

Отримано: 01.04.2015 р.

Прорецензовано: 14.04.2015 р.

Прийнято до друку: 30.04.2015 р.

Кофанова О. В. Еколого-економічні засади мінімізації впливу автотранспорту на зміну клімату на планеті / О. В. Кофанова // Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Економіка»: збірник наукових праць / ред. кол.: І. Д. Пасічник, О. І. Дем'янчук. – Острог: Видавництво Національного університету «Острозька академія», 2015. – Випуск 28. – С. 19–22.

УДК 502/504

JEL-класифікація: Q53+Q54

**Кофанова Олена Вікторівна,**

доктор педагогічних наук, кандидат хімічних наук, професор,  
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

## ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ЗАСАДИ МІНІМІЗАЦІЇ ВПЛИВУ АВТОТРАНСПОРТУ НА ЗМІНУ КЛІМАТУ НА ПЛАНЕТІ

У статті визначена небезпека незбалансованого використання вуглеводневих палив та обґрунтована необхідність зменшення антропогенного тиску на навколишнє природне середовище за рахунок підвищення екологічності автотранспорту. Відповідно до результатів огляду, наведеного у статті, доведена необхідність підвищення екологічної стійкості міських екосистем. З цією метою пропонується використовувати на транспорті екологічно безпечніше сумішеве моторне паливо з домішками біодизелю (до 10 %), а також застосування цілеспрямованої зміни властивостей традиційного нафтового палива присадками комплексної дії за методом «фізико-хімічного регулювання».

**Ключові слова:** сталий розвиток, автотранспорт, зміна клімату, забруднення атмосферного повітря, навколишнє середовище, паливо, присадка.

**Кофанова Елена Викторовна,**

доктор педагогических наук, кандидат химических наук, профессор,  
Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

## ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ МИНИМИЗАЦИИ ВЛИЯНИЯ АВТОТРАНСПОРТА НА ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА НА ПЛАНЕТЕ

В статье рассмотрена опасность несбалансированного использования углеводородных топлив и обоснована необходимость уменьшения антропогенной нагрузки на окружающую природную среду за счет повышения экологичности автотранспорта. В соответствии с результатами обзора, приведенного в статье, доказана необходимость повышения экологической стойкости городских экосистем. С этой целью предлагается использовать более экологичное смешанное моторное топливо с добавками биодизеля (до 10 %), а также целенаправленно модифицировать свойства традиционного горючего присадками комплексного действия по методу «физико-химического регулирования».

**Ключевые слова:** устойчивое развитие, автотранспорт, изменение климата, загрязнение атмосферного воздуха, окружающая среда, горючее, присадка.

**Olena Kofanova,**

Doctor in Pedagogics, PhD in Chemistry, Professor, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»

## ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC PRINCIPLES OF THE VEHICLES IMPACT MINIMIZATION ON THE CLIMATE CHANGE

In the paper the danger of unbalanced fossil fuel consumption and the necessity of reduction of anthropogenic load on the environment have been discussed. In accordance with the results of the review the necessity of increasing of urban ecosystems environmental sustainability has been proved. For this purpose it is advised to use more environmentally friendly mixed motor fuels with biodiesel additives (up to 10 %). It is also recommended to modify the properties of conventional fuel by the use of complex additives with the help of the method of «physical and chemical regulation».

**Keywords:** sustainable development, road transport, climate change, air pollution, environment, fuel, additive.

**Постановка проблеми.** Зростання масштабів економічної діяльності людей та збільшення у зв'язку з цим дальності і частоти автоперевезень призводить до неконтрольованих викидів речовин-полутантів у атмосферне повітря, забруднення великих територій тощо. При цьому різко зростає необхідність у споживанні різних видів пального – бензину, дизельного палива, мазуту тощо, що, в свою чергу, вимагає збільшення обсягів добування нафти та виробництва з неї цільових нафтопродуктів. Все це негативно позначається на стані біосфери, здоров'ї сучасного і майбутнього поколінь і спричинює зміни клімату на планеті. Отже, дослідження в сфері підвищення екологічності автотранспорту та зменшення його впливу на довкілля є вкрай актуальними.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Екологічні проблеми міських екосистем, що пов'язані з розвитком та функціонуванням автотранспортної інфраструктури, є об'єктом досліджень багатьох учених і практиків, серед яких, наприклад, В. М. Боев, С. В. Бойченко, О. О. Вовк, О. С. Волошкіна, Ю. Ф. Гутаревич, Б. М. Данилішин, В. М. Ісаєнко, О. І. Запорожець, П. М. Канило, В. Б. Кропивенська, О. В. Лямцев, В. С. Міщенко, В. В. Трофімович, Г. М. Франчук та інші науковці. Глобалізація поставила перед людством складні питання щодо аналізу та управління тими соціально-економічними та екологічними проблемами, що накопичилися як у світі загалом, так і на окремих територіях [1, с. 5].

**Мета і завдання дослідження.** Мета дослідження полягає в розробці та обґрунтуванні способів підвищення екологічності автотранспортних засобів за рахунок упровадження альтернативних видів моторного палива, зокрема, біодизелю та застосування цілеспрямованої модифікації нафтового палива спеціальними та комплексними присадками за методом «фізико-хімічного регулювання».

У зв'язку з цим нами поставлені такі **завдання**:

– проаналізувати вплив автотранспорту на довкілля; вивчити і систематизувати літературні джерела з теми дослідження;

– обґрунтувати еколого-економічну доцільність застосування біопалива та його сумішей, а також методу цілеспрямованої модифікації фізико-хімічних та, як наслідок, екологічних і експлуатаційних характеристик традиційного нафтового пального.

**Виклад основного матеріалу.** В Україні частка міського населення становить приблизно 68–69% [2; 3], що спричинює суттєвий тиск з боку міського середовища на екосистеми. Проте в країні майже не впроваджуються безвідходні та ресурсозберігаючі технології, а екологічна культура пересічних громадян і управлінців залишається дуже низькою. Зокрема, у 2010 р. за рівнем екологічних досягнень Україна посіла 87-ме місце серед 163 країн світу [4]. А за дослідженнями організації Global Carbon Project, Україна хоча й зменшила викиди вуглекислого газу на 3,2%, але посідає у світовому рейтингу найпотужніших забруднювачів атмосфери 23 місце. Тільки за 2013 рік наша країна викинула в атмосферне повітря близько 302 млн. т вуглекислого газу [5].

Основними забруднювачами атмосферного повітря та міських територій є стаціонарні та пересувні джерела. Саме пересувні джерела (автотранспортні засоби) вносять найбільший внесок у забруднення навколишнього середовища шкідливими речовинами та парниковими газами (оксиди Карбону CO та CO<sub>2</sub>, оксиди Нітрогену N<sub>2</sub>O, NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> тощо, сполуки Сульфуру SO<sub>2</sub>, SF<sub>6</sub> та ін., вуглеводні C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, в тому числі поліциклічні (мають канцерогену дію), частинки пилу і сажі – так званий «чорний вуглець», «black carbon»). За даними роботи [6], під час згоряння 1 кг бензину (при середніх швидкостях і вантажах) в атмосферу виділяється приблизно 300–310 г забруднювачів (225 г оксиду Карбону (II), 55 г оксидів Нітрогену, 20 г вуглеводнів, 1,5–2,02 г оксиду Сульфуру, 0,8–1 г альдегідів, 1–1,5 г сажі та ін.). Під час згоряння 1 кг дизельного палива викидається близько 80–100 г токсичних компонентів (20–30 г оксиду Карбону (II), 20–40 г вуглеводнів, 10–30 г оксиду Сульфуру, 0,8–1,0 г альдегідів, 3–5 г сажі та ін.).

З точки зору впливу на кліматичні зміни на планеті найнебезпечнішими парниковими газами, що належать до газів «довготривалої дії», є оксид Карбону (IV) CO<sub>2</sub>, метан CH<sub>4</sub> і оксид Нітрогену (I) N<sub>2</sub>O. Ці гази є хімічно стабільними, а, отже, можуть перебувати в атмосфері Землі від 10 років до декількох століть і навіть довше. Парникові гази короткотривалої дії, зокрема, оксид Сульфуру (IV) SO<sub>2</sub> та оксид Карбону (II) CO, як правило, досить швидко видаляються з атмосфери за рахунок процесів їх природного окиснення та завдяки іншим фізико-хімічним процесам [7]. Для вуглекислого газу взагалі немає можливості визначити його «термін життя», оскільки він неперервно та циклічно рухається між атмосферою, океанами, сушею та біотою планети.

Рівень забруднення атмосфери і прилеглих до автомагістралей територій великою мірою залежить від інтенсивності руху автотранспорту, ширини, рельєфу автодороги та стану дорожнього покриття, технічного стану автомобілів і швидкості їх руху, частки вантажного автотранспорту, кліматичних умов тощо. Встановлено, що найменша кількість, наприклад, оксиду Карбону викидається автомобілем під час руху зі швидкістю близько 70–75 км/год., а зменшення швидкості автомобіля в діапазоні від 60 до 30 км/год. призводить до збільшення обсягів його викидів приблизно у 2,2 рази, а зі збільшенням швидкості до 80 км/год. – у 3,7 разів [8].

Найбільші обсяги шкідливих речовин із відпрацьованих газів під час роботи двигуна в холостому режимі, у заторах, а також у моменти пуску чи зупинки автомобіля. Застосування неякісного пального та/або експлуатація невідрегульованого двигуна спричинюють суттєве збільшення викидів речовин-політантів з відпрацьованими газами. При цьому вітчизняний автопарк майже за всіма основними показниками (економічність, надійність, екологічність тощо) відстає від автопарку країн ЄС [9], що призводить не тільки до забруднення всіх компонентів біосфери, а й до надмірних витрат палива – цінних природних ресурсів країни.

Необхідність забезпечення основних принципів сталого розвитку країни та скорочення викидів парникових газів зумовили розробку й прийняття урядом Транспортної стратегії України до 2020 року [10].

Реалізація цієї Стратегії передбачає створення умов для збалансованого розвитку автотранспортного комплексу, впровадження природоохоронних технологій і заходів, спрямованих на підвищення екологізації автотранспорту з огляду на необхідність забезпечення розвитку автотранспортної системи України відповідно до Білої книги ЄС щодо транспорту [8]. Екологічні проблеми, пов'язані з використанням нафтового палива у двигунах внутрішнього згоряння (ДВЗ), актуальні не тільки для України, але й для всіх країн світу. Проте саме в нашій країні, на думку фахівців [8], на сьогодні не існує ефективної системи галузевого управління охороною навколишнього середовища в автотранспортній галузі. Отже, автотранспортний сектор країни потребує істотного вдосконалення та підвищення його екологічності.

Під час повного згоряння моторного палива утворюються вуглекислий газ  $\text{CO}_2$  та вода  $\text{H}_2\text{O}$ , а також оксид Сульфуру (IV)  $\text{SO}_2$  через наявність у паливі сполук Сульфуру. Проте за реальних умов експлуатації автомобіля горіння палива є неповним, а, отже, цей процес супроводжується викидами шкідливих речовин, зокрема оксиду Карбону (II)  $\text{CO}$ , поліциклічних вуглеводнів  $\text{C}_x\text{H}_y$ , альдегідів  $\text{RCHO}$ , а також частинок сажі С. Унаслідок наявності в складі повітря азоту під час згоряння моторного палива за високих температур відбувається окиснення Нітрогену киснем з утворенням різноманітних оксидів, які зазвичай позначають загальною формулою  $\text{NO}_x$ . Таким чином, забезпечення повноти згоряння палива або заміна його на альтернативне, екологічно безпечніше паливо (наприклад, біопаливо), дасть змогу скоротити викиди парникових газів, а також запобігти техногенному забрудненню довкілля. Саме цим напрямом присвячені наукові розробки викладачів і студентів НТУУ «КПІ», що здійснюються на базі КНДЛ «Реактор» ОКБ «Шторм».

Біодизельне паливо, хоча й не є абсолютно екологічно безпечним паливом, проте значно чистіше за нафтове паливо. До переваг біодизелю відноситься те, що, потрапляючи у ґрунт або природні водні об'єкти, він практично повністю розкладається впродовж декількох тижнів. Окрім того, цей вид палива характеризується малим умістом Сульфуру та поліциклічних ароматичних вуглеводнів [11]. Дослідження свідчать, що у продуктах його згоряння на 8–10 % менше оксиду Карбону (II), майже на 50 % менше сажі й значно нижчий уміст оксидів Сульфуру (0,005 % проти 0,2 % у нафтовому дизельному паливі). Проте через високий уміст Оксигену продукти згоряння біодизелю приблизно на 10 % містять більше оксидів Нітрогену порівняно з традиційним дизельним паливом [11]. Крім того, це паливо впливає на техніко-експлуатаційні параметри двигуна. Проте біодизель не обов'язково застосовувати в чистому вигляді. Зараз все частіше використовують сумішеві палива, що містять у різних пропорціях дизельне паливо та біодизель.

Таким чином, заміна вуглеводневого палива на альтернативні джерела та зменшення за рахунок цього залежності країни від імпорту енергоносіїв є пріоритетним завданням країни. Але на сьогодні до 88% усього біопалива, що виробляється в Україні, йде на експорт і лише 12 % його використовується на внутрішньому ринку [12]. У таблиці 1 показана динаміка споживання рідких біопалив в Україні (в тому числі й прогнозні дані) за період 2010–2030 рр. [13].

Таблиця 1  
Динаміка споживання рідких біопалив в Україні у 2010–2030 рр.

Показник	2010	2015	2020	2025	2030
Споживання біоетанолу, млн. т	<0,1	0,3	0,6	0,8	1,1
Споживання біодизелю, млн. т	~0	~0	<0,1	0,3	0,8
Усього, споживання рідких біопалив, млн. т	<0,1	0,3	0,6	1,1	1,9
Частка біопалив від всіх моторних палив в Україні, %	<1	2,5	4,5	7,2	10,9
Частка біопалив від всіх моторних палив у ЄС, %	4,4	7,0	10,0	20,0	31,0

У Додатку 8 до Національного плану дій із відновлюваної енергетики на період до 2020 р. [14] показана оцінка загального внеску, очікуваного з кожного джерела відновлюваної енергії, для досягнення індикативних цілей на 2020 р. та індикативної проміжної траєкторії досягнення частки енергії з відновлюваних джерел у транспортному секторі на 2014–2020 рр. (з урахуванням біопалива, що відповідає критеріям сталості) (табл. 2).

Іншим способом, що надає змогу інтенсифікувати процеси окиснення моторного палива та забезпечити повноту його згоряння, є метод «фізико-хімічного регулювання», який полягає у цілеспрямованій зміні фізико-хімічних характеристик палива за допомогою спеціальних присадок різного хімічного складу та функціональної дії. За даними роботи [15], модифікація вуглеводневого палива додаванням присадок (депресорні, октанопідвищуючі, цетанопідвищуючі, протизносні, антидимні, миючі, диспергуючі присадки, антиоксиданти, інгібітори корозії тощо) надає змогу досягти покращення експлуатаційних характеристик автомобіля, а також скоротити викиди шкідливих речовин, у тому числі й парникових газів, в атмосферне повітря. Особливого значення застосування присадок набуває у тих випадках, коли автоспоживачами застосовується не дуже якісне паливо, або експлуатуються застарілі автомобілі. Окрім того, домішки, наприклад, біопалива, можуть використовуватися як поліпшене в екологічному аспекті альтернативне паливо.

Таблиця 2

Оцінка загального внеску, очікуваного з кожного джерела відновлюваної енергії, для досягнення обов'язкових індикативних цілей на 2020 р. та індикативної проміжної траєкторії досягнення частки енергії з відновлюваних джерел у транспортному секторі на 2014–2020 рр. (тис. т нафтового еквіваленту)

Види джерел енергії для використання у транспортному секторі	2009	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Біоетанол / етилтретбутиловий ефір, вироблений з біоетанолу		110	150	200	225	250	280	320
– у тому числі біопаливо*		110	150	200	225	250	280	320
Біодизельне паливо				20	40	50	60	70
– у тому числі біопаливо*				20	40	50	60	70
Електроенергія з відновлюваних джерел	52	64	71	78	86	95	105	115
Усього	52	174	221	298	351	395	445	505

Примітка. Обсяги споживання біопалива розраховані, як зазначено у ст. 21(2) Директиви 2009/28/ЄС.

**Висновки.** Отже, у роботі проаналізовано негативний вплив автотранспорту на довкілля та зміни клімату на планеті. Встановлено, що причиною викидів парникових газів та інших шкідливих речовин є неповне згоряння палива в камері згоряння ДВЗ. Запропоновано використовувати метод «фізико-хімічного регулювання», а також використання сумішевих палив (традиційне нафтове паливо та біопаливо) для запобігання надмірним викидам парникових газів та інших речовин-полутантів.

#### Література:

1. Сталий розвиток та екологічна безпека суспільства: теорія, методологія, практика / [Андерсон В. М., Андреева Н. М., Алімов О. М. та ін.]; За наук. ред. Є. В. Хлобистова / ДУ «ІЕПСР НАН України», ІПРЕЕД НАН України, СумДУ, НДІ СРП. – Сімферополь: ІТ «АРИАЛ», 2011. – 589 с.
2. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]:[Сайт]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/4>. – Назва з екрана.
3. Вікіпедія: Вільна енциклопедія [Електронний ресурс]:[Сайт]. – Режим доступу: [http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F\\_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8). – Назва з екрана.
4. Купалова Г. І. Екологічне підприємництво як невід'ємна складова сталого розвитку України / Г. І. Купалова // Вісн. Київськ. нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка. – 2011. – № 26. – С. 36–39.
5. Global Carbon Atlas [Електронний ресурс]:[Сайт]. – Режим доступу: <http://www.globalcarbonatlas.org/?q=en/emissions>. – Назва з екрана.
6. Транспортна екологія: Метод.-інформац. матер. до самост. вивч. дисц. та викон. індив. завдань [для студ. напрямку підготовки 6.070101 Транспортні технології (за видами транспорту)] / А. В. Павличенко, С. М. Лисицька, О. О. Борисовська, О. В. Деменко. – Д.: Нац. гірничий ун-т, 2012. – 39 с.].
7. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 [Електронний ресурс] : [Сайт]. – Режим доступу: [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/ru/tssts-2-1.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/ru/tssts-2-1.html). – Назва з екрана.
8. Лямцев О. В. Організаційно-економічний інструментарій управління екологізбалансованим розвитком автотранспортного комплексу: дис. ... канд. екон. наук: 08.00.06 / О. В. Лямцев. – Суми, 2012. – 204 с.
9. Черноштан Т. М. Високі екологічні стандарти Євросоюзу для автотранспорту / Т. М. Черноштан // Гуманітарний вісник ЗДІА. – 2013. – № 52. – С. 125–132.
10. Транспортна стратегія України на період до 2020 року. Схвалена Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20.10.2010 р. № 2174 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2174-2010-%D1%80>.]. – Назва з екрана.
11. Чупайленко О. А. Розвиток використання біопалива для автотранспорту в Україні [Електронний ресурс] / О. А. Чупайленко // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія. – 2014. – Вип. 13(2). – С. 133–143. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Upsal\\_2014\\_13\(2\)\\_16.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Upsal_2014_13(2)_16.pdf). – Назва з екрана.
12. Забарний Г. М. Термодинамічна ефективність та ресурси рідкого біопалива України / Г. М. Забарний, С. О. Кудря, Г. Г. Кондратюк. – К.: Лебідь, 2006. – 226 с.
13. Гелетуха Г. Г. Место биоэнергетики в проекте обновленной энергетической стратегии Украины до 2030 года / Г. Г. Гелетуха, Т. А. Железная [Ин-т технич. теплофизики НАН Украины] // Пром. теплотехника, 2013, т. 35, № 2. – С. 64–70.
14. Розпорядження КМУ від 1.10.2014 р. № 902-р «Про Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року» [Електронний ресурс]:[Сайт]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80>. – Назва з екрана.
15. Марченко А. И. Влияние молекулярной массы нефтяных сульфонов на высокотемпературную диспергирующую способность полученных на их основе нейтральных и высокощелочных присадок / А. И. Марченко, О. Л. Главати, В. Х. Премислов // Химия и технология топлив и масел. –1981. – № 2. – С. 28–32.