

Министерство образования Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

---

Кафедра «Организация автомобильных перевозок  
и дорожного движения»

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Методические указания  
к выполнению курсовой работы  
для студентов специальности 1-44 01 02  
«Организация дорожного движения»

Минск  
БНТУ  
2011

УДК 656.13.08:378.147.091.313 (075.8)

ББК 39.33-08я7

Б 40

С о с т а в и т е л ь

*А.Д. Лукьянчук*

Р е ц е н з е н т ы:

*Г.А. Дыко, М.С. Лебедев*

Методические указания содержат вопросы программы дисциплины «Безопасность транспортных средств» и методику выполнения курсовой работы.

# 1. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Непрерывный рост автомобильного парка страны, повышение интенсивности движения на автомобильном транспорте, неудовлетворительное состояние дорожной сети в сочетании с увеличением числа автомобилей для индивидуального пользования, а также существенные недостатки в организации движения и обеспечении профессионального уровня и дисциплины водителей и пешеходов служат основными причинами дорожно-транспортных происшествий. Уровень безопасности транспортных средств в большой степени определяет безопасность дорожного движения в целом.

Цель данной дисциплины – формирование четкого представления о конструктивных и эксплуатационных факторах, определяющих безопасность транспортных средств как основного элемента системы «водитель–автомобиль–дорога», и путях повышения безопасности движения путем совершенствования конструкции автомобилей.

Дисциплина «Безопасность транспортных средств» является одной из профилирующих для специализации 1-44 01 02 «Организация дорожного движения». Она базируется на знании общенаучных специальных дисциплин: «Транспортные средства и их эксплуатационные качества», «Теоретическая механика», «Прикладная механика» и др.

## 1.1. Лекционные занятия

### 1.1.1. Введение

Цели и задачи дисциплины. Аварийность на автомобильном транспорте и ее причины. Конструктивная безопасность транспортных средств и ее роль в проблеме безопасности дорожного движения. Классификация свойств транспортных средств, влияющих на безопасность движения (активная, пассивная,

послеаварийная и экологическая безопасность транспортных средств). Отечественные и международные технические нормативные правовые акты, регламентирующие требования к конструктивной безопасности.

### ***1.1.2. Основные эксплуатационные свойства автомобиля***

Автомобиль – основной элемент транспортного потока. Необходимость комплексной оценки безопасности автомобиля. Эксплуатационные свойства, определяющие его безопасность. Измерители и показатели эксплуатационных свойств.

### ***1.1.3. Общие компоновочные параметры автомобиля***

Геометрические и компоновочные параметры автомобиля, их влияние на безопасность движения. Весовые параметры автомобиля, их влияние на безопасность движения и срок службы дорожного покрытия.

### ***1.1.4. Динамические качества автомобиля***

Тяговая динамика автомобиля, ее значение для безопасности движения. Измерители и показатели тяговой динамики. Максимальная скорость и ускорение автомобиля. Обгон автомобиля, время и путь обгона. Завершенный и незавершенный обгоны. Тормозная динамика автомобиля и ее значение для безопасности движения. Измерители и показатели тормозной динамики. Максимальное замедление, тормозной и остановочный путь автомобиля. Нормативы тормозной динамики. Распределение тормозных сил между осями. Автоматическое регулирование тормозных сил автомобиля. Антиблокировочные системы. Влияние технического состояния тормозной системы на безопасность движения. Пути повышения тяговой и тормозной динамики автомобиля.

### ***1.1.5. Устойчивость, управляемость и плавность хода автомобиля***

Устойчивость автомобиля и ее значение для безопасности движения. Измерители и показатели устойчивости. Критические скорости по условиям заноса и опрокидывания автомобиля. Управляемость автомобиля и ее значение для безопасности. Измерители и показатели управляемости автомобиля. Критические скорости по условиям увода и управляемости автомобиля. Плавность хода автомобиля и ее значение для безопасности. Измерители и показатели плавности хода. Условия отрыва колес от поверхности дороги. Пути повышения устойчивости, управляемости и плавности хода.

### ***1.1.6. Автомобильные шины***

Основные конструктивные параметры шин, влияющие на активную безопасность автомобиля. Изменение свойств шин в процессе эксплуатации. Конструктивные мероприятия, повышающие безопасность шин. Применение шипов противоскольжения. Пути совершенствования автомобильных шин.

### ***1.1.7. Информативность автомобиля***

Источники и приемники информации в системе «водитель–автомобиль–дорога». Информативность как элемент активной безопасности автомобиля. Внешняя информативность автомобиля. Кузов как элемент внешней информативности. Свето-возвращатели. Система автономного освещения автомобиля. Видимость дороги и объектов на ней. Фары дальнего света, ближнего света, скоростного света, широкоугольно-противотуманного света. Фары ближнего света с европейской и американской системой светораспределения. Система внешней световой сигнализации. Пути совершенствования светосиг-

нальных приборов. Влияние технического состояния автомобиля на его информативность. Внутренняя информативность автомобиля. Панель приборов. Звуковые сигнализаторы, несущая волна. Обзорность автомобиля. Методы определения обзорности. Требования к обзорности с места водителя. Требования к зеркалам заднего вида. Система очистки и обдува стекол автомобиля.

### ***1.1.8. Рабочее место водителя***

Сиденье водителя. Удобство посадки и его влияние на работоспособность и утомляемость водителя. Требования к конструкции сиденья. Органы управления автомобилем. Требования к органам управления. Влияние характеристик органов управления на работоспособность и утомляемость водителя. Микроклимат рабочего места водителя. Температура, влажность, вредные примеси воздуха, шумы и вибрация на рабочем месте водителя. Влияние технического состояния автомобиля на условия труда водителя.

### ***1.1.9. Пассивная безопасность автомобиля***

Пассивная безопасность автомобиля, ее измерители и показатели. Первичный, вторичный и третичный удары. Перегрузки, действующие на водителя и пассажиров при ДТП. Классификация систем пассивной безопасности. Классификация ДТП. Внутренняя пассивная безопасность автомобиля. Источники травм водителя и пассажиров. Устранение травмоопасных деталей интерьера. Безопасные рулевые колеса и колонки. Снижение нагрузок и ограничение перемещений водителя и пассажиров. Ремни безопасности, подушки безопасности, безопасные сиденья. Внешняя пассивная безопасность автомобиля. Влияние типа автомобиля и формы кузова на тяжесть

травмирования пешеходов. Конструктивные мероприятия по повышению внешней пассивной безопасности автомобиля. Энергопоглощающие бамперы и устройства, снижающие тяжесть травмирования пешеходов при ДТП.

#### ***1.1.10. Послеаварийная безопасность автомобиля***

Опасные явления, возникающие после ДТП. Эвакуация людей из автомобиля после ДТП. Противопожарная безопасность автомобиля. Пути повышения пожарной безопасности автомобиля. Нормы послеаварийной безопасности.

#### ***1.1.11. Экологическая безопасность автомобиля***

Влияние автомобилизации на окружающую среду. Токсичность отработавших газов двигателя. Методы уменьшения загрязнения окружающей среды. Шум автомобиля и его источники. Основные направления борьбы с шумом.

### **1.2. Примерный перечень практических занятий**

Определение обзорности автомобиля.

Изучение Правил ЕЭК ООН.

Изучение требований Конвенции о дорожном движении к системам автомобиля.

Изучение требований СЕМТ/ЕСМТ к безопасности автомобиля.

### **1.3. Примерный перечень лабораторных занятий**

Определение показателей тормозной динамики автомобиля.

Определение токсичности отработавших газов автомобиля.

Измерение внешнего шума автомобиля.

Методы испытаний дверных замков на пассивную безопасность.

Испытание автомобиля на устойчивость и управляемость.

Изучение характеристик ремней безопасности.

Определение параметров рабочего места водителя.

#### **1.4. Самостоятельная работа студентов**

Курсовая работа «Расчет параметров конструктивной безопасности транспортных средств» включает разработку следующих вопросов:

– определение параметров активной безопасности транспортных средств;

– оценка показателей пассивной безопасности транспортных средств и т. д.



## **2. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ**

Целью курсовой работы является приобретение практических навыков в определении эксплуатационных свойств автомобиля, непосредственно влияющих на его конструктивную безопасность.

Курсовая работа выполняется в соответствии с заданием и методическими указаниями. Она включает расчетно-пояснительную записку объемом 15–20 страниц формата А4 и графическую часть – 1 лист формата А1.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать обложку, титульный лист, задание на курсовое проектирование, содержание, введение, основную расчетно-пояснительную часть, заключение, список использованной литературы и должна быть выполнена в соответствии с ГОСТ 7.32–2001.

### **2.1. Задание на курсовое проектирование**

Задание на курсовую работу, подписанное руководителем и утвержденное заведующим кафедрой, выдается индивидуально каждому студенту на бланке установленного образца.

В задании указывается марка исследуемого автомобиля и перечень подлежащих разработке вопросов.

При получении задания студент в нем расписывается и указывает дату получения.

### **2.2. План выполнения курсовой работы**

1. Привести техническую характеристику исследуемого автомобиля.

2. Определить тягово-скоростные свойства автомобиля.

2.1. Построить внешнюю скоростную характеристику двигателя.

2.2. Построить тяговую диаграмму автомобиля.

3. Рассчитать параметры торможения автомобиля.

3.1. Определить остановочный путь и время торможения автомобиля в порожнем и загруженном состоянии.

3.2. Определить замедление автомобиля с полной нагрузкой на подъеме и на уклоне.

3.3. Рассчитать показатели тормозной динамики и построить их график.

4. Определить показатели устойчивости и управляемости автомобиля.

4.1. Определить критические скорости движения автомобиля на повороте по условиям заноса и опрокидывания.

4.2. Определить время, в течение которого центробежная сила, действующая на автомобиль на повороте, увеличится до опасного предела.

4.3. Определить критические углы косогора по условиям бокового скольжения и опрокидывания.

4.4. Определить критическую скорость автомобиля по условиям управляемости.

5. Определить динамический коридор автомобиля при прямолинейном движении и на повороте.

6. Определить расстояние до препятствия, на протяжении которого, водитель сможет совершить маневр отворота.

7. Определить путь и время обгона, сочетаемого с разгоном.

8. Определить параметры регулирования фар ближнего света.

8.1. Определить дальность видимости в свете фар ближнего света.

8.2. Определить максимальную скорость движения автомобиля по условиям видимости пешехода.

8.3. Определить возможность ослепления водителя встречного автомобиля.

9. Сделать заключение по проделанной работе.

### 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

#### 3.1. Определение тягово-скоростных свойств автомобиля

##### 3.1.1. Внешняя скоростная характеристика двигателя

Внешняя скоростная характеристика двигателя – это зависимость мощности двигателя  $N_e$  (кВт) и крутящего момента  $M_e$  (Н·м) от частоты вращения коленчатого вала  $n$  (мин<sup>-1</sup>).

Для построения внешней скоростной характеристики необходимо определить значения величины крутящего момента и мощности двигателя при его работе с различной угловой скоростью коленчатого вала.

Для определения крутящего момента используем эмпирическую формулу:

$$M_{ei} = \frac{N_{e\max}}{\omega_N} \left[ a_M + b_M \cdot \frac{\omega_i}{\omega_N} - c_M \cdot \left( \frac{\omega_i}{\omega_N} \right)^2 \right], \text{ Н} \cdot \text{м},$$

где  $\omega_N$  – угловая скорость коленчатого вала двигателя при максимальной мощности, с<sup>-1</sup>;

$\omega_i$  – текущее значение угловой скорости коленчатого вала, с<sup>-1</sup>;

$a_M, b_M, c_M$  – эмпирические коэффициенты, зависящие от типа двигателя:

– для бензиновых двигателей  $a_M = 1; b_M = 1; c_M = 1;$

– для дизельных двигателей  $a_M = 0,53; b_M = 1,56; c_M = -1,09.$

$N_{e\max}$  – максимальная мощность двигателя, кВт.

Для нахождения мощности двигателя при определенной угловой скорости коленчатого вала используем формулу:

$$N_{ei} = M_{ei} \cdot \omega_i, \text{ кВт.}$$

### 3.1.2. Тяговая диаграмма автомобиля

Тяговая диаграмма автомобиля представляет собой график изменения тяговых сил на ведущих колесах автомобиля на всех передачах переднего хода в зависимости от скорости движения.

Расчет тяговых сил производится по формуле:

$$P_{Ti} = \frac{M_{ei} \cdot U_k \cdot U_{pk} \cdot U_0 \cdot \eta_{тр}}{r_k}, \text{ Н,}$$

где  $U_k$  – передаточное число коробки передач;

$U_{pk}$  – передаточное число раздаточной коробки;

$U_0$  – передаточное число главной передачи;

$\eta_{тр}$  – коэффициент полезного действия трансмиссии;

$r_k$  – радиус качения ведущего колеса.

Расчет крутящего момента и мощности двигателя, а также тяговых сил автомобиля производится на ЭВМ по программе, разработанной на кафедре «Организация автомобильных перевозок и дорожного движения».

Для расчета на ЭВМ и выполнения других разделов работы необходимо подготовить исходные данные (параметры технической характеристики исследуемого автомобиля), перечень которых приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Техническая характеристика \_\_\_\_\_  
(марка исследуемого автомобиля)

№ пп	Наименование параметра	Условное обозначение	Единица измерения	Значение параметра
1	2	3	4	5
1	Максимальная мощность двигателя	$N_{e \max}$	кВт	
2	Частота вращения коленчатого вала	$n$	мин <sup>-1</sup>	

	при максимальной мощности			
--	---------------------------	--	--	--

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5
3	Число передач переднего хода			
4	Передаточные числа коробки передач	$U_k$		1-я передача 2-я передача и т. д.
5	Передаточное число трансмиссии (кроме коробки передач)	$U_{тр}$		
6	Радиус качения ведущего колеса	$r_k$	м	
7	Снаряженная масса автомобиля, в том числе: – приходящаяся на переднюю ось – приходящаяся на заднюю ось	$M_C$  $M_{C1}$ $M_{C2}$	кг	
8	Полная масса автомобиля, в том числе: – приходящаяся на переднюю ось – приходящаяся на заднюю ось	$M_{П}$  $M_{П1}$ $M_{П2}$	кг	
9	Габаритная длина автомобиля	$L_a$	м	
10	Габаритная ширина автомобиля	$B_a$	м	
11	База	$L$	м	
12	Колея	$B$	м	
13	Передний свес	$C$	м	
14	КПД трансмиссии	$\eta_{тр}$		
15	Лобовая площадь	$F_b$	м <sup>2</sup>	
16	Коэффициент сопротивления качению	$f$		
17	Коэффициент обтекаемости	$K_b$	Н·с <sup>2</sup> /м <sup>4</sup>	
18	Высота центра тяжести: – с нагрузкой – без нагрузки	$h_{ц}$	м	
19	Жесткость подвески: – передней – задней	$C_{П1}$ $C_{П2}$	Н/м Н/м	
20	Параметры экрана для регулировки фар: – расстояние между центрами фар	$l$	м	

– высота центра фар	$h$	м	
– смещение светового пучка фар	$e$	м	

Значения параметров № 1–13 и № 16–20 даются преподавателем при выдаче задания на установочной лекции.

Если в технической характеристике автомобиля приведен размер шин, то радиус качения колеса  $r_k$  определяют по следующей формуле:

$$r_k = (B \cdot \frac{X}{100} + 0,5 \cdot d \cdot 25,4) / 1000, \text{ м,}$$

где  $B$  – ширина профиля шины, мм;

$X$  – соотношение высоты профиля ( $H$ ) к его ширине ( $B$ ), %;

$d$  – посадочный диаметр шины, дюймов (1 дюйм = 25,4 мм).

Например, размер шин обозначен 205/60R16.

В этом обозначении: 205 – ширина профиля шины  $B$ , мм;

60 – соотношение высоты профиля ( $H$ ) к его ширине ( $B$ )  $X$ , %;

$R$  – радиальное расположение нитей корда в каркасе шины;

16 – посадочный диаметр шины  $d$ , дюймов.

Тогда радиус качения колеса будет равен:

$$r_k = (205 \cdot 0,6 + 0,5 \cdot 16 \cdot 25,4) / 1000 = 0,326 \text{ м.}$$

Значение параметра № 14 «КПД трансмиссии» выбирается в зависимости от типа автомобиля:

– для легковых автомобилей  $\eta_{\text{тр}} = 0,90\text{--}0,92$ ;

– для грузовых автомобилей и автобусов  $\eta_{\text{тр}} = 0,85\text{--}0,90$ ;

– для полноприводных автомобилей  $\eta_{\text{тр}} = 0,80\text{--}0,85$ .

Значение параметра № 15 «Лобовая площадь» определяется следующим образом:

– для легковых автомобилей  $F_v = 0,78 \cdot B_a \cdot H_a$ ;

– для грузовых автомобилей и автобусов  $F_v = B \cdot H_a$ .

По данным расчета на ЭВМ строится внешняя скоростная характеристика двигателя и тяговая диаграмма автомобиля.

Распечатка результатов расчета на ЭВМ должна быть помещена в расчетно-пояснительную записку.

На тяговой диаграмме необходимо построить кривую суммарного сопротивления движению автомобиля при движении по горизонтальной дороге. Для этого следует рассчитать силы сопротивления качению и воздуха.

Расчет силы сопротивления качению производим по следующей формуле:

$$P_k = f \cdot G, \text{ Н},$$

где  $f$  – коэффициент сопротивления качению;

$G$  – вес автомобиля, Н.

При скорости более 50 км/ч коэффициент сопротивления качению определяется по следующей зависимости:

$$f = f_0 \cdot \left( 1 + \frac{V^2}{1500} \right),$$

где  $f_0$  – коэффициент сопротивления качению при скорости движения до 50 км/ч.

Расчет силы сопротивления воздуха производится по следующей формуле:

$$P_B = K_B \cdot F_B \cdot V^2, \text{ Н},$$

где  $K_B$  – коэффициент сопротивления воздуха или коэффициент обтекаемости, Н·с<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>;

$F_B$  – лобовая площадь автомобиля, м<sup>2</sup>.

Расчет сил сопротивления движению необходимо вести до наибольшей скорости движения автомобиля на высшей пере-

даче по данным расчета на ЭВМ. Результаты расчета целесообразно свести в таблицу по следующей форме (таблица 2).

Таблица 2 – Расчет сил сопротивления движению

V	км/ч	10	20	30	40	50	60	70	и т. д.
	м/с	2,77	5,55	8,33	11,11	13,88	16,67	19,44	
$P_k$ , Н									
$P_b$ , Н									
$P_k + P_b$ , Н									

## 3.2. Расчет параметров торможения автомобиля

### 3.2.1. Определение остановочного времени автомобиля с нагрузкой и без нагрузки

Остановочное время автомобиля определяется по следующей формуле:

$$t_0 = t_p + t_c + 0,5 \cdot t_n + \frac{k_3 \cdot V_0}{g \cdot \varphi_x}, \text{ с},$$

где  $t_p$  – время реакции водителя, с;

$t_c$  – время срабатывания тормозной системы, с;

$t_n$  – время нарастания замедления, с;

$k_3$  – коэффициент эффективности торможения;

$V_0$  – скорость автомобиля перед началом торможения, м/с;

$\varphi_x$  – коэффициент сцепления колес автомобиля с поверхностью дороги;

$g$  – ускорение свободного падения – 9,81 м/с<sup>2</sup>.

$t_p$  принимаем равным 0,8 с.

$t_c$  для автомобилей с гидравлическим приводом тормозов 0,2–0,3 с;

для автомобилей с пневматическим приводом тормозов 0,6–0,8 с;

$t_n$  рассчитывается по формуле:



$$t_H = \frac{G \cdot (b + \varphi_x \cdot h_{ц})}{k_1 \cdot L} \cdot \varphi_x, \text{ с},$$

где  $G$  – вес автомобиля с данной нагрузкой, Н;

$b$  – расстояние от задней оси автомобиля до центра тяжести, м;

$h_{ц}$  – расстояние от центра тяжести автомобиля до поверхности дороги, м;

$k_1$  – скорость нарастания тормозных сил на передних колесах автомобиля, кН/с;

$L$  – база автомобиля, м.

Расстояние от задней оси автомобиля до центра тяжести рассчитывается по формуле:

$$b = \frac{M_1}{M} \cdot L, \text{ м},$$

где  $M_1$  – масса автомобиля, приходящаяся на переднюю ось, кг;

$M$  – масса всего автомобиля с данной нагрузкой, кг;

$k_1$  выбирается в зависимости от типа тормозной системы:

– для автомобилей с гидравлическим приводом тормозов  
 $k_1 = 15\text{--}30$  кН/с;

– для автомобилей с пневматическим приводом тормозов  
 $k_1 = 25\text{--}100$  кН/с.

$k_3$  выбирается в зависимости от типа автомобиля и его весового состояния из таблицы 3.

Таблица 3 – Значения коэффициентов эффективности торможения

Тип автомобиля	Коэффициент эффективности торможения $k_3$	
	без нагрузки	с полной нагрузкой
Легковые автомобили	1,10–1,15	1,15–1,20

Грузовые массой до 10 т и автобусы длиной до 7,5 м	1,10–1,30	1,50–1,60
Грузовые массой более 10 т и автобусы длиной более 7,5 м	1,40–1,60	1,60–1,80

При расчетах принимаем:

автомобиль до торможения движется с постоянной скоростью, равной 40 км/ч ( $V_0 = 11,11$  м/с); коэффициент сцепления колес автомобиля с поверхностью дороги  $\varphi_x = 0,6$ .

Расчеты ведем для автомобиля без нагрузки и с нагрузкой.

### ***3.2.2. Определение остановочного пути автомобиля с нагрузкой и без нагрузки***

Определение остановочного пути автомобиля производим по следующей формуле:

$$S_0 = (t_p + t_c + 0,5 \cdot t_H) \cdot V_0 + \frac{k_э \cdot V_0^2}{2 \cdot g \cdot \varphi_x}, \text{ м.}$$

При расчетах следует использовать те же исходные данные, что и при определении остановочного времени автомобиля.

### ***3.2.3. Определение замедления автомобиля с нагрузкой на уклоне и на подъеме***

При торможении автомобиля на уклоне или на подъеме сила его инерции уравнивается алгебраической суммой тормозной силы и силы сопротивления подъему. При движении на подъем эти силы складываются, а на уклоне – вычитаются:

$$P_{\text{торм}} \pm P_{\text{п}} = M \cdot j_3, \text{ Н,}$$

где  $P_{\text{торм}}$  – тормозная сила, Н;

$P_{\text{п}}$  – сила сопротивления подъему, Н;

$M$  – масса автомобиля, кг;

$j_3$  – замедление автомобиля, м/с<sup>2</sup>.

Отсюда замедление автомобиля на уклоне или на подъеме:

$$j_3 = \frac{P_{\text{торм}} \pm P_{\text{п}}}{M}, \text{ м/с}^2.$$

Тормозная сила и сила сопротивления подъему рассчитываются по следующим формулам:

$$P_{\text{торм}} = G \cdot \varphi_x \cdot \cos \alpha, \text{ Н},$$

$$P_{\text{п}} = G \cdot \sin \alpha, \text{ Н},$$

где  $\alpha$  – угол подъема (уклона) дороги, рад;

$G$  – вес автомобиля, Н;

$\varphi_x$  – коэффициент сцепления колес автомобиля с поверхностью дороги.

Конечная формула для расчета замедления автомобиля на уклоне и подъеме будет иметь следующий вид:

$$j_3 = \left( \frac{\varphi_x \cdot \cos \alpha}{k_3} \pm \sin \alpha \right) \cdot g, \text{ м/с}^2.$$

Замедление автомобиля необходимо определять при угле подъема (уклона)  $\alpha = 0,1$  радиана.

#### ***3.2.4. Построение графика показателей тормозной динамики автомобиля***

Для построения графика показателей тормозной динамики необходимо определить значения тормозного пути, времени торможения и замедления для автомобиля с нагрузкой и без нагрузки.

Для этого используем следующие формулы:

$$j_3 = \frac{g \cdot \varphi_x}{k_3}, \text{ м/с}^2,$$

$$t_T = t_c + 0,5 \cdot t_H + \frac{k_9 \cdot V_0}{g \cdot \varphi_x}, \text{ с,}$$

$$S_T = (t_c + 0,5 \cdot t_H) \cdot V_0 + \frac{k_9 \cdot V_0^2}{2 \cdot g \cdot \varphi_x}, \text{ м.}$$

Расчет производится для диапазона скоростей движения автомобиля от 0 до 100 км/ч через 10 км/ч.

Результаты расчета необходимо свести в таблицу, примерный вид которой приведен ниже (таблица 4).

Таблица 4 – Показатели тормозной динамики автомобиля

Скорость		Автомобиль с нагрузкой			Автомобиль без нагрузки		
км/ч	м/с	$j, \text{ м/с}^2$	$S_T, \text{ м}$	$t_T, \text{ с}$	$j, \text{ м/с}^2$	$S_T, \text{ м}$	$t_T, \text{ с}$
0	0						
10	2,77						
20	5,55						
30	8,33						
и т. д.							

### 3.3. Определение показателей устойчивости и управляемости автомобиля

#### 3.3.1. Определение критической скорости автомобиля по опрокидыванию

Критическая скорость по опрокидыванию ( $V_{\text{опр}}$ ) определяется по формуле:

$$V_{\text{опр}} = \sqrt{\frac{g \cdot R \cdot B}{2 \cdot h_{\text{ц}}}}, \text{ м/с,}$$

где  $R$  – радиус поворота, м;

$B$  – передняя колея автомобиля, м;

$h_{ц}$  – высота центра тяжести автомобиля, м.

Расчет следует вести для груженого и порожнего автомобиля при радиусе поворота  $R = 50$  м.

### ***3.3.2. Определение критической скорости автомобиля по условиям заноса***

Критическая скорость по заносу ( $V_{\text{заноса}}$ ) определяется по формуле:

$$V_{\text{заноса}} = \sqrt{g \cdot R \cdot \varphi_y}, \text{ м/с,}$$

где  $\varphi_y$  – коэффициент поперечного сцепления колес автомобиля с поверхностью дороги.

Расчет необходимо вести при радиусе поворота  $R = 150$  м,  $\varphi_{y1} = 0,6$  и  $\varphi_{y2} = 0,2$ .

### ***3.3.3. Определение времени, в течение которого центробежная сила увеличится до опасного предела***

При движении автомобиля на повороте на него действует поперечная составляющая центробежной силы ( $P_y$ ) и сила, действующая на переднюю часть автомобиля, которая вызвана поворотом управляемых колес ( $P'_y$ ).

Суммарная сила, действующая на автомобиль, будет равна:

$$P_{\text{сум}} = P_y + P'_y = \frac{M \cdot V^2 \cdot \theta}{L} + \frac{M \cdot b \cdot V \cdot \omega_{y.k}}{L} = \frac{M \cdot V}{L} (V \cdot \theta + b \cdot \omega_{y.k}), \text{ Н,}$$

$\omega_{y.k}$  – угловая скорость поворота управляемых колес.

Расчет произведем при условии, что управляемые колеса поворачиваются с постоянной угловой скоростью.

Угол поворота управляемых колес можно определить как:

$$\theta = \omega_{y.k} \cdot t.$$

Подставив в исходную формулу значение  $\theta$ , получим:

$$P_{\text{сум}} = \frac{M \cdot V}{L} (V \cdot \omega_{y.k} \cdot t + b \cdot \omega_{y.k}), \text{ Н.}$$

Предельное значение суммарной силы, при которой автомобиль на повороте будет двигаться без бокового скольжения, не должно превышать силы поперечного сцепления колес с дорогой:

$$P_{\text{сум}} \leq G \cdot \varphi_y, \text{ Н.}$$

Тогда приравняв два этих выражения, получим:

$$\frac{M \cdot V}{L} (V \cdot t \cdot \omega_{y.k} + b \cdot \omega_{y.k}) = G \cdot \varphi_y = M \cdot g \cdot \varphi_y.$$

Отсюда определим время, в течение которого центробежная сила увеличится до опасного предела:

$$t = \frac{g \cdot \varphi_y \cdot L - b \cdot V \cdot \omega_{y.k}}{V^2 \cdot \omega_{y.k}}, \text{ с.}$$

Расчет следует вести для автомобиля с нагрузкой и без нагрузки при следующих исходных данных:  $\varphi_y = 0,6$  и  $\varphi_y = 0,2$ ;

$$V = 60 \text{ км/ч} = 16,7 \text{ м/с}; \omega_{y.k} = 0,1 \text{ рад/с} = 0,016 \text{ с}^{-1}.$$

### ***3.3.4. Определение критического угла косогора по опрокидыванию автомобиля***

Критический угол косогора по опрокидыванию автомобиля ( $\beta_{\text{опр}}$ ) определяется по формуле:

$$\beta_{\text{опр}} = \text{arctg} \frac{B}{2 \cdot h_{\text{ц}}}, \text{ рад.}$$

Расчет ведем для автомобиля с полной нагрузкой и без нагрузки.

### ***3.3.5. Определение критического угла косогора по условию бокового скольжения***

Критический угол косогора по условию бокового скольжения ( $\beta_{\text{ск}}$ ) определяется по формуле:

$$\beta_{\text{ск}} = \text{arctg} \cdot \varphi_y, \text{ рад.}$$

Расчет производим для значений коэффициента сцепления колес автомобиля с поверхностью дороги  $\varphi_y = 0,6$  и  $\varphi_y = 0,2$ .

### ***3.3.6. Определение критической скорости автомобиля по условиям управляемости***

Для определения критической скорости автомобиля по условиям управляемости ( $V_{\text{упр}}$ ) используем формулу:

$$V_{\text{упр}} = \sqrt{\left( \frac{\sqrt{\varphi^2 - f^2}}{\text{tg}\theta} - f \right) \cdot g \cdot L \cdot \cos\theta}, \text{ м/с,}$$

где  $\theta$  – угол поворота управляемых колес автомобиля.

Этот угол можно определить как:

$$\theta = \text{arctg} \frac{L}{R}, \text{ рад.}$$

Расчет необходимо вести для  $\varphi = 0,2$ ,  $R = 125$  м и  $f = 0,02$ .

### **3.4. Определение динамического коридора автомобиля**

#### **3.4.1. Определение динамического коридора автомобиля при прямолинейном движении**

Динамический коридор автомобиля при прямолинейном движении рассчитывается по следующей эмпирической формуле:

$$B_k = 0,054 \cdot V + B_a + 0,3, \text{ м,}$$

где  $B_a$  – габаритная ширина автомобиля, м.

Динамический коридор определяется для диапазона скоростей движения от 30 до 90 км/ч через 10 км/ч.

Результаты расчета следует свести в таблицу, примерная форма которой приведена ниже (таблица 5).

Таблица 5 – Динамический коридор автомобиля

Скорость автомобиля	км/ч	30	40	50	60	70	80	90
	м/с	8,33	11,11	13,88	16,67	19,44	22,22	25
$B_k$ , м								

#### **3.4.2. Определение динамического коридора одиночного автомобиля на повороте**

Динамический коридор одиночного автомобиля при движении на повороте определяется по следующей зависимости:

$$B_k = R_n - \sqrt{R_n^2 - (L + C)^2} + B_a, \text{ м,}$$

где  $R_n$  – наружный габаритный радиус поворота автомобиля, м;  
 $C$  – передний свес автомобиля, м.



Расчет ведем для  $R_H = 50$  м.

### **3.4.3. Определение динамического коридора автомобиля с прицепом на повороте**

Динамический коридор при движении автомобиля с прицепом на повороте больше, чем у одиночного автомобиля, за счет смещения задней оси прицепа относительно задней оси тягача и определяется по следующей формуле:

$$B_K = R_H - \sqrt{R_H^2 - (L + C)^2} + B_a + C_K, \text{ м,}$$

где  $C_K$  – смещение середины задней оси прицепа относительно середины задней оси тягача.

Расчет проводим для  $R_H = 50$  м и  $C_K = 0,7-1,0$  м.

### **3.5. Определение расстояния до препятствия, на протяжении которого водитель сможет совершить маневр отворота**

На рисунке 1 показан отворот от препятствия, когда внешняя габаритная точка транспортного средства движется по дуге  $AB$  постоянного радиуса  $R$ . Чтобы совершить такой маневр и проехать мимо препятствия с интервалом  $\Delta'$ , водителю необходимо располагать расстоянием  $S$  от передней части автомобиля до препятствия в тот момент, когда водитель принимает решение произвести маневр.

Как видно из рисунка, расстояние от передней части автомобиля до препятствия равно:  $S = BD - (L + C)$ .

Из прямоугольного треугольника  $OBD$  находим  $BD = \sqrt{OB^2 - OD^2}$ .

Если  $AD$  обозначить как  $h$ , то с учетом того, что  $AO = BO = R_H$ , можно записать:  $OD = AO - AD = R_H - h$ .

$h = AD$  найдем как сумму  $Y + \Delta$ , где  $Y$  – ширина препятствия.

Величину  $\Delta$  можно определить как разность между шириной динамического коридора автомобиля на повороте и его габаритной шириной:

$$\Delta = B_k - B_a \quad \text{или} \quad \Delta = R_H - \sqrt{R_H^2 - (L + C)^2}.$$

Тогда выражение для определения  $BD$  будет иметь следующий вид:

$$BD = \sqrt{R_H^2 - (R_H - h)^2} = \sqrt{R_H^2 - R_H^2 + 2hR_H - h^2} = \sqrt{2hR_H - h^2}.$$

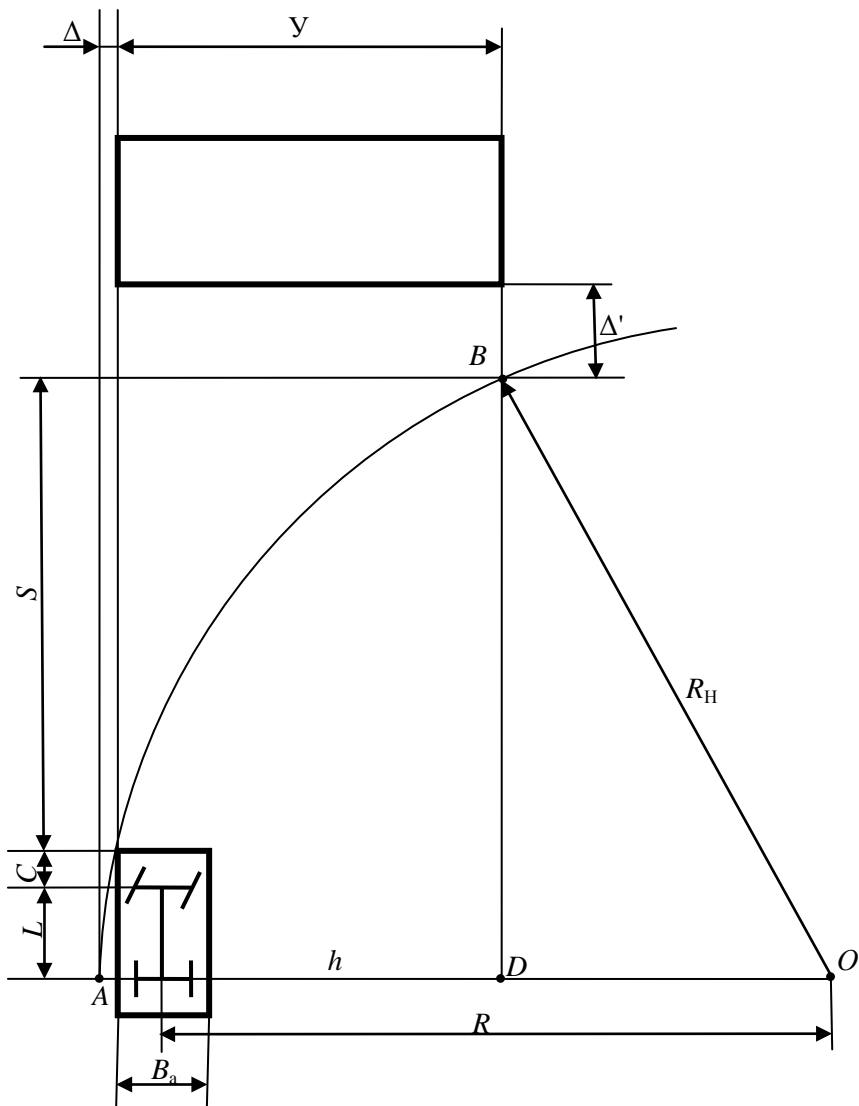


Рисунок 1 – Схема маневрирования автомобиля

С учетом изложенного, расстояние от автомобиля до препятствия определим как:

$$S = \sqrt{2hR_H - h^2} - (L + C).$$

В общем случае, для того, чтобы водитель мог осуществить маневр отворота, необходимо, чтобы расстояние до препятствия было следующим:

$$S = (t_p + t_1 + t) \cdot V + \sqrt{2R_H h - h^2} - (L + C) + \Delta', \text{ м,}$$

где  $t_p$  – время реакции водителя, с;

$t_1$  – время срабатывания рулевого привода, с;

$t$  – время вывода автомобиля на траекторию постоянного радиуса  $R$ , с;

$\Delta'$  – интервал безопасности между левым краем переднего бампера автомобиля и препятствием, м.

Время реакции водителя  $t_p$  принимается 0,8 с.

Время срабатывания рулевого привода  $t_1$  выбирается в зависимости от типа автомобиля:

– для легковых автомобилей  $t_1 = 0,1-0,2$  с;

– для грузовых автомобилей и автобусов  $t_1 = 0,3-0,4$  с.

Если считать, что водитель поворачивает рулевое колесо с постоянной угловой скоростью  $\omega_{y,k}$ , то время вывода автомобиля на траекторию постоянного радиуса  $R$  определяется из выражения:

$$t = \frac{\theta}{\omega_{y,k}}, \text{ с,}$$

где  $\theta$  – угол поворота управляемых колес автомобиля, обеспечивающий движение по траектории постоянного радиуса  $R$ , определяется из выражения:

$$\theta = \text{arctg} \frac{L}{R}, \text{ рад.}$$

Из схемы маневрирования автомобиля  $R = R_n - \Delta - 0,5 B_a$ .

Расчет производится при следующих исходных данных:  $V = 60$  км/ч;  $Y = 6$  м;  $R_n = 60$  м – для легковых автомобилей,  $R_n = 70$  м – для грузовых автомобилей и автобусов;  $\omega_{y,k} = 0,1$  рад/с;  $\Delta' = 0,5$  м.

### 3.6. Определение пути и времени обгона с ускорением

Для определения пути и времени обгона с ускорением, т. е. обгона сочетаемого с разгоном, необходимо построить график интенсивности разгона обгоняющего автомобиля, характеризующий зависимость между путем и временем разгона автомобиля при ускоренном движении. Для построения этого графика следует рассчитать время и путь разгона автомобиля и построить соответствующие графики.

Будем считать, что процесс обгона с ускорением происходит на передаче, предшествующей высшей ступени коробки передач. Для расчета пути и времени разгона автомобиля воспользуемся данными ускорения автомобиля на этой передаче, приведенными в крайней правой графе распечатки результатов тягового расчета на ЭВМ.

Для построения графика времени разгона необходимо определить время разгона в каждом интервале скоростей движения, считая, что в пределах интервала автомобиль движется с постоянным ускорением, равным:

$$j_{cpi} = \frac{j_i + j_{i+1}}{2}, \text{ м/с}^2.$$

Тогда время разгона от скорости  $V_i$  до скорости  $V_{i+1}$

$$t_i = \frac{V_{i+1} - V_i}{j_{cpi}} = \frac{\Delta V_i}{j_{cpi}}, \text{ с.}$$

Общее время разгона до максимальной скорости:

$$t_p = \sum_{i=1}^n t_i, \text{ с.}$$

При определении пути разгона автомобиля считается, что за время  $t_i$  автомобиль движется с постоянной средней скоростью  $V_{\text{ср}i}$ , равной:

$$V_{\text{ср}i} = \frac{V_i + V_{i+1}}{2}, \text{ м/с.}$$

Тогда путь, пройденный автомобилем за это время, будет равен:

$$S_i = t_i \cdot V_{\text{ср}i}, \text{ м.}$$

Общий путь, пройденный автомобилем за время разгона до максимальной скорости, равен:

$$S_p = \sum_{i=1}^n \Delta t_i \cdot V_{\text{ср}i}, \text{ м.}$$

Результаты расчета параметров разгона сводим в таблицу 6.

Затем по расчетным данным, приведенным в таблице, строят графики времени и пути разгона автомобиля на передаче, предшествующей высшей.

Таблица 6 – Параметры разгона автомобиля

$V_i$		$\Delta V_i,$ м/с	$j_i,$ м/с <sup>2</sup>	$j_{cpi},$ м/с <sup>2</sup>	$t_i,$ с	$\sum_{i=1}^n t_i,$ с	$V_{cpi},$ м/с	$S_i,$ м	$\sum_{i=1}^n S_i,$ м
км/ч	м/с								
$V_1$	$V_1$		$j_1$		0	0	0	0	0
		$\Delta V_1$	$j_2$	$j_{cp1}$	$t_1$	$t_1$	$V_{cp1}$	$S_1$	$S_1$
$V_2$	$V_2$			$j_{cp2}$	$t_2$	$t_1 + t_2$	$V_{cp2}$	$S_2$	$S_1 + S_2$
		$\Delta V_2$	$j_3$	$j_{cp3}$	$t_3$	$t_1 + t_2 + t_3$	$V_{cp3}$	$S_3$	$S_1 + S_2 + S_3$
$V_3$	$V_3$			$j_4$	$j_{cp4}$	$t_4$	$t_1 + t_2 + t_3 + t_4$	$V_{cp4}$	$S_4$
		$\Delta V_3$	$j_5$						
$V_4$	$V_4$								
		$\Delta V_4$							
$V_5$	$V_5$								

После этого строят график интенсивности разгона (рисунок 2), для чего в координатах  $S-t$  наносят значения времени  $t_1$  и пути  $S_1$ , необходимые для разгона автомобиля от скорости  $V_1$  до скорости  $V_2$ , а затем значения времени  $t_1 + t_2$  и пути  $S_1 + S_2$  для интервала скоростей  $V_1-V_3$  и т. д. После этого полученные точки соединяют плавной кривой.

Для определения времени и пути обгона с ускорением на кривой интенсивности разгона (см. рисунок 2) находят точку  $A$ , соответствующую скорости движения  $V_2$  обгоняемого автомобиля, и от нее вправо по горизонтали откладывают отрезок, равный  $D_1 + L_2$ , где  $D_1$  – дистанция безопасности в начале обгона, а  $L_2$  – габаритная длина обгоняемого автомобиля. Из конца отрезка проводим наклонную прямую, изображающую движение обгоняемого автомобиля. Точка  $B$  пересечения этой прямой с кривой интенсивности разгона соответствует моменту времени, когда передние части обоих автомобилей поравнялись. При дальнейшем движении обгоняющий автомобиль выходит вперед.

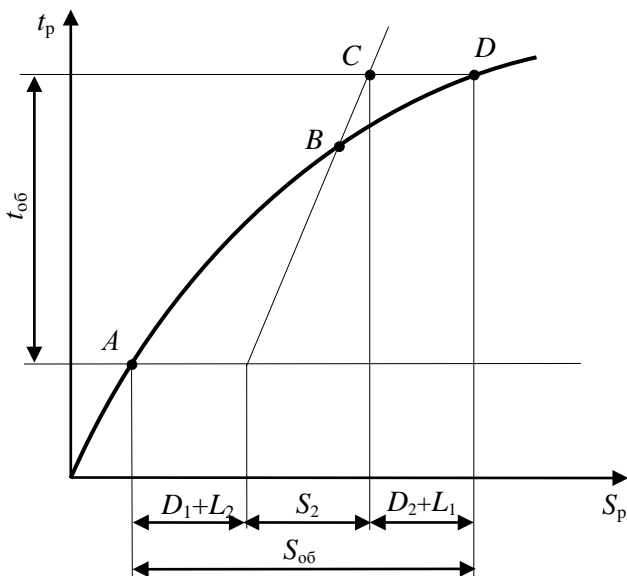


Рисунок 2 – График пути и времени обгона с ускорением

Чтобы определить минимально необходимые время и путь обгона, необходимо на графике найти две точки  $C$  и  $D$ , расстояние между которыми по горизонтали было бы равно сумме  $D_2 + L_1$ , где  $D_2$  – дистанция безопасности в конце обгона, а  $L_1$  – габаритная длина обгоняющего автомобиля. Зная положения начальной и конечной точек обгона, по координатам  $S$  и  $t$  находят путь и время обгона.

Дистанции безопасности в начале обгона  $D_1$  и в конце обгона  $D_2$  определяются по следующим эмпирическим выражениям:

$$D_1 = a_{об} \cdot V_1^2 + 4,0, \text{ м,}$$

$$D_2 = b_{об} \cdot V_2^2 + 4,0, \text{ м,}$$

где  $V_1$  – скорость обгоняющего автомобиля в начале обгона,

$V_2$  – скорость обгоняемого автомобиля,

$a_{об}$  и  $b_{об}$  – эмпирические коэффициенты обгона.



Значения эмпирических коэффициентов зависят от типа обгоняемого автомобиля и выбираются из таблицы 7.

Таблица 7 – Значения коэффициентов обгона

Тип автомобиля	$a_{об}$	$b_{об}$
Легковые автомобили	0,33	0,26
Грузовые автомобили средней грузоподъемности	0,53	0,48
Грузовые автомобили большой грузоподъемности и автопоезда	0,76	0,67

В расчетах принимаем, что скорость обгоняемого автомобиля  $V_2 = 60$  км/ч и габаритная длина обгоняемого автомобиля равна габаритной длине обгоняющего автомобиля, т. е.  $L_1 = L_2$ .

### 3.7. Определение параметров регулирования фар ближнего света

Для обеспечения безопасности движения большое значение имеет правильная регулировка фар автомобиля. Регулировка фар ближнего света с европейской асимметричной системой светораспределения может проводиться с помощью специального экрана, перед которым на определенном расстоянии устанавливается автомобиль.

Разметка регулировочного экрана представлена на рисунке 3.

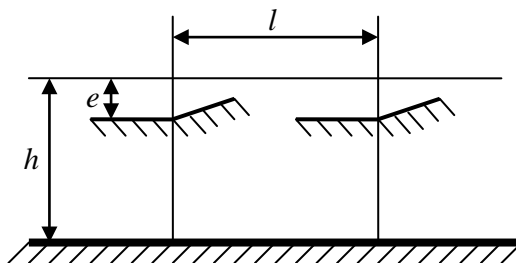


Рисунок 3 – Разметка экрана для регулировки фар:

$l$  – расстояние между центрами фар, м;  $h$  – высота центра фар над уровнем дороги, м;  $e$  – смещение светового пучка фар, м

### 3.7.1. Определение дальности видимости дороги в свете фар ближнего света

Для определения параметров регулирования фар ближнего света воспользуемся следующей схемой (рисунок 4).

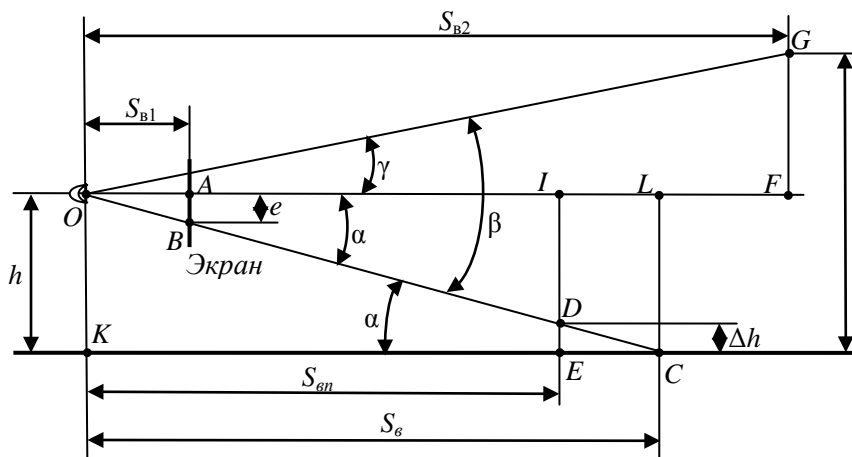


Рисунок 4 – Схема параметров регулирования фар ближнего света

На схеме приняты следующие обозначения:

$S_{в}$  – дальность видимости в свете фар ближнего света, м;

$S_{в1}$  – расстояние до регулировочного экрана, м;

$S_{в2}$  – расстояние до водителя встречного автомобиля, м ( $S_{в2}$

=  
= 50 м);

$S_{вп}$  – дальность видимости пешехода в свете фар, м;

$\Delta h$  – минимальная высота освещения фарами ног пешехода, при которой он будет замечен водителем, м ( $\Delta h = 0,2$  м);

$H$  – высота расположения глаз водителя встречного автомобиля над дорогой, м ( $H = 1,25$  м);

$\alpha$  – угол падения светового пучка фар на поверхность дороги, рад;

$\beta$  – угол подъема светового пучка фар, при котором ослепляется водитель встречного автомобиля, рад;

$\gamma$  – угол между горизонтальной линией, проходящей через центр фар, и световым пучком фар, направленным в глаза водителя встречного автомобиля, рад.

В соответствии со схемой из подобия прямоугольных треугольников  $OAB$  и  $OSK$  можно записать:

$$\frac{S_{B1}}{e} = \frac{S_B}{h}.$$

Отсюда следует, что дальность видимости дороги в свете фар ближнего света будет равна:

$$S_B = S_{B1} \cdot \frac{h}{e}, \text{ м.}$$

### **3.7.2. Определение максимальной скорости движения по условиям видимости пешехода**

Расстояние видимости пешехода в свете фар ближнего света определим из подобия прямоугольных треугольников  $OLC$  и  $OID$ :

$$\frac{S_B}{h} = \frac{S_{ВП}}{h - \Delta h}.$$

Отсюда дальность видимости пешехода:

$$S_{ВП} = S_B \cdot \frac{h - \Delta h}{h}, \text{ м.}$$

В темное время суток водитель может предотвратить наезд на пешехода, если дальность его видимости в свете фар будет больше, чем остановочный путь автомобиля, т. е.  $S_{\text{вп}} \geq S_0$ .

Остановочный путь автомобиля рассчитывается по формуле:

$$S_0 = (t_p + t_c + 0,5t_H) \cdot V_0 + \frac{k_3 V_0^2}{2g\varphi_x}, \text{ м.}$$

Если в эту формулу вместо  $S_0$  подставить  $S_{\text{вп}}$ , то ее можно записать в следующем виде:

$$\frac{k_3 V_0^2}{2g\varphi_x} + (t_p + t_c + 0,5t_H) \cdot V_0 - S_{\text{вп}} = 0.$$

В полученной формуле примем следующие обозначения:

$$a = \frac{k_3}{2g\varphi_x}; \quad b = t_p + t_c + 0,5t_H; \quad c = S_{\text{вп}}.$$

С учетом принятых обозначений получаем:  $aV^2 + bV - c = 0$ .

Решив полученное уравнение второго порядка относительно  $V$ , определим максимальную скорость автомобиля по условиям видимости пешехода:

$$V_{\text{max}} = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}, \text{ м/с.}$$

### ***3.7.3. Определение возможности ослепления водителя светом фар встречного автомобиля***

При загрузке автомобиля прогибаются упругие элементы его подвески и шины. Прогиб шин по сравнению с прогибом подвески невелик, и им можно пренебречь. Прогиб элементов

задней подвески, как правило, больше, чем передней, и продольная ось автомобиля наклоняется назад, вследствие чего световой пучок фар поднимается на некоторый угол вверх и возможно ослепление водителя встречного автомобиля.

Для определения возможности ослепления водителя встречного автомобиля необходимо найти фактический угол  $\beta_{\text{факт}}$  подъема светового пучка фар, связанный с наклоном продольной оси автомобиля, и сравнить его с теоретическим углом  $\beta$ , который находится по схеме, приведенной на рисунке 4.

На рисунке 5 показана схема изменения положения продольной оси автомобиля при его загрузке.

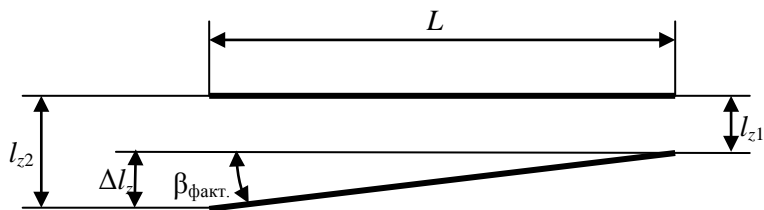


Рисунок 5 – Схема изменения положения продольной оси автомобиля

На схеме приняты следующие обозначения:

$L$  – база автомобиля, м;

$l_{z1}$  – величина прогиба передней подвески, м;

$l_{z2}$  – величина прогиба задней подвески, м;

$\Delta l_z$  – разность величин прогиба передней из задней подвески, м.

Величины прогиба передней и задней подвески определяются по следующим выражениям:

$$l_{z1} = \frac{G_{1н} - G_{1бн}}{C_{n1}}, \text{ м}; \quad l_{z2} = \frac{G_{2н} - G_{2бн}}{C_{n2}}, \text{ м},$$

где  $G_{1н}$  и  $G_{2н}$  – вес автомобиля с нагрузкой, приходящийся на переднюю и заднюю ось, соответственно Н;

$G_{16н}$  и  $G_{26н}$  – вес автомобиля без нагрузки, приходящийся на переднюю и заднюю ось, соответственно Н;

$C_{n1}$  и  $C_{n2}$  – вертикальная жёсткость передней и задней подвески соответственно, Н/м.

Угол наклона продольной оси автомобиля после загрузки и, соответственно, фактический угол подъема светового пучка фар определим из схемы, представленной на рисунке 5.

$$\beta_{\text{факт}} = \arctg \frac{l_{z2} - l_{z1}}{L} = \arctg \frac{\Delta l_z}{L}, \text{ рад.}$$

Теоретический угол подъема светового пучка фар после загрузки автомобиля определим из схемы, представленной на рисунке 4, в соответствии с которой этот угол равен сумме двух углов  $\alpha$  и  $\gamma$ , которые определим из следующих выражений:

$$\alpha = \arctg \frac{h}{S_B}, \text{ рад;} \quad \gamma = \arctg \frac{H - h}{S_{B2}}, \text{ рад.}$$

Сравнивая фактический и теоретический углы  $\beta$ , можно сделать вывод о возможности ослепления водителя встречного автомобиля и необходимости регулировки фар ближнего света при загрузке автомобиля.

Условие отсутствия ослепления  $\beta > \beta_{\text{факт}}$ .

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ. . . . .	3
1.1. Лекционные занятия. . . . .	3
1.1.1. Введение. . . . .	3
1.1.2. Основные эксплуатационные свойства автомобиля. . . . .	4
1.1.3. Общие компоновочные параметры автомобиля. . . . .	4
1.1.4. Динамические качества автомобиля. . . . .	4
1.1.5. Устойчивость, управляемость и плавность хода автомобиля. . . . .	5
1.1.6. Автомобильные шины. . . . .	5
1.1.7. Информативность автомобиля. . . . .	5
1.1.8. Рабочее место водителя. . . . .	6
1.1.9. Пассивная безопасность автомобиля. . . . .	6
1.1.10. Послеаварийная безопасность автомобиля. . . . .	7
1.1.11. Экологическая безопасность автомобиля. . . . .	7
1.2. Примерный перечень практических занятий. . . . .	7
1.3. Примерный перечень лабораторных занятий. . . . .	7
1.4. Самостоятельная работа студентов. . . . .	8
2. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ. . . . .	9
2.1. Задание на курсовое проектирование. . . . .	9
2.2. План выполнения курсовой работы. . . . .	9
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ. . . . .	11
3.1. Определение тягово-скоростных свойств автомобиля. . . . .	11
3.1.1. Внешняя скоростная характеристика двигателя. . . . .	11
3.1.2. Тяговая диаграмма автомобиля. . . . .	12
3.2. Расчет параметров торможения автомобиля. . . . .	16

3.2.1. Определение остановочного времени автомобиля с нагрузкой и без нагрузки. . . . .	16
3.2.2. Определение остановочного пути автомобиля с нагрузкой и без нагрузки. . . . .	18



3.2.3. Определение замедления автомобиля с нагрузкой на уклоне и на подъеме. . . . .	18
3.2.4. Построение графика показателей тормозной динамики автомобиля. . . . .	19
3.3. Определение показателей устойчивости и управляемости автомобиля. . . . .	20
3.3.1. Определение критической скорости автомобиля по опрокидыванию. . . . .	20
3.3.2. Определение критической скорости автомобиля по условиям заноса. . . . .	21
3.3.3. Определение времени, в течение которого центробежная сила увеличится до опасного предела. . . . .	21
3.3.4. Определение критического угла косогора по опрокидыванию автомобиля. . . . .	22
3.3.5. Определение критического угла косогора по условию бокового скольжения. . . . .	23
3.3.6. Определение критической скорости автомобиля по условиям управляемости. . . . .	23
3.4. Определение динамического коридора автомобиля. . . . .	23
3.4.1. Определение динамического коридора автомобиля при прямолинейном движении. . . . .	23
3.4.2. Определение динамического коридора одиночного автомобиля на повороте. . . . .	24
3.4.3. Определение динамического коридора автомобиля с прицепом на повороте. . . . .	24
3.5. Определение расстояния до препятствия, на протяжении которого водитель сможет совершить маневр отворота. . . . .	25
3.6. Определение пути и времени обгона с ускорением. . . . .	28
3.7. Определение параметров регулирования фар ближнего света. . . . .	32
3.7.1. Определение дальности видимости дороги в свете фар ближнего света. . . . .	33
3.7.2. Определение максимальной скорости движения по условиям видимости пешехода. . . . .	34
3.7.3. Определение возможности ослепления светом фар водителя встречного автомобиля. . . . .	35

Учебное издание

## БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Методические указания  
к выполнению курсовой работы  
для студентов специальности 1-44 01 02  
«Организация дорожного движения»

С о с т а в и т е л ь  
ЛУКЪЯНЧУК Анатолий Данилович

Редактор В.О. Кутас  
Компьютерная верстка Н.А. Школьниковой

---

Подписано в печать 29.09.2011.

Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 2,33. Уч.-изд. л. 1,82. Тираж 150. Заказ 370.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.

Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.