

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВОЗНИКАЮЩИХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ЭЛЕКТРОННОМ БЛОКЕ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ ОТ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

### DETERMINATION OF DEPENDENCE OF EMERGING MALFUNCTIONS IN THE ELECTRONIC ENGINE CONTROL UNIT ON THE OPERATING CONDITIONS

**Ключевые слова:** диагностика, технологическое оборудование, электронный блок управления, двигатель, агропромышленный комплекс, автотранспортное средство, датчик, анализ, зависимость, условия эксплуатации.

Приведены результаты исследования по определению зависимости возникающих неисправностей в электронном блоке управления двигателем от условий эксплуатации. Исследуемыми условиями эксплуатации являлись городские автомобильные перевозки и перевозки в условиях предприятий агропромышленного комплекса. Для проведения исследования были отобраны 50 автомобилей, эксплуатируемых в условиях города, и 50 автомобилей, эксплуатируемых в условиях агропромышленного комплекса. По результатам исследования определено, что количественное соотношение возникающих неисправностей в электронном блоке управления двигателем у автомобилей, эксплуатируемых в условиях агропромышленного комплекса, превышает в 1,7 раз, чем у автомобилей, эксплуатируемых в условиях города. При этом пробег автомобилей в условиях города больше в 2 раза, чем у автомобилей, эксплуатируемых в агропромышленном комплексе. Это обуславливает то, что эксплуатационные нагрузки в условиях агропромышленного комплекса выше. Были определены основные возникающие неисправности в электронных блоках управления, которыми являются: нарушение коммутации контроллеров электронно-цифровой платформы электронного блока управления. Проведенное исследование по выявлению основных причин возникновения неисправностей в электронных блоках управления двигателем показало, что факторы, влияющие на эксплуатационную нагрузку, оказывают разное действие на электронный блок управления двигателем. Было выявлено, что основными причинами возникновения неисправностей в электронных блоках управления двигателем являются: коррозионные разрушения и физические повреждения корпуса электронного блока управления двигателем. При этом основные критерии возникновения данных

причин: месторасположение электронного блока управления двигателем, территориальные условия эксплуатации и погодные условия, при которых эксплуатируются автомобили.

**Keywords:** diagnostics, technological equipment, electronic control unit, engine, agro-industrial complex, motor vehicle, sensor, analysis, dependence, operating conditions.

The paper discusses the research findings on the dependence of emerging malfunctions in the electronic engine control unit on operating conditions. The studied operating conditions were as following: urban automobile transportation and transportation in the enterprises of the agro-industrial complex. For the study, 50 cars and trucks operated in urban conditions and 50 cars and trucks operated in the agro-industrial complex were selected. It was determined that the quantitative ratio of malfunctions in the electronic engine control unit of cars and trucks operated in the agro-industrial complex exceeds 1.7 times that of cars and trucks operated in urban conditions, while the mileage of cars in urban conditions is 2 times greater than that of cars and trucks operated in the agro-industrial complex. This leads to the fact that the operational loads under the conditions of the agro-industrial complex are higher. The following main emerging malfunctions in electronic control units were identified: a violation of the switching of the controllers of the electronic digital platform of the electronic control unit. A study conducted to identify the main causes of malfunctions in electronic engine control units showed that factors affecting the operational load have different effects on the electronic engine control unit. It was revealed that the main causes of malfunctions in electronic engine control units are the following: corrosion damage of the electronic-digital platform of the electronic engine control unit and physical damage to the housing of the electronic engine control unit, while the main criterion for the occurrence of these causes are: the location of the electronic engine control unit; territorial operating conditions and weather conditions under which cars and trucks are operated.

**Круш Леонид Олегович**, аналитик, аспирант, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет, г. Саранск, Российская Федерация, e-mail: leonidsgrants@yandex.ru.

**Галин Дмитрий Александрович**, к.т.н., доцент, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет, г. Саранск, Российская Федерация, e-mail: dagalin@yandex.ru.

**Krush Leonid Olegovich**, analyst, post-graduate student, National Research N.P. Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russian Federation, e-mail: leonidsgrants@yandex.ru.

**Galin Dmitry Alexandrovich**, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., National Research N.P. Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russian Federation, e-mail: dagalin@yandex.ru.

### Введение

Эксплуатационные нагрузки на транспортные средства оказывают большое влияние на срок службы узлов и агрегатов автомобилей. Условия эксплуатации исследуемых узлов и агрегатов определяются большим количеством критериев. Проведенные ранее исследования показывают, что в настоящее время активно интегрируются на предприятия агропромышленного комплекса автомобили с электронными системами управления двигателем [1]. При этом транспортные средства являются не адаптированными к данным условиям эксплуатации, что сказывается на сроке эксплуатации автомобилей.

**Цель** – определение зависимости возникновения неисправностей в электронных блоках управления двигателем (ЭБУ) от условий эксплуатации автомобилей с электронной системой управления двигателем, выпущенных после 2005 г.

**Задачи** исследования: определение составов основного автомобильного парка территорий эксплуатации; определение характера неисправностей в ЭБУ автомобиля, выявление причин их возникновения.

### Материалы и методы

Для исследования количественного соотношения возникающих неисправностей в ЭБУ были выбраны наиболее нагруженные виды транспортных средств в условиях городских перевозок – автомобили таксомоторных перевозок пассажиров, в условиях агропромышленного комплекса (АПК) – транспортные средства для перевозки грузов, обслуживания предприятий АПК. Эксплуатационной территорией предприятий

агропромышленного комплекса являются критерии Д6 и Р1 – Р2 классификации условий эксплуатации автомобилей технического регламента.

Основные методы исследования возникающих неисправностей – визуальный осмотр и применение технологического оборудования [2-4].

Основная методология проведения исследований по анализу и выявлению причин возникновения неисправностей в ЭБУ: анализ месторасположения ЭБУ; анализ условий эксплуатационных нагрузок на транспортные средства; анализ территориальных условий эксплуатации транспортных средств; анализ погодных условий, при которых они эксплуатируются.

Для исследования были отобраны транспортные средства, осуществляющие перевозки в условиях города и в условиях АПК (табл.).

Несмотря на значительное превышение среднего годового пробега у автомобилей, эксплуатируемых в условиях города, физико-механическая эксплуатационная нагрузка на двигатели данных автомобилей меньше по причине местности эксплуатации и условий внешней окружающей среды, массовой нагрузки перевозок.

Диаграмма распределения количества транспортных средств представлена на рисунке 1.

Исследование проводилось по первичному анализу возникающих неисправностей в электронных системах управления двигателем, после чего для анализа учитывались транспортные средства с возникающими неисправностями в узле ЭБУ [2, 5-7].

## Исследуемые транспортные средства

Территориальное месторасположение условий эксплуатации	Марка транспортного средства	Количество, ед.	Средний пробег за год, тыс. км
Гор. округ Саранск, г. Рузаевка, г. Краснослободск, г. Ардатов	Kia Rio	9	95 162,7
	Hyundai Solaris	6	94 403,5
	ЛАДА Гранта	26	125 394,2
	ЛАДА Веста	4	106 902,7
	Datsun on-DO	5	122 560,4
	Итого:	50	108 884,7
Предприятия агропромышленного комплекса Респ. Мордовия	КамАЗ	20	37 520,2
	МАЗ	10	50 640,5
	ГАЗон NEXT	10	70 461,6
	ГАЗель NEXT	6	52 750,2
	ГАЗель	4	32 120,7
	Итого	50	48 698,64

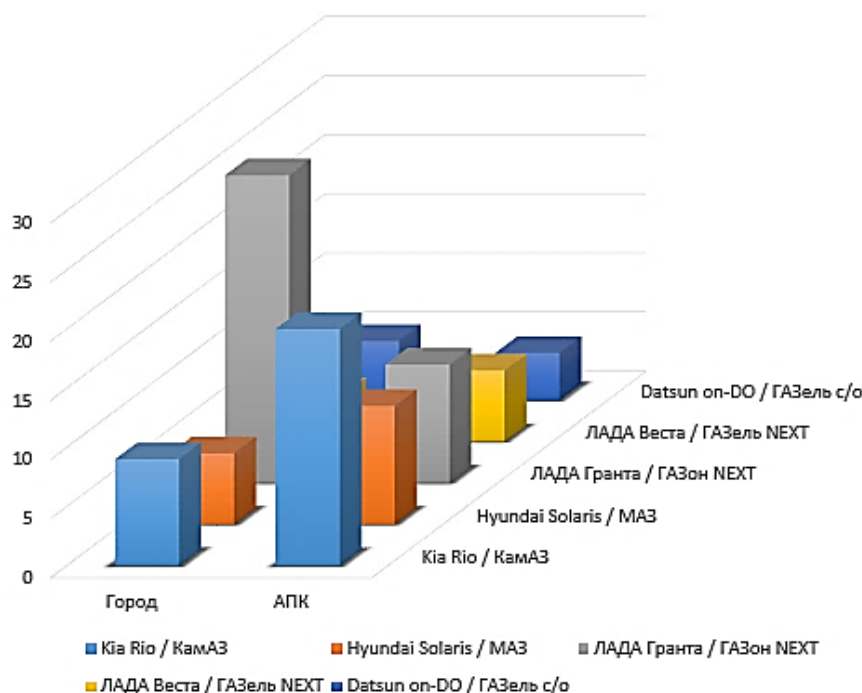


Рис. 1. Распределение количества исследуемых автомобилей

Методика определения возникающих неисправностей в ЭБУ: внешний осмотр состояния корпуса ЭБУ и места расположения на наличие повреждений и дефектов корпуса; определение неисправностей мультиметрическим технологическим оборудованием по показаниям напряжения на линиях 5 и 12 В; диагностирование электронно-цифровыми специализированными сканерами; исключение после диагностирования контрольно-считывающих и исполнительных

устройств из цепи дальнейшего диагностирования непосредственно ЭБУ; внешний осмотр демонтированного ЭБУ со снятием пломбирования и разбором корпуса; диагностирование демонтированного ЭБУ посредством специализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения на предмет наличия сбоев программного обеспечения управляющего электронного чипа (сбой прошивки), на предмет нарушения внутренней памяти программ управ-

ляющего процессора, на предмет ошибок в оперативном запоминающем устройстве; на предмет возникновения ошибок и сбоев в постоянном запоминающем устройстве, на предмет возникновения ошибок по линии коммутации между основными контроллерами электронного блока управления двигателем, на предмет наличия прочих возникающих ошибок и сбоев, связанных с контрольными устройствами электронно-цифровой платформы и шин связи данной платформы.

### Результаты исследований

Результаты проведенного исследования по выявлению неисправностей в ЭБУ с исключенными элементами электронной системы управления двигателем представлены на рисунке 2.

Анализируя представленную диаграмму, отчетливо видно, что независимо от среднего годового пробега автомобиля неисправности в ЭБУ возникают в большем количестве при эксплуатации в условиях предприятий АПК (20 выявленных неисправностей), чем в условиях городских перевозок (12 выявленных неисправностей).

Основной методологией проведения исследований по анализу и выявлению причин возникновения неисправностей в ЭБУ является: анализ месторасположения ЭБУ; условий экс-

плуатационных нагрузок; территориальных условий эксплуатации; погодных условий, при которых эксплуатируются транспортные средства.

Анализируя месторасположение ЭБУ, было выявлено, что при его расположении в моторном отсеке транспортного средства (на кузовных элементах, двигателе, под лобовым стеклом) наиболее часто возникают неисправности, относящиеся к нарушениям цепей коммутации между контроллерами, физическим повреждением корпуса ЭБУ, повреждением электронно-цифровой платформы электронного блока двигателя.

К примеру, ЭБУ транспортного средства ГАЗель NEXT и ГАЗель старого образца располагается непосредственно под рамкой лобового стекла, что представлено на рисунке 3.

По условиям эксплуатационной нагрузки транспортные средства используются в период уборки зерновых культур на предприятиях АПК, что оказывает влияние на систему управления двигателем. Повышенная нагрузка на транспортное средство при перевозке зерна или иных грузов повышает нагрузку на электрическую бортовую сеть автомобиля, вибрационные нагрузки на ЭБУ, тепловые нагрузки.

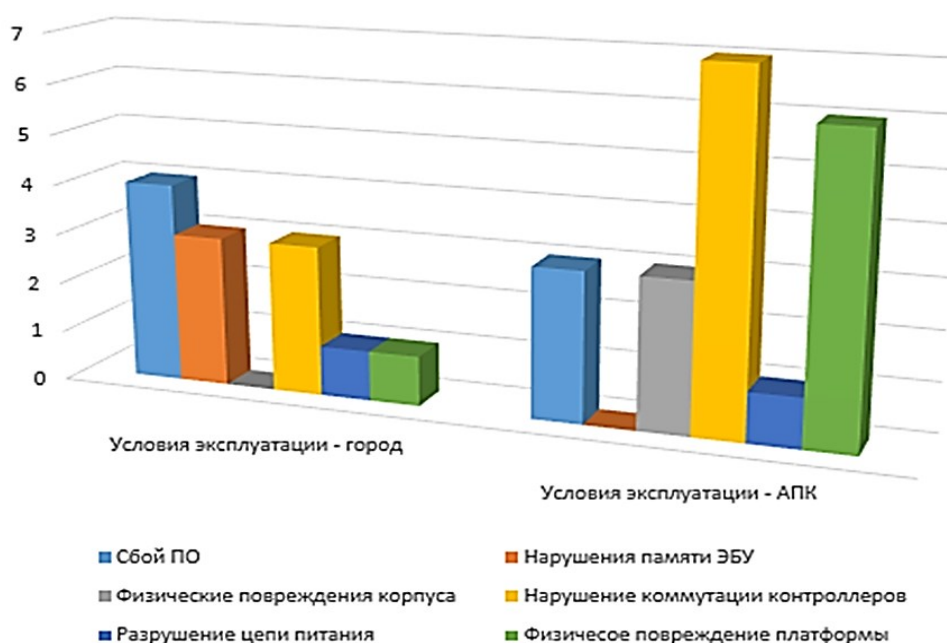


Рис. 2. Выявленные неисправности ЭБУ



**Рис. 3. Расположение ЭБУ автомобиля ГАЗель старого образца**

По условиям территориальных условий эксплуатации было выявлено, что при эксплуатации в поле образуется большое количество мелкодисперсных загрязнений на поверхности ЭБУ, вызванных месторасположением ЭБУ непосредственно в области образования данных загрязнений, а также на электронно-цифровой платформе, что вызвано разгерметизацией корпуса по причине вибрационных нагрузок, вытекающих из месторасположения непосредственно на двигателе.

По условиям погодных условий необходимо отметить, что эксплуатация транспортных средств на предприятиях АПК осуществляется в основном в период подготовки и уборки зерновых культур, что сопровождается повышенной температурой воздуха окружающей среды. Данный критерий оказывает непосредственное термическое влияние на ЭБУ. При этом по причине изменения погодных условий, наиболее часто возникают неисправности в ЭБУ в результате попадания или образования влаги на корпусе или электронно-цифровой платформе, что вызывает коррозионные разрушения и замыкания цепей коммутации между контроллерами ЭБУ.

Результаты анализа выявления причин возникновения неисправностей в ЭБУ представлены на рисунке 4.

По результатам анализа рисунка 4, можно сделать вывод о том, что наиболее частой причиной возникновения неисправностей ЭБУ являются: коррозионные разрушения, физические

повреждения корпуса, вибрационные разрушения корпуса и электронно-цифровой платформы ЭБУ, при этом основным критерием возникновения данных причин являются: месторасположение ЭБУ; территориальные условия эксплуатации и погодные условия, при которых эксплуатируются транспортные средства.

### **Выводы**

1. Зависимость возникающих неисправностей в ЭБУ от среднего годового пробега транспортного средства незначительна.

2. Исключая средний годовой пробег из критериев оценки результатов исследования, наглядно отмечено, что неисправности в ЭБУ возникают в условиях эксплуатации предприятий агропромышленного комплекса в 1,7 раза больше, чем у транспортных средств, эксплуатируемых в условиях города.

3. Основными возникающими неисправностями являются нарушение коммутации между контроллерами и повреждения электронно-цифровой платформы ЭБУ.

4. Наиболее частой причиной возникновения неисправностей является коррозионное разрушение электронно-цифровой платформы ЭБУ и физические повреждения корпуса ЭБУ, при этом основным критерием возникновения данных причин являются: месторасположение ЭБУ; территориальные условия эксплуатации и погодные условия, при которых эксплуатируются транспортные средства.

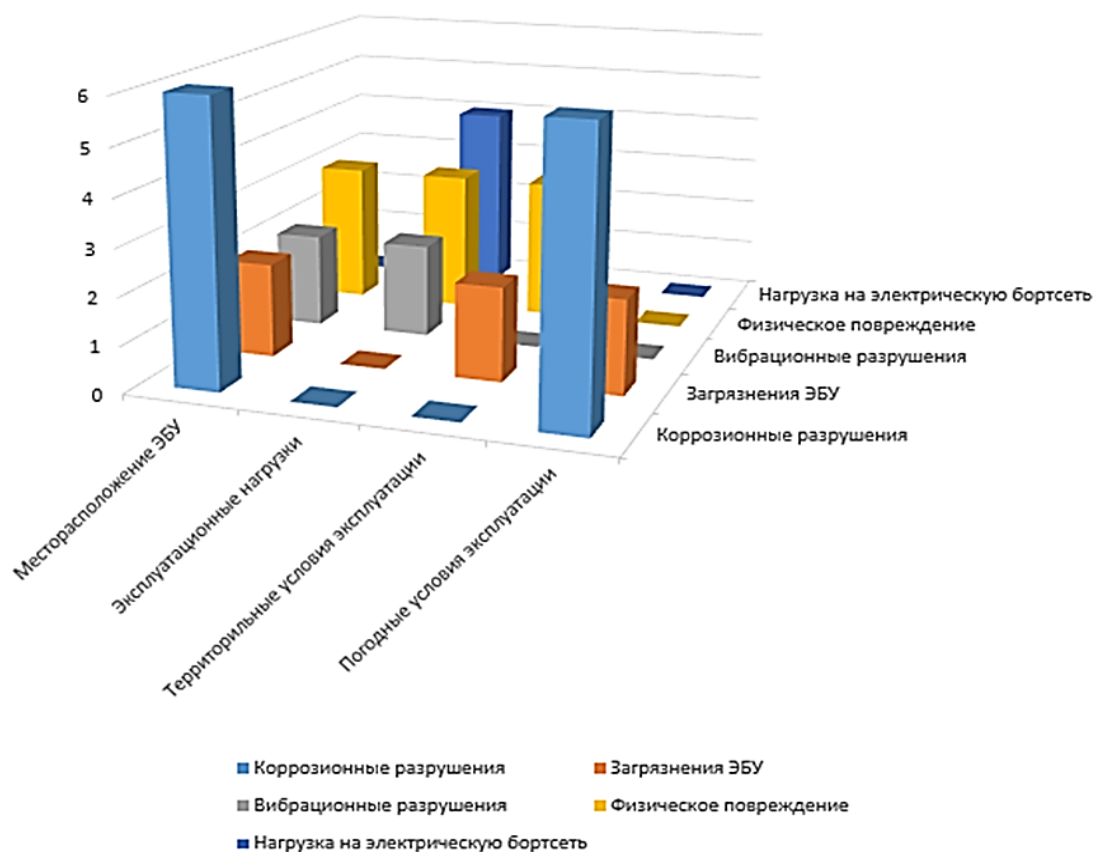


Рис. 4. Распределение зависимостей

### Библиографический список

1. Круш, Л. О. Анализ существующего технологического оборудования для диагностирования автотранспортных средств в условиях АПК / Л. О. Круш, Д. А. Галин. – DOI 10.36461/2619-1202\_2022\_01\_009. – Текст: непосредственный // Сурский вестник. – 2022. – № 1. – С. 40-45 .
2. Dadam, S.R. Diagnostic Evaluation of Exhaust Gas Recirculation (EGR) System on Gasoline Electric Hybrid Vehicle/ S. R. Dadam, R. Jentz, T. Lenzen, H. Meissner. // SAE Technical Papers - 2020. DOI: 10.4271/2020-01-0902.
3. Kihass, D. Concept Analysis and Initial Results of Engine-Out NOx Estimator Suitable for on ECM Implementation/ D. Kihass, D. Pachner, L. Baranov, M. Uchanski, P. Naik, N Khaled. // SAE Technical Papers. SAE 2016 World Congress and Exhibition. - 2016. DOI: 10.4271/2016-01-0611.
4. Mirmohammadsadeghi, M. Optical study of gasoline substitution ratio and diesel injection strategy effects on dual-fuel combustion / M. Mirmohammadsadeghi, H. Zhao, A. Ito. // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D:

Journal of Automobile Engineering. - 2020. - № 4. – P. 1075–1097. DOI: 10.1177/0954407019864013.

5. Kannadhasan, A. Self Diagnostic Cars: Using Infotainment Electronic Control Unit/ A. Kannadhasan.// SAE Technical Papers. 17th Symposium on International Automotive Technology - 2021. DOI: 10.4271/2021-26-0027.

6. Komorska, I. Diagnosis of sensor faults in a combustion engine control system with the artificial neural network/ I. Komorska, Z. Wołczynski, A. Borczuch. // Diagnostyka - 2019. - № 4 P. 19–25. DOI: 10.29354/diag/110440.

7. Яковлев, В. Ф. Диагностика электронных систем управления автомобильными двигателями: учебное пособие / В. Ф. Яковлев; ФГБОУ ВО СамГТУ. – Самара, 2010. – 122 с. – Текст: непосредственный.

### References

1. Krush, L.O. Analiz sushchestvuiushchego tehnologicheskogo oborudovaniia dlia diagnostirovaniia avtotransportnykh sredstv v usloviakh APK / L.O. Krush, D.A. Galin // Surskii vestnik. – 2022. –

No. 1. – S. 40-45. DOI: 10.36461/2619-1202\_2022\_01\_009.

2. Dadam, S.R. Diagnostic Evaluation of Exhaust Gas Recirculation (EGR) System on Gasoline Electric Hybrid Vehicle/ S. R. Dadam, R. Jentz, T. Lenzen, H. Meissner. SAE Technical Papers - 2020. DOI: 10.4271/2020-01-0902.

3. Kihass, D. Concept Analysis and Initial Results of Engine-Out NOx Estimator Suitable for on ECM Implementation/ D. Kihass, D. Pachner, L. Baranov, M. Uchanski, P. Naik, N. Khaled. // SAE Technical Papers. SAE 2016 World Congress and Exhibition. - 2016. DOI: 10.4271/2016-01-0611.

4. Mirmohammadsadeghi, M. Optical study of gasoline substitution ratio and diesel injection strategy effects on dual-fuel combustion / M. Mirmohammadsadeghi, H. Zhao, A. Ito // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering. - 2020. – No. 4. – P. 1075–1097. DOI: 10.1177/0954407019864013.

5. Kannadhasan, A. Self Diagnostic Cars: Using Infotainment Electronic Control Unit/ A. Kannadhasan // SAE Technical Papers. 17th Symposium on International Automotive Technology - 2021. DOI: 10.4271/2021-26-0027.

6. Komorska, I. Diagnosis of sensor faults in a combustion engine control system with the artificial neural network/ I. Komorska, Z. Wołczynski, A. Borczuch // Diagnostyka - 2019. - № 4 P. 19–25. DOI: 10.29354/diag/110440.

7. Iakovlev, V.F. Diagnostika elektronnykh sistem upravleniia avtomobilnymi dvigateliami: ucheb. posob. / V.F. Iakovlev. – FGBOU VO «SamGTU», 2010. – 122 s.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке внутривузовского научного гранта в области гуманитарных, естественных и инженерно-технических наук ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва» № 2/б 33-21-МП, 2022 года.*



УДК 654.924:656

DOI: 10.53083/1996-4277-2023-220-2-102-107

О.В. Филиппова, Б.А. Лысенко, В.В. Иванайский

O.V. Filippova, B.A. Lysenko, V.V. Ivanayskiy

## ОБОСНОВАНИЕ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ УГОНА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

### SUBSTANTIATION OF CONCEPTUAL SCHEME OF DEVICE FOR VEHICLE THEFT PREVENTION

**Ключевые слова:** автосигнализация, охранная система автомобиля, индуктивная катушка, генератор импульсов, линия задержки, логический элемент, ключ разрыва цепи питания, устройство сравнения, регистр подбора веса, система оповещения несанкционированного доступа.

Рынок автомобильных охранных систем (АОС) является одним из немногих направлений в российской экономике, в которых отечественные предприятия уверенно лидируют среди зарубежных производителей. Суммарная доля продаж российских компаний в данной области даёт основание говорить об их лидирующих позициях на отечественном рынке. В настоящее время в России нет производителя (АОС), использующего полный цикл разработки,

производства и тестирования своей продукции. Подобно многим гражданским отраслям российской экономики, затрагивающим разработку и производство технических средств, отечественные производители автомобильных охранных систем с целью снижения себестоимости производства пользуются в основном услугами производства комплектующих и запасных частей на иностранных сборочных предприятиях (в основном из Китая). В свою очередь, остальные довольно трудоёмкие этапы производства (которые включают в себя: разработку, тестирование, установку и обновление программного обеспечения; сборку, контроль качества готовых комплектов продукции; постпродажную поддержку продукции), как правило, производятся собственными силами предприятий на территории РФ. Поэтому