

Погрешности расчета характеристик движения автомобиля

Сравним результаты моделирования с натурными испытаниями при выполнении маневра «переставка» автомобилем УАЗ-3151. Внешний вид модели автомобиля, сформированной в программном комплексе EULER, представлен на рисунке 1. Результаты испытаний были предоставлены 21 научно-исследовательским испытательным институтом МО РФ.

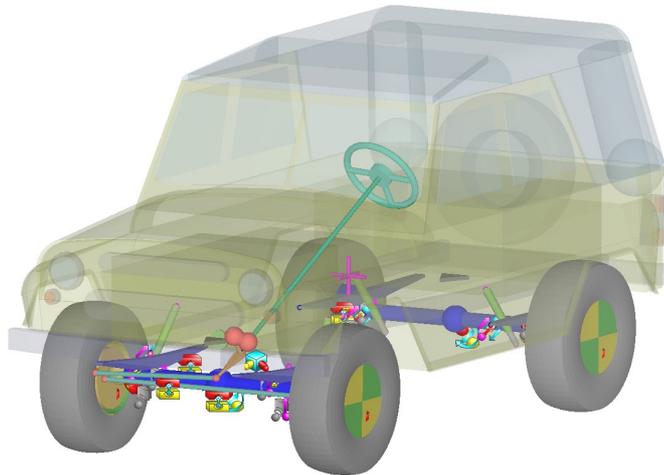


Рисунок 1. Модель автомобиля УАЗ-3151

При испытаниях измерялись пять характеристик движения автомобиля:

α – угол поворота управляемых колес;

W_z – угловая скорость автомобиля вокруг вертикальной оси;

β_x – угол бокового крена автомобиля;

A_{y1}, A_{y2} - поперечные ускорения над осью передних и задних колес.

В программном комплексе EULER был проведен расчет движения автомобиля при таком же управлении рулем по времени, которое было получено в испытаниях. На рисунке 2 представлены кадры движения автомобиля при моделировании. На рисунке 3-6 представлены графики изменения характеристик движения автомобиля, полученные при расчете и испытаниях при выполнении маневра «переставка $S_p=20$ м» со скоростью 65 км/ч. Для каждой характеристики на графиках представлены значения при испытаниях, при расчете и расхождение между ними.



Рисунок 2. Кадры движения автомобиля при моделировании

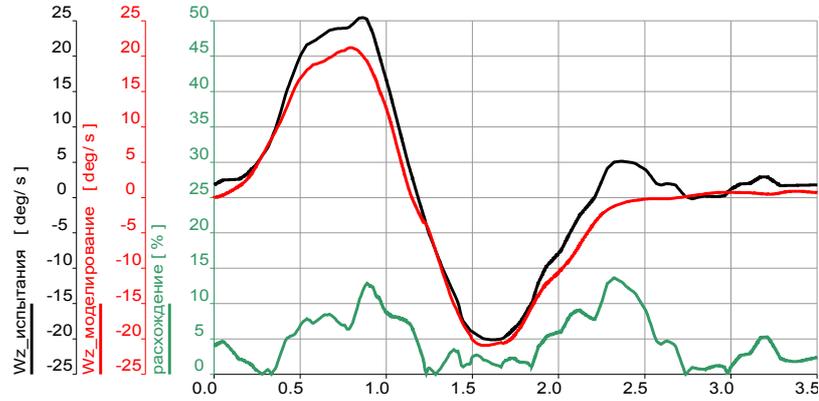


Рисунок 3. Угловая скорость автомобиля (среднее расхождение 5.6 %)

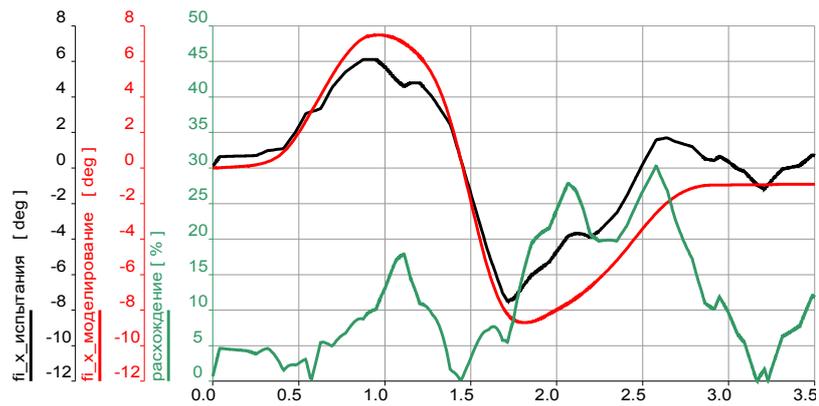


Рисунок 4. Угол бокового крена автомобиля (среднее расхождение 11.0 %)

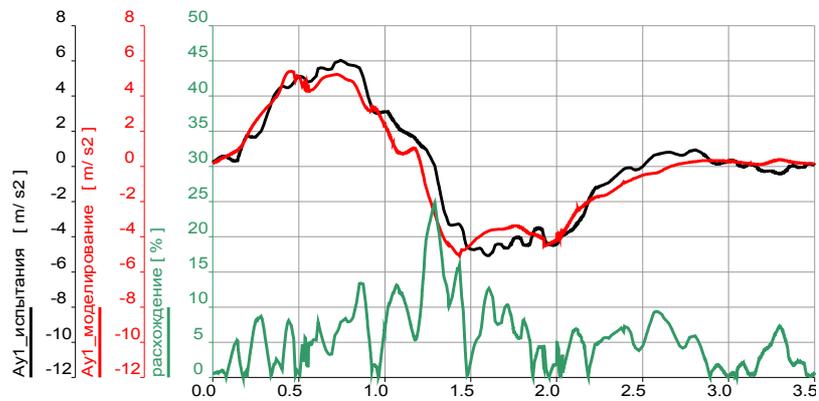


Рисунок 5. Поперечное ускорение над осью передних колес (среднее расхождение 6.8 %)

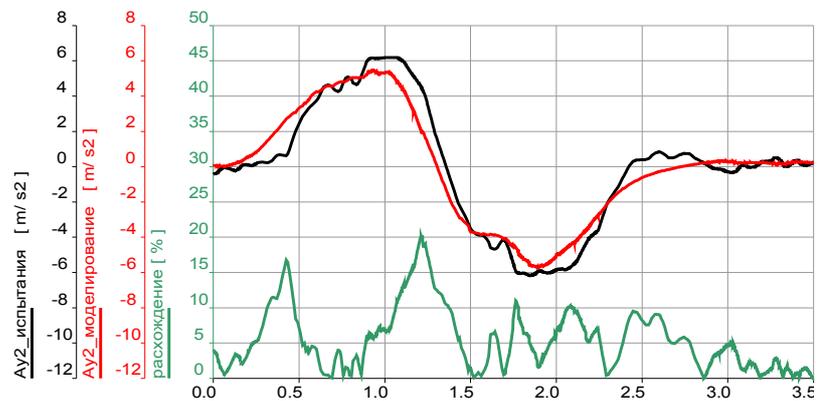


Рисунок 6. Поперечное ускорение над осью задних колес (Среднее расхождение 6.4 %)

В таблице 1 представлены результаты расчета отклонений характеристик движения автомобиля, связанных с погрешностями исходных данных модели. В первом столбце таблицы представлены ожидаемые погрешности исходных параметров модели, которые были определены с использованием экспертных оценок. При расчете общих ожидаемых отклонений характеристик предполагалось, что погрешности исходных параметров являются независимыми случайными величинами.

Таблица 1

Ожидаемые отклонения характеристик движения автомобиля из-за погрешностей исходных данных

Ожидаемая погрешность исходных данных	Ожидаемое отклонение характеристик [%]			
	Wz	fi_x	Ay1	Ay2
1. Передн. и задн. амортизаторы. (15. %)	0.60	1.10	0.90	0.90
2. Жесткость передн. и задн. рессор. (5. %)	0.24	2.00	0.44	0.38
3. Трение передн. и задн. рессор. (25. %)	0.90	3.10	1.40	1.25
4. Момент инерции кузова продольн. (10. %)	0.18	0.58	0.33	0.34
5. Момент инерции кузова вертик. (10. %)	0.48	0.92	0.54	0.53
6. Жесткость шин. (10. %)	0.39	0.63	0.72	0.60
7. Боковой увод шин. (20. %)	2.58	5.88	4.38	4.20
8. Демпфирование шин. (50. %)	0.16	0.24	0.32	0.26
9. Высота ЦМ а/м. (кузов +25 мм; а/м +19.8 мм)	0.84	2.96	1.24	1.30
10. Аэродинамика. (15. %)	0.12	0.19	0.20	0.18
11. Учет боковых перемещений водителя (оценка)	1.91	3.52	0.84	0.76
Общее ожидаемое отклонение характеристик	3.6	8.5	5.0	4.8

По экспертным оценкам было принято, что в рассматриваемом случае погрешности измерений характеристик при испытаниях составляют примерно 2 % от диапазона изменения соответствующей характеристики.

Методические погрешности модели определяются из предположения, что погрешности измерений, погрешности исходных данных и методические погрешности модели являются независимыми случайными величинами, и только они формируют расхождение результатов моделирования с натурными испытаниями. Полученные оценки всех трех факторов, определяющих полученное расхождение, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Влияние факторов на расхождение результатов моделирования с натурными испытаниями

	Характеристики				Среднее
	Wz	fi x	Ay1	Ay2	
Общее расхождение	5.6	11.0	6.8	6.4	7.4
Факторы:					
- погрешности измерений	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
- погрешности исходных данных	3.6	8.5	5.0	4.8	5.5
- методические погрешности модели	3.8	6.7	4.2	3.7	4.6

В представленном примере среднее расхождение значений характеристик в процессе движения автомобиля между моделированием и натурными испытаниями составляет 7.4 %. Это расхождение в большей мере связано с погрешностями исходных данных модели.