## КУРСОВАЯ РАБОТА

Тема: «Расчет параметров конструктивной безопасности транспортных средств»

**Введение**

В настоящее время автомобильный транспорт является важной составляющей практически всех отраслей экономики всех стран мира. Без его участия трудно представить себе жизнь какого-либо города. На улицах городов становится все больше и больше транспортных средств. С одной стороны это увеличивает мобильность населения, его подвижность, характеризует повышение благосостояния людей, а с другой стороны – к сожалению, приводит к увеличению числа ДТП, жертв. Поэтому сейчас перед специалистами в автомобильной сфере остро встал вопрос как о безопасности движения в целом, так и о безопасности автомобиля как самого опасного элемента дорожного движения.

Автомобиль представляет собой источник повышенной безопасности, поэтому безопасность движения в целом зависит от конструкции автомобиля. Конструктивная безопасность автомобиля является его сложным свойством, и ее структура представляет собой следующие аспекты: активная, пассивная, послеаварийная, экологическая безопасности.

Активная безопасность – это его свойство предотвращать ДТП или снижать вероятность их возникновения. Она проявляется в период соответствующий начальной фазе ДТП, тогда водитель имеет возможность влиять на характер движения автомобиля.

Пассивная безопасность – свойство автомобиля уменьшать тяжесть последствий от ДТП. Она проявляется в период соответствующий кульминационной фазе ДТП, когда водитель уже не может повлиять на характер движения автомобиля.

Послеаварийная безопасность – свойство автомобиля уменьшать тяжесть последствий ДТП после остановки автомобиля (конечная фаза ДТП). Она характеризуется возможностью быстро ликвидировать последствия ДТП и предотвратить возникновение новых опасных ситуаций.

Экологическая безопасность – свойство автомобиля позволяющее уменьшить вред, наносимый окружающей среде и человеку в процессе эксплуатации автомобиля. Основной вред, наносимый автомобилем это токсичные компоненты отработанных газов и шум.

Целью настоящей курсовой работы является приобретение практических навыков по определению показателей эксплуатационных свойств автомобиля, непосредственно влияющих на его конструктивную безопасность.

Таблица 1. Исходные данные к курсовой работе

|  |  |
| --- | --- |
| Исследуемый автомобиль | Toyota corolla |
| Габаритные размеры, мм:  – длина  – ширина  – высота | 4180  1710  1475 |
| База, мм | 2600 |
| Колея передних колес, мм | 1480 |
| Масса снаряженного автомобиля, кг | 1140 |
| -на переднюю ось | 670 |
| -на заднюю ось | 470 |
| Полная масса автомобиля, кг | 1655 |
| -на переднюю ось | 840 |
| -на заднюю ось | 815 |
| Двигатель | бензиновый |
| Максимальная мощность, кВт (мин-1) | 81 (6000) |
| Коробка передач |  |
| -число передач | 5 |
| -передаточные числа  1  2  3  4  5 | 3,285  1,904  1,310  0,969  0,815 |
| Передаточное число главной передачи | 4,312 |
| Размер шин | 195/60 R15 |
| к.п.д. трансмиссии | 0,92 |
| Радиус качения колеса, м | 0,308 |
| Коэффициент обтекаемости, Н с2/м4 | 0,3 |
| Лобовая площадь, м2 | 1,97 |
| Коэффициент сопротивления качения | 0,02 |

**1. Определение тягово-скоростных свойств транспортного средства**

**1.1 Внешняя скоростная характеристика двигателя**

Внешняя скоростная характеристика двигателя – это зависимость развиваемой мощности в кВт и крутящего момента  на коленчатом валу двигателя при полной подаче топлива от частоты оборотов коленчатого вала.

Мощность двигателя определяется по следующей формуле Лейдермана:

, кВт

где - максимальная мощность двигателя, кВт;

- частота вращения коленчатого вала при , рад/с;

- текущее значение частоты вращения, рад/с.

Крутящий момент на валу коленчатого вала двигателя определяем следующим образом

, Нм

Расчет проводится при помощи компьютера и приведен в распечатке.

По результатам расчета строим внешнюю скоростную характеристику.

**1.2 Тяговая диаграмма транспортного средства**

Тяговая диаграмма автомобиля – зависимость между силами тяги  на ведущих колесах автомобиля на передачах переднего хода от скорости его движения.

Расчет проводим по формуле



где - КПД трансмиссии (=0,92).

Расчеты по определению тягово-скоростных свойств автомобиля проводились на ЭВМ по программе, разработанной на кафедре ОАП и ДД. Результаты расчета приведены в распечатке. Также в распечатке приводятся значения динамического фактора и ускорения автомобиля для каждой передачи. По результатам расчета строим тяговую диаграмму.

Для построения на тяговой диаграмме автомобиля кривой суммарных сил сопротивления необходимо определить силу сопротивления качению и силу сопротивления воздуха.

Силу сопротивления качению определяем по формуле:

, Н

где f– коэффициент сопротивления качению (0,02);

G-веса автомобиля, Н.

При скоростях движения более 55 км/ч коэффициент сопротивления качению определяют по формуле:



Силу сопротивления воздуха определяем по формуле:

, Н

где Кв – коэффициент обтекаемости (0,3), Нс2/м4;

Fв – лобовая площадь автомобиля, м2;

,

где Ва – ширина автомобиля (1,710 м)

На – высота автомобиля (1,475 м).

Пример расчёта Pк и Pв для скорости 60 км/ч:



=384,39 (Н)

=164,2 (Н)

Результаты расчётов сводим в таблицу.

Таблица 2. Силы сопротивления движению

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| V | км/ч | | 10 | | 20 | | 30 | 40 | | 50 | | 60 | | 70 |
| м/с | | 2,78 | | 5,56 | | 8,33 | 11,11 | | 13,89 | | 16,67 | | 19,44 |
| Pк, кН | | | 0,324 | | 0,324 | | 0,324 | 0,324 | | 0,324 | | 0,384 | | 0,406 |
| Pв, кН | | | 0,005 | | 0,018 | | 0,041 | 0,073 | | 0,114 | | 0,164 | | 0,223 |
| Р, кН | | | 0,329 | | 0,342 | | 0,365 | 0397 | | 0,438 | | 0,548 | | 0,629 |
| V | | км/ч | | 80 | | 90 | | | 100 | | 110 | | 120 | |
| м/с | | 22,22 | | 25 | | | 27,78 | | 30,56 | | 33,33 | |
| Pк, кН | | | | 0,606 | | 0,431 | | | 0,460 | | 0,491 | | 0,526 | |
| Pв, кН | | | | 0,771 | | 0,292 | | | 0,369 | | 0,456 | | 0,552 | |
| Р, кН | | | | 1,377 | | 0,723 | | | 0,829 | | 0,947 | | 1,078 | |

**2. Расчет параметров торможения транспортного средства**

Во время движения водитель постоянно изменяет скорость автомобиля в соответствии с изменением дорожной обстановки. Он постоянно должен быть готов в случае необходимости к экстренной остановке и для этого на автомобиле имеются специальные системы, которые создают дополнительное сопротивление и называются тормозными.

2.1 Определение остановочного времени транспортного средства с полной нагрузкой и без нагрузки

Водитель, заметив, препятствие оценивает обстановку, принимает решение о торможении и переносит ногу с педали подачи топлива на педаль тормоза. Время затрачиваемое на эти действия называется временем реакции водителя и обычно находится в пределах 1,3–2,5 секунд. Она зависит от опыта и квалификации водителя, его возраста, состояния здоровья, степени усталости и т.п. Кроме того зависит от вероятности появления препятствия, т.е., чем более неожиданно препятствие появится тем больше время реакции. Далее водитель нажимает педаль тормоза: перемещаются детали главного тормозного цилиндра, поршневого тормозного цилиндра, выбираются зазоры между тормозными накладками, дисковыми или барабанными. Время затрачиваемое на это называется временем срабатывания или временем запаздывания тормозной системы. Оно зависит от конструкции тормозной системы и тех. состояния (для автомобилей с гидравлической тормозной системой tс=0,2–0,3 сек., для пневматической – 0,6–0,8 сек.).

Остановочное время автомобиля – это время, прошедшее от момента, когда водитель заметил препятствие, до полной остановки автомобиля.

Расчет проводим по следующей формуле

, с

где - время реакции водителя (с);

- время срабатывания тормозного привода (для гидравлического тормозного привода tc= 0,2с);

- время нарастания тормозных сил, с;

- начальная скорость торможения (км/ч=11,11 м/с);

- ускорение свободного падения ();

- коэффициент продольного сцепления с дорогой колёс автомобиля (принимаем 0,6);

- коэффициент эффективности торможения.

Для автомобиля без нагрузки принимаем Кэ=1,1, с нагрузкой – Кэ=1,15.

Время нарастания тормозных сил рассчитывается по формуле

, с;

где - вес транспортного средства с данной нагрузкой, Н;

b – расстояние от центра тяжести автомобиля до заднего моста, м;

- высота центра тяжести автомобиля от поверхности дороги, м;

- скорость нарастания тормозных сил на колесах переднего моста (К1=30 кН/с).

Расстояние от центра тяжести автомобиля до заднего моста вычисляем по формуле

, м

где М1 – масса автомобиля, приходящаяся на переднюю ось, кг;

М – масса всего транспортного средства с данной нагрузкой, кг;

- колесная база (L=2,6 м).

Для загруженного автомобиля М=1655 кг; hц=0,62 м; М1=840 кг.

Тогда

 (м)

(с)

(с)

Для порожнего автомобиля М=1140 кг; hц=0,51 м; М1=670 кг.

Следовательно

(м)

(с)

(с)

2.2 Определение остановочного пути транспортного средства с полной нагрузкой и без нагрузки

Остановочный путь – расстояние, проходимое автомобилем от момента, когда водитель заметил препятствие до полной остановки.

Расчёт будем проводить по следующей формуле:

, м

Для автомобиля без нагрузки

м

Для автомобиля с нагрузкой

м.

2.3 Определение замедления транспортного средства с полной нагрузкой на уклоне и на подъеме

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

, Н

Отсюда замедление автомобиля на уклоне или подъеме:

, м/с2

где РТ – тормозная сила, Н;

РП – сила сопротивления подъему, Н;

М – масса автомобиля, кг.

Сила тяги и сила сопротивления подъему рассчитываются по следующим формулам:

, Н

, Н

где α – угол подъема (уклона) дороги, α=0,05 радиан;

G – вес автомобиля, кг;

ΦХ – коэффициент сцепления колес автомобиля с поверхностью дороги.

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

, м/с2

При движении на подъем для загруженного автомобиля:

(м/с2)

При движении на подъем для порожнего автомобиля:

(м/с2)

При движении на уклоне для загруженного автомобиля:

(м/с2)

При движении на подъем для порожнего автомобиля:

(м/с2)

2.4 Расчёт показателей тормозной динамики

Для построения графика показателей тормозной динамики необходимо определить путь и время торможения, а также замедление автомобиля без нагрузки и с нагрузкой.

Расчёт проводим по следующим формулам:

, с

, м

, 

Пример расчёта для скорости 40 км/ч:

(с)

(с)

(с)

(с)

()

()

Расчёт проводим для автомобиля без нагрузки и с нагрузкой в диапазоне скоростей 1090 км/ч с шагом 10 км/ч.

Основные результаты расчётов сводим в таблицу.

Таблица 3. Расчёт показателей тормозной динамики

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Скорость | | Автомобиль с полной нагрузкой | | | Автомобиль без нагрузки | | |
| км/ч | м/с | j, м/с2 | SТ, м | tТ, с | j, м/с2 | SТ, м | tТ, с |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 10 | 2,78 | 5,11 | 1,6 | 0,85 | 5,35 | 1,6 | 0,84 |
| 20 | 5,56 | 5,11 | 4,72 | 1,39 | 5,35 | 4,64 | 1,36 |
| 30 | 8,33 | 5,11 | 9,33 | 1,93 | 5,35 | 9,11 | 1,87 |
| 40 | 11,11 | 5,11 | 15,46 | 2,48 | 5,35 | 15,05 | 2,39 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 50 | 13,89 | 5,11 | 23,1 | 3,02 | 5,35 | 22,42 | 2,91 |
| 60 | 16,67 | 5,11 | 32,26 | 3,57 | 5,35 | 31,24 | 3,43 |
| 70 | 19,44 | 5,11 | 42,89 | 4,11 | 5,35 | 41,47 | 3,95 |
| 80 | 22,22 | 5,11 | 55,06 | 4,65 | 5,35 | 53,18 | 4,47 |
| 90 | 25,00 | 5,11 | 68,74 | 5,19 | 5,35 | 66,34 | 4,99 |

Тормозная диаграмма приведена в графической части курсовой работы.

3. Определение показателей устойчивости и управляемости транспортного средства

Устойчивость автомобиля – его свойства противостоять заносу и опрокидыванию. Это свойство непосредственно связано с безопасностью движения. Водитель, управляя неустойчивым автомобилем должен постоянно корректировать его движение. Длительно управляя таким автомобилем, водитель испытывает нервное перенапряжение, быстро устает, что повышает вероятность ДТП. В зависимости от направления устойчивость различают поперечную и продольную.

Управляемость автомобиля – его свойства двигаться в направлении, заданном водителем. При плохой управляемости действительное направление движения не совпадает с желаемым, и водитель вынужден прилагать дополнительные усилия для нужного направления. Управляемость серьезно влияет на безопасность движения, так как плохая управляемость может являться причиной столкновения, наезда на пешехода и выхода автомобиля за пределы проезжей части.

3.1 Определение критической скорости транспортного средства по опрокидыванию

Расчет проводим по следующей формуле:

, м/с;

где B – передняя колея автомобиля, м;

R – радиус поворота, м.

Расчет проводим для порожнего автомобиля и гружёного автомобиля при радиусе поворота R=50 м.

Без нагрузки (м/с)

С нагрузкой (м/с)

3.2 Определение критической скорости транспортного средства по условиям заноса

Критическую скорость по заносу определим следующим образом:

, м/с

где - коэффициент поперечного сцепления колес с поверхность дороги.

Принимаем радиус поворота R=150 м и =0,6 и 0,2. Тогда

(м/с)

(м/с)

3.3 Определение времени, в течение которого центробежная сила увеличится до опасного придела

Данное время определим по следующей формуле:

, с

где - угловая скорость поворота управляемых колес, рад/с;

Расчет проводим для =0,1 рад/с=0,016 с-1; V=60 км/ч=16,67 м/с;

 и .

При  (с)

При  (с)

3.4 Определение критического угла косогора по опрокидыванию транспортного средства

Критический угол косогора определяем по формуле:

, .

Расчёты ведём для порожнего и гружёного автомобиля.

Для автомобиля без нагрузки: .

Для автомобиля с нагрузкой: .

3.5 Определение критического угла косогора по условию бокового скольжения

Критический угол косогора определим следующим образом:

,

Расчет будем проводить для различных значений .

При .

При .

3.6 Определение критической скорости транспортного средства по условиям управляемости

Критическую скорость автомобиля по условиям управляемости определим по формуле

, м/с;

где - коэффициент сопротивления качению автомобиля;

- угол поворота управляемых колес.

Угол поворота управляемых колес определяем по формуле:

0

где R – радиус поворота (R=125 м).

Приняв и , получим

(м/с)

**4. Определение динамического коридора транспортного средства**

**4.1 Определение динамического коридора при прямолинейном движении**

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

, м;

где - габаритная ширина транспортного средства (=1,71 м).

Расчёт ведём для скоростей движения от 30 до 90 км/ч с шагом 10 км/ч.

Для скорости 30 км/ч  (м)

Таблица 4. Динамический коридор

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | 25,00 |
| Вк |  | 2,46 | 2,61 | 2,76 | 2,91 | 3,06 | 3,21 | 3,36 |

**4.2 Определение динамического коридора одиночного транспортного средства на повороте**

Расчет проводим по следующей формуле

, м

где С – передний свес автомобиля (с=0,830 м);

- наружный габаритный радиус поворота автомобиля, м.

Расчёт ведём для =50 м.

(м)

4.3 Определение динамического коридора транспортного средства с прицепом на повороте

Динамический коридор в этом случае определяется по формуле:

, м

где *СК –* смещение середины задней оси прицепа относительно середины задней оси тягача.

Расчёты проводим для =50 м, а *СК* = 0,71 м.

(м)

5. Определение расстояния до препятствия, на протяжении которого водитель сможет совершить маневр отворота



Рис. 1 Схема маневрирования автомобиля.

Как видно из схемы расстояние до препятствия

;

.

Далее

;

;

 или 

Отсюда получаем



Окончательно формула примет вид

, м

где - время реакции водителя (с);

- время срабатывания рулевого привода (с);

- время вывода автомобиля на траекторию постоянного радиуса 

В свою очередь

, с



.

Подставляя м; 6 м, 60 км/ч=16,67 м/с;  рад/с,  =0,5 м получим:

(м)

(м)



(с)

(м)

Наконец искомое расстояние

(м)

**6. Определение пути и времени обгона с ускорением**

Расчет поводим на высшей передаче. Для этого воспользуемся данными, приведенными в распечатке.

Воспользуемся следующими формулами.

Время, необходимое для разгона автомобиля от скорости  до скорости

, с

, 

Расстояние, проходимое транспортным средством при разгоне от скорости  до скорости

, м

, м/с

Суммарное время и расстояние разгона определяются по следующим формулам

, с;

, м.

В расчётах принимаем, что скорость обгоняемого автомобиля равна 40 км/ч, а габаритная длина обгоняемого и обгоняющего автомобиля равны.

Таблица 5. Параметры разгона транспортного средства

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | м/с |  |  |  | с | с | м | м |
| км/ч | м/с |
| 24,768 | 6,88 | 3,44 |  | 0,65071 |  | 5,23 | 5,23 | 44,98 | 44,98 |
| 8,6 | 0,65728 |
| 37,152 | 10,32 | 3,44 | 0,66385 | 5,18 | 10,41 | 62,37 | 107,35 |
| 12,04 | 0,66346 |
| 49,535 | 13,76 | 3,44 | 0,66307 | 5,25 | 15,66 | 81,27 | 188,62 |
| 15,48 | 0,65572 |
| 61,919 | 17,20 | 3,44 | 0,64837 | 5,43 | 21,09 | 102,73 | 291,35 |
| 18,92 | 0,63407 |
| 74,303 | 20,64 | 3,44 | 0,61977 | 5,75 | 26,84 | 128,57 | 419,92 |
| 22,36 | 0,598505 |
| 86,687 | 24,08 | 3,44 | 0,57724 | 6,27 | 33,11 | 161,77 | 581,69 |
| 25,8 | 0,549025 |
| 99,071 | 27,52 | 3,44 | 0,52081 | 7,08 | 40,19 | 207,02 | 788,71 |
| 29,24 | 0,485635 |
| 111,455 | 30,96 | 3,44 | 0,45046 | 8,42 | 48,61 | 275,17 | 1063,88 |
| 32,68 | 0,40833 |
| 123,839 | 34,40 | 3,44 | 0,36620 | 10,85 | 59,46 | 391,9 | 1455,78 |
| 36,12 | 0,317115 |
| 136,223 | 37,84 | 3,44 | 0,26803 | 16,23 | 75,69 | 642,06 | 2097,84 |
| 39,56 | 0,211985 |
| 148,606 | 41,28 | 3,44 | 0,15594 | 37,01 | 112,7 | 1591,43 | 3689,27 |
| 43 | 0,09294 |
| 160,990 | 44,72 | 3,44 | 0,02994 | - | - | - | - |
| 46,44 | - |
| 173,374 | 48,16 | 3,44 | -0,10998 | - | - | - | - |
| 49,88 | - |
| 185,750 | 51,60 | 3,44 | -0,26381 | - | - | - | - |
| 53,32 | - |
| 198,142 | 55,04 | 3,44 | -0,43155 | - | - | - | - |
|  |  |

По результатам расчета строим график пути времени разгона, и график пути времени обгона.

При построении графика пути времени обгона принимаем

4,18 м

(м)

(м)

где - эмпирические коэффициенты, зависящие от типа автомобиля.

(м)

(м)

**7 Определение параметров регулирования фар ближнего света**

7.1 Определение дальности видимости в свете фар ближнего света

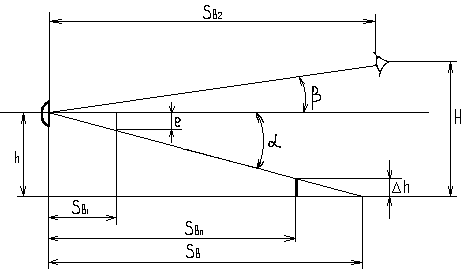


Рис. 3 Схема параметров регулирования фар ближнего света

В соответствии с рис. 3 из подобия прямоугольных треугольников получим:



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

, м

где - расстояние от фар до экрана (м);

- высота центра фар над уровнем дороги (м);

- смещение светового пучка (м).

Подставляя известные значения, получаем

(м)

7.2 Определение максимальной скорости автомобиля по условиям видимости пешехода

Расстояние видимости пешеходов в свете фар ближнего света определим из соотношения

, м

где - минимальная высота от поверхности дороги, на которой различим пешеход (м).

Тогда

м

Условие, при котором не будет наезда на пешехода



Остановочный путь рассчитываем по формуле



Расчет проводим для автомобиля с полной нагрузкой при =0,6.

;

;

*с=Sвп*=71,72 м

С учетом принятых обозначений получаем .

Решив полученное уравнение второго порядка относительно V, определим максимальную скорость транспортного средства по условия видимости пешехода:



7.3 Определение возможности ослепления светом фар водителя встречного автомобиля

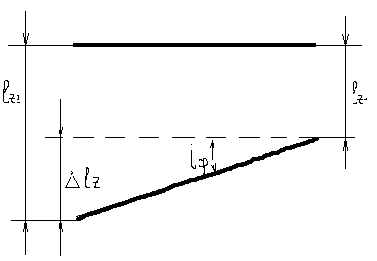


Рис. 4 Схема изменения положения продольной оси автомобиля

Так как при нагружении автомобиля его продольная ось поворачивается на некоторый угол (рис. 4), то существует вероятность ослепления водителя встречного автомобиля. Данную вероятность определим из условия отсутствия ослепления водителя встречного автомобиля

,

где - угол расхождения светового пучка фар.

Угол определим следующим образом:

,;

где - соответственно прогиб передней и задней подвесок при нагружении автомобиля, м.

В свою очередь

(м)

(м)

где - соответственно вес, приходящийся на переднюю и заднюю ось автомобиля при полной нагрузке, Н;

- соответственно вес, приходящийся на переднюю и заднюю ось автомобиля без нагрузки, Н;

- соответственно жесткость передней и задней подвесок, Н/м.

Тогда



Угол расхождения светового пучка фар складывается из двух углов

.

Из подобия прямоугольных треугольников находим





где H – высота глаз водителя над поверхностью дороги (Н=1,25 м), м;

- расстояние от фар автомобиля до глаз водителя встречного автомобиля (=50 м), м.

Тогда

i=0,4+0,63=1,030

Так как условие  выполняется, то ослепление светом фар ближнего света автомобиля при полной нагрузке водителя встречного автомобиля не произойдет.

**Заключение**

При выполнении курсовой работы определили некоторые из параметров конструктивной безопасности легкового автомобиля Toyota Corolla. Рассчитали основные эксплуатационные свойства, такие как динамика автомобиля, управляемость, устойчивость, маневренность автомобиля. Получены графические зависимости (внешняя скоростная характеристика двигателя, тяговая диаграмма автомобиля, тормозные характеристики, время и путь разгона и обгона). Рассмотрели основы определения параметров регулирования фар ближнего света.

**Литература**

1. Афанасьев Л.Л. и др.» Конструкционная безопасность автомобилей», Москва, Машиностроение, 1983 г.
2. Боровский Б.Е. «Безопасность движения автомобильного транспорта», Ленинград, Лениздат, 1984 г.
3. Краткий автомобильный справочник НИИАТ, М: Транспорт, 1979 (1985).