

УДК 625.032.821

**ДОРОЖНЫЕ ИСПЫТАНИЯ СЕДАНА LADA PRIORA VAZ-21703**

**В.П. Волков, проф., д.т.н., Э.Х. Рабинович, доц., к.т.н.,  
Ю.В. Зыбцев, ст. преп., инж., В.В. Маринин, Э.С. Коктев, студ.,  
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет**

*Аннотация.* Проведены расчеты и эксперименты, подтвердившие возможность дорожного диагностирования переднеприводного автомобиля на понижающих передачах. По уточненной методике получены значения аэродинамических показателей седана Lada Priora:  $C_x=0,315-0,33$ ,  $F=2,0 \text{ м}^2$  при коэффициенте суммарных дорожных сопротивлений  $\psi=0,0115$ .

*Ключевые слова:* Lada Priora, эксперимент, разгон, понижающие передачи, выбег, нормативы.

**ДОРОЖНІ ВИПРОБУВАННЯ СЕДАНА LADA PRIORA VAZ-21703**

**В.П. Волков, проф., д.т.н., Е.Х. Рабінович, доц., к.т.н.,  
Ю.В. Зибцев, ст. викл., инж., В.В. Марінін, Е.С. Коктев, студ.,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет**

*Анотація.* Здійснено розрахунки й експерименти, що підтвердили можливість дорожнього діагностування автомобіля з переднім приводом на знижувальних передачах. За уточненою методикою отримані значення аеродинамічних показників седана Lada Priora:  $C_x=0,315-0,33$ ,  $F=2,0 \text{ м}^2$  за коефіцієнта сумарних дорожніх опорів  $\psi = 0,0115$ .

*Ключові слова:* Lada Priora, експеримент, розгін, знижувальні передачі, вибіг, нормативи.

**LADA PRIORA VAZ-21703 SEDAN ROAD TEST**

**V. Volkov, Prof., D. Sc. (Eng.), E. Rabinovich, Assoc. Prof., Ph. D. (Eng.),  
Y. Zybsev, Asst. Prof., Eng., V. Marinin, E. Koktev, St.,  
Kharkov National Automobile and Highway University**

*Abstract.* The calculations and the experiments conducted have confirmed the possibility of the front-wheel drive vehicle road diagnosing using reducing gears. The technique of calculation of resistance coefficients has been improved. The values of the aerodynamic performance for sedan Lada Priora:  $C_d = 0,315-0,33$ ,  $A = 2,0 \text{ м}^2$  with total road resistance coefficient  $C_{rr} = 0,0115$  are obtained.

*Key words:* Lada Priora, experiment, acceleration, reducing gear, coasting.

**Введение**

Сегодня автомобили семейства Lada Priora постепенно вытесняют с рынка прежнюю продукцию АвтоВАЗа – семейства «Самара-2» и Lada 110. Соответственно растет потребность в диагностическом обеспечении эксплуатации «Приор». Поэтому важны и актуальны исследования, направленные на совершенствование методов проверки, до-

ступных для массового пользователя автомобилей этого семейства, без особого оборудования и особых испытательных дорог.

**Анализ публикаций**

В работе [1] предложено при дорожном диагностировании автомобиля проводить разгоны на понижающих передачах, а выбеги – с малых скоростей, что позволит использовать сравнительно короткие горизонтальные

участки дороги. Эксперимент на седане Volkswagen Passat B4 [2] показал, что этот переднеприводной автомобиль с механической КП можно диагностировать на III и II передачах, но не на I. Путь разгона в разных режимах не превышал 480 м. Однако из-за помех от стороннего транспорта и неопытности исполнителей часть записей пришлось отбраковать. Неадекватность полученных численных значений не позволила рассчитать нормативы диагностических параметров – времени разгона и выбега. Но Passat B4 – довольно редкая у нас модель. Поэтому было решено провести повторный эксперимент на другом, более распространенном переднеприводном автомобиле с механической КП – Lada Priora.

### Цель и постановка задачи

Целью работы является экспериментальная проверка полученных ранее выводов и результатов. Задачи эксперимента – проверка особенностей диагностирования автомобиля в указанных режимах, доступности такого диагностирования для массового водителя и уточнение некоторых характеристик, необходимых для расчета нормативов времени разгона и выбега.

### Описание эксперимента

Для испытаний была выбрана дорога, идущая по дамбе водохранилища (рис. 1). Покрытие – асфальтобетон поверх бетонных плит, состояние хорошее. Оба участка горизонтальны.

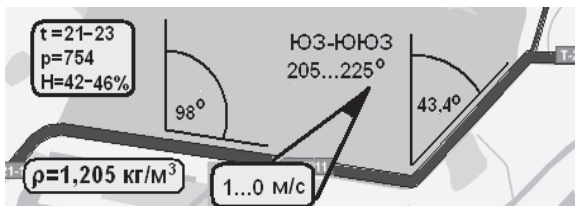


Рис. 1. Место и условия проведения эксперимента

Объект испытаний – седан Lada Priora VA3-21703 со всесезонными шинами КАМА EURO 224 185/60R14 82H. Двигатель – VA3-21126 1,6 л. Внешняя скоростная характеристика двигателя [3] показана на рис. 2. Привод передний, расположение двигателя поперечное, механическая коробка передач (передаточные числа: I – 3,636; II – 1,95; III – 1,357; IV – 0,941; V – 0,784, главной пары

3,7059). КПД трансмиссии принят 0,96 [4, 5]. Снаряженная масса автомобиля по взвешиванию на весовом устройстве тормозного стенда Weissbarth BD600 – 1087 кг. Загрузка – три человека общей массой 283 кг (с аппаратурой). Суммарная масса – 1370 кг. Коэффициент аэродинамического сопротивления и лобовая площадь в официальных источниках не найдены; по неофициальным данным,  $C_x = 0,32-0,34$ .



Рис. 2. Кривая крутящего момента двигателей VA3-21124 и VA3-21126

Процессы разгона и выбега регистрировались путем видеосъемки движения стрелки спидометра цифровым фотоаппаратом с частотой 30 кадров в секунду, а также барьерного ограждения при проезде мимо него. Барьерное ограждение набрано из стандартных элементов заводского изготовления, шаг стоек –  $4,0 \pm 0,01$  м. Таким образом, ограждение образует разметку дороги, отчетливо видную на видеозаписях. Параллельно ручным приемником GPS модели Magellan Triton 300 записывали трек.

Спидометр проградуирован по видеозаписи ограждения (рис. 3).

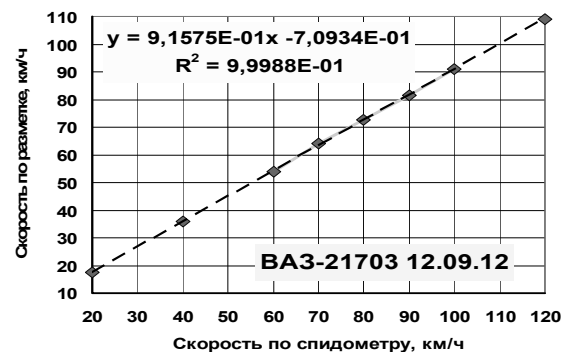


Рис. 3. Градуировка спидометра автомобиля Lada Priora по видеозаписи ограждения

Заезды проводились в двух направлениях: на восток («туда») и на запад («обратно»). Порядок испытания был таким: водитель разогнал автомобиль на подъезде к мерному участку дороги до скорости, на которой можно безопасно пройти поворот, затем, выйдя на прямую, включал нужную передачу и увеличивал подачу топлива до максимума, после чего включал видеозапись. В момент достижения заданной скорости он подавал сигнал голосом, а сидящий рядом руководитель эксперимента громко объявлял содержание заезда, например: «Разгон с 60 на четвертой, длинная плотина, туда, одиннадцать двадцать три». Момент остановки автомобиля по спидометру установить невозможно, поэтому его фиксировали резким звуковым сигналом. Информация, записанная на звуковой дорожке, помогает идентифицировать видеоклипы и синхронизировать записи с двух видеокамер. Значения времени определялись по обработке видеозаписей спидометра, значения пути – по обработке видеозаписей ограждения.

Видеозаписи обрабатывали на компьютере в программе VirtualDub – находили в режиме кадрового просмотра моменты прохождения стрелкой спидометра риска на шкале и строили диаграмму  $V(t)$ . По видеозаписям ограждения строили графики  $S(t)$ , которые затем численно дифференцировали, получая диаграммы скорости  $V(t)$  и замедления  $j(V)$ .

Диаграммы группировали по месту и направлению заездов (длинная или короткая плотина, туда или обратно). Ветра практически не было, поэтому оказалось возможным усреднить данные всех заездов. Усредненная диаграмма выбега на длинной плотине показана на рис. 4 (в сопоставлении с расчетной кривой calc).

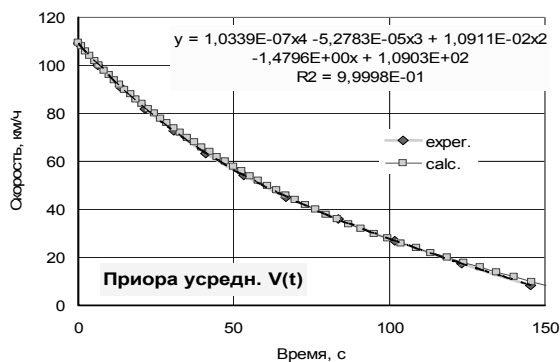


Рис. 4. Усредненная диаграмма выбега

По сглаженным значениям скорости рассчитана диаграмма замедления  $J(V)$  (рис. 5). На ней видно описанное нами ранее [6] падение сил сопротивлений на скоростях менее 20 км/ч.

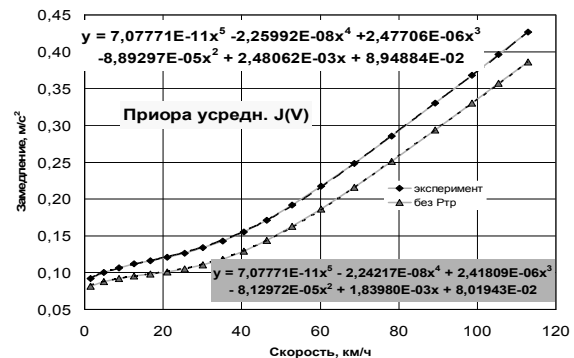


Рис. 5. Зависимость замедления выбега от скорости

По этим данным уточнены коэффициенты сопротивления воздуха и качения с учетом рекомендаций работы [7]: при  $V_1=112,9$  км/ч,  $V_2 = 30,1$  км/ч,  $Cx = 0,358$ ,  $\psi = 0,0117$ .

Однако, как показано, например, в [8], прямое использование замедлений выбега при расчете коэффициентов сопротивлений методически некорректно – эти замедления создаются не только сопротивлениями воздуха и качения, но и сопротивлением свободного хода трансмиссии. Данные о таком сопротивлении по автомобилю Priora не найдены. Известны ранее не опубликованные предварительные результаты исследований ХНАДУ по другим автомобилям близкого класса (рис. 6) – DAEWOO Lanos (Рабинович Э.Х. и Смагула С.М.) и Hyundai i30 (Зуев В.А. и Пасько С.А.).

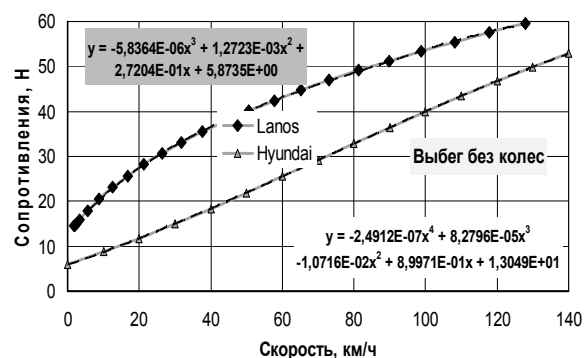


Рис. 6. Сопротивления свободного выбега переднеприводных трансмиссий автомобилей DAEWOO Lanos и Hyundai i30

Возьмем данные по Lanos, допустив, что коробка передач 21083 ближе к столь же давней коробке Lanos. Если рассчитать сопротивление в трансмиссии и вычесть из замеренных на дороге сопротивлений, зависимость  $j(V)$  несколько изменится (рис. 5, нижняя кривая). Тогда  $Cx=0,329$ ,  $\psi=0,00949$ . Напомним, это результаты для дороги. В аэродинамической трубе  $Cx$  на 5–10 % меньше [8], т.е. 0,3–0,313, что достаточно близко к указанным выше известным значениям.

Но коэффициент сопротивления качению 0,00945 представляется слишком низким для всепогодных шин. Если же взять меньшие сопротивления в трансмиссии – как у Hyundai i30, – получим  $Cx = 0,315$ ,  $\psi = 0,0115$ . Эти значения ближе к тому, что можно ожидать.

Надо отметить, что замедление выбега в разных заездах сильно варьирует, несмотря на отсутствие ветра (рис. 7).

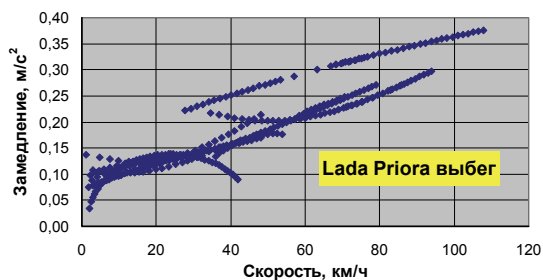


Рис. 7. Графики  $j(V)$  в разных заездах (по видеозаписи ограждения)

Вопрос требует дополнительного изучения: во-первых, измерения момента инерции и сопротивлений холостого хода трансмиссии автомобиля Lada Priora, во-вторых – проверки достоверности значений ускорения, получаемых двойным дифференцированием зависимости пути от времени.

Результаты обработки данных разгона проиллюстрированы на рис. 8. Они позволяют оценить надежность различения допустимого и недопустимого состояний (100 и 85 % крутящего момента). Так, на IV передаче различие во времени достижения скорости 113,9 км/ч (120 по спидометру) составляет 5,1 с. Даже неподготовленный человек легко регистрирует такое различие при ручной засечке. Тестовый автомобиль показал среднее время разгона 19,14 с, что соответствует 97,4 % крутящего момента.

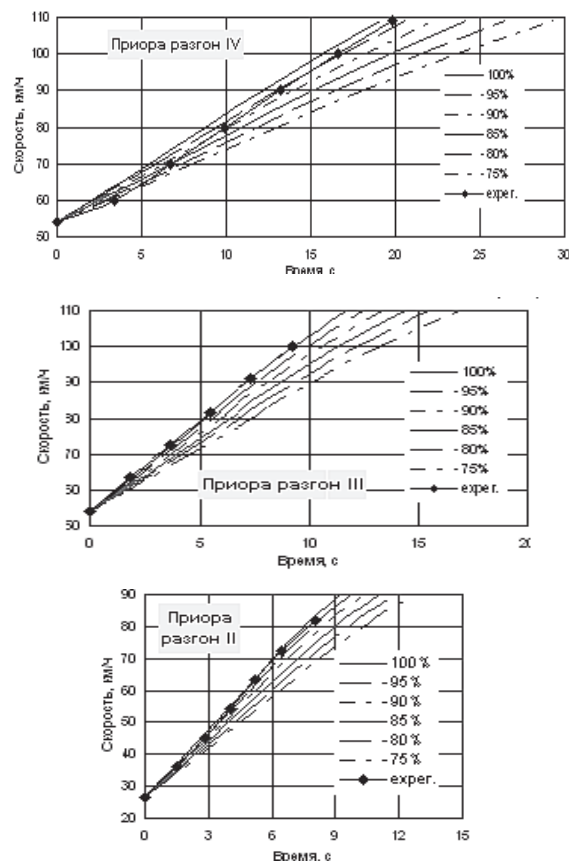


Рис. 8. Расчетные и экспериментальные графики разгона на разных передачах

На III передаче тестовый автомобиль разогнался от 54,2 до 90,9 км/ч (от 60 до 100 по спидометру) за 7,37 с – это приблизительно 99,8 % крутящего момента. На большей скорости разность по времени между допустимым и недопустимым состояниями – 1,6 с. Здесь для правильной постановки диагноза потребуется некоторый навык в засечке времени. Небольшая тренировка снижает ошибку до 0,1–0,2 с.

Почти такая же разность во времени (1,5 с) отмечена на II передаче, где выполнен разгон от 26,7 до 81,7 км/ч (от 30 до 90 по спидометру) за 8,1 с – это приблизительно 96,5 % крутящего момента.

Все графики разгона близки к расчетным номинальным. Только в начале разгона на IV передаче заметны отличия – видимо, у нашего тестового автомобиля момент в области 2000–3000 мин<sup>-1</sup> несколько понижен.

Близость результатов расчета и эксперимента в целом подтверждает надежность уточненной нами [6] математической модели сопротивлений движению и позволяет рассчитать для пользователей седана Lada Priora кон-

трольные значения времени разгона и выбега от 50 до 20 км/ч. Время выбега до полной остановки использовать нежелательно, поскольку при скоростях ниже 20 км/ч показания спидометра ненадежны, вариация результатов очень велика, результат сильно зависит от порывов бокового ветра. Лучше ограничиться временем выбега от 50 до 20 км/ч:  $125,5 - 67,7 = 57,8$  с, или от 40 до 20 – 42,3 с. Даже в последнем случае время разгона достаточно велико, чтобы погрешность ручной засечки не искажала диагноз.

### Выводы

Дорожная проверка переднеприводного автомобиля Lada Priora с механической трансмиссией по разгону на понижающих передачах не вызывает затруднений у рядового водителя.

Требуемая длина горизонтального участка дороги для разгона на понижающих передачах значительно меньше, чем на 4-й передаче, близкой к прямой.

Время движения накатом от 50 до 20 км/ч составляет 56,2 с, что вполне достаточно для надежной фиксации. Но путь выбега при этом достигает 537 м, что не всегда доступно. Если ограничиться диапазоном 40–20 км/ч, то время будет вполне ощутимым (42,3 с), а путь – около 344 м. Такой отрезок горизонтальной дороги найти несложно.

Подтверждено, что при расчете коэффициентов сопротивлений движению необходимо уменьшать общие сопротивления движению на величину сопротивлений холостого хода трансмиссии. Следовательно, измерение этих сопротивлений и приведенных масс трансмиссии современных автомобилей – важная и актуальная задача.

Коэффициент аэродинамического сопротивления автомобиля Lada Priora, определенный методом выбега на дороге, составляет 0,315–0,33 при лобовой площади  $2,0 \text{ м}^2$  и массе автомобиля с тремя участниками эксперимента 1370 кг. Если рассчитывать по модели сопротивления воздуха с переменным показателем степени, надо принимать  $C_x \approx 0,38$ .

Расчеты параметров разгона и выбега, выполненные по модели сопротивления воздуха с переменным показателем степени, дают

результаты, достаточно близкие к данным эксперимента.

### Литература

1. Рабинович Э.Х. Измерение тягово-скоростных показателей автомобиля по времени разгона на разных передачах / Э.Х. Рабинович, В.П. Волков, Ю.В. Зыбцев // Український метрологічний журнал. – 2012. – №4. – С. 47–52.
2. Волков В.П. Уточнение методики диагностирования автомобиля по выбегу / В.П. Волков, Ю.В. Зыбцев, В.И. Ярмук // Вісник НТУ «ХП». Серія «Автомобілетракторобудування». – 2012. – №64(970). – С. 36–42.
3. Конструктивные особенности двигателя VA3-21126 Lada-2170 Priora / [Электронный ресурс] Режим доступа к статье: [http://autoholding.net/851\\_konstruktivnie\\_osobennosti\\_dvigatelya\\_vaz\\_IIIIVI\\_LADA\\_IIIPIO\\_PRIORA.html](http://autoholding.net/851_konstruktivnie_osobennosti_dvigatelya_vaz_IIIIVI_LADA_IIIPIO_PRIORA.html).
4. Рабинович Э.Х. КПД автомобильной трансмиссии (статистическая оценка) / Э.Х. Рабинович, В.П. Волков, Е.А. Белогуров // ЕКОВАРНА '2011. Технический университет. – Варна. – С. 343–346.
5. Gillespie T. Fundamentals of Vehicle Dynamics / Society of Automotive Engineers (SAE). Warrendale, PA. – 1992. – 495 p.
6. Рабинович Э.Х. Оценка коэффициентов сопротивлений движению автомобиля по пути выбега / Э.Х. Рабинович, В.П. Волков, Е.А. Белогуров // Український метрологічний журнал. – 2010. – №4. – С. 47–52.
7. Измерение аэродинамического сопротивления движению автомобиля дорожным методом / Рабинович Э.Х., Волков В.П., Белогуров Е.А., Никитин Д.В. // Метрологія та вимірювальна техніка: зб. наук. пр. VIII Міжнар. наук.-техн. конф. «Метрологія–2012»: 9–11 жовтня 2012 р. – С. 390–393.
8. Петрушов В.А. Мощностной баланс автомобиля / В.А. Петрушов, В.В. Московкин, А.Н. Евграфов. – М.: Машиностроение, 1984. – 160 с.

Рецензент: А.В. Бажинов, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 10 февраля 2014 г.