

УДК 629.117.2

## ОЦЕНКА КУРСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ АВТОМОБИЛЯ ПРОТИВ ЗАНОСА В ТЯГОВОМ РЕЖИМЕ ДВИЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ЭВМ

О.А. Назарько, ассистент, В.Н. Болдовский, доцент, к.т.н., ХНАДУ

*Аннотация.* Представлена усовершенствованная методика оценки курсовой устойчивости полноприводных и заднеприводных автомобилей с использованием ЭВМ.

*Ключевые слова:* автомобиль, курсовая устойчивость, тяговый режим, ускорение, расчетная программа.

## ОЦІНКА КУРСОВОЇ СТІЙКОСТІ АВТОМОБІЛЯ ПРОТИ ЗАНОСУ В ТЯГЛОВОМУ РЕЖИМІ РУХУ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕОМ

О.О. Назарько, ассистент, В.М. Болдовський, доцент, к.т.н., ХНАДУ

*Анотація.* Наведено вдосконалену методику оцінки курсової стійкості повнопривідних та задньопривідних автомобілів з використанням ЕОМ.

*Ключові слова:* автомобіль, курсова стійкість, тягловий режим, прискорення, розрахункова програма.

## EVALUATION OF THE COURSE STABILITY OF THE VEHICLE AGAINST SKIDDING IN THE TRACTION MODE USING COMPUTER

O. Nazarko, assistant, V. Boldovsky, Associate Professor,  
Candidate of Technical Science, KhNAHU

*Abstract.* The work presents advanced methods of evaluating line stability of all-wheel drive and rear-wheel drive vehicles using computer.

*Key words:* automobile, course stability, forced mode, acceleration, accounting program.

### Введение

Устойчивость автомобиля является одним из основных эксплуатационных свойств, влияющих на безопасность движения. Наиболее опасными режимами движения, с точки зрения потери устойчивости, принято считать торможение автомобиля, а также его движение на повороте. Однако и при прямолинейном движении в тяговом режиме наблюдается нарушение устойчивости транспортных средств, что приводит к большому количеству дорожно-транспортных происшествий. При оценке устойчивости автомобиля против заноса следует учитывать ряд факторов – как эксплуатационных, так и конструкционных (скорость движения, колесная база, конструкция тормозных механизмов).

Проанализировать влияние различных факторов на устойчивость автомобиля возможно при использовании ЭВМ. В связи с этим на сегодняшний день оценка курсовой устойчивости автомобиля с помощью ЭВМ является актуальной задачей.

### Анализ публикаций

Многими авторами в качестве критерия оценки устойчивости использовалась предельная (критическая) скорость, при превышении которой движение автомобиля становится неустойчивым, т.е. возникает опасность заноса либо опрокидывания [1–3]. Устойчивость против заноса предполагает отсутствие условий для возникновения заноса. Существующая методика позволяет оце-

нивать влияние тягово-скоростных свойств, геометрических параметров, аэродинамических характеристик на устойчивость автомобиля. В работе [4], с учетом вышеперечисленных параметров, были определены максимально допустимые, по условию устойчивости, линейные скорости и ускорения автомобиля, которые графически отображаются в виде зон устойчивого движения. Однако при оценке устойчивости также важно учитывать перераспределение нормальной нагрузки между осями автомобиля. Учет перераспределения нормальных реакций приводит к уменьшению зон устойчивого движения.

### Цель и постановка задачи

Целью работы является оценка устойчивости против заноса заднеприводных и полноприводных автомобилей с помощью ЭВМ. Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

- определить влияние динамического перераспределения вертикальных реакций на устойчивость движения автомобиля;
- определить зоны устойчивости автомобилей различной компоновки при движении в тяговом режиме.

### Определение зон устойчивого движения автомобиля с помощью ЭВМ

Использование коэффициента устойчивости при учете уточненных значений нормальных реакций на колесах передней и задней осей позволило авторам работы [4] перейти к определению устойчивого движения полноприводных и заднеприводных автомобилей.

Переднеприводные автомобили не рассматриваются, т.к. в работе [4] было доказано, что они являются потенциально устойчивыми. Зона устойчивого движения полноприводного автомобиля ограничена следующим выражением:

$$\dot{V} \leq \left[ \varphi^2 \cdot g \cdot \frac{h-r_d}{L} \cdot \frac{b}{a} \right] / \left[ 0,5 \cdot \left( \left( \frac{b^2}{a^2} \right) - 1 \right) \times \right. \\ \left. \times \left( K_R^2 - \varphi^2 \cdot \left( \frac{h-r_d}{L} \right)^2 \right) - \left( b^2 \cdot \left( K_R - 0,5 \right) / a^2 \right) - \right. \\ \left. - \frac{k \cdot F}{m_a} \cdot V^2 \right] = \dot{V}_{уст}^{max}, \quad (1)$$

где  $L$  – колесная база автомобиля;  $a, b$  – координаты проекции центра масс автомобиля на горизонтальной плоскости;  $\varphi$  – коэффициент сцепления колес с дорогой;  $g$  – ускорение свободного падения,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;  $h$  – высота центра масс автомобиля;  $K_R$  – коэффициент распределения тягового момента между мостами автомобиля;  $k \cdot F$  – фактор обтекаемости.

Максимально возможное ускорение автомобиля

$$\dot{V}_{пред} = K_{сц} \cdot \varphi \cdot g - \frac{k \cdot F}{m_a} \cdot V^2, \quad (2)$$

где  $K_{сц}$  – коэффициент использования сцепного веса автомобиля;  $K_{сц} = 1$  – для полноприводного автомобиля;  $K_{сц} = \frac{a}{L - \varphi \cdot (h - r_d)}$  – для заднеприводного автомобиля.

Для заднеприводного автомобиля при  $K_R = 0$  выражение (1) примет вид

$$V \leq \varphi \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \frac{h-r_d}{L} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{m_a}{k \cdot F}}{1 - \left( 1 - \frac{b^2}{a^2} \right) \cdot \varphi^2 \cdot \frac{(h-r_d)^2}{L^2}}}. \quad (3)$$

С помощью изложенной выше методики определения зон устойчивости автомобиля авторами предложена уточненная версия программы «Stability estimation». Данная программа разработана в системе визуального объектно-ориентированного программирования Delphi 7. Диалоговое окно программы (рис. 1), открывающееся при ее запуске, содержит 18 полей для ввода необходимых при расчете данных:

- название автомобиля;
- величина коэффициента сцепления,  $\varphi = 0,2 - 0,8$ ;
- тип коробки передач;
- передаточные числа коробки передач и главной передачи;
- тип привода (задний, полный);
- масса автомобиля,  $m$ , кг;
- масса, приходящаяся на заднюю ось,  $m_{зад}$ , кг;
- максимальная скорость автомобиля,  $V$ , км/ч;
- частота вращения коленчатого вала двигателя при максимальной мощности,  $n_N$ ,  $\text{мин}^{-1}$ ;
- максимальная мощность автомобиля,  $N_{e \text{ max}}$ , кВт;

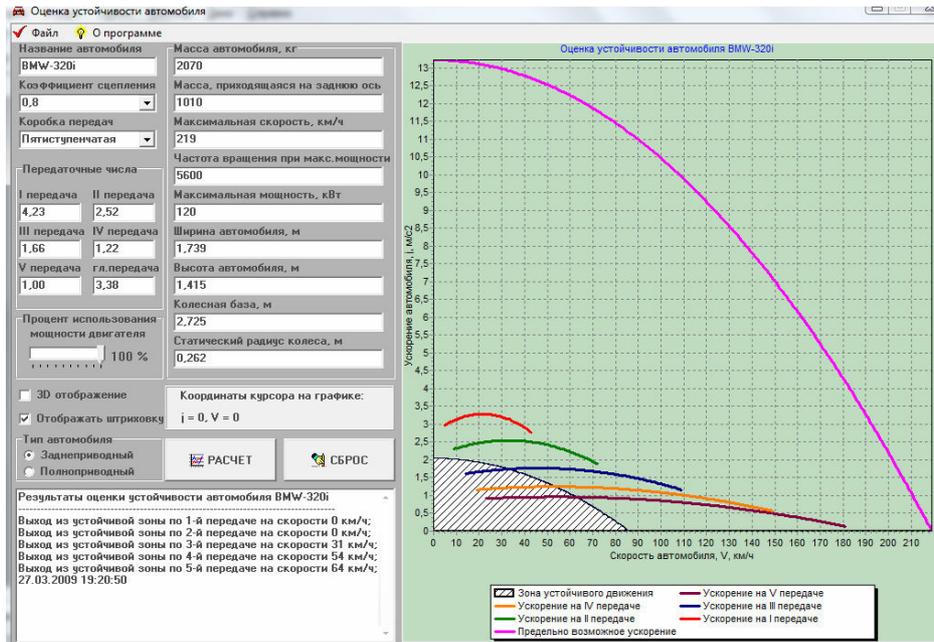


Рис. 1. Диалоговое окно расчетной программы

- ширина  $B$  и высота автомобиля  $H$ , м;
- колесная база,  $L$ , м;
- статический радиус колеса,  $r_{ст}$ , м.

После завершения пользователем ввода данных и нажатия кнопки «Расчет» в диалоговом окне программы выполняется построение графиков ускорений автомобиля.

Зоны устойчивого движения автомобиля даны в зависимости от схемы привода (2), а также его максимального ускорения (3).

В поле «Результаты оценки устойчивости автомобиля» отображаются значения скоростей, при превышении которых происходит выход автомобиля из зоны устойчивости. Так, например, для исследуемого автомобиля (рис. 1) выход из зоны устойчивости наблюдается при скорости 31 км/ч на третьей передаче, 54 км/ч – на четвертой передаче и 64 км/ч – на пятой.

Движение на первой и второй передачах в рассматриваемом случае будет неустойчивым. Движение автомобиля на первой и второй передачах будет устойчивым при снижении процента использования мощности двигателя на 40 %.

### Выводы

Учет динамического перераспределения нормальных реакций ведет к снижению зоны устойчивого движения автомобиля.

Использование данной программы позволяет производить корректировку передаточных чисел коробки передач, а также изменять процент использования максимальной мощности для входа автомобиля в устойчивую зону.

### Литература

1. Фалькевич Б.С. Теория автомобиля / Б.С. Фалькевич – М. : Машгиз, 1963. – 276 с.
2. Иларионов В.А. Эксплуатационные свойства автомобиля / В.А. Иларионов. – М.: Машиностроение, 1966. – 280 с.
3. Хусаинов А.Ш. Теория автомобиля: конспект лекций / А.Ш. Хусаинов, В.В. Селифонов. – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 120 с.
4. Алёкса Н.Н. Оценка устойчивости автомобиля с помощью ЭВМ при выполнении анализа тягово-скоростных свойств / Н.Н. Алёкса, В.И. Клименко, М.А. Подригало и др. // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2009. – Вып. 2. – С. 28–33.

Рецензент: В.И. Клименко, профессор, к.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 7 ноября 2012 г.