

КОММУНИКАЦИИ (ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ДРУГИЕ)

УДК 621.436.052

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ МОТОРНЫХ ТОПЛИВ

Базаров Б.И., Васидов Б.А., Одилов О.З.

Ташкентский государственный технический университет, Ташкент;
Ферганский политехнический институт, Фергана, Узбекистан

***Аннотация:** В данной работе рассмотрен вопрос эколого-энергетической оценки использования альтернативных моторных топлив для автотракторных средств. Дается обоснование применения данной методики оценки для конкретных условий эксплуатации автотракторных средств с учетом возможных изменений базовых регулировочных параметров систем управления машин, степень развитости инфраструктуры топливообеспеченности, достоверной сравнительной оценки различных альтернативных моторных топлив*

***Ключевые слова:** экологическая оценка, энергетическая оценка, альтернативные моторные топлива, экологический ущерб, расчет экологического ущерба*

ECOLOGICAL AND ENERGY EVALUATION OF USING ALTERNATIVE MOTOR FUELS

Bazarov B.I., Vasidov B.A., Odilov O.Z.

Tashkent state technical University, Tashkent;
Fergana Polytechnic Institute Community, Fergana, Uzbekistan

***Annotation:** This article analyzes the issue of environmental and energy assessment of the use of alternative motor fuels for motor and tractor vehicles. It gives a substantiation of the application of this assessment technique for specific operating conditions of motor and tractor vehicles,*

taking into account possible changes of the basic regulating parameters of the machine control systems, the degree of development of the fuel supply infrastructure, reliable comparative assessment of various alternative motor fuels

Key words: *environmental assessment, energy assessment, alternative motor fuels, environmental damage, calculation of environmental damage*

Введение

Устойчивое развитие, обеспечивающее наивысшую производительность труда при достижении минимальных отрицательных воздействий на окружающую среду и социальную справедливость в большей части связано с рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов.

Наиболее весомым и доступным решением данного вопроса на автомобильном транспорте является использование экологически чистых альтернативных моторных топлив взамен моторных топлив нефтяного происхождения.

Широкое использование любого вида альтернативного моторного топлива должна оцениваться с позиции экологической и энергетической безопасности эксплуатации транспортных средств на этих видах моторных топлив.

В настоящее время существуют различные подходы и методики оценки работы транспортных средств, работающих на различных моторных топливах или имеющих различные силовые установки.

Однако, когда перевод транспортных средств на питание альтернативным топливом осуществляется без изменений или с минимальными изменениями базовых регулировочных параметров или существует инфраструктура по их использованию, сравнительная эколого-энергетическая оценка несколько упрощается и полученные результаты могут быть основанием для завершения или продолжения дальнейших исследований.

1. Цель и постановка задачи

Цель исследования. Определение возможности совершенствования существующих подходов экологической и энергетической оценки использования альтернативных моторных топлив.

Задачи исследований: анализ существующих подходов и методик эколого-энергетической оценки использования альтернативных моторных топлив; совершенствование эколого-энергетической оценки использования альтернативных моторных топлив.

2. Анализ публикаций

Современные экологические и энергетические проблемы эксплуатации транспортных и стационарных установок имеют различные решения, включая, использование различных видов альтернативных моторных топлив [1...4].

Во многих ведущих странах мира широко используются различные виды альтернативных моторных топлив. Причем, в настоящее время наиболее распространенными заменителями нефтяных моторных топлив или энергоисточников в сфере автомобильного транспорта являются: сжиженный нефтяной газ (СНГ/LPG), сжатый природный газ (СПГ/CNG), сжиженный природный газ (СжПГ/LNG), биометан (BG), биодизель (BD), бензино-этанольная смесь (E10, E20, E85), синтетические топлива, воднотопливные эмульсии, водород, диметилэфир (ДМЭ), электромобили и гибридные автомобили (PHEV/HEV) [5...7].

Использование альтернативных моторных топлив, как автомобильная технология, со стороны различных исследователей и специалистов оценивалась с позиций различных подходов, таких как, методология сравнительной экологической оценки (воздействие на окружающую среду) с использованием подхода оценки жизненного цикла (LCA), способ учета концепции устойчивого развития, метод учета энергетической безопасности и снижение нагрузки на окружающую среду, метод учета сокращения выбросов парниковых газов или низкоуглеродной технологии, метод расчета платы за экологический ущерб [8...11].

Во всем мире существует практика принятия законов и программ, которые способствуют стимулированию использования различных моторных топлив (энергии), применение которых дают положительный эффект. В этом случае также требуется соответствующая оценка и, как правило, экологическая и энергетическая [12...14].

Экологическая и энергетическая оценка автомобилей, работающих на альтернативных видах моторных топлив требует определения экспериментальных данных по выбросам вредных веществ, тягово-скоростным характеристикам и топливной экономичности [15...17].

В Узбекистане, где ежегодно используется более 2,5 млрд. куб. м природного газа в сжатом виде (СПГ/CNG) и около 400 тыс. т сжиженного нефтяного газа (СНГ/LPG) в качестве моторного топлива динамично развивается инфраструктура. При этом растет объем производимых газобаллонных легковых автомобилей отечественной автомобильной промышленностью по двухтопливной (бензин-газ) системе питания. Государственными решениями предусмотрены также перевод сельскохозяйственной техники и большегрузных автомобилей на питание сжатым природным газом. Производственные мощности нефтехимической промышленности позволяют производить другие виды альтернативных моторных топлив [18...20].

3. Основополагающие подходы

Выполнение настоящей работы по экологической и энергетической оценке использования альтернативных моторных топлив реализуется с учетом следующих групп вопросов:

- эколого-энергетическая оценка будет выполнена только при условии выполнения идентичной полезной работы транспортным средством на сравниваемых видах топлив;
- использование минимальных экспериментальных данных для расчета;
- учет данных существующей инфраструктуры или инфраструктуры с минимальными изменениями;
- учет максимального количества выбросов вредных веществ, включая парниковые газы;
- простота подходов, многовариантность выполнения оценок.

3.1 Учет всех воздействий

Известно, что многие методики оценки эколого-энергетической эффективности использования эксплуатационных материалов, включая альтернативных топлив, учитывает большое количество факторов. Такой подход позволяет получить более точные данные с одной стороны и одновременно несколько усложняет процесс оценки.

В данном случае целесообразно проводить требуемую оценку поэтапно,

т.е. получив положительный результат экологической и энергетической оценки можно переходить на следующий этап – оценка других эксплуатационных свойств с учетом воздействия на изменение климата, здоровье человека и других составляющих экосистемы, а также необходимые капитальные затраты.

3.2. Стоимость (цена) топлива

В настоящем исследовании сравниваются затраты (внешние экологические издержки) на выбросы в атмосферу, где единственная денежная оценка характеризует воздействие на окружающую среду, что может быть легко понято, доведена до сведения широкой общественности и сопоставлена с налогами, льготами и другими экономическими инструментами. Например, в странах ЕС общие внешние затраты выбросов в атмосферу в течение жизненного цикла принимают 12,07 евро / 1000 км для электромобилей, 21,30 евро / 1000 км для бензинового автомобиля и 24,25 евро / 1000 км для дизельного автомобиля.

Однако, имеются методы оценки, учитывающие коэффициенты ущерба и энергетические (прямые) затраты, а также экспериментальные данные, полученные по результатам сравнительных ездовых циклов, которые могут реализоваться при полигонных исследованиях.

3.3. Общая единица измерений расхода топлива (энергии)

В процессе эколого-энергетической оценки могут быть использованы не только жидкие или газообразные моторные топлива, но и различные энергетические установки. В этих случаях сравнительная оценка транспортных средств на различных моторных топливах и с различными установками производится по удельному расходу энергии.

3.4. Методы исследований и измерительная аппаратура

Экологическая и энергетическая оценка использования альтернативных моторных топлив проводилась на примере легкового автомобиля, работающего на бензине, сжатом природном газе (СПГ/CNG), сжиженном нефтяном газе (СНГ/LPG) и смеси СНГ с добавкой диметилового эфира (ДМЭ).

Исследования проводились поэтапно (лабораторные, стендовые и полигонные), целесообразность которых обосновывается тем, что результаты предыдущего этапа исследований должны подтвердиться полученными результатами следующего этапа исследований. В этой

связи результаты полигонных исследований, проведенные в соответствии с требованиями существующих нормативных документов [21,22] явились основанием для выполнения эколого-энергетической оценки. При этом к исследованиям подвергался легковой автомобиль типа NEXIA 3, оснащенный измерительным комплексом «KORSUS-DATRON» и газоанализатором МЕХА-584L.

4.Результаты

Порядок оценки энерго-экологической эффективности использования альтернативных моторных топлив приводится в виде алгоритма (Рис.1).

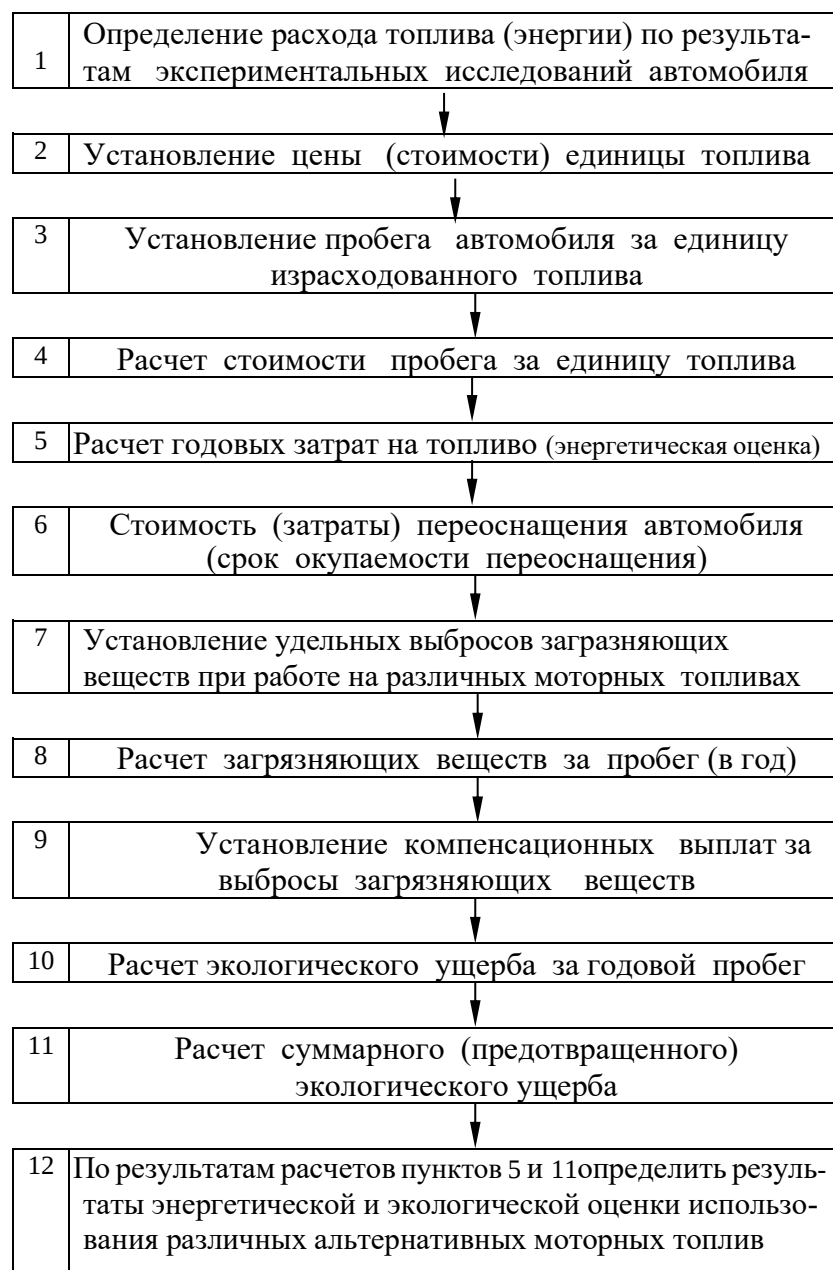


Рис.1. Алгоритм расчета экологической и энергетической оценки использования различных альтернативных моторных топлив

4.1. Энергетические показатели легкового автомобиля

Расчет энергетической оценки работы легкового автомобиля, работающего на различных топливах, основывается на обобщенные результаты полигонных исследований (табл. 1).

Следует отметить, что Правилами 83 ЕЭК ООН установлены возможные соотношения значений мощности двигателя на альтернативным N_e^{AT} и базовым $N_e^{Баз}$ топливам по следующей формуле:

$$N_e^{AT} = (0.7 \dots 1.15) N_e^{Баз} \quad (1)$$

Таблица 1

Обобщенные результаты полигонных исследований легкового автомобиля, работающего на различных топливах

		Топливо			
		Бензин	СПГ	СНГ	СНГ90+ДМЭ10
Максимальная скорость движения, км/ч	Расч.	186,0	185,0	184,0	182,0
	Эксп..	178,5	177,5	175,6	176,6
	Разница, %	4,5	4,2	5,6	3,0
Время разгона до 100км/ч, с	Эксп.	15,23	16,03	15,63	15,73
Расход топлива (энергии) при 90 км/ч, л/100км (МДж/100км)	Эксп.	9,2 (300)	8,8* (293)	10,6 (268)	10,1 (244)

Примечание: * в $\text{м}^3/100 \text{ км}$

4.2. Цены моторных топлив, использованных при исследованиях (таблица 2)

Примечание: Стоимость ДМЭ по данным Международной Ассоциации диметилэфира принята 0,75-0,90 от стоимости СНГ.

1.3. Пробег автомобиля за единицу топлива (таблица 2)

Таблица 2

Топливо	Цены моторных топлив (4.2)		Пробег автомобиля за единицу топливо (4.3)	
	сум/л	сум/куб.м	км/л (км/куб.м)	км/кг
Бензин АИ-92	5600,0	-	10,86	14,70
СПГ	-	2600	(11,36)	16,46
СНГ	3900,0	-	9,43	17,14
СНГ90+ДМЭ10	3802,5	-	9,90	17,30

4.4. Стоимость пробега за единицу топлива (табл.3)

4.5. Годовые затраты на топливо (энергии) при годовом пробеге 80 тыс. км (годовая экономия на топливо) (таб.3)

4.6. Стоимость переоснащения автомобиля (срок окупаемости переоснащения) (табл.3)

Таблица 3

Топливо	Стоимость пробега, сум/км (4.4)	Годовые затраты /годовая экономия на топливо(энергии), млн.сум (4.5)	Стоимость переоснащения автомобиля/срок окупаемости затрат, млн.сум/год (4.6)
Бензин АИ-92	515,7	41,256/0	-
СПГ	228,9	18,312/22,944	4,0/0,18
СНГ	413,6	33,088/8,168	1,1/0,14
СПГ90+ДМЭ10	384,0	30,720/10,536	1,2/0,12

4.7. Удельные выбросы загрязняющих веществ (ЗВ) (табл.4)

Таблица 4

Топливо	Удельные выбросы ЗВ, кг/кг (4.7)			
	СО	СН	NO _x	CO ₂
Бензин АИ-92	0,420	0,046	0,027	0,200
СПГ	0,090	0,021	0,016	0,150
СНГ	0,200	0,023	0,012	0,210
СНГ90+ДМЭ10	0,400	0,031	0,010	0,160

4.8. Выбросы загрязняющих веществ за пробег (в год) (табл.5)

Таблица 5

Топ-ливо	Выбросы загрязняющих веществ (4.8)							
	СО		СН		NO _x		CO ₂	
	кг/км	кг/год	кг/км	кг/год	кг/км	кг/год	кг/км	кг/год
Бензин АИ-92	0,0285	2285,70	0,0030	250,30	0,00118	146,93	0,0136	1088,40
СПГ	0,0055	437,40	0,0012	102,60	0,00100	77,76	0,0009	730,90
СНГ	0,0116	943,49	0,0013	107,34	0,00070	56,00	0,0120	980,16
СНГ90+ДМЭ10	0,0230	1849,70	0,0018	143,35	0,00600	46,24	0,0090	739,80

4.9. Размер компенсационных выплат (сум/кг)

Оксид углерода(CO) - 6,24; Углеводородов (СН) - 23,4;

Окислы азота (NO_x)-327,6; Сажы (ТЧ)-390; двуокиси углерода (CO₂) - 414.

4.10. Экологический ущерб за годовой пробег (табл.6)

4.11. Суммарный /предотвращенный/ годовой экологический ущерб (табл.6)

Таблица 6

Топливо	Экологический ущерб за годовой пробег, тыс.сум (4.10)				Суммарный /предотвращенный/ годовой экологический ущерб, тыс.сум (4.11)
	CO	CH	NO _x	CO ₂	
Бензин АИ-92	6,79	5,85	48,13	450,80	511,57 /нет
СПГ	4,50	2,38	25,47	302,80	334,65 /176,0,2
СНГ	6,10	2,51	18,34	405,70	432,65 /78,0,2
СНГ90+ДМЭ10	4,60	3,35	15,14	306,30	329,39 /182

4.12. Суммарная годовая энерго-экологическая эффективность эксплуатации одного легкового автомобиля в год по сравнению с базовым топливом-бензин АИ-92 на следующих видах моторных топлив (из данных п.4.5+п.4.11):

Сжатый природный газ (СПГ/CNG) - **23,120 млн.сум;**

Сжиженный нефтяной газ (СНГ/LPG) – **8,246 млн.сум;**

Смесь сжиженного нефтяного газа и диметилэфира (СНГ90+ДМЭ10) - **10,712 млн.сум .**

Заключение

1. Эколого-энергетическую оценку использования альтернативных моторных топлив можно выполнить на основании экспериментальных значений расходов топлива и удельных выбросов загрязняющих веществ в составе отработавших газов автомобиля.

2. Выполненный расчет эколого-энергетической эффективности использования различных моторных топлив на примере легкового автомобиля показал, что суммарная годовая эффективность эксплуатации одного легкового автомобиля в год по сравнению с базовым топливом - бензином АИ-92 составляет для сжатого природного газа - 23,120 млн. сум, сжиженного нефтяного газа – 8,246 млн. сум и смеси сжиженного нефтяного газа и диметилэфира - 10,712 млн. сум.

3. Применение предложенной методики оценки эколого-энергетической оценки использования различных моторных топлив может быть основанием для продолжения соответствующих научно-практических работ по данному направлению.

Использованная литература

1. Базаров Б.И., Калауов С.А., Васидов А.Х. Альтернативные моторные топлива. – Ташкент. SHAMS ASA, 2014. – 189 с.
2. Базаров Б.И. Экологическая безопасность автотранспортных средств. – Ташкент: Chinor ENK, 2012. – 216 с.
3. Базаров Б.И., Васидов А.Х., Ахмаджонов., Р.Х. Алимов Ш.И. Сравнительная экологическая оценка альтернативных моторных топлив // Экологический вестник, 2017, – №6 (194), – С. 22-23
4. Базаров Б.И., Калауов С.А., Сидиков Ф.Ш., Усманов И. И. Особенности использования диметилового эфира в качестве моторного топлива // Химия и химическая технология, 2016. – №1, – С.62-64.
5. Ведрученко В. Р., Кравцов В. В., Кириенков А. В. Комплексная оценка энерго-экологических показателей альтернативных моторных и других новых топлив // Омский научный вестник, 2000. – С. 90-94.
6. ГОСТ 22576-90 Автотранспортные средства. Скоростные свойства. Методы испытаний
- 7.Ерохов В.И. Токсичность современных автомобилей. Методы и средства снижения вредных выбросов в атмосферу. – М.: ФОРУМ ИНФРА, 2013. – 448 с.
8. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология. – М.: Высш. Шк., 2003. – 273 с.
9. О'zDSt 35.83:2011 (Правила ЕЭК ООН № 83). Единообразные предписания, касающиеся сертификации транспортных средств в отношении выбросов вредных веществ в зависимости от топлива, необходимого для двигателей
10. Anderson S., Parry I., Sallee S.M., Fisher C. Automobile Fuel Economy Standards. Impact, efficiency and alternatives. – Washington: Resources for the future. 2010, – 32p.
11. Antonis A Zorpas, Diana-Mihaela Țîrcă, Lydia Georgiadou, Irene Voukkali. Environmental and technical evaluation of the use of alternative fuels through multi-criteria analysis model // Progress in Industrial Ecology An International Journal, 2016, 10(1):3
12. Bazarov B.I., Otabaev N.I, Odilov O.Z., Meliev H.O., Axynov J.A. Features of Using Liquefied Petroleum Gas with Addition of Dimethyl Ether as Fuel of Car with f Spark-Ignition Engine / International Journal of

13. Durbin T.D., Collins S.R., Norbeck S.M., Smith M.R. Effects of biodiesel, biodiesel blends and synthetic diesel on emissions from light heavy-duty diesel vehicles. // Environ. Sci. and Technol., 2000, 34, – №3. – p. 349...355.

14. Feng Y., Chen T., Xie H. Effects of injection timing of DME on Micro Flame Ignition (MFI) combustion in a gasoline engine // Internal Combustion Engines and power train System for future Transport, 2019. -19 p.

15. Flekiewicz M., Kubica G., The effects of blending dimethyl ether with LPG on the engine operation and its efficiency // Combustion engines, 2013, 154(3). – p 86...95.

16. Riesta Anggarani, Cahyo S. Wibowo, Riza Sukavaharja. Performance and emission Characteristics of Dimethyl Ether (DME) mixed liquid gas for vehicle (LGV) as alternative fuel for spark Ignition Engine // Energy Procedia, 65, 2015. – p. 274...281.

17. Folfson R. Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. – ELSEVIER, 2014. –760 p.

18. Fronlich-Merz G. Eintach Alternative zu Benzin and Diesel Gas geben // Autotachmen, 2006, – №10. – p. 8...10.

19. Joeri Van Mierlo, Maarten Messagie, Surendraprabu Rangaraju. Comparative environmental assessment of alternative fueled vehicles using a life cycle assessment // Transportation Research Procedia, Vol. 25, 2017. – p. 3435...3445

20. Mohammad Hossein Mohammadi Ashnani, Tahereh Miremadi, Anwar Johari, Afshin Daneshkar. Environmental Impact of Alternative Fuels and Vehicle Technologies: A Life Cycle Assessment Perspective // Procedia Environmental Sciences, 2015, 30:205...210

21. Nikolaos Tsanakas, Joakim Ekström, Johan Olstam. Estimating Emissions from Static Traffic Models: Problems and Solutions // Journal of Advanced Transportation, Volume 2020, ID 5401792. –p 17

22. Pierpaolo Girardi, Cristina Brambilla, Giulio Mela. Life Cycle Air Emissions External Costs Assessment for Comparing Electric and Traditional Passenger Cars // Integr Environ Assess Manag. 2020,16(1): 140...150.