



**тормозной путь автомобиля**

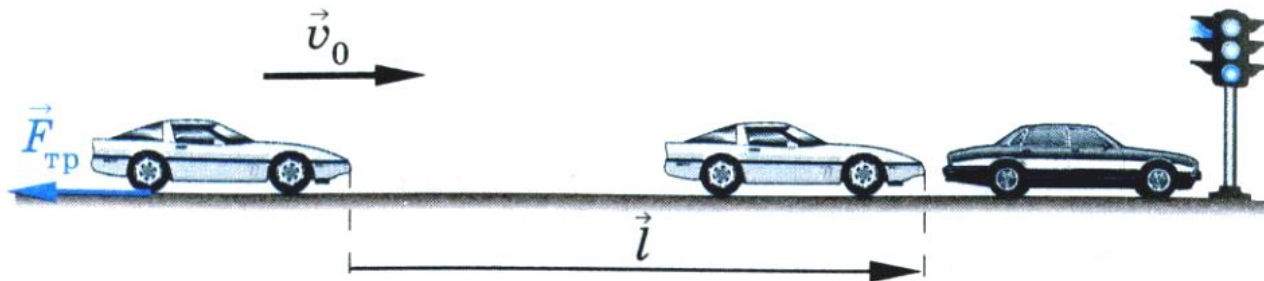
# Теорема о кинетической энергии

Теорема о кинетической энергии сводится к равенству

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = A, \quad (102)$$

если в начальный момент времени тело неподвижно ( $v_0 = 0$ ,  $E_{k0} = 0$ ).

*Кинетическая энергия тела массой  $m$ , движущегося со скоростью  $v$ , равна работе, которую совершает суммарная сила для сообщения покоящемуся телу этой скорости.*



**Тормозной путь автомобиля.** В случае торможения тела, обладающего начальной кинетической энергией  $E_{k0} = \frac{mv_0^2}{2}$ , вплоть до остановки ( $v = 0$ ,  $E_k = 0$ ), теорему о кинетической энергии (101) следует представить в виде

$$A = -E_{k0} = -\frac{mv_0^2}{2}. \quad (103)$$

Найдем *тормозной путь* автомобиля — расстояние, проходимое им до полной остановки (рис. 121). В процессе торможения на автомобиль действуют сила тяжести, сила реакции опоры и сила трения. Сила тяжести и сила реакции опоры направлены перпендикулярно перемещению автомобиля, поэтому их работа равна нулю. Это означает, что суммарная работа всех сил равна работе силы трения скольжения. Учитывая, что сила направлена противоположно перемещению  $\vec{l}$  и что  $F_{тр} = \mu N = \mu mg$ , находим

$$A = A_{тр} = -\mu mgl.$$

Подставим выражение для  $A$  в формулу (103):

$$-\mu mgl = -\frac{mv_0^2}{2},$$

$$l = \frac{v_0^2}{2\mu g}.$$

Следовательно, *тормозной путь не зависит от массы автомобиля.*

*Тормозной путь прямо пропорционален квадрату скорости и обратно пропорционален коэффициенту трения.*

В таблице 11 указан тормозной путь автомобиля при нескольких значениях начальной скорости на сухом и мокром бетонном покрытии дороги.



## Коэффициент трения скольжения

№ п/п	Трущиеся вещества	Коэффициент трения
1	Бронза по бронзе	0,2
2	Бронза по чугуну со слабой смазкой	0,19
3	Дерево по дереву (дуб)	0,5
4	Дерево по сухой земле	0,71
5	Кирпич по кирпичу	0,65
6	Кожаный ремень по чугунному шкиву	0,56
7	Сталь по льду	0,02
8	Сталь по стали	0,13
9	Уголь по меди	0,25
10	Чугун по чугуну со слабой смазкой	0,15
11	Резина по бетону	0,75

## Расчет длины тормозного пути автомобиля

**Тормозной путь**

Расчет длины тормозного пути <методика ГИБДД>

\*  \*  / (  \*  ) =

Кoeffициент сцепления, Ксц  
Ксц сухой асфальт = 0,7  
Ксц мокрый асфальт = 0,4  
Ксц укатанный снег = 0,2  
Ксц обледенение = 0,1

Путевая скорость, км/ч

Кoeffициент торможения (для легковых = 1)

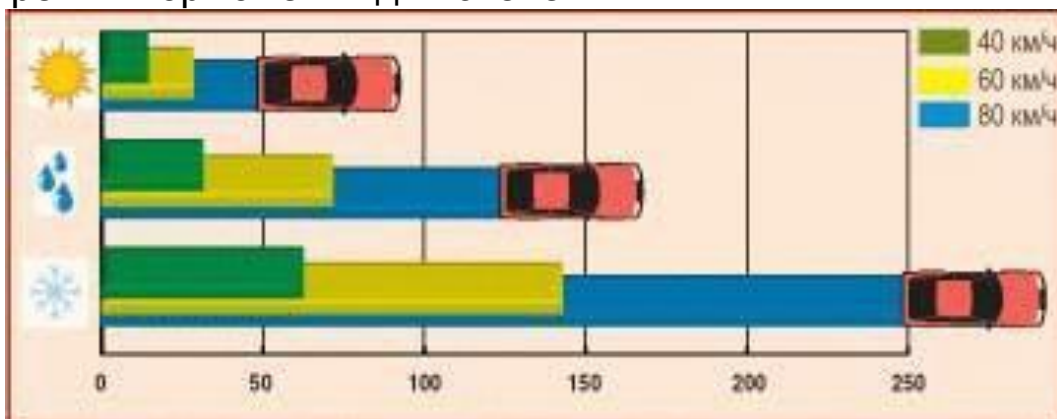
# Расчет длины тормозного пути автомобиля

Далеко не все водители знают, что в зависимости от условий торможения со скорости 60 км/ч остановочный путь может составлять как 25, так и 150 метров. От чего зависит его длина?

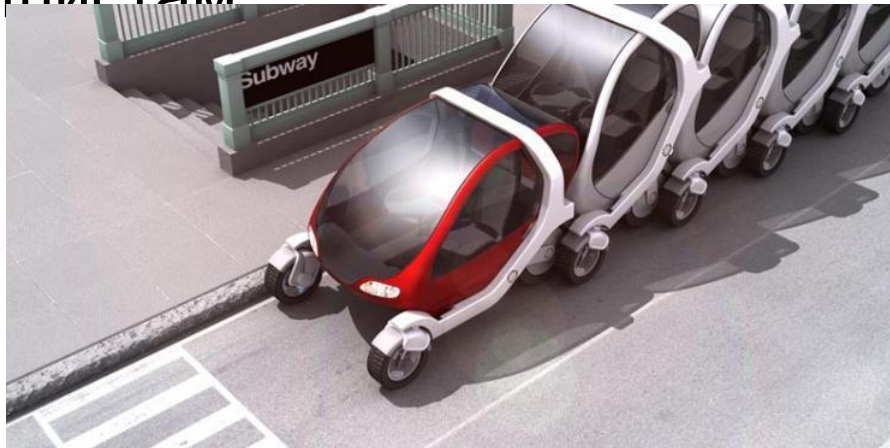
Способность автомобиля снижать скорость до требуемого значения (вплоть до остановки), при этом сохраняя устойчивость и управляемость, зависит от его тормозных свойств.

В теории автомобиля для оценки тормозных свойств используется ряд показателей: максимальное замедление, тормозной путь, время срабатывания тормозных механизмов, диапазон и алгоритм изменения тормозных усилий, падение эффективности вследствие продолжительной работы (нагрева).

Эти показатели определяются конструкцией систем и механизмов автомобиля. Основная система – тормозная, а если точнее, тормозные. Да, фактически у автомобиля три тормозные системы. Первая – рабочая (или основная) – приводится в действие педалью тормоза. Вторая – стояночная – используется для удержания машины на стоянке, а в случае выхода из строя основной системы помогает замедлять движущийся автомобиль. Третья, вспомогательная – двигатель. Ведь когда снимаешь ногу с педали газа, автомобиль переходит в режим торможения двигателем.



- 1. Если увеличить скорость автомобиля вдвое, то потребуются вчетверо больший путь до остановки автомобиля, т.е. тормозной путь увеличится в 4 раза, а время торможения – в 2 раза.
- 2. Чем больше масса транспортного средства, тем время торможения и тормозной путь больше, т.е. тем труднее изменить скорость автомобиля и, следовательно, тело более инертно.
- 3. Для остановки транспорта требуется время и пространство: нельзя переходить дорогу перед близко идущим транспортом. Об этом следует помнить во избежание ДТП как пешеходам, так и автомобилистам







## [ тормозной ] путь

- Для обеспечения безопасности движения в любых дорожных условиях, при движении с любой скоростью необходимо соблюдать следующее правило: остановочный путь должен быть меньше расстояния видимости. Остановочный путь - это путь пройденный автомобилем с момента обнаружения водителем опасности до полной остановки. На величину остановочного пути очень влияет время реакции водителя. Диапазон этого значения очень большой - от 0,2 до 1,2с и это зависит от сложности дорожных ситуаций, от состояния водителя. За это время автомобиль может пройти почти половину остановочного пути. Если Вы заранее будете прогнозировать дорожные ситуации, а так же правильно оценивать ситуации на дороге, в тех местах где возможна опасность заранее перенесете ногу с газа на педаль тормоза, то Вы сэкономите 0,2 - 0,3с. В условиях дорожного движения это очень много.
- Так при скорости 60 км/ч на сухом асфальте остановочный путь составляет почти 37м, а на мокром около 60м, на обледенелой - 155м.
- Следует так же не забывать, что в темное время суток и в условиях недостаточной видимости (видимость дороги менее 300м в условиях дождя, тумана, сумерек и т.п.) скорость встречных автомобилей воспринимается гораздо ниже, а расстояние до них кажется большим, чем есть на самом деле.



# факторы



Одной из составляющих остановочного пути является тормозной путь - расстояние пройденное автомобилем с момента срабатывания тормозной системы до полной остановки. Его величина находится в прямой зависимости от скорости движения, способа торможения и дорожных условий. При скорости 50км/ч средний тормозной путь будет составлять около 15 м, а при скорости 100 км/ч около 60м т.е. больше в четыре раза.

Тормозной путь автомобиля зависит от многих факторов:

- 1- скорость движения
- 2- дорожное покрытие
- 3- погодные условия
- 4- состояние колес и тормозной системы
- 5- способ торможения
- 6- вес автомобиля

# способы торможения:

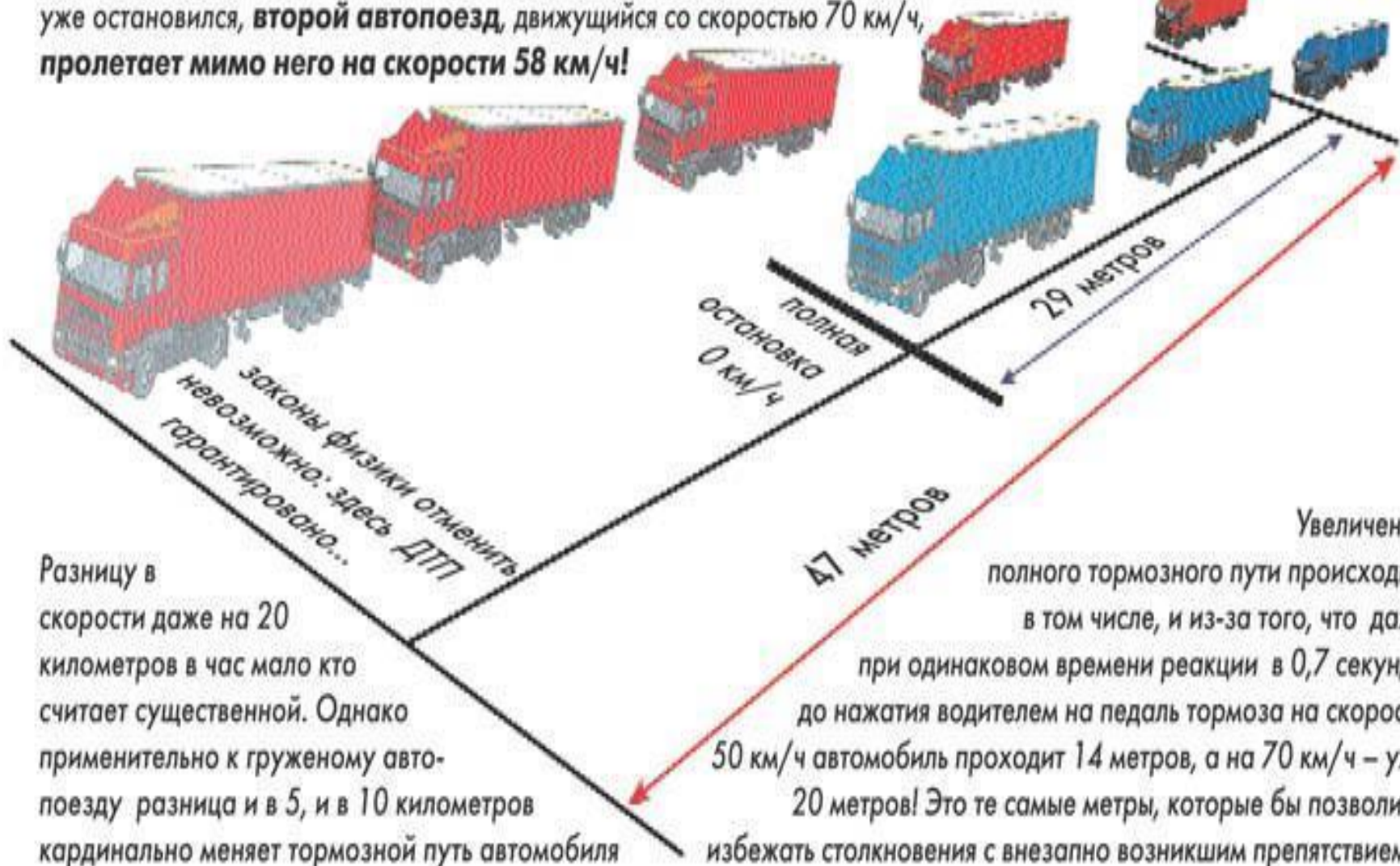
- Существует несколько способов торможения: плавное, резкое, прерывистое и ступенчатое.
- Первый способ применяется в спокойной обстановке. Постепенное увеличение давления на педаль дает плавное замедление автомобиля. При этом получается самый большой тормозной путь.
- Резкое торможение (сильное нажатие на педаль) практически всегда приводит к блокировке колес и юзу, что в свою очередь влечет к потере управляемости и заносу автомобиля.
- При прерывистом торможении водитель должен сильно нажать на педаль тормоза практически до блокировки колес, затем отпустить педаль. Повторять эти действия до полной остановки.
- При ступенчатом торможении водитель должен несколько раз нажать на педаль тормоза, при этом каждое последующее нажатие производится с большим усилием, чем предыдущее пока автомобиль не остановится.

## Таблица "Тормозной путь".

Протяженность тормозного пути при различных скоростях на сухой дороге, с различным замедлением приведена в таблице

-a м/с <sup>2</sup>	Скорость перед началом торможения км/ч											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Тормозной путь за одну секунду, в метрах												
0	2,8	5,6	8,3	11	14	17	19	22	25	28	31	33
Общий тормозной путь до полной остановки, в метрах												
1	6,6	21	43	73	110	155	210	270	335	415	495	585
1,5	5,4	16	32	52	78	110	145	185	235	285	345	400
2	4,7	13	26	42	62	86	115	155	180	220	265	310
2,5	4,3	12	22	36	53	73	95	120	150	180	220	255
3	4,1	11	20	32	46	63	82	105	130	155	185	215
3,5	3,9	10	18	29	42	57	73	92	115	140	165	190
4	3,8	9,4	17	26	38	52	66	83	105	125	145	170
5	3,6	8,7	15	23	33	45	57	71	87	105	125	145
6	3,4	8,2	14	21	30	40	50	63	77	92	110	125
7	3,3	7,8	13	20	28	37	46	57	70	83	98	110

Два одинаковых автопоезда движутся со скоростью 50 и 70 км/ч. Одновременно применяют экстренное торможение. Когда автомобиль, движущийся на скорости 50 км/ч, уже остановился, **второй автопоезд, движущийся со скоростью 70 км/ч, пролетает мимо него на скорости 58 км/ч!**

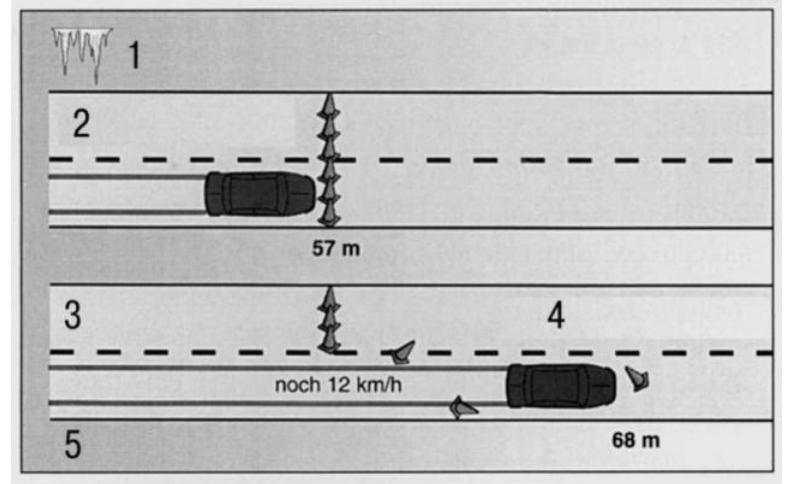


Разницу в скорости даже на 20 километров в час мало кто считает существенной. Однако применительно к груженому автопоезду разница и в 5, и в 10 километров кардинально меняет тормозной путь автомобиля

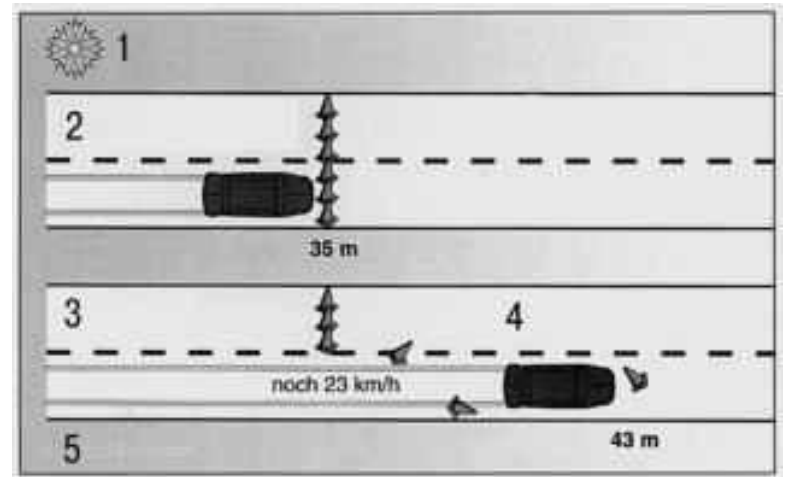
Увеличение полного тормозного пути происходит, в том числе, и из-за того, что даже при одинаковом времени реакции в 0,7 секунды до нажатия водителем на педаль тормоза на скорости 50 км/ч автомобиль проходит 14 метров, а на 70 км/ч – уже 20 метров! Это те самые метры, которые бы позволили избежать столкновения с внезапно возникшим препятствием...



Сравнение значений тормозного пути летних и зимних шин автомобиля без ABS: 1 – торможение на льду с блокировкой колес (скорость 30 км/ч); 2 – зимние шины; 3 – тормозной путь; 4 – летние шины; 5 – тормозной путь



Сравнение значений тормозного пути летних и зимних шин автомобиля с ABS: 1 – торможение с ABS на заснеженной дороге (скорость 50 км/ч); 2 – зимние шины; 3 – тормозной путь; 4 – летние шины; 5 – тормозной путь



# Защитные колпачки вентилей

## ШИН

- Вентили шин должны быть всегда закрыты защитными колпачками, так как грязь, однажды попавшая в вентиль, нарушит герметичность шины, и давление в шине будет постоянно уменьшаться.
- Ни в коем случае не допускайте эксплуатацию шин с низким давлением, так как в этом случае их температура превышает допустимый предел, что рано или поздно приведет к расслоению протектора или шина лопнет. Более высокое давление воздуха (на 0,2–0,3 бар) может быть даже выгодным: рулевое управление становится более чувствительным, а расход топлива немного уменьшается, однако при этом автомобиль движется «жестче».





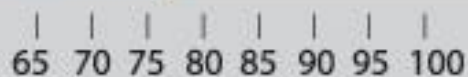
# Тормозной путь (50 - 0 км/ч), м

на льду		Баллы	на снегу		Баллы
	Nokian HKPL4 75,3	92,7		Nokian HKPL4 28,5	90,0
	Michelin Ivalo 2 69,8	100,0		Michelin Ivalo 2 28,6	89,7
	Pirelli Winter Carving 77,2	90,4		Pirelli Winter Carving 29,2	87,8
	Medeo 82,1	85,0		Medeo 29,7	87,8
	Goodyear UG 500 85,8	81,4		Goodyear UG 500 28,9	88,7
	Yokohama Guardex 700 101,6	68,7		Yokohama Guardex 700 30,4	84,4
	Kumho Izen Stud KW-11 99,9	69,9		Kumho Izen Stud KW-11 30,4	84,4
	Rosava Ledokol 78,9	88,5		Rosava Ledokol 30,1	85,2
	Amtel Nordmaster ST 99,8	69,9		Amtel Nordmaster ST 29	88,5
	Nokian HKPL RSi 71,9	95,0		Nokian HKPL RSi 28	90,0
	Toyo Observe GRG30 76,6	89,2		Toyo Observe GRG30 28,5	88,4
	Yokohama Ice Guard 68,3	100,0		Yokohama Ice Guard 28,4	88,7
	Bridgestone Blizzak WS-50Z 79,0	86,5		Bridgestone Blizzak WS-50Z 28,7	87,8
	Rosava BC-53 90,3	75,6		Rosava BC-53 30,6	82,4

Коэффициент значимости

10

9



# ПРАКТИЧЕСКИЕ СОВЕТЫ

- **Бережная эксплуатация шин**
- 1. Никогда не превышайте скорость, разрешенную для ваших шин. Прежде всего это относится к шинам (M+S) категории «Q» (160 км/ч). При более высокой скорости шины больше изнашиваются, в самом худшем случае шина может лопнуть.
- 2. Избегайте максимальной скорости движения при полностью загруженном автомобиле. Проверьте температуру шины: если она равна температуре тела, значит, все в норме. Горячая резина — это сигнал тревоги, который указывает на слишком низкое давление в шине или повреждение каркаса шины. Немедленно демонтируйте такие шины и отдайте на проверку специалисту.
- 3. Если вы часто движетесь по автостраде с высокой скоростью, установите шины, индекс скорости которых на порядок выше указанного в техническом паспорте, например, «T» вместо «S».
- 4. При парковке старайтесь не наезжать боковинами шин на бордюры и другие препятствия – их надо переезжать на малой скорости и под прямым углом.
- 5. Увеличьте давление в шинах на 0,3 бар — эта мера сэкономит топливо без ущерба для шин.

# задачи

- Время реакции водителя на возникшую опасность составляет в среднем 0.8 с. Какой путь пройдет за это время автобус, если скорость его была 54 км/ч?
- Пассажир движущегося автобуса отвлек разговором внимание водителя на 5 секунд. Почему “Правилами дорожного движения” запрещено это делать? Какой путь пройдет за это время автобус, если его скорость была 60 км/ч?
- Успеет ли водитель начать торможение, если на расстоянии 4 метров от него на дороге неожиданно выбежал пешеход? Скорость машины 36 км/ч, время реакции водителя 1 секунда.
- Мальчик играл с мячом на тротуаре. Неожиданно мяч выкатился на дорогу. Чтобы поймать мяч и вернуться с ним на тротуар мальчику необходимо 7 секунд. Какой путь пройдет за это время машина, движущаяся со скоростью 60 км/ч? Почему запрещается детям играть на дорогах или около них?
- Найти работу при торможении автомобиля за 5 секунд перед внезапно возникшим препятствием, если развитая мощность машины при торможении 80 кВт?

# ОТВЕТЫ

- Время реакции водителя на возникшую опасность составляет в среднем 0.8 с. Какой путь пройдет за это время автобус, если скорость его была 54 км/ч? (12м).
- Пассажир движущегося автобуса отвлек разговором внимание водителя на 5 секунд. Почему “Правилами дорожного движения” запрещено это делать? Какой путь пройдет за это время автобус, если его скорость была 60 км/ч? (Разговаривать с водителем во время движения автобуса нельзя, т.к. создается вполне реальная аварийная ситуация; Автобус проехал за это время путь, равный 83 метрам).
- Успеет ли водитель начать торможение, если на расстоянии 4 метров от него на дорогу неожиданно выбежал пешеход? Скорость машины 36 км/ч, время реакции водителя 1 секунда. (Нет, т.к. скорость машины 10 м/с).
- Мальчик играл с мячом на тротуаре. Неожиданно мяч выкатился на дорогу. Чтобы поймать мяч и вернуться с ним на тротуар мальчику необходимо 7 секунд. Какой путь пройдет за это время машина, движущаяся со скоростью 60 км/ч? Почему запрещается детям играть на дорогах или около них? (=117м).
- Найти работу при торможении автомобиля за 5 секунд перед внезапно возникшим препятствием, если развитая мощность машины при торможении 80 кВт? (400 кДж).

# Задачи

- Поезд двигался со скоростью 72 км/ч. Найти время торможения, если известно, что тормозной путь был равен 800м.
- Ножной тормоз грузового автомобиля считается исправным, если при торможении автомобиля, движущегося со скоростью 30км/ч по сухой и ровной дороге, тормозной путь не превышает 9.0м. Найти соответствующее этой норме тормозное ускорение.
- С какой наибольшей скоростью можно вести автомобиль на повороте с радиусом кривизны 150м, чтобы его не “занесло”, если коэффициент трения скольжения шин о дорогу равен 0.42?
- Почему на крутых поворотах в автомобиле может открыться плохо захлопнутая дверь?
- Через сколько времени остановиться автомобиль массой 1000 кг, движущийся со скоростью 72 км/ч, если выключить двигатель? Средняя сила сопротивления движению 0.20 кН.
- Тормозной путь поезда перед остановкой на станции равен 1000м. Определить тормозное ускорение и тормозное время, если в начале торможения скорость поезда была 72км/ч. Какова была скорость поезда у светофора, находящегося в средней точке тормозного пути. ( $0.20\text{м}\backslash\text{с}^2$ , 1.7мин, 14м/с).

# ОТВЕТЫ

- Поезд двигался со скоростью 72 км/ч. Найти время торможения, если известно, что тормозной путь был равен 800м. (80с)
- Ножной тормоз грузового автомобиля считается исправным, если при торможении автомобиля, движущегося со скоростью 30км/ч по сухой и ровной дороге, тормозной путь не превышает 9.0м. Найти соответствующее этой норме тормозное ускорение. ( $3.9\text{м/с}^2$ ).
- С какой наибольшей скоростью можно вести автомобиль на повороте с радиусом кривизны 150м, чтобы его не “занесло”, если коэффициент трения скольжения шин о дорогу равен 0.42?
- Почему на крутых поворотах в автомобиле может открыться плохо захлопнутая дверь? (1. =89км/ч. 2. Вследствие центробежного эффекта)
- Через сколько времени остановиться автомобиль массой 1000 кг, движущийся со скоростью 72 км/ч, если выключить двигатель? Средняя сила сопротивления движению 0.20 кН. (100 с).
- Тормозной путь поезда перед остановкой на станции равен 1000м. Определить тормозное ускорение и тормозное время, если в начале торможения скорость поезда была 72км/ч. Какова была скорость поезда у светофора, находящегося в средней точке тормозного пути. ( $0.20\text{м/с}^2$ , 1.7мин, 14м/с).



**САБИТОВА ФАЙРУЗА РИФОВНА**

**ПРЕПОДАВАТЕЛЬ ФИЗИКИ**

**ГАОУ СПО «САРМАНОВСКИЙ  
АГРАРНЫЙ КОЛЛЕДЖ»**

