

Коэффициент воздействия автомобиля на почву

Модель автомобиля

Полная масса, кг

Число осей

Распределение масс (G_1/G_2)

Тип трансмиссии

Кэф. несимметричности раздаточного устройства

Тип грунта

Оси одинаковы

Номер оси

Модель шин

Ширина беговой дорожки, см

Свободный радиус, см

Давление в шине, кг/кв.см

Кэф. насыщенности

Шаг грунтозацепов, см

Радиальная жесткость, кг/см

$K_{пчe}$ (тяга MIN)

$K_{пчe}$ (тяга MAX)

Рис. 5. Окно интерфейса СПО расчета коэффициента вредного воздействия автомобиля на почву.

Данное обстоятельство указывает на необходимость совершенствования конструкции полноприводных автомобилей и в особенности тех систем, которые влияют на параметры криволинейного движения: рулевое управление, движитель и трансмиссия автомобиля.

Предложенная оценка определения негативного воздействия автомобиля на почву позволяет уже на стадии проектирования количественно оценивать как то или иное изменение конструкции будет влиять на его экологические показатели. Кроме этого, она позволяет сравнивать различные автомобили с точки зрения экологической безопасности, как при прямолинейном, так и при движении на повороте.

Литература

1. Пирковский Ю.В., Шухман С.Б. Теория движения полноприводного автомобиля. Прикладные вопросы оптимизации конструкции шасси. М., 2001.
2. РД 37.083.002-2004 Разрушающее воздействие полноприводного автомобиля на грунт. Критерии оценки. Методы определения.
3. Русанов В.А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути её решения, М.: ВИМ, 1998.
4. Шухман С.Б., Переладов А.С. Оценка воздействия движителей автомобиля на почву // Автомобильная промышленность, 2002. № 6. с. 16-19.

Применение корреляционного анализа при экспериментальном исследовании уровня колебаний в автомобиле ВАЗ-21214

к.т.н., доц. Прокопьев М.В., Прасолов А.В.

Тольяттинский Государственный Университет

Методы корреляционного анализа широко применяются для выявления и описания зависимостей между случайными величинами по экспериментальным данным.

Целью данной работы является проведение корреляционного анализа экспериментальных данных по замеру уровня вибраций узлов автомобиля ВАЗ-21214 для снижения трудоемкости при анализе и последующей оптимизации экспериментальных данных, а также при проведении аналогичных экспериментов.

Испытания проводились по плану дробно-факторного эксперимента 25-1 [1]. В эксперименте варьировались жесткостные характеристики подвески двигателя (1-й фактор), ко-

робки передач (2-й фактор), раздаточной коробки (3-й фактор) и усилие осевого перемещения карданных валов привода переднего и заднего мостов (4-й и 5-й факторы соответственно). При варьировании факторов на 2-х уровнях (-1; +1), количество опытов составило $N = 25 - 1 = 16$. Применение дробной реплики позволило сократить объем испытаний в 2 раза.

Уровень вибраций замерялся вибродатчиками типа АТ 1105-10 на двигателе, коробке передач, раздаточной коробке, переднем и заднем мостах, рулевом колесе, рычаге переключения передач и на днище в районе ног водителя и заднего левого пассажира. Замеры производили в режиме плавного разгона автомобиля от 70 до 130 км/ч для каждой комплектации.

Для упрощения работы с данными и удобства оценки, данные записи датчиков виброускорений переведены в средние квадратичные отклонения виброускорений. График зависимости средних квадратичных отклонений виброускорений двигателя от скорости представлен на рис. 1.

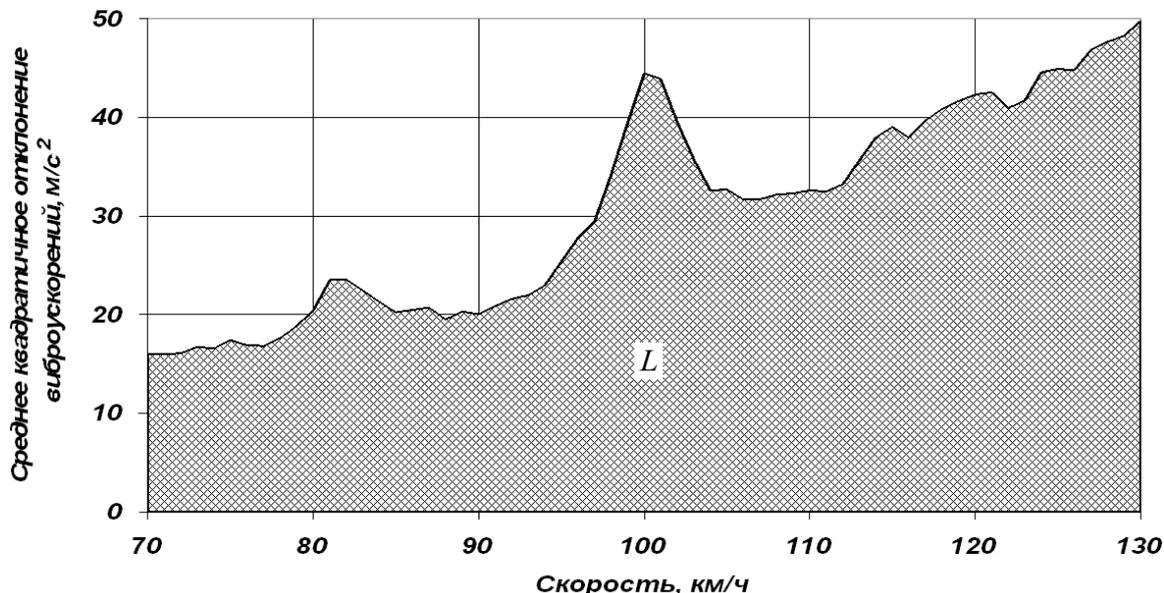


Рис. 1. Зависимость средних квадратичных отклонений виброускорений двигателя от скорости автомобиля.

За частный критерий "L" оценки уровня вибраций при разгоне автомобиля принято значение площади под кривой графика зависимости виброускорений от скорости автомобиля. Таким образом, уровень вибраций всех 9-ти исследуемых узлов представлен численным значением на каждой из 16-ти комплектаций.

Определив, насколько вибрации на исследуемых узлах зависят друг от друга и от варьируемых факторов, мы можем опустить зависимые звенья при дальнейшем анализе и оптимизации экспериментальных данных.

Корреляция определяет степень, с которой значения двух переменных пропорциональны друг другу. Корреляция между парой переменных называется парной корреляцией. Статистики предпочитают говорить о коэффициенте парной корреляции, который изменяется в пределах от -1 до +1.

При исследовании зависимость между двумя переменными, измеренными в интервальной шкале, наиболее подходящим будет применить коэффициент корреляции Пирсона "r" (Pearson, 1896), называемый также линейной корреляцией, так как он отражает степень линейных связей между переменными. Эта корреляция наиболее популярна, поэтому часто, когда говорят о корреляции, имеют в виду именно корреляцию Пирсона. Итак, выборочный коэффициент корреляции [2] вычисляется по формуле (1):

$$r_{12} = \frac{\Sigma(Y_{i1} - \bar{Y}_1) \cdot (Y_{i2} - \bar{Y}_2)}{\sqrt{\Sigma(Y_{i1} - \bar{Y}_1)^2 \cdot \Sigma(Y_{i2} - \bar{Y}_2)^2}} \quad (1)$$

где: \bar{Y}_1 — среднее переменной Y_1

\bar{Y}_2 — среднее переменной Y_2

Для определения коэффициентов корреляции используем программный пакет анализа данных «Statistica 6». Исходные данные для корреляции представлены в таблице 1.

В качестве переменных Y_{i1} и Y_{i2} задаются соответствующие значения по комплектациям исследуемых узлов.

Результаты расчета коэффициентов корреляции представлены в таблице 2.

Таблица 1

Комплектация	Критерий L								
	ЗМ	РК	КП	ПМ	ДВ	Водитель	Пассажир	Руль	Рычаг
1	11,19	29,52	45,97	20,48	24,40	4,72	2,50	3,99	11,08
2	5,94	32,88	55,43	23,94	26,20	4,67	2,25	3,42	12,76
3	5,95	32,26	53,86	22,00	25,54	3,98	2,15	3,14	11,04
4	9,86	28,95	58,41	25,06	26,09	4,15	2,06	3,27	12,56
5	5,81	29,22	56,14	21,49	24,65	5,21	2,58	3,38	11,55
6	9,66	21,96	55,93	25,31	25,44	4,07	2,41	3,07	12,66
7	11,19	25,89	49,37	21,14	23,56	4,33	2,42	3,62	12,12
8	5,89	27,96	54,11	20,05	25,10	3,80	2,08	3,14	12,69
9	6,01	30,33	53,24	22,59	26,25	6,10	2,53	3,10	11,36
10	9,80	22,50	52,73	25,31	26,47	5,73	2,44	3,19	11,53
11	11,87	24,35	51,06	22,79	26,05	5,43	2,57	3,97	11,49
12	5,81	24,35	51,07	25,87	25,06	4,88	2,29	3,82	11,37
13	12,58	28,87	44,42	21,31	25,26	4,91	2,75	3,69	10,89
14	5,80	28,92	65,09	25,96	30,86	4,63	2,25	3,43	11,66
15	5,99	33,67	61,61	22,64	28,35	4,31	2,10	2,98	11,17
16	11,33	30,02	53,96	26,17	27,32	4,91	2,43	4,29	12,21

Таблица 2

	Задний мост	Раздаточная коробка	Коробка передач	Передний мост	Двигатель	Водитель	Пассажир	Руль	Рычаг
Задний мост		-0,3945	-0,5935	-0,0414	-0,2915	0,1132	0,5419	0,5676	-0,0384
		p=0,131	p=0,015	p=0,879	p=0,273	p=0,676	p=0,030	p=0,022	p=0,888
Раздаточная коробка	-0,3945		0,2577	-0,2859	0,2691	-0,1762	-0,3085	-0,1171	-0,1607
	p=0,131		p=0,335	p=0,283	p=0,314	p=0,514	p=0,245	p=0,666	p=0,552
Коробка передач	-0,5935	0,2577		0,4637	<u>0,7552</u>	-0,2323	-0,6244	-0,4918	0,3068
	p=0,015	p=0,335		p=0,070	<u>p=0,001</u>	p=0,387	p=0,010	p=0,053	p=0,248
Передний мост	-0,0414	-0,2859	0,4637		0,5504	0,1411	-0,181	0,0925	0,2649
	p=0,879	p=0,283	p=0,070		p=0,027	p=0,602	p=0,502	p=0,733	p=0,321
Двигатель	-0,2915	0,2691	<u>0,7552</u>	0,5504		0,0716	-0,3043	-0,1408	-0,0441
	p=0,273	p=0,314	<u>p=0,001</u>	p=0,027		p=0,792	p=0,252	p=0,603	p=0,871
Водитель	0,1132	-0,1762	-0,2323	0,1411	0,0716		<u>0,6616</u>	0,2221	-0,4044
	p=0,676	p=0,514	p=0,387	p=0,602	p=0,792		<u>p=0,005</u>	p=0,408	p=0,120
Пассажир	0,5419	-0,3085	-0,6244	-0,181	-0,3043	<u>0,6616</u>		0,4531	-0,4074
	p=0,030	p=0,245	p=0,010	p=0,502	p=0,252	<u>p=0,005</u>		p=0,078	p=0,117
Руль	0,5676	-0,1171	-0,4918	0,0925	-0,1408	0,2221	0,4531		-0,1319
	p=0,022	p=0,666	p=0,053	p=0,733	p=0,603	p=0,408	p=0,078		p=0,626
Рычаг	-0,0384	-0,1607	0,3068	0,2649	-0,0441	-0,4044	-0,4074	-0,1319	
	p=0,888	p=0,552	p=0,248	p=0,321	p=0,871	p=0,120	p=0,117	p=0,626	

Согласно экспериментальной статистике, принято считать, что исследуемые величины имеют достаточную корреляционную зависимость, если коэффициент корреляции $r \geq 0,6$.

Стоит отметить, что значение коэффициента корреляции указывает только на силу линейной зависимости между двумя переменными, из него не вытекает никакого заключения о типе причинной связи между ними.

Оценка надежности найденных зависимостей между переменными выборки осуществляется с помощью стандартной статистической меры, называемой p -уровень, или статистический уровень значимости. Статистическая значимость результата представляет собой оцененную меру уверенности в его правильности, другими словами p -уровень показывает, насколько значим для нас полученный результат. Уровень значимости – это показатель, находящийся в убывающей зависимости от надежности результата, более высокий p -уровень соответствует более низкому уровню доверия к найденной в выборке зависимости между переменными.

Рассчитанные значения p -уровня представлены в таблице 2 в соответствующих ячейках. Принято считать, что результат $p = 0,05$ является приемлемой границей статистической значимости (вероятность ошибки 5%), результаты, значимые на уровне $p = 0,01$, рассматриваются как статистически значимые, а результаты с уровнем $p = 0,005$ или $p = 0,001$ как высоко значимые.

С учетом невысокого объема выборки, используемой для определения коэффициента корреляции ($N = 16$), для анализа выбираем значения r при уровне значимости $p \leq 0,005$.

Анализ данных таблицы 2 показывает, что уровень вибраций на коробке передач и двигателе, днище, а также в районе ног водителя и заднего левого пассажира, имеют высокую положительную корреляционную зависимость, формулы линейной зависимости приведены ниже (2):

$$\begin{aligned} Y_{ДВС i} &= 12,6212 + 0,2489Y_{КП i} \\ Y_{Водитель i} &= -0,2054 + 2,0925Y_{Пассажир i} \end{aligned} \quad (2)$$

Следующий шаг корреляционного анализа – построение двумерных диаграмм рассеяния, используемых для визуального исследования зависимости между исследуемыми переменными. Данные изображаются точками в двумерном пространстве, две координаты (X и Y), которые определяют положение каждой точки, соответствуют значениям двух переменных. Диаграммы рассеяния имеют следующие преимущества:

- исследование диаграмм рассеяния позволяет определять формы зависимостей, чтобы потом можно было выбрать подходящий тип преобразования данных для их «линеаризации» или выбора подходящего нелинейного уравнения (например, вместо линейной зависимости использовать полиномиальную);
- диаграммы рассеяния позволяют находить «выбросы» (нетипичные данные), которые искусственным образом увеличивают или уменьшают («смещают») коэффициент корреляции. Даже один выброс может значительно увеличить коэффициент корреляции между двумя переменными;
- возможность исследования нелинейной зависимости между переменными, для чего не существует «автоматических» или простых в употреблении методов.

Диаграммы рассеяния для двигателя и коробки передач представлены на рис. 2. Непрерывной линией на диаграмме показана корреляционная зависимость уровня вибраций двигателя и коробки передач, штриховыми линиями обозначен 95%-ный доверительный интервал. Собственно доверительный интервал показывает область, в которую, с оговоренной вероятностью, попадет среднее значение \bar{Y} новых выборок, при фиксированных значениях X_i . Способ определения и подробное описание доверительных интервалов изложены в источнике [2].

Анализ диаграмм показывает линейную зависимость между исследуемыми переменными, что подтверждает правильность использования линейного коэффициента корреляции. Также визуально определено отсутствие «выбросов».

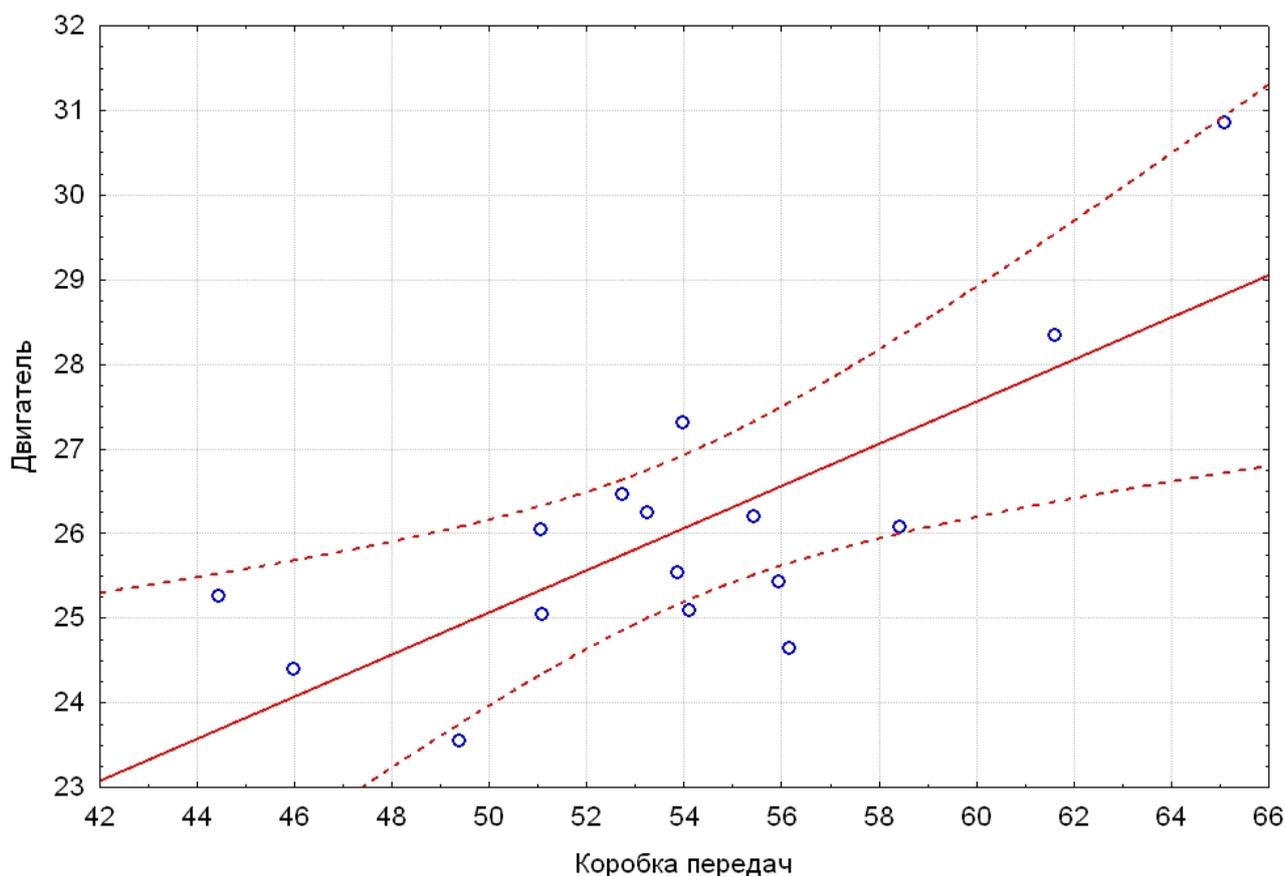


Рис. 2. Диаграмма рассеяния для двигателя и коробки передач.

Выводы

Изложена логика проведения корреляционного анализа с использованием программного пакета обработки статистических данных «Statistica 6».

Определена высокая положительная линейная зависимость между уровнями колебаний на коробке передач и двигателе, днище в районе ног водителя и заднего левого пассажира.

Опираясь на вычисленные корреляционные зависимости, исключаем из анализа и оптимизации показания с датчиков коробки передач и днища, в районе ног заднего левого пассажира, что позволит в дальнейшем исключить при проведении экспериментов установку датчиков на коробку передач и днища, в районе ног заднего левого пассажира.

Литература

1. Корнилов С.Н., Прасолов А.В., Прокопьев М.В. Формирование технических требований к трансмиссии автомобиля ВАЗ- 21214М: 232-233 / Международный симпозиум «Проектирование колесных машин», посвященный 175-летию МГТУ им. Н.Э. Баумана. 21-22 марта 2005 г. Доклады. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005.
2. Днейпер Н., Симт Г. Прикладной регрессионный анализ: В2-х кн. Кн.1/ Пер. с англ. – 2-е изд., перераб и доп. – М.: Финансы и статистика, 1986.-366 с., ил. – (Математико-статистические методы за рубежом).

Опыт создания и испытаний автомобиля с гидрообъемной трансмиссией (ГОТ)

к.т.н. Прочко Е.И., Курмаев Р.Х., Анкинович Г.Г.

ГНЦ ФГУП НАМИ, МГТУ «МАМИ», ОАО «НАМИ-Сервис»

Современные полноприводные автомобили не могут быть признаны в достаточной мере совершенными из-за наличия ступенчатых коробок передач, раздаточных коробок и жесткой кинематической связи между колесами. Причины, по которым нельзя обойтись без коробок передач, очевидны: диапазон изменения сопротивления движению во много раз больше диапазона изменения крутящего момента двигателя. Переключение передач приводит к раз-