные торцы . . . . .	0,5—0,7	0,3—0,4
Трамбованный шлак . . . . .	0,5—0,6	—
Грунтовая дорога . . . . .	0,5—0,6	0,3—0,4
Песок . . . . .	0,5—0,6	0,4—0,5
Дорога, покрытая снегом . . . . .	0,2—0,4	—
Дорога, покрытая льдом . . . . .	0,2—0,3	—

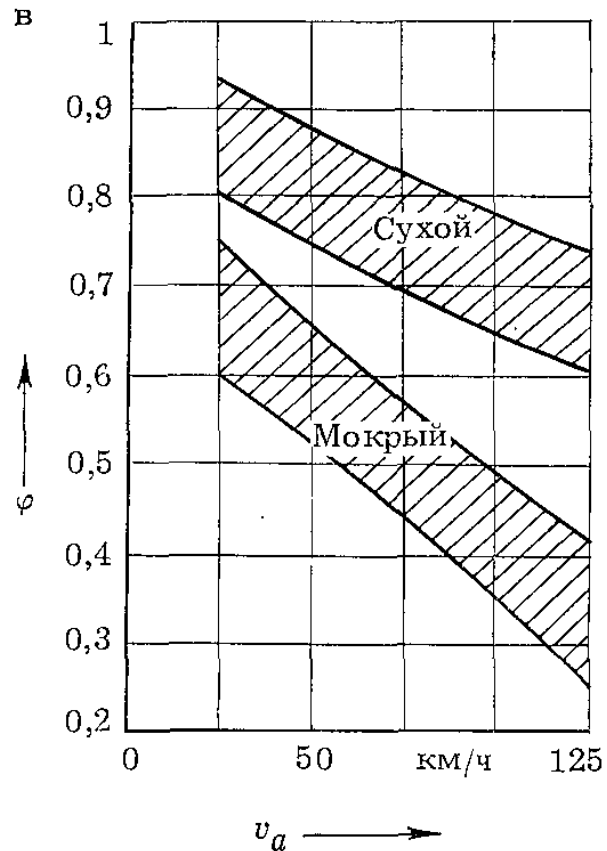
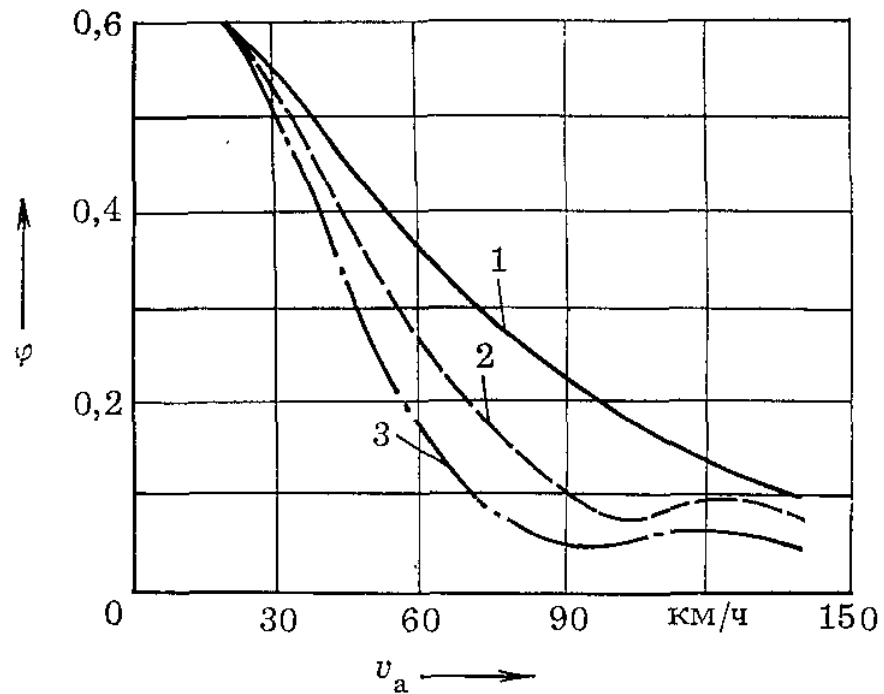


Таблица 3

Скорость движения		Величина коэффициента сцепления			
м/с	км/час	Сух. асфальт	Сух. бетон	Сухое	Мокрое
11.1	40	0.85	0.7	0.75	0.7
18.7	60	0.75	0.6	0.65	0.35
22.2	80	0.7	0.5	0.55	0.1
27.8	100	0.6	0.45	0.4	0.05
33.3	120	0.55	0.35	0.3	
Источник информации		[2]		[3]	

# Факторы, влияющие на сцепные свойства шин



Влияние толщины водяной пленки: 1- 0,2мм; 2- 1 мм; 3- 2 мм

---

# Плавность хода

-свойство автомобиля двигаться по неровной поверхности без больших колебаний поддрессоренных масс.

## Негативные факторы связанные с неровным покрытием:

-Повышение сопротивления движению – увеличение расхода топлива;

- увеличение нагрузок на несущую систему и рулевое управление – увеличение износов;

- снижение скорости движения и пропускной способности дороги – снижение производительности автомобиля;

- потеря контакта колеса с дорогой – ухудшение устойчивости и управляемости;

- повышение утомляемости водителя – снижение внимания;

- длительное воздействие вибраций и вертикальных ускорений на организм человека – заболевания позвоночника и внутренних органов.

---



# Плавность хода

Характеристики колебаний:

- амплитуда;
- частота;
- скорость;
- ускорение.

Характеристики покрытия в вертикальном профиле:

- Микропрофиль - шероховатость (до 1 см), выступы и впадины, волны;
- Макропрофиль – уклоны.

Длина волн определяется составом транспортного потока и скоростным режимом.

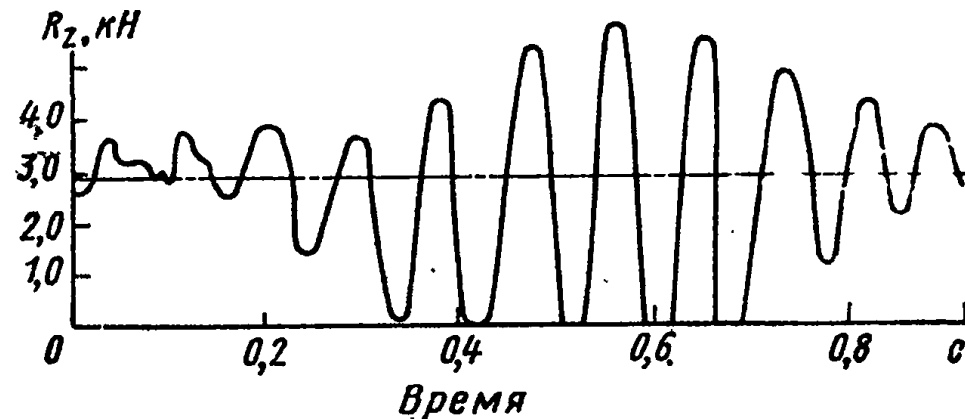


Рис. 41 Изменение вертикальных нагрузок  $R_z$  на колеса легкового автомобиля на аварийном участке дороги

Скорость автомобиля 20 м/с, амортизаторы изношены

---

# Информативность

- способность автомобиля обеспечивать необходимой информацией водителя и других участников движения

Внутренняя обеспечивает возможность водителю воспринимать информацию, необходимую для управления автомобилем: обзорность, расположение приборов и органов управления.

Внешняя информативность - обеспечение других участников движения информацией от автомобиля, которая необходима для правильного взаимодействия с ним:

система внешней световой сигнализации,  
расположение световозвращателей,  
звуковой сигнал,  
размеры, форма и окраска кузова, цветографические схемы.

Дополнительная информативность - свойство автомобиля, позволяющее эксплуатировать его в условиях ограниченной видимости: ночью, в тумане и т. д.

---

---

# Обзорность.

это конструктивное свойство транспортного средства, характеризующее объективную возможность и условия восприятия водителем визуальной информации, необходимой для безопасного и эффективного управления транспортным средством.

Основные (по направлению движения)

- углы видимости в горизонтальной плоскости;
- в продольной вертикальной плоскости;
- в горизонтальной и продольной вертикальной плоскостях - через очищаемую площадь ветрового стекла;
- угловые размеры стоек салона.

Дополнительные:

- углы видимости в горизонтальной плоскости (через боковые стекла салона);
  - в поперечной вертикальной плоскости (через боковые стекла салона);
  - в продольной вертикальной плоскости (через заднее стекло салона);
  - углы видимости через зеркала заднего вида и доп.устройства.
-

---

# Шины

Показатели безопасности:

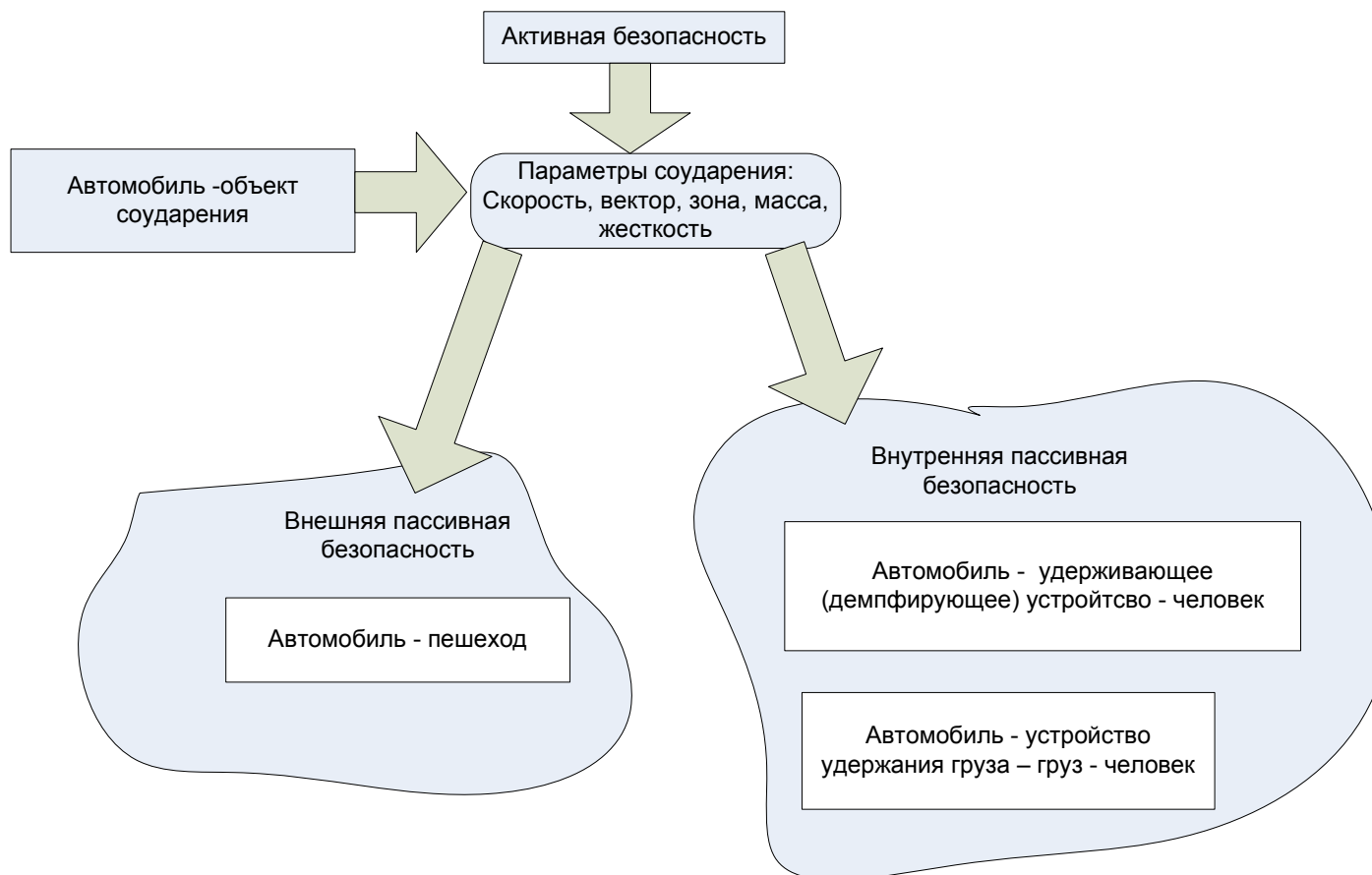
- динамика торможения и разгона – коэффициент сцепления;
- комфортабельность – вертикальная жесткость;
- сопротивляемость ударным нагрузкам – жесткость боковин;
- увод – боковая жесткость;
- ресурс – конструкция шины, состав резиновой смеси.

Падение давления.

Индикаторы давления:

- цветовая индикация;
  - датчики давления с передатчиками;
  - система ABS.
-

# Пассивная безопасность



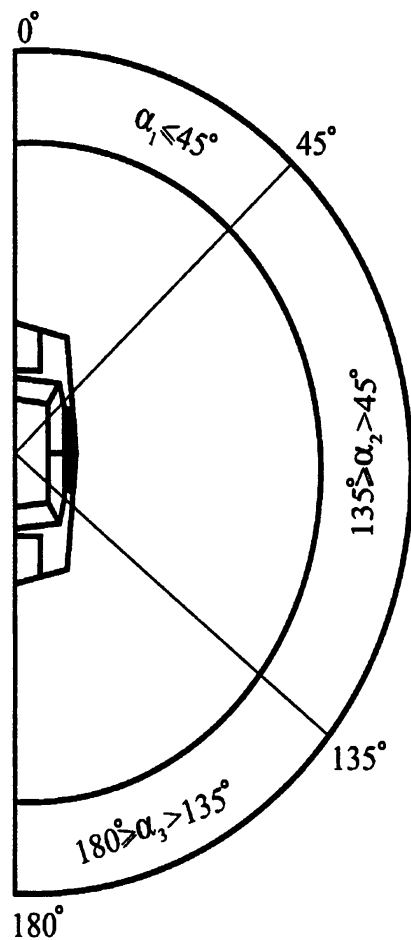
# Пассивная безопасность

## Критерии оценки

Свойства	Измерители	Характеристики
Ударно-прочностные: автомобиля элементов обустрой- ства дорог	Перегрузки человека (ав- томобиля) $N_{ч(а)}$ Деформации (перемеще- ния) автомобиля $\theta_a$ Вероятность выбрасыва- ний человека из автотран- спортного средства $P_{Эч}$	$N_{ч(а)} = f(t)$ $\sum \theta_a = f(t)$ $P_{Эч} = f(\omega_a, \Delta v_a)$
Возгораемость автомо- биля	Вероятность воспламене- ния автомобиля $P_r$	$P_r = f(\omega_a, \Delta v_a)$

# Пассивная безопасность

## Классификация ДТП



По тяжести телесных повреждений:  
смертельные; тяжелые; легкой тяжести;  
без повреждений.

По направленности соударения:  
фронтальные, боковые, удар сзади, опрокидывание

Дополнительные признаки:

- прямой, скользящий или косой удар;
- место удара;
- тип транспортного средства;
- и т.д.

---

# Пассивная безопасность

## Требования к АТС

1. Ударно-прочностные свойства передней части автомобиля должны быть такими, чтобы возникающие при столкновениях перегрузки салона были минимальными, а деформации не распространялись в пределы жизненного пространства.
  2. Верхняя часть кузова (кабины) должна обеспечивать сохранение жизненного пространства в процессе опрокидывания.
  3. Компоновка должна обеспечивать минимальные свободные перемещения человека относительно квазизащитных удерживающих средств.
  4. Должны использоваться специальные удерживающие устройства.
  5. Конструкция фиксирующих элементов дверей, ветровых стекол должна исключать их самооткрывание при ДТП.
  6. Конструкция бензобака и бензопроводов должны исключать вероятность возникновения деформаций и течи топлива при столкновениях.
-



---

# Пассивная безопасность

## Требования к объектам соударения

1. Ударно-прочностные свойства объектов соударения должны обеспечивать по возможности минимальные перегрузки.
  2. Геометрические параметры и форма не должны способствовать нарушению жизненного пространства салона автомобиля.
  3. Наличие ограждений для предотвращения опрокидывания.
  4. В зонах возможного опрокидывания не должно быть недеформируемых неровностей.
-

---

# Электронные системы безопасности

---

---

# Послеаварийная безопасность

Направленность действия элементов пассивной безопасности:

- Снижение вероятности возгорания;
- Обеспечение условий для эвакуации пострадавших;
- Информирование о ДТП



---

# Послеаварийная безопасность.

## Основные требования

- Наличие и работоспособность аварийных выходов (Правило № 36)
  - Запасные выходы должны открываться изнутри и снаружи;
  - Запасные двери и люки должны навешиваться снаружи и открываться наружу;
  - Запасные выходы должны быть обозначены;
  - Требования по минимальным размерам запасных выходов;
  - Размеры проходов.
-

---

# Послеаварийная безопасность.

## Основные требования

- Требования к пожарной безопасности (Правило № 34)
    - Ударная стойкость;
    - Защита от контакта с возможными препятствиями;
    - Коррозионная стойкость;
    - - Размещение, крепление и защита топливного бака;
    - - Защита от повреждения изоляции проводов;
    - - Степень горючести материалов.
-

---

# Послеаварийная безопасность.

## Основные требования

- Комплектация ТС устройствами и средствами послеаварийной безопасности
  - Замки и петли боковых дверей (Правило № 11);
  - Комплектация ТС аптечкой и огнетушителями.
-