

Т.Н. Колесникова, В.Г. Заренбин, О.П. Сакно, В.С. Швецький

АНАЛИЗ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ С ГИБРИДНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКОЙ

Выполнен анализ тенденций развития современных автомобилей, который показал, что наиболее перспективным в решении энергетической и экологической проблемы на транспорте является применение гибридных силовых установок на автомобилях, которые обеспечивают (на 30 - 50%) улучшение экономических и экологических показателей автомобиля. Приведен анализ статистических данных исследований гибридных автомобилей, который показал, что из 29 гибридных автомобилей, которые сейчас представлены на рынке США, всего 7 обходятся автолюбителям дешевле, по сравнению с бензиновыми или дизельным автомобилями. Также показаны данные гибридных автомобилей для сравнения с бензиновыми автомобилями аналогичного класса. Сделаны выводы, что покупка автомобиля с гибридной силовой установкой (ГСУ) экономически целесообразнее приобретения аналогичного автомобиля с обычным ДВС. Однако гибриды постепенно теряют свои конкурентные преимущества из-за улучшения экономичности бензиновых транспортных средств. Поэтому возникла необходимость в оценке топливной экономичности автомобилей с гибридными силовыми установками. Для оценки топливной экономичности автомобилей с ГСУ предложена методика оценки их топливной экономичности. Для расчета топливной экономичности гибридных автомобилей необходимы следующие данные: общий пробег гибридного автомобиля, пробег гибридного автомобиля в режиме электромобиля, пробег автомобиля в гибридном режиме, расход электроэнергии аккумуляторной батареи гибридного автомобиля для преодоления 1 км пути в режиме электромобиля, стоимость 1 кВт запасаемой энергии в тяговой аккумуляторной батарее от стандартной электрической сети, расход топлива в гибридном режиме, стоимость топлива. Показано, что, чем меньше дневной пробег гибридного автомобиля и чем меньше его средняя скорость, тем дешевле стоит км его пробега. В отличие от автомобилей с ДВС, в которых большой расход топлива происходит именно на первых км пробега и на небольших средних скоростях, что связано с интенсивным прогревом ДВС при выходе его температуры на номинальное значение и с тем, что автомобиль в пробках и заторах имеет низкую среднюю скорость (до 30 км/ч), а ДВС работает неэффективно.

Ключевые слова: гибридная силовая установка; бензиновый двигатель; топливная экономичность

Введение

Потребление значительного количества топливно-энергетических ресурсов на транспорте приводит к истощению и удорожанию запасов «черного золота», негативно влияет на состояние экологической обстановки. При насыщении городов транспортом все больше внимания уделяется при решении данной проблемы применению энерго-сберегающих технологий. Поэтому приоритетной задачей при проектировании городских автомобилей является улучшение их топливно-экономических показателей.

Анализ тенденций развития современных автомобилей показывает, что наиболее перспективным в решении энергетической и экологической проблемы на транспорте является применение гибридных силовых установок на автомобилях, которые обеспечивают (на 30 - 50%) улучшение экономических и экологических показателей автомобиля [1].

Целью данной работы является анализ топливной экономичности автомобилей с гибридными силовыми установками.

Анализ гибридных автомобилей

Анализ проведенных статистических исследований показал, что из 29 гибридных автомобилей, которые сейчас представлены на рынке США всего 7 обходятся автолюбителям дешевле, по сравнению с бензиновыми или дизельным автомобилями. В таблице 1 показаны данные гибридных автомобилей для сравнения с аналогичными бензиновыми.

Таблица 1. Данные для сравнения гибридных автомобилей с аналогичными бензиновыми

Гибридная версия					
	Марка и модель	Серия	Общая стоимость топлива, \$	%	Цена авто, \$
	Chevrolet Malibu Hybrid	4D Sedan	3,897	69,2	40,005
	Ford C-Max Hybrid	SE 4D Hatchback	4,579	63,0	33,068
%	Ford Fusion Hybrid	S 4D Sedan	4,258	63,3	32,654
	Honda CR-Z	EX 2D Coupe	4,864	66,8	35,667
	Hyundai Sonata Hybrid	4D Sedan	4,349	61,6	32,653
	Kia Optima Hybrid	4D Sedan	4,811	64,1	34,226
	Toyota Camry Hybrid	LE 4D Sedan	4,412	52,5	30,731
	Toyota Prius	Two 4D Sedan	3,479	61,0	31,434
\$	Toyota Prius C	One 4D Sedan	3,655	67,9	30,175
	Toyota Prius V	Two 4D Sedan	4,307	59,2	33,532
	VW Jetta Hybrid	SEL Premium 4D Sedan	4,940	65,5	42,168

Сюда вошли такие модели, как Toyota Pirus C, Ford Fusion, Lexus CT200 h, Lexus ES300 h, Toyota Avalon, Lincoln MKZ и Audi Q5 [2].

Обозначение \$ указывает на то, что гибрид выгоднее обычного автомобиля, а % показывает, что гибридная версия более выгодная с точки зрения амортизационных расходов. В топливной колонке отмечены гибриды, обеспечивающие экономию го-рючего.

В табл. 2 показаны данные бензиновых автомобилей.

Таблица 2. Данные для сравнения бензиновых автомобилей с аналогичными гибридными

Бензиновая версия				
Марка	Серия	Общая стоимость топлива, \$	%	Цена авто, \$
Chevrolet Malibu	LT 4D Sedan	5,900	68,2	38,498
Ford Focus	SE 4D Hatchback	4,854	69,1	30,450
Ford Fusion	S 4D Sedan	6,932	67,2	35,808
Honda Civic	EX 4D Sedan	5,208	60,0	32,136
Hyundai Sonata	SE 4D Sedan 2,4	6,137	57,0	31,396
Kia Optima	LX 4D Sedan	6,487	62,9	33,513
Toyota Camry	LE 4D Sedan	6,320	52,8	30,361
Toyota Corolla	L 4D Sedan	5,961	57,9	29,679
Toyota Yaris	SE 4D Hatchback	5,592	64,8	31,451
Toyota Corolla	L 4D Sedan	5,961	57,9	29,679
VW Jetta	SEL Premium 4D Sedan	6,256	66,7	40,812

При расчете разницы в стоимости владения автомобилем специалисты VINCENTRIC учитывали как изначальную цену автомобиля, так и стоимость топлива с нормами амортизации. Предполагается, что каждое транспортное средство находится во владении пять лет, а ежегодный пробег составляет 15 тысяч миль (24 140 км).

Самый яркий пример — это модель CT200h от японской марки Lexus, за пятилетний период на неё необходимо потратить на 8,7 тысяч долларов меньше, чем на её бензиновый аналог. А вот LS600H от того же бренда гораздо выгодней на традиционном типе моторов, за испытуемый период времени он сможет сэкономить в среднем на 30 тысяч долларов больше, чем его гибридный аналог.

Таблица 3. Сравнение гибридов и аналогичных (похожих) моделей с бензиновыми двигателями

Гибрид-версия	Бензин-версия	Разница в стоимости		
		Разница в стоимости топлива, \$	%	Разница в стоимости авто, \$
Chevrolet Malibu Hybrid	Chevrolet Malibu	2,003	1,0	1,507
Ford C-Max Hybrid	Ford Focus	275	-6,1	2,618
Ford Fusion Hybrid	Ford Fusion	2,674	-3,9	3,154
Honda CR-Z	Honda Civic	344	6,8	3,531
Hyundai Sonata Hybrid	Hyundai Sonata	1,788	4,6	1,257
Kia Optima Hybrid	Kia Optima	1,676	1,2	713
Toyota Camry Hybrid	Toyota Camry	1,908	-0,3	370
Toyota Prius	Toyota Corolla	2,482	3,1	1,755
Toyota Prius C	Toyota Yaris	1,937	3,1	1,276
Toyota Prius V	Toyota Corolla	1,654	1,3	3,853
VW Jetta Hybrid	VW Jetta	1,316	-1,1	1,356

Ещё встречаются примеры, когда покупка гибрида экономически целесообразнее приобретения аналогичного автомобиля с обычным ДВС. Однако гибриды постепенно теряют свои конкурентные преимущества из-за улучшения экономичности бензиновых транспортных средств. Поэтому возникла необходимость в оценке топливной экономичности автомобилей с гибридными силовыми установками.

Для анализа топливной экономичности гибридных автомобилей разработана методика оценки их топливной экономичности [3].

Для расчета топливной экономичности гибридных автомобилей необходимо иметь следующие данные: общий пробег гибридного автомобиля, пробег гибридного автомобиля в режиме электромобиля, пробег автомобиля в гибридном режиме, расход электроэнергии аккумуляторной батареи гибридного автомобиля для преодоления 1 км пути в режиме электромобиля, стоимость 1 кВт запасаемой энергии в тяговой аккумуляторной батарее от стандартной электрической сети, расход топлива в гибридном режиме, стоимость топлива.

Также необходимы статистические данные по топливной и энергетической экономичности гибридных автомобилей при их эксплуатации на территории Украины, США, России, Германии, Ни-

дерландов согласно соответствующим ценам на бензин и электрическую энергию [4].

Расчет расхода топлива и электрической энергии гибридных автомобилей

Для подробного исследования стоимости энергоносителей при эксплуатации гибридных автомобилей проводят расчет расхода топлива и электрической энергии гибридных автомобилей по формуле (1) при пробеге автомобилей на разное расстояние S от 10 до 400 км.

Эквивалентный расход топлива для определения реальной оценки топливной экономичности гибридных автомобилей:

$$C_{\text{Электро}} = W_{\text{эл}} \cdot C_{\text{эл.ТАБ}}, S \leq S_{\text{Электро}}$$

$$S_{\text{Электро}} = S \cdot \eta_{\text{Электро}}$$

$$C_{\text{Гибрид}} = \frac{Q_{\text{Гибрид}} \cdot C_{\text{Топлива}}}{100}, S \geq S_{\text{Электро}}, \quad (1)$$

$$C_{\text{ЭксплГА}} = C_{\text{Электро}} + C_{\text{Гибрид}} + C_{\text{АКБ}}, S = S_{\text{Электро}} + S_{\text{Гибрид}}$$

где S – общий пробег гибридного автомобиля, км;

$S_{\text{Электро}}$ – пробег гибридного автомобиля в режиме электромобиля, км;

$S_{\text{Гибрид}}$ – пробег автомобиля в гибридном режиме, км;

$W_{\text{эл}}$ – расход электроэнергии аккумуляторной батареи гибридного автомобиля для преодоления 1 км пути в режиме электромобиля, кВт·ч/км;

$C_{\text{эл.ТАБ}}$ – стоимость 1 кВт запасаемой энергии в тяговой аккумуляторной батарее от стандартной электрической сети, грн/кВт·ч;

$Q_{\text{Гибрид}}$ – расход топлива в гибридном режиме, л/100 км;

$C_{\text{Топлива}}$ – стоимость топлива, грн/л;

$C_{\text{АКБ}}$ – стоимость расходов на периодическую замену аккумуляторных батарей и их утилизацию.

$$C_{\text{АКБ}} = C_{\text{ЗаменаАКБ}} + C_{\text{УтилизацияАКБ}} \quad (2)$$

Также необходимо учитывать КПД узлов электромобиля: КПД двигателя, КПД редуктора главной передачи, КПД контроллера с потерями на проводах и контакторах.

Итоговый КПД кинематики электромобиля:

$$\eta_{\text{Электро}} = \eta_{\text{Двигателя}} \cdot \eta_{\text{Редуктор}} \cdot \eta_{\text{Контроллера}} \quad (3)$$

Удельный расход топлива не является постоянной величиной. На расход топлива сильно влияет частота вращения коленчатого вала.

Также при изменении режимов работы двигателя существенно изменяется коэффициент избытка воздуха a , от величины которого зависит топливная экономичность автомобиля. Формулу расхода топлива на 100 км пробега, можно получить из выражения:

$$Q = \frac{100G_T}{V_a \cdot \rho_T}, \quad (4)$$

где G_T – часовой расход топлива, кг/ч;

V_a – скорость движения автомобиля, км/ч;

ρ_T – плотность топлива, г/см³.

Для расчета часового расхода топлива необходимо удельный расход топлива умножить на мощность:

$$Q = g_e \cdot N_e = \frac{0,03V_h \cdot P_e}{H_u \cdot \eta_e}, \quad (5)$$

где g_e – удельный расход топлива, кг/(кВт·ч);

N_e – эффективная мощность двигателя, кВт;

P_e – среднее эффективное давление, кПа;

H_u – низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг;

η_e – эффективный КПД;

V_h – рабочий объем цилиндров двигателя, л;

n – частота вращения коленчатого вала, мин⁻¹.

Для удобства оценки топливной и энергетической экономичности гибридных автомобилей проводят эквивалентный перерасчет стоимости энергоносителей в эквивалентный расход топлива (бензин) по ценам на электрическую энергию и топливо в разных странах (в Украине, России, США, Германии, Нидерландах) по формуле (6) [4].

Стоимость энергоносителей за суточный пробег (от зарядки ТАБ до следующей зарядки), который в общем случае может быть равен любому расстоянию, грн / км

$$C_{\text{Сут/км}} = \frac{C_{\text{ЭксплГА}}}{S_{\text{Сут}}}, \quad (6)$$

где $C_{\text{Сут/км}}$ – суточная (от зарядки ТАБ до следующей зарядки) стоимость энергоносителей при эксплуатации гибридных автомобилей, грн.;

$S_{\text{Сут}}$ – суточный пробег гибридного автомобиля, км.

От пройденного суточного пробега $S_{\text{Сут}}$ будет в значительной степени зависеть стоимость одного км пробега $C_{\text{Сут/км}}$ гибридного автомобиля.

Выводы

В статье выполнен анализ гибридных автомобилей и показано, что покупка гибрида экономически целесообразнее приобретения аналогичного автомобиля с обычным ДВС. Однако гибриды постепенно теряют свои конкурентные преимущества из-за улучшения экономичности бензиновых транспортных средств. Поэтому был предложен расчет расхода топлива и электрической энергии гибридных автомобилей с учетом стоимости замены и утилизации АКБ.

В результате расчетов установлено, чем меньше дневной пробег гибридного автомобиля и чем меньше его средняя скорость, тем дешевле стоит км его пробега. В отличие от автомобилей с

ДВС, в которых большой расход топлива происходит именно на первых км пробега и на небольших средних скоростях, что связано с интенсивным прогревом ДВС при выходе его температуры на номинальное значение и с тем, что автомобиль в пробках и заторах имеет низкую среднюю скорость (до 30 км / ч.), а ДВС работает неэффективно.

Список литературы:

1. Гусаров А.П. Потребление топлива и выбросы CO₂ автомобилями / А.П. Гусаров // Журнал автомобильных инженеров. — 2009. — № 3 (56). — С. 13 — 15. 2. Листов И. Стоит ли покупать гибриды? Партнер: веб-сайт. URL: <https://www.partner-inform.de/partner/detail/2010/7/218/4361/stoit-li-pokupat-gibrid?lang=ru> (дата обращения 08.07.2020). 3. Смирнова А.О. Методика оцінки паливної економічності гібридних автомобілів / А.О. Смирнова // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Ав-

томобіле - та тракторобудування. — 2013. — №30 (1003). — С. 114 —120. 4. Global Energy Statistical Yearbook. Enerdata: веб-сайт URL: <https://www.enerdata.net/publications/world-energy-statistics-supply-and-demand.html> (дата обращения 08.07.2020)

Bibliography (transliterated):

1. Gusarov, A.P. (2009), "Fuel consumption and CO₂ emissions from cars" ["Potreblenie toplyva i vybrosy CO₂ avtomobilyami"], *Automotive Engineers Journal, Moscow*, No. 3 (56), pp. 13-15. 2. Listov I., "Is it worth buying a hybrid?" ["Stoit li pokupat gibrid?"], available at: <https://www.partner-inform.de/partner/detail/2010/7/218/4361/stoit-li-pokupat-gibrid?lang=ru>. 3. Smirnova, A.O. (2013), "Methods for assessing the fuel efficiency of hybrid cars" ["Metodika ocinki palyvnoi ekonomichnosti gibridnix avtomobiliv"], *Bulletin of NTU "KhPI". Series: Car and tractor construction, Kharkiv*, No. 30 (1003), pp. 114-120. 4. "Global Energy Statistical Yearbook" ["Globalnij statisticheskiy egegodnik"], available at: <https://www.enerdata.net/publications/world-energy-statistics-supply-and-demand.html>.

Поступила в редакцию 18.06.2020 г.

Колесникова Татьяна Николаевна – канд. техн. наук, доцент кафедры эксплуатации и ремонта машин, Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры, Днепр, Украина, e-mail: tnk1403@ukr.net, +380952252523, <http://orcid.org/0000-0002-8568-4688>.

Заренбин Владимир Георгиевич – доктор техн. наук, профессор кафедры эксплуатации и ремонта машин, Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры, Днепр, Украина, e-mail: zvz@mail.pgasa.dp.ua, (056)756-33-68, <http://orcid.org/0000-0001-9268-0071>.

Сакно Ольга Петровна – канд. техн. наук, доцент кафедры эксплуатации и ремонта машин, Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры, Днепр, Украина, e-mail: sakno-olga@ukr.net, (056)756-33-68, <http://orcid.org/0000-0003-4672-6651>.

Швецкий Владимир Сергеевич – студент 1 курса магистратуры факультета информационных технологий и механической инженерии, Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры, Днепр, Украина, e-mail: ajnyr265@gmail.com.

АНАЛІЗ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ АВТОМОБІЛІВ З ГІБРИДНОЮ СИЛОВОЮ УСТАНОВКОЮ

Т. М. Колеснікова, Заренбін В.Г., О. П. Сакно, В. С. Швецький

Виконано аналіз тенденцій розвитку сучасних автомобілів, який показав, що найбільш перспективним у вирішенні енергетичної і екологічної проблеми на транспорті є застосування гібридних силових установок на автомобілях, які забезпечують (на 30 - 50%) покращання економічних і екологічних показників автомобіля. Наведено аналіз статистичних даних досліджень гібридних автомобілів, який показав, що з 29 гібридних автомобілів, які зараз представлені на ринку США, всього 7 обходяться автовласникам дешевше, порівняно з бензиновими або дизельними автомобілями. Також показано дані гібридних автомобілів для порівняння з бензиновими автомобілями аналогічного класу. Зроблено висновки, що покупка автомобіля з гібридною силовою установкою (ГСУ) економічно доцільніше, ніж придбання аналогічного автомобіля зі звичайним ДВЗ. Однак гібриди поступово втрачають свої конкурентні переваги через поліпшення економічності бензинових транспортних засобів. Тому виникла необхідність в оцінці паливної економічності автомобілів з гібридними силовими установками. Для оцінки паливної економічності автомобілів з ГСУ запропоновано методику оцінки їх паливної економічності. Для розрахунку паливної економічності гібридних автомобілів необхідні наступні дані: загальний пробіг гібридного автомобіля, пробіг гібридного автомобіля в режимі електромобіля, пробіг автомобіля в гібридному режимі, витрата електроенергії акумуляторної батареї гібридного автомобіля для подолання 1 км шляху в режимі електромобіля, вартість 1 кВт запасу енергії в тяговій акумуляторній батареї від стандартної електричної мережі, витрата палива в змішаному режимі, вартість палива. Показано, що, чим менший денний пробіг гібридного автомобіля і чим менша його середня швидкість, тим дешевше коштує його км пробігу. На відміну від автомобілів з ДВЗ, у яких велика витрата палива відбувається саме на перших км пробігу і на невеликих середніх швидкостях, що пов'язано з інтенсивним прогріванням ДВЗ при виході його температури на номінальне значення і з тим, що автомобіль в пробках і заторах має низьку середню швидкість (до 30 км/год), а ДВЗ працює неефективно.

Ключові слова: гібридна силова установка; бензиновий двигун; паливна економічність.

ANALYSIS OF FUEL ECONOMY OF CARS WITH HYBRID POWER INSTALLATION

T. N. Kolesnikova, V.G. Zarenbin, O. P. Sakno, V. S. Shveckij

The analysis of tendencies of development of modern cars has been carried out, which showed that the most promising solution to energy and environmental problems in transport is the use of hybrid propulsion systems for automobiles that provide (by 30 - 50%) improvement in economic and environmental performance of the car. The analysis of statistical data of hybrid cars research is given, which showed that out of 29 hybrid vehicles, currently available on the US market, only 7 are cheaper to mo-

torists compared to petrol or diesel cars. Also shown are the data of hybrid vehicles for comparison with petrol cars of the same class. Conclusions that buying a car with a hybrid power plant (HPP) is economically preferable to purchasing a similar car with a conventional ICE. However, hybrids are losing their competitive advantage due to the improved efficiency of gasoline-powered vehicles. Therefore, there is need to assess the fuel efficiency of vehicles with hybrid power plants. For evaluation of the fuel efficiency of vehicles with HPP a method is proposed of evaluating their fuel efficiency. To calculate the fuel efficiency of hybrid cars the following data are required: total mileage of the hybrid car, mileage of the hybrid car in electric mode, car mileage in hybrid mode, power consumption of the battery of a hybrid vehicle to overcome 1 km in electric mode, cost of 1 kW of stored energy in traction battery from a standard mains, fuel consumption in hybrid mode, cost of fuel. It is shown that, the less the daily mileage of a hybrid car and lower the average speed, the cheaper is the km of its run. Unlike vehicles with ICE, in which high consumption of fuel occurs on the first kilometers at low average speeds, which is associated with intensive heating up of the ICE when its temperature reaches the nominal value and with the fact that the car in traffic jams has a low average speed (up to 30 km/h), and the ICE works inefficiently.

Key words: hybrid propulsion system; petrol engine; fuel efficiency.

УДК 620.1:(621.43:621.385.2)

DOI: 10.20998/0419-8719.2020.2.12

Л.П. Клименко, В.І. Андрєєв, О.І. Случак, О.Ф. Прищепов, О.В. Щесюк, Я.Ю. Давиденко

АВТОМАТИЗОВАНА TICKER-СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО ВІДОБРАЖЕННЯ ДАНИХ ДЛЯ СВІТЛОДІОДНОГО ТАБЛА В СТЕНДОВИХ ВИПРОБУВАННЯХ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Проблема розробки адаптивних систем виведення інформації, синхронізованих з процесом перебігу експерименту вирішується за рахунок існуючих методів концентрації уваги та інтерактивної подачі інформації. Метою даного дослідження є розробка світлодіодного табла з автоматизованою ticker-системою оперативного виводу інформації при стендових випробуваннях двигунів внутрішнього згорання. У статті авторами розроблено конструктивну схему світлодіодного табла для відображення даних стендових випробувань ДВЗ. Принцип рухомого рядку (ticker), що широко застосовується в біржовій аналітиці та рекламі є достатньо інформативним для відображення результатів стендових випробувань ДВЗ. Розроблена конструкція базується на мікросхемі MAX7219. Передача даних відбувається за допомогою інтерфейсу UART через модуль Bluetooth HC-06. Драйвер керується за допомогою інтерфейсу SPI (режим 0). Вибір світлодіодного дисплею обумовлено можливістю застосування монохроматичного випромінювання світло діодів в якості точкових джерел випромінювання з широкими можливостями для регулювання параметрів світіння. Це досягається при використанні в складі кластерів високоефективних світлодіодів Pure-Green (525 нм), Ultra-Red (660 нм), Blue (470 нм). Встановлено, що використання модульної системи Arduino дозволить в широких межах варіювати властивості системи відображення даних та при розробці спеціального софту вести аналітику випробувань за допомогою адаптивних нейромереж. Удосконалено метод аналізу та відображення даних стендових випробувань двигуна внутрішнього згорання. Розроблена схема може бути розвинена для голографічної підсвітки зон критичних навантажень на поверхні досліджуваної конструкції. Децю нижча інтерактивність голограм в порівнянні з доповненою реальністю робить їх допоміжною роль більш доцільною. Це може стати базою для формування на такій поверхні маркерів для інтерактивних систем доповненої реальності.

Ключові слова: світлодіод; LED-табло; ДВЗ, Arduino; рухомий рядок; автоматизована ticker-система.

Постановка проблеми

Розробки автоматизованих систем динамічного виведення інформації, що є синхронізованими з досліджуванним процесом є важливою інженерною та науково-прикладною задачею.

Сприйняття отриманої інформації, її інтерпретація та прикладне використання базуються на тому, які параметри може одночасно спостерігати та співставляти науковець. Від цього залежить те, чи буде упущено малопомітні випадки кореляції між непов'язаними, на перший погляд, показниками, які можуть наштовхнути розробника на цілком новий погляд на проблему.

Теоретичні основи дослідження

Модульність та сумісність з значним асортиментом датчиків дозволяють широко застосовувати апаратну частину Arduino для автоматизації в модулях розумного будинку [1], системах діагностування парових двигунів Стирлінга [2], [3], та в інженерній освіті [4].

Застосування рухомого рядку для відображення актуальної інформації є найбільш поширеним в рекламі та біржовій діяльності [5], проте мають значний потенціал і в системах виводу інформації [6].

Значення мобільного, синхронного з експериментом виводу, інформації для правильної наукової інтерпретації отриманих даних складно переоцінити. Зазвичай розробники тяжіють до двох крайностей, таких як збір даних та обробка нейромережами

Значення мобільного, синхронного з експериментом виводу, інформації для правильної наукової інтерпретації отриманих даних складно переоцінити. Зазвичай розробники тяжіють до двох крайностей, таких як збір даних та обробка нейромережами