

construction, capacity optimization, specialization of production and concentration in industrial facilities, trade in the central and adjacent areas of cities.

An algorithm has been developed that allows the methods of sequential approximation to identify the optimal specialization and location of the created technical service enterprises, taking into account the possible nature of production processes and the real level of competition. The structural reorganization of the enterprises of technical service which at the beginning of the activity did not have strict specialization and carried out works of small and average repair on all knots and systems of cars is offered. The dynamics of the structure of service enterprises in the city of Dnipro by years of operation in the pre-war period are considered. Graphic dependences of the probability of service on the number of posts and the average length of the queue on the factor of load capacity of road transport service enterprises were obtained. The presented graphs showed that in conditions of fierce competition, there is a noticeable change in the average length of the queue of cars, depending on the load capacity factor and the number of seats in the queue.

Keywords: *technical service enterprises, specialization, location, algorithm, structural adjustment, competitive environment.*

Стаття надійшла 19.11.2023 р.

УДК 656.078:620.98

doi.org/10.31498/2522-9990262023294298

Карашук В.О., Помазков М.В., Клецька О.В., Джус О.В., Катунів І.В.

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОСТІ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТУ

У роботі визначений стан та запропоновані перспективні заходи по підвищенню екологічності та енергоефективності транспорту. Виконаний аналіз досліджень і публікацій в питанні екологічності та енергоефективності автомобільного транспорту показав, що цьому питанню у світі приділяється велика увага. Визначені основні напрямки робіт: прогнозування споживання енергії та оцінка викидів забруднюючих речовин; моніторинг і контроль екологічних показників; розробка різних автоматичних систем контролю роботи автотранспорту; впровадження альтернативних палив та присадок до них. Але застосуванню відновлювальних джерел енергії для підвищення екологічної безпеки приділяється мало. Виконаний розподіл за видами енергоресурсів, що постачаються та споживаються всіма видами транспорту в довоєнний період. Визначені основні споживачі енергоресурсів та розрахований розподіл річного постачання та споживання для них. На основі енергетичного балансу визначені енергоресурси, які не використовуються для автомобільного транспорту. На основі діючих ліцензій виконаний розподіл господарської діяльності з перевезення пасажирів автомобільним транспортом.

Проаналізовано обсяги викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря від пересувних джерел за видами. Досліджено кількість та тип транспортних засобів, що беруть участь у перевезення пасажирів автомобільним транспортом. Визначені проблеми експлуатації транспортних засобів, що впливають на екологічність перевезень вантажів та пасажирів. Обґрунтовані основні підходи щодо застосування сонячної енергії для автомобільної транспортної галузі. За місцем застосування для транспортної інфраструктури пропонуються навіси з сонячними батареями для паркувальних місць. Для транспортних засобів пропонується використовувати сонячні фотоелементи для живлення допоміжних

Транспортні технології

ланцюгів та збільшення запасу ходу для електротранспорту. Для комбінованих систем пропонується розробляти комбіновані сонячні системи міського пасажирського транспорту.

Ключові слова: види транспорту, транспортні засоби, екологічність перевезень, енергоресурси, енергоефективність, сонячні системи.

Вступ. З метою створення ефективно працюючого транспортного комплексу України, відповідно до Транспортної стратегії України до 2030 року [1], однією з основних тенденцій розвитку є використання паливно-економічних та екологічних транспортних засобів, застосування альтернативних видів палива, “зелених” видів транспорту, пріоритетність потреб охорони навколишнього природного середовища та збереження цінних природоохоронних територій під час розвитку транспортної інфраструктури.

Постановка проблеми. Питання екологічності перевезень давно стало необхідністю для будь якого транспортного підприємства, що впливає на його конкурентоспроможність на ринку транспортних послуг. Все частіше замовники транспортних послуг обирають більш економічний та екологічний транспорт.

Аналіз досліджень і публікацій. Велика кількість робіт вітчизняних науковців присвячена проблемам підвищення екологічності та енергоефективності транспортних засобів. У роботі [2] визначені напрями управління ефективністю використання енергії та забрудненням атмосферного повітря дорожніми транспортними засобами на основі прогнозування споживання енергії та викидів забруднюючих речовин парком дорожніх транспортних засобів. Авторами роботи [3] виконано аналіз особливостей моніторингу і контролю показників екологічної безпеки транспортних засобів і транспортних потоків в умовах інтелектуальних систем. У роботі [4] запропоноване комплексне вирішення питань створення та функціонування транспортного комплексу з урахуванням взаємодії у галузі транспортних та природоохоронних технологій. Наукові праці [5-6] присвячені питанням використання альтернативних палив для транспорту та зниження рівня токсичності відпрацьованих газів транспортних засобів.

Дослідження які виконані у наукових працях присвячені вирішенню проблем управління ефективністю використання енергії, дослідженню екологічної безпеки перевезень та транспортного комплексу але не розглядають питання застосування відновлювальних джерел енергії для транспортної галузі.

Мета дослідження. Метою цієї роботи є аналіз використання енергоресурсів за всіма видами транспорту та визначення основних перспектив підвищення його екологічності та енергоефективності за рахунок застосування відновлювальних джерел енергії.

Основний матеріал дослідження. З енергетичного балансу України [7] щорічно в середньому за рік всіма видами транспорту споживається 9164 тис. тонн енергоресурсів нафтового еквіваленту. Розподіл за видами енергоресурсів, що постачаються та споживаються всіма видами транспорту за період 2018-2020 р.р. наведено на рис. 1.

Транспортні технології

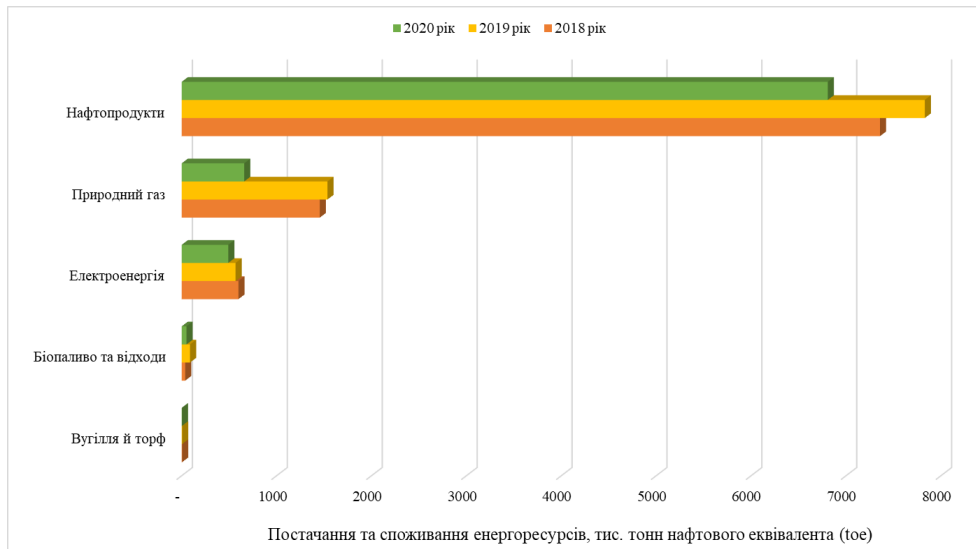


Рисунок 1 – Розподіл за видами енергоресурсів, що постачаються та споживаються всіма видами транспорту за період 2018-2020 р.р.

До основних видів енергоресурсів, що постачаються та споживаються транспортом є:

- нафтопродукти, споживання щорічно в середньому 7332 toe (tonne of oil equivalent), що складає 80% від усіх енергоресурсів, що споживаються транспортом;
- природний газ, споживання щорічно в середньому 1217 toe, що складає 13% від усіх енергоресурсів, що споживаються транспортом;
- електроенергія, споживання щорічно в середньому 552 toe, що складає 6% від усіх енергоресурсів, що споживаються транспортом;
- біопаливо та відходи, споживання щорічно в середньому 59 toe, що складає 1% від усіх енергоресурсів, що споживаються транспортом;
- вугілля й торф, споживання щорічно в середньому 4 toe, що складає менше 0,0005% від усіх енергоресурсів, що споживаються транспортом.

Розподіл річного постачання та споживання енергоресурсів, за видами транспорту в середньому за період 2018-2020 р.р. наведено на рис. 2.

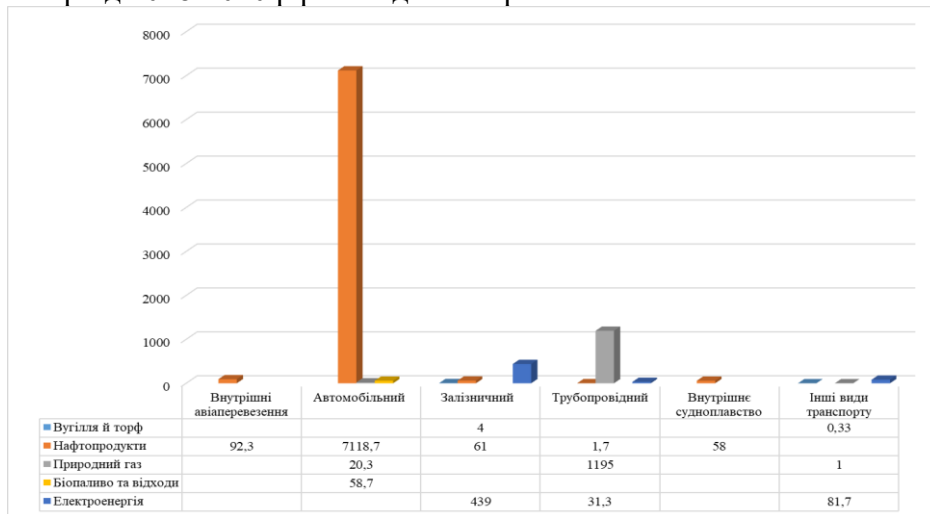


Рисунок 2 – Розподіл річного постачання та споживання енергоресурсів, за видами транспорту в середньому за період 2018-2020 р.р.

Транспортні технології

Основним споживачем енергоресурсів на транспорті є:

- нафтопродуктів є автомобільний транспорт – 7118,7 toe щорічно, що складає 97%;
- природного газу є трубопровідний транспорт – 1195 toe щорічно, що складає 98%;
- електроенергії є залізничний транспорт – 439 toe щорічно, що складає 79,5%;
- біопалива та відходів є автомобільний транспорт 58,7 toe щорічно, що складає 100%;
- вугілля та торфу є залізничний транспорт 4 toe щорічно, що складає майже 100%.

На основі даних енергетичного балансу [7] не використовуються для функціонування транспорту такі енергоресурси, як сира нафта, атомна енергія, гідроелектроенергія, вітрова та сонячна енергія, теплоенергія.

З проведеного аналізу зрозуміло, що великі обсяги споживання нафтопродуктів за всіма видами транспорту суттєво впливають на екологічну ситуацію в країні з викидами шкідливих речовин з відпрацьованими газами двигунів внутрішнього згоряння транспортних засобів.

В Україні в середньому щорічно (статистичні дані за період 6 років 2016-2021 р.р. [8] у атмосферне повітря від пересувних джерел викидається 1578194,32 т забруднюючих речовин. Серед яких:

- діоксид сірки - 18892,3 т (1,2%);
- оксид вуглецю - 1198796,68 т (76%);
- діоксид азоту - 170837,52 т (10,8%);
- оксид азоту - 820,02 т (0,1%);
- неметанові леткі органічні сполуки - 158550,98 т (10%);
- аміак - 7,16 т (0,001%);
- метан - 5073,54 т (0,3%);
- сажа –25216,32 т (1,6%).

При цьому кількість викидів забруднюючих речовин на одну особу щорічно складає 37,6 кг. Особливо велика концентрація шкідливих речовин спостерігається в атмосферному повітрі великих міст через скупчення автотранспортних засобів та часті затори. Основна доля викидів забруднюючих речовин у межах міста відноситься до викидів транспортних засобів автомобільного транспорту.

Так за даними Міністерства інфраструктури України [9] кількість діючих ліцензій за видами діяльності на право провадження господарської діяльності з перевезення пасажирів автомобільним транспортом та міжнародні перевезення пасажирів станом на 01.01.2020. наведені на рис.3.

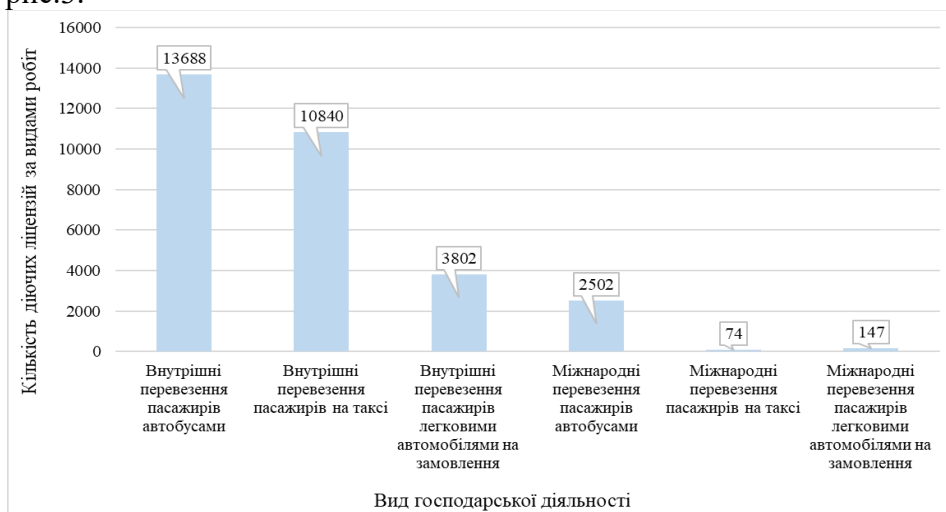


Рисунок 3 – Кількість діючих ліцензій за видами діяльності на право провадження господарської діяльності з перевезення пасажирів автомобільним транспортом

Транспортні технології

Найбільша кількість діючих ліцензій відносяться до внутрішніх перевезень пасажирів автобусами – 13688, внутрішніх перевезень пасажирів на таксі - 10840, та внутрішніх перевезень пасажирів легковими автомобілями на замовлення – 3802.

Кількість та тип транспортних засобів, які закріплені за ліцензіатами як засоби провадження господарської діяльності наведено на рис. 4.

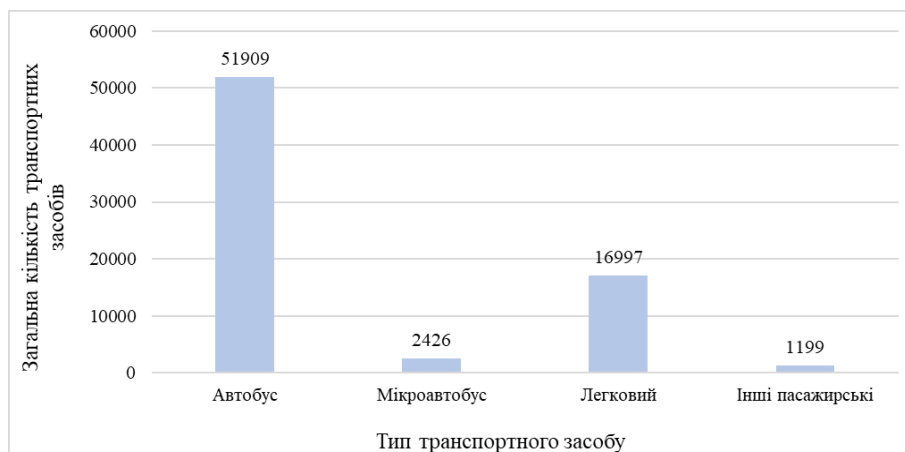


Рисунок 4 – Кількість та тип транспортних засобів, які закріплені за ліцензіатами як засоби провадження господарської діяльності з перевезення пасажирів автомобільним транспортом

Основним типом транспортних засобів, що закріплені за ліцензіатами є автобуси – 51909 од., легкові автомобілі – 16997 од., мікроавтобуси – 2426 од., та 1199 – інші пасажирські транспортні засоби.

Значна частина парку автомобільних транспортних засобів, що використовуються для перевезень пасажирів морально та технічно застаріла, що характеризується підвищеними енерговитратами та низької їх екологічності. Основними проблемами при експлуатації транспортних засобів є підвищена витрата палива, використання пального низької якості, незадовільний стан системи згоряння палива у двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ), великий час роботи в режимах холостого ходу та на низьких навантаженнях. Всі ці фактори впливають на екологічність транспорту, тобто на обсяги викидів шкідливих речовин з вихлопними газами ДВЗ транспортних засобів.

Провідні компанії автомобілебудування давно прийняли курс на заміну дизельних та бензинових автомобільних двигунів на електричні, але це в першу чергу стосується індивідуального пасажирського транспорту (легкових автомобілів).

Як зазначено в [10] основними інструментами підвищення екологічної стійкості міст є підвищення екологічності транспортних засобів, а саме: надання пріоритету електричним видам транспорту, використання екологічно чистіших видів палива та введення незалежного контролю за технічним станом транспорту.

Заміна автобусних міських перевезень електричними видами транспорту зможе підвищити екологічність перевезень, але складна ситуація в країні з виробленням та споживанням електричної енергії в умовах військової агресії не дозволить збільшити витрати цього енергоресурсу. Так у період з 2018 по 2020 роки щорічні витрати (в середньому за період) електроенергії за видами економічної діяльності що припадають на функціонування транспорту, роботу складського господарства, здійснення поштової та кур'єрської діяльності складають 6217394 тис. кВт год, при загальному споживанні за всіма видами економічної діяльності 87834706 тис. кВт год тобто 7,1% від усіх витрат. З них на виробництво

Транспортні технології

продукції/виконання робіт транспорту, складського господарства та поштової, кур'єрської діяльності витрачається щорічно 4468571 тис. кВт год електричної енергії [11].

У цій складній енергетичній ситуації потрібні інші підходи щодо підвищення енергоефективності та екологічності видів транспорту. Одним з них є використання сонячної енергії для транспортних засобів. Наразі вченими та розробниками всього світу ведуться дослідження щодо широкого використання сонячної енергетики в транспортній галузі. Так для залізничного транспорту пропонується застосування сонячних панелей для живлення електричних ланцюгів систем кондиціонування та освітлення поїздів [12], живлення зарядних станцій для пасажирів [13], живлення акумуляторних батарей поїзда, що функціонує повністю від сонячної енергії [14]. Широкого впровадження набуло застосування фотоелектричних панелей для автомобільного транспорту. Розробники пропонують впровадження гібридних сонячних електростанцій на базі автомобільного навісу, що дозволить заряджати електромобілі під час блекаутів [15]. Автомобілевиробники почали впроваджувати сонячні елементи безпосередньо на транспортних засобах, так на електромобілі Lightyear One кришу і капот покриває 5 м² вбудованих сонячних елементів у захисне скло. Використання сонячних панелей в сонячну погоду дозволяє поповнити запас ходу на 12 км кожену годину, взимку до 10 км [16]. У автомобіля SolarWorld GT сонячна площа складає 3 м², та сонячна потужність 800 Вт [17]. Компанія Scania почала випробування автопоїзда на сонячних батареях. Тягач з підключаємою гібридною силовою установкою потужністю 540 к.с. працює в парі з 18-метровим напівприцепом, покритим гнучкими сонячними панелями загальною площею 100 м². Їхня максимальна ефективність (пікова потужність) становить 13,2 кВтгод. Електроенергія накопичується в акумуляторних батареях ємністю 300 кВтгод (100 кВт на тягачі та 200 кВт на причепі). За даними виробника, щорічна експлуатація автопоїзда в умовах клімату Швеції дозволить виробити близько 8000 кВт год енергії, що забезпечить додатковий запас ходу 5000 км [18].

З аналізу використання живлення транспортних засобів від сонячної енергії [19] можна виділити декілька основних підходів використання сонячної енергії рис.5.

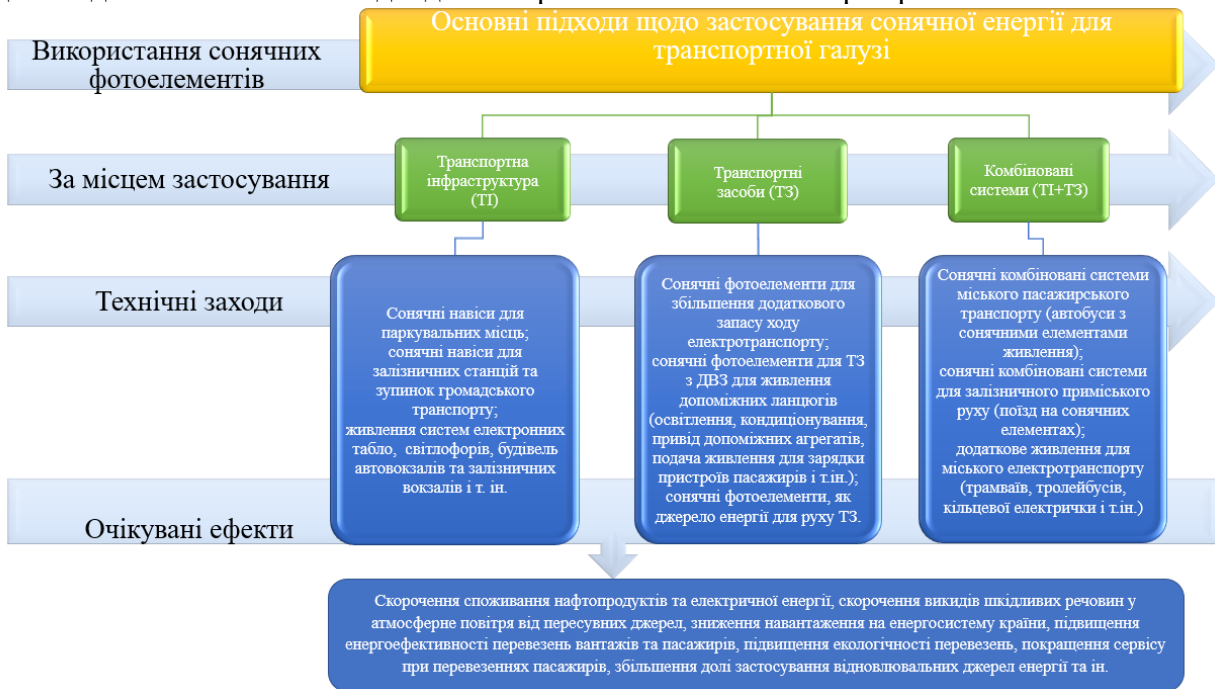


Рисунок 5 – Основні підходи щодо застосування сонячної енергії для транспортної галузі

Транспортні технології

При використанні сонячних елементів можливо декілька схем їх розміщення: на елементах транспортної інфраструктури (ТІ), безпосередньо на самих транспортних засобах (ТЗ) та комбіновані системи, що передбачають одночасне розташування фотоелементів, як на елементах інфраструктури так і на транспортних засобах. До основних технічних заходів переходу транспортної інфраструктури на сонячну енергію слід віднести такі: створення сонячних навісів для місць паркування автотранспорту, залізничних станцій та зупинок громадського транспорту; використання фотоелементів для живлення систем електронних табло, світлофорів, будівель автовокзалів та залізничних і т. ін.

Технічні заходи, що стосуються використання сонячної енергії на транспортних засобах автомобільного та залізничного транспорту передбачають встановлення фотоелементів на даху та стінках кузовів автомобілей, фургонів та вагонів поїздів та електрорухомого складу для збільшення додаткового запасу ходу електротранспорту, живлення допоміжних ланцюгів (освітлення, кондиціонування, привід допоміжних агрегатів, подача живлення для зарядки пристроїв пасажирів і т.ін.) та як автономне джерело енергії для руху ТЗ. Основним недоліком широкого застосування сонячних фотоелементів в якості автономного джерела енергії для рухомого складу є їх низька сонячна потужність та необхідна велика площа для розміщення панелей на кузові транспортного засобу, що іноді не можливо конструкційно. У цьому випадку доцільно використовувати комбіновану схему застосування сонячних елементів, тобто розміщення частини фотоелементів на великих площах транспортної інфраструктури з метою накопичення сонячної енергії та розміщення частини фотоелементів безпосередньо на кузові транспортного засобу (наприклад кузову автобусу, вагону поїзда, фургону автопоїзда) та подальшим живленням цих транспортних засобів на зупиночних пунктах. Також буде доцільним одночасне використання системи рекуперативного гальмування транспортних засобів. Проектами по цій схемі можуть бути сонячні комбіновані системи міського пасажирського транспорту (автобуси з сонячними елементами живлення); сонячні комбіновані системи для залізничного приміського руху (поїзд на сонячних елементах); додаткове живлення енергією для міського електротранспорту (трамваїв, тролейбусів, кільцевої електрички і т.ін.). Очікуваними ефектами від впровадження можуть бути: скорочення споживання нафтопродуктів та електричної енергії; скорочення викидів шкідливих речовин у атмосферне повітря від пересувних джерел; зниження навантаження на енергосистему країни; підвищення енергоефективності перевезень вантажів та пасажирів; підвищення екологічності перевезень; покращення сервісу при перевезеннях пасажирів; збільшення долі застосування відновлювальних джерел енергії та ін.

ВИСНОВКИ

В результаті проведеного аналізу зрозуміло, що для функціонування транспорту повинна бути збільшена доля альтернативних джерел енергії. Використання сонячної енергії стає дедалі більшим у різних галузях промисловості, удосконалення конструкцій сонячних елементів дозволить збільшити обсяги їх застосування у транспортному комплексі. Це дозволить в свою чергу підвищити енергоефективність та екологічність перевезень вантажів та пасажирів.

Список використаних джерел

1. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року. Схвалена постановою КМУ Україн и від 30 травня 2018 р. № 430-р. Електронний ресурс: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text>

2. *Клименко О.А.* Прогнози розвитку автомобільного транспорту, споживання різних видів енергії, викидів забруднювальних речовин і впливу на довкілля на період до 2050 року за різними сценаріями соціально-економічного розвитку та підходами до державного регулювання. Перспективи розвитку автомобільного транспорту та інфраструктури: збірка тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Київ: ДП «ДержавтотрансНДІпроект», 2022. С. 42 - 47.

3. *Матейчик В.П.* Особливості моніторингу і контролю показників екологічної безпеки транспортних засобів і транспортних потоків в умовах інтелектуальних систем/ *В.П. Матейчик, М. Смешек, М.П. Цюман* // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2016. – № 34. -С. 255-266.

4. *Зеленько Ю. В.* Концепція екологізації мультимодальних перевезень/ *Ю. В. Зеленько, В. Е. Черкудінов, С. І. Левицька* // Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. Вип. 24, 2022 р. С.58-62. doi: 10.15802/tstt2022/272065

5. *Жук Г.В.* Альтернативні палива для транспорту: біогаз та зріджений метан/ *Г.В. Жук, С.П. Крушевич, С.В. Костриця* та ін.// Перспективи розвитку автомобільного транспорту та інфраструктури: збірка тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Київ: ДП «ДержавтотрансНДІпроект», 2022. С. 74-75.

6. *Авраменко А.М.* Поліпшення екологічних показників дизельних двигунів шляхом додавання мікрододатків водню до штатного палива / *А.М. Авраменко, А.М. Левтерев* // Перспективи розвитку автомобільного транспорту та інфраструктури: збірка тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Київ: ДП «ДержавтотрансНДІпроект», 2022. С. 165-167.

7. Енергетичний баланс України за 2018-2020 р.р. Статистична звітність : веб-сайт URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 24.10.2023 р.). Назва з екрану.

8. Викиди забруднюючих речовин від пересувних джерел забруднення (2016-2021). Статистична звітність: веб-сайт URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 24.10.2023 р.). Назва з екрану.

9. Статистичні дані по галузі автомобільного транспорту: веб-сайт URL: <https://mtu.gov.ua/content/statistichni-dani-po-galuzi-avtomobilnogo-transportu.html> (дата звернення 24.10.2023 р.). Назва з екрану.

10. Вплив транспорту на екологію міста. Аналіз та стратегії для України: веб-сайт URL: https://ucn.org.ua/wp-content/uploads/2017/02/transport-ukr4_small.pdf (дата звернення 24.10.2023 р.). Назва з екрану.

11. Постачання та використання енергії. Використання електричної енергії за видами економічної діяльності. Статистична звітність: веб-сайт URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 24.10.2023 р.). Назва з екрану.

12. *Рейка Т.* Сонячна енергія – використовуємо для потреб залізничного транспорту: веб-сайт URL: <https://www.railway.supply/uk/sonyachna-energiya-vikoristovu%D1%94mo-dlya-potreb-zaliznichnogo-transportu/> (дата звернення 23.10.2023) Назва з екрану.

13. *Meinhold B.* Solar-Powered MagLev Concept Train is Sleek Alternative Transportation: веб-сайт URL: <https://inhabitat.com/solar-powered-maglev-concept-train-for-bombardier/> (дата звернення 23.10.2023) Назва з екрану.

14. *Byron Solar Train:* веб-сайт URL: <https://byronbaytrain.com.au/sustainability/> (дата звернення 23.10.2023) Назва з екрану.

15. Сонячна електростанція “Енергопорт-16”: веб-сайт URL: <https://avenston.com/products/energoport-16/> (дата звернення 23.10.2023) Назва з екрану.

16. *Lightyear One:* веб-сайт URL: <https://hevcars.com.ua/lightyear/one-solar-electric-car/> (дата звернення 25.10.2023) Назва з екрану.

Транспортні технології

17. SolarWorld GT: веб-сайт URL: <https://bosolar.de/solarworld-gt-en/> (дата звернення 25.10.2023) Назва з екрану.

18. Гоголев Ю., Автопоїзд Scania на сонячних батареях зможе проїхати 5000 км: веб-сайт URL: <https://www.autocentre.ua/ua/kommercheskie/novinka-kommercheskie/avtopoezd-scania-na-solnechnyh-batareyah-smozhet-proehat-5000-km-1460662.html> (дата звернення 30.10.2023 р.) Назва з екрану.

19. Каращук В.О., Використання сонячної енергії для транспортних засобів/ В.О. Каращук, В.О. Сосновцев, І.В. Катунів// The 10th International scientific and practical conference “European scientific congress” (October 29-31, 2023) Barca Academy Publishing, Madrid, Spain. 2023. P.187-193. <https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2023/10/EUROPEAN-SCIENTIFIC-CONGRESS-29-31.10.23.pdf>.

Karaschuk V.O., Pomazkov M.V., Kletska O.V., Dzhus O.V., Katunov I.V.

STATE AND PROSPECTS FOR INCREASING ENVIRONMENTAL FRIENDLINESS AND ENERGY EFFICIENCY OF TRANSPORT

The work defines the state and proposes prospective measures to increase environmental friendliness and energy efficiency of transport. The analysis of research and publications on the issue of environmental friendliness and energy efficiency of road transport showed that this issue is receiving a lot of attention in the world. The main areas of work have been determined: energy consumption forecasting and pollutant emissions assessment; monitoring and control of environmental indicators; development of various automatic systems for monitoring the operation of motor vehicles; introduction of alternative fuels and their additives. But the use of renewable energy sources to increase environmental safety is not given much attention. The division by types of energy resources supplied and consumed by all types of transport in the pre-war period has been carried out. The main consumers of energy resources are determined and the distribution of annual supply and consumption for them is calculated. On the basis of the energy balance, energy resources that are not used for road transport are determined. On the basis of valid licenses, the distribution of economic activity for the transportation of passengers by road transport has been carried out.

The volumes of emissions of harmful substances into atmospheric air from mobile sources by type were analyzed. The number and type of vehicles involved in the transportation of passengers by road were studied. The problems of the operation of vehicles that affect the environmental friendliness of the transportation of goods and passengers have been identified. The main approaches to the application of solar energy for the automobile transport industry are substantiated. Canopies with solar panels for parking spaces are offered depending on the place of application for the transport infrastructure. For vehicles, it is proposed to use solar photovoltaic cells to power auxiliary circuits and increase the range of electric vehicles. For combined systems, it is proposed to develop combined solar systems of urban passenger transport.

Keywords: types of transport, means of transport, ecological transport, energy resources, energy efficiency, solar systems.

Стаття надійшла 17.11.2023 р.