

данных затрат энергии ожидаемый пробег электро-мобиля на одной зарядке в городском цикле составит  $L = 160$  км.

Для сравнения в табл. 2 представлен пробег на одной зарядке лучших мировых аналогов данного класса электромобилей [6, 7, 8].

**Таблица 2. Пробег на одной зарядке легких коммерческих электромобилей**

Модель электромобиля	Пробег на одной зарядке, км
Edison Smith Electric Vehicles	160
Modec	160
Peugeot eMonarch	150
Ford Transit Connect Electric	130
Mercedes-Benz Vito E-CELL	130
EcoDaily Electric 35S	120

Поэтому полученный в результате исследования пробег электромобиля на одной зарядке в городском цикле движения, характеризующий энергетические свойства транспортного средства, зависящий от конструктивных параметров тяговой системы транспортного средства (табл. 1) и затрат энергии на движение в цикле, является достаточным, а указанные конструктивные параметры – приемлемыми для создания современного легкого коммерческого электромобиля.

В заключение следует отметить, что данная научно-исследовательская работа проводится в рамках

федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 гг.».

#### Библиографические ссылки

1. Электромобиль: Техника и экономика / В. А. Щетина [и др.] ; под общ. ред. В. А. Щетины. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд., 1987. – 253 с.
2. Блохин А. Н., Чивенков А. И. Концепция создания экологически безопасного легкого коммерческого электромобиля с перспективными источниками и накопителями энергии // Материалы 71-й Междунар. науч.-техн. конф. ААИ «Безопасность транспортных средств в эксплуатации». – Н. Новгород : НГТУ, 2010. – С. 56–59.
3. Тарасик В. П. Теория движения автомобиля : учебник для вузов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2006. – 478 с.
4. Правила ЕЭК ООН № 83. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении выброса загрязняющих веществ в зависимости от топлива, необходимого для двигателей.
5. Правила ЕЭК ООН № 84. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения дорожных транспортных средств, оборудованных двигателем внутреннего сгорания, в отношении измерения потребления топлива.
6. Smith Electric Vehicles. – URL: <http://www.smithelectricvehicles.com/index.asp>.
7. Allied Electric. – URL: <http://www.alliedelectric.co.uk/>
8. Modec Limited. – URL: <http://www.modeczev.com/>

*A. N. Blokhin*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Nizhny Novgorod State Technical University after R. E. Alekseev

*V. V. Belyakov*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Nizhny Novgorod State Technical University after R. E. Alekseev

*D. V. Zezulin*, Postgraduate Student, Nizhny Novgorod State Technical University after R. E. Alekseev

#### Power Consumption During Movement of an Electromobile in Urban Cycle

*The basic components of power consumption during movement of the vehicle with electric drive (electric vehicle) are presented. The results of mathematical modeling of motion of light commercial electric vehicle in the European Driving Urban Cycle (ECE15 driving cycle) are presented. The comparison of the mileage of electric vehicle on a single charge with known world analogues is made.*

**Key words:** electric vehicle, urban driving cycle, energy consumption during urban driving cycle, single charge mileage.

УДК 343.72:368 - 519.8:61

**Н. П. Кузнецов**, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**М. А. Тарасова**, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ФАКТА МОШЕННИЧЕСТВА ПРИ ИНСЦЕНИРОВКЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ КУЗОВА

*Показана возможность применения методов математической статистики для выявления мошенничества при инсценировке ДТП.*

**Ключевые слова:** страховое мошенничество, коррозия металла, цветовая модель RGB, скорость коррозии, выборка, генеральная совокупность, статистические гипотезы.

**Н**а сегодняшний день мошенничество в сфере страхования, методы его распознавания и предотвращения являются наиболее об-

суждаемой и актуальной проблемой в кругу специалистов российского страхового рынка. Страховщики обеспокоены ростом числа случаев страхового мо-

шенничества. В связи с этим нужны методы и способы борьбы для решения этой проблемы [1].

Известен способ выявления мошенничества при инсценировке ДТП, в основе которого лежат особенности коррозионного процесса, состоящие в том, что коррозионный процесс приводит к изменению цветовых оттенков продуктов коррозии по времени [2]. В соответствии с [2] скорость коррозии предлагается оценивать по цветовым оттенкам поверхности прокорродировавшего слоя, для чего используется так называемая цветовая модель RGB [3]. Изменения цветовых оттенков по трем основным цветовым компонентам изображения продуктов коррозии позволяет найти отличия цветовых оттенков для двух коррозионных процессов, начавшихся на одной и той же поверхности, но в разное время.

Однако для реализации этого способа необходимо знать эмпирические модели изменения цветов коррозии как функции времени. При этом такие модели должны учитывать конкретные климатические, погодные, сезонные и иные условия, например, характеристики (коррозионные свойства) для данной конкретной марки стали, используемой для кузова автомобиля, и т. д. Все это делает использование на практике изложенного в [2] способа определения времени получения кузовом автомобиля поврежденный невозможным, поскольку не позволяет решить задачу с необходимой точностью и достоверностью, что и является основным недостатком способа.

Однако при выявлении мошенничества достаточно установить, что не все заявленные к рассмотрению повреждения кузова принадлежат к одной генеральной совокупности.

Таким образом, для ответа на вопрос, принадлежат ли все повреждения кузова автомобиля одной генеральной совокупности, то есть были ли они все нанесены в одно и то же время, необходимо определить характеристики поверхностей прокорродировавшего металла во всех местах повреждений. Для этого возможно использовать методику, соответствующую способу и изложенную в [2].

Для выявления факта мошенничества достаточно показать, что повреждения, предъявленные в качестве страхового случая, относятся как минимум к двум различным генеральным совокупностям. Как известно, основными характеристиками выборки является выборочное среднее и выборочная дисперсия [4], которые определяются по известным формулам:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}; \quad (1)$$

$$S^2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N-1}, \quad (2)$$

где  $\bar{X}$  – выборочное среднее;  $X_i$  – значение исследуемого параметра в каждом  $i$ -м опыте (насыщенность цвета);  $N$  – объем выборки (количество замеров);  $S^2$  – выборочная дисперсия.

Статистическая оценка характеристик выборки производится с определенной достоверностью и точностью. Объем выборки должен быть не менее 7 [5], поэтому для формирования двух выборок по результатам обработки изображений необходимо иметь не менее 15 изображений прокорродировавших мест повреждений. При этом могут быть обработаны не только изображения отдельных повреждений, но и отдельные фрагменты изображений повреждения, если площадь повреждений относительно велика.

Допустим, что обработке были подвергнуты  $N$  изображений или фрагментов изображений деформаций кузова автомобиля. В результате для каждого изображения или фрагмента изображения получены (измерены) значения насыщенности цвета прокорродировавших повреждений, причем как для каждого из базовых цветов, так и для общей характеристики насыщенности получены соответствующие значения для каждого опыта:

$$J_i^c; J_i^k; J_i^3; J_i^o = J_i^c + J_i^k + J_i^3. \quad (3)$$

По формуле (1) и (2) вычисляются характеристики выборки:

$$\bar{J}^c = \frac{\sum_{i=1}^N J_i^c}{N}; \quad \bar{J}^k = \frac{\sum_{i=1}^N J_i^k}{N}; \quad \bar{J}^3 = \frac{\sum_{i=1}^N J_i^3}{N}; \quad (4)$$

$$\bar{J}^o = \frac{\sum_{i=1}^N (J_i^c + J_i^k + J_i^3)}{N}.$$

$$S_c^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (J_i^c - \bar{J}^c)^2}{N-1}; \quad S_3^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (J_i^3 - \bar{J}^3)^2}{N-1}; \quad (5)$$

$$S_k^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (J_i^k - \bar{J}^k)^2}{N-1}; \quad S_o^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (J_i^o - \bar{J}^o)^2}{N-1}.$$

Далее исходная выборка делится на две выборки по каждому из параметров: те значения параметров, которые оказались меньше выборочного среднего, определенного по формулам (4), формируют одну выборку параметров объемом  $N_1$ . Те значения параметров, которые больше, чем выборочные средние, определяемые по формуле (4), образуют первую выборку. Те значения параметров, которые меньше, чем выбранные средние, образуют вторую выборку. При этом первая выборка имеет объем  $N_1$ , а вторая выборка равна  $N_2$ . Причем сумма объемов первой и второй выборок равна объему генеральной совокупности:

$$N = N_1 + N_2. \quad (6)$$

Для каждой из сформированных выборок определяются статистические характеристики – выборочные средние и выборочные дисперсии, причем первая и вторая выборки формируются для каждого из базовых цветов и для общей характеристики насыщенности.

$$\bar{J}_1^c = \frac{\sum_{k=1}^{N_1} J_k^c}{N_1}; \bar{J}_1^3 = \frac{\sum_{k=1}^{N_1} J_k^3}{N_1}; \bar{J}_1^k = \frac{\sum_{ki=1}^{N_1} J_k^k}{N_1}; \bar{J}_1^o = \frac{\sum_{k=1}^{N_1} J_k^o}{N_1}. \quad (7)$$

$$\left. \begin{aligned} S_{1c}^2 &= \frac{\sum_{k=1}^{N_1} (J_k^c - \bar{J}_1^c)^2}{N_1 - 1}; S_{13}^2 = \frac{\sum_{k=1}^{N_1} (J_k^3 - \bar{J}_1^3)^2}{N_1 - 1}; \\ S_{1k}^2 &= \frac{\sum_{k=1}^{N_1} (J_k^k - \bar{J}_1^k)^2}{N_1 - 1}; S_{1o}^2 = \frac{\sum_{k=1}^{N_1} (J_k^o - \bar{J}_1^o)^2}{N_1 - 1}. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

$$\bar{J}_2^c = \frac{\sum_{j=1}^{N_2} J_j^c}{N_2}; \bar{J}_2^3 = \frac{\sum_{j=1}^{N_2} J_j^3}{N_2}; \bar{J}_2^k = \frac{\sum_{j=1}^{N_2} J_j^k}{N_2}; \bar{J}_2^o = \frac{\sum_{j=1}^{N_2} J_j^o}{N_2}. \quad (9)$$

$$\left. \begin{aligned} S_{2c}^2 &= \frac{\sum_{j=1}^{N_2} (J_j^c - \bar{J}_2^c)^2}{N_2 - 1}; S_{23}^2 = \frac{\sum_{j=1}^{N_2} (J_j^3 - \bar{J}_2^3)^2}{N_2 - 1}; \\ S_{2k}^2 &= \frac{\sum_{j=1}^{N_2} (J_j^k - \bar{J}_2^k)^2}{N_2 - 1}; S_{2o}^2 = \frac{\sum_{j=1}^{N_2} (J_j^o - \bar{J}_2^o)^2}{N_2 - 1}. \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

По полученным выборкам объема  $N_1$  и  $N_2$  необходимо сделать вывод о том, принадлежат ли они одной генеральной совокупности, или доказать, что они принадлежат разным генеральным совокупностям, то есть сделать вывод, что повреждения автомобиля были получены в одно или в разное время. Для этого воспользуемся теорией проверки статистических гипотез [5].

В случае принадлежности обеих выборок одной генеральной совокупности необходимо провести сравнение средних значений совокупностей. Будем предполагать, что обе выборки некоррелированы. Здесь возможны теоретически четыре варианта возможных предположений: а) обе дисперсии известны и равны между собой; б) обе дисперсии известны, но не равны между собой; в) обе дисперсии не известны, но предполагается, что они равны между собой; г) обе дисперсии не известны, а предположение об их равенстве не сделано. При этом следует отметить, что для каждого из цветовых оттенков и для общей характеристики цвета повреждений будем иметь свои две выборочные совокупности, причем объемы первых и вторых совокупностей для каждого из базовых цветов и для общей характеристики цветов могут отличаться, но в сумме должны быть равны объему генеральной совокупности  $N$ .

Будем предполагать, что для каждого базового цвета для обеих выборок дисперсии не известны, но предполагается, что они равны между собой. В качестве оценочных значений дисперсий примем выборочные дисперсии первой и второй соответствующих совокупностей. Обе выборочные дисперсии  $S_{1\delta}^2$  и  $S_{2\delta}^2$  являются оценками одной и той же дисперсии совокупности  $\sigma^2$ . Индексом  $\delta$  обозначен базовый

цвет или общая цветовая характеристика. В соответствии со сказанным введем в рассмотрение объединенную оценку дисперсии с числом степеней свободы, равным сумме степеней свободы исходных оценок, то есть равным  $N$ . Объединенная оценка имеет вид

$$S_{p\delta}^2 = \frac{(N_{1\delta} - 1)S_{1\delta}^2 + (N_{2\delta} - 1)S_{2\delta}^2}{N_{1\delta} + N_{2\delta} - 2}. \quad (11)$$

Статистика критерия проверки гипотезы о равенстве выборочных средних имеет вид

$$T_{\delta} = \frac{\bar{J}_{1\delta} - \bar{J}_{2\delta}}{S_{p\delta} \sqrt{\frac{1}{N_{1\delta}} + \frac{1}{N_{2\delta}}}}, \quad (12)$$

причем сам критерий имеет  $t$ -распределение Стьюдента с  $\nu = N - 2$  степенями свободы. Вычисленные по формуле (12) критерии  $T_{\delta}$  для каждого цветового оттенка и общей цветовой характеристики повреждений исходя из необходимой точности и достоверности оценки сравниваются с соответствующими значениями распределения Стьюдента для соответствующего значения числа степеней свободы. Целесообразно критические точки распределения Стьюдента брать с надежностью, равной 0,975. В случае, если все вычисленные по формуле (12) значения критерия  $T_{\delta}$  будут меньше, чем критические значения этого критерия, взятые из таблицы, соответствующие распределению Стьюдента, то нет оснований отвергать гипотезу о принадлежности всех повреждений одной генеральной совокупности. То есть все повреждения кузова автомобиля с достоверностью 0,975 будут соответствовать условию, что они были получены в результате одного и того же ДТП.

Изложенный выше способ выявления мошенничества может быть реализован в устройстве (рис. 1), состоящем из цифрового фотоаппарата с подключенным к нему для обработки фотографических изображений процессором. В состав процессора входит блок обработки изображений повреждений для определения величины цветовой насыщенности изображений, как по базовым цветам – красному, зеленому и синему, так и по сумме интенсивности цветов. Из блока обработки изображений сигналы, соответствующие величине цветовой насыщенности, поступают в блок памяти, формируя четыре генеральных совокупности характеристик цветовой насыщенности изображений для каждого из трех базовых цветов и для суммы цветов – красного, зеленого и синего. В блоке логики «защиты» алгоритмы определения выборочных средних и выборочных дисперсий, в соответствии с которыми вычисляются для каждой из четырех генеральных совокупностей выборочные средние и выборочные дисперсии (выражения (4) и (5)). В блоке деления каждая из четырех генеральных совокупностей, записанная в блоке памяти, делится относительно соответствующих выборочных

средних на две выборки, к одной из которых относятся те значения цветовой насыщенности, которые меньше выборочной средней, а к другой выборке относятся те значения цветовой насыщенности, которые больше соответствующей выборочной средней.

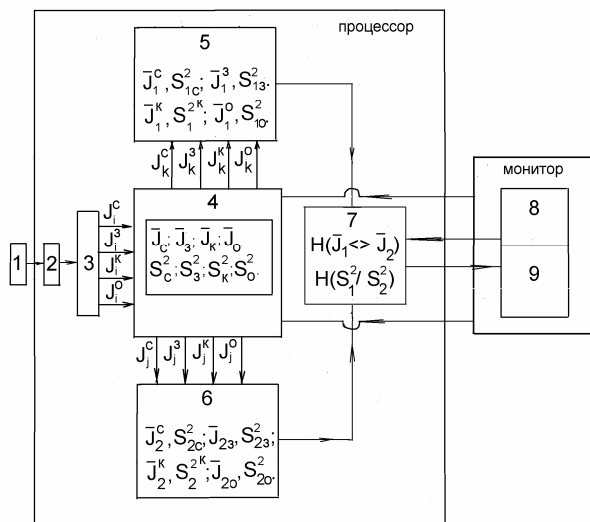


Рис. 1. Устройство для реализации способа

С использованием повторно зашитого в блоке логики программного обеспечения вычисляются выборочные средние и выборочные дисперсии для каждой из восьми выборок. В блоке сравнения проверяется гипотеза о принадлежности каждой пары выборок для одного и того же цвета одной и той же генеральной совокупности. Для этого сравниваются по критерию Фишера выборочные дисперсии, а по критерию Стьюдента – выборочные средние.

Соотношения между вычисленными и критическими значениями соответствующих критериев (больше или меньше), полученные из табличных данных, «зашитых» в блоке сравнения, табличные данные распределения Фишера и Стьюдента выводятся на дисплей, который является частью устройства.

Приведем пример на вышеизложенный способ (рис. 2–7).

С помощью цифрового фотоаппарата были сфотографированы повреждения кузова автомобиля.



Рис. 2. Фото первого повреждения автомобиля



Рис. 3. Фото второго повреждения автомобиля



Рис. 4. Увеличенное изображение первого повреждения



Рис. 5. Увеличенное изображение второго повреждения

Необходимо определить, принадлежат ли повреждения одной генеральной совокупности, либо к двум различным. Далее были выделены фрагменты, которые в дальнейшем будут обработаны в системе RGB.



Рис. 6. Фрагменты первого повреждения



Рис. 7. Фрагменты второго повреждения

В данной таблице приведены вычисленные характеристики выборок.

	Красный	Зеленый	Синий	Общая цветовая характеристика
$\bar{J}$	157	130	97	395
$S^2$	10,7	10,2	11	12,4
$\bar{J}_1$	128	114	93	322
$S_1^2$	10,8	9,1	9,8	12
$\bar{J}_2$	119	105	82	312
$S_2^2$	9,9	8,2	8,5	11,4

Статистика критерия проверки гипотезы о равенстве выборочных:

$$T_c = \frac{\bar{J}_{1c} - \bar{J}_{2c}}{S_{pc} \sqrt{\frac{1}{N_{1c}} + \frac{1}{N_{2c}}}} = 3,6; \quad T_3 = \frac{\bar{J}_{13} - \bar{J}_{23}}{S_{p3} \sqrt{\frac{1}{N_{13}} + \frac{1}{N_{23}}}} = 3,46;$$

$$T_k = \frac{\bar{J}_{1k} - \bar{J}_{2k}}{S_{pk} \sqrt{\frac{1}{N_{1k}} + \frac{1}{N_{2k}}}} = 3,53;$$

$$T_o = \frac{\bar{J}_{1o} - \bar{J}_{2o}}{S_{po} \sqrt{\frac{1}{N_{1o}} + \frac{1}{N_{2o}}}} = 3,4.$$

Сравниваем с табличным значением критерия Стьюдента 2,36, видим, что все значения больше критического. Это говорит о том, что есть основания отвергать гипотезу о принадлежности всех повреждений одной генеральной совокупности, что, в свою очередь, говорит о том, что все повреждения кузова автомобиля получены в результате разных ДТП.

По критерию Фишера сравниваем дисперсии выборки:

$$F_c = \frac{S_{1c}^2}{S_{2c}^2} = \frac{9,8}{8,5} = 1,15; \quad F_c = \frac{S_c^2}{S_{1c}^2} = \frac{11}{9,8} = 1,12;$$

$$F_c = \frac{S_c^2}{S_{2c}^2} = \frac{11}{8,5} = 1,29;$$

$$F_3 = \frac{S_{13}^2}{S_{23}^2} = \frac{9,1}{8,2} = 1,11; \quad F_3 = \frac{S_3^2}{S_{13}^2} = \frac{10,2}{9,1} = 1,12;$$

$$F_3 = \frac{S_3^2}{S_{23}^2} = \frac{10,2}{8,2} = 1,24;$$

$$F_k = \frac{S_{1k}^2}{S_{2k}^2} = \frac{10,8}{9,9} = 1,09; \quad F_k = \frac{S_k^2}{S_{1k}^2} = \frac{10,8}{10,7} = 1,01;$$

$$F_k = \frac{S_k^2}{S_{2k}^2} = \frac{10,7}{9,9} = 1,08.$$

$$F_o = \frac{S_{1o}^2}{S_{2o}^2} = \frac{10,8}{9,9} = 1,09; \quad F_o = \frac{S_o^2}{S_{1o}^2} = \frac{10,8}{10,7} = 1,01;$$

$$F_o = \frac{S_o^2}{S_{2o}^2} = \frac{10,7}{9,9} = 1,08.$$

Как и предполагалось, дисперсии получились практически равными.

Таким образом, предлагаемый способ выявления мошенничества, основанный на проверке гипотезы о принадлежности всех повреждений автомобильного кузова одной генеральной совокупности, позволяет оперативно непосредственно на месте дислокации тестируемого автомобиля наглядно и достоверно доказать или опровергнуть гипотезу о принадлежности повреждений одной генеральной совокупности.

#### Библиографические ссылки

1. Алгазин А. И., Ларичев В. Д. Страховое мошенничество: Методология выявления и способы противодействия. – Кн. 1. Автострахование : метод. пособие. – М. : Изд. дом «Регламент», 2008. – 185 с.
2. Кузнецов Н. П., Тарасова А. А., Юртиков Р. А. Об одном способе выявления мошенничества при инсценировке ДТП // Вестник ИжГТУ. – 2010. – № 3(47). – С. 39–42.
3. RWG Hunt. The Reproduction of Color (Gthed). – UK, Chichester : Wiley, 2004. IS&T Series in Imaging Science and Technology.
4. Хильд А. Математическая статистика с техническими приложениями. – М. : ИЛ, 1956.
5. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных : пер. с англ. – М. : Мир, 1980 – 610 с.

*N. P. Kuznetsov*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

*M. A. Tarasova*, Postgraduate Student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

#### Technique of an Estimation of the Fact of Swindle at Pretence of Damages of a Car Body

*The possibility of using methods of mathematical statistics to detect fraud in pretence of an accident is considered.*

**Key words:** insurance swindle, metal corrosion, RGB colour model, speed corrosion, sample, parent population, statistical hypotheses.