

О. В. Лазаренко, М. В. Побережний
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0500-0598> – О. В. Лазаренко
<https://orcid.org/0000-0003-1655-3825> – М. В. Побережний
[✉o.lazarenko@ldubgd.edu.ua](mailto:o.lazarenko@ldubgd.edu.ua)

АНАЛІЗ ПРИЧИН ЗАГОРАННЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Вступ. Спільним елементом для всіх транспортних засобів на альтернативних джерелах енергії є наявність, як основного джерела енергії, літій-іонного елемента живлення (ЛІЕЖ). Численні дослідження вже неодноразово показали та довели, що саме ЛІЕЖ може становити основну небезпеку для користувача. Навіть мізерно малий ЛІЕЖ може призвести до досить суттєвої небезпеки для здоров'я та життя людини. Незважаючи на численні покращення та вдосконалення зі сторони виробників відповідних транспортних засобів відсоток та кількість випадків загорань подібного електротранспорту поступово зростає.

Мета та задачі дослідження. Метою роботи є визначення та оцінка основних причин загорань електромобілів. Для досягнення поставленої мети було проаналізовано публікації та звіти наукових установ щодо випадків загорань електромобілів, узагальнено отримані статистичні показники загорань електромобілів з подальшою аналітичною обробкою та визначенням найпоширеніших причин загорання електромобілів.

Методи. В роботі використано методи аналітично-порівняльного підходу оцінки статистичних даних з врахуванням логічних процесів взаємодії та кореляції даних.

Результати. Відповідні статистичні показники загорань показують, що в питанні визначення та дослідження причин загорань електромобілів існує значна потреба здійснювати деталізовані звіти загорання та особливо приділяти увагу горінню безпосередньо акумуляторної батареї. Проведений аналіз статистики загорання електромобілів та інших видів електротранспорту, де використовуються ЛІЕЖ, підтвердив необхідність ретельної статистики загорання електромобілів та детального її вивчення контролюючими органами чи відповідними організаціями. Лише невелика кількість країн світу веде відповідний облік та детальний аналіз таких загорань.

Висновки. Враховуючи наявні статистичні показники можна стверджувати, що основною причиною загорання електромобілів, зокрема акумуляторної батареї, є участь транспортного засобу в ДТП (близько 30%). На другому місці можна вважати загорання автомобілів внаслідок заряджання (близько 18 %). Разом з тим значна частина причин загорань залишається невідомою (більше 32 %).

Ключові слова: електромобіль, літій-іонний елемент живлення, статистика загорання, причини загорання

О. В. Lazarenko, M. V. Poberezhnyk
Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine

ANALYSIS OF ELECTRIC VEHICLES IGNITION CAUSE

Introduction. A common element for all existing vehicles on alternative energy sources is the presence, as the main energy source, of a lithium-ion battery cell (LIB). Numerous studies have already repeatedly shown and proven that it is LIB that can pose the main danger for the user. Even an insignificantly small LIB can lead to a rather significant danger to a person's health and life. Despite numerous improvements and enhancements by the manufacturers of the respective vehicles, the percentage and number of cases of such electric vehicles catching fire is gradually increasing.

The purpose and objectives of the study. The purpose of the work is to determine and assess the main causes of fires in electric vehicles. To achieve the goal, an analysis of publications and reports of scientific institutions on cases of electric vehicle fires was carried out, and the obtained statistical indicators of electric vehicle fires were summarized with further analytical processing and determination of the most common causes of electric vehicle fires.

Methods. The research uses analytical and comparative methods of statistical data assessment, taking into account the logical processes of interaction and correlation of data.

Results. The relevant statistical indicators of fires show that in the matter of determining and investigating the causes of fires in electric vehicles, there is a significant need to carry out detailed fire reports and pay special attention to the burning of the battery directly. The conducted analysis of the combustion statistics of electric vehicles and other types of electric transport where LIB is used made it possible to testify that the combustion statistics of electric vehicles require detailed study and constant management by the control bodies or relevant organizations. Only a small number of countries in the world keep proper records and detailed analyses of such fires.

Conclusions. Taking into account the available statistical indicators, it can be stated that the main reason for the burning of electric vehicles, and in particular the battery, is the participation of the vehicle in road accidents, about 30%. In second place can be considered the burning of cars due to charging, about 18%. At the same time, a significant part of the causes of fires remains unknown, more than 32%.

Keywords: electric car, lithium-ion battery, combustion statistics, causes of ignition.

Вступ. Технології та виробництво не стоять на місці. Щороку різноманітні технологічні гіганти світу представляють суспільству різноманітні новинки, націлені на покращення життя людини. Відповідну тенденцію можна спостерігати і в напрямку розвитку транспортних засобів. Сьогодні суспільству для забезпечення потреб пересування доступні різного роду електросамокати, гіроборди, електровелосипеди, моноколеса, електромобілі. Спільним елементом для всіх згаданих засобів є наявність, як основного джерела енергії, літій-іонного елемента живлення (ЛІЕЖ). Разом з цим, численні дослідження вже неодноразово показали та довели, що саме ЛІЕЖ може становити основну небезпеку для користувача. Навіть мізерно малий ЛІЕЖ може призвести до досить суттєвої небезпеки для здоров'я та життя людини [1]. Попри численні покращення та вдосконалення зі сторони виробників відповідних транспортних засобів відсоток та кількість випадків загорань подібного електротранспорту поступово зростає.

Задача науковців, виробників та користувачів виявити небезпеку та навчитися уникати і запобігати відповідним випадкам загорань та травмувань людини в процесі експлуатації тих чи інших транспортних засобів, які працюють від ЛІЕЖ.

Постановка проблеми. Не зважаючи на подекуди масштабні випадки загорання електромобілів та відповідні наслідки [2], облік та детальний аналіз причин та умов подібних загорань (пожеж) залишається проблемним питанням. Лише останнім часом суспільство та відповідальні організації країн почали приділяти певну увагу питанню статистичного обліку саме загорань електричних транспортних засобів. Одночасно з тим в більшості країн статистичний облік, а тим більше детальний аналіз причин загорання, зокрема електромобілів, залишається відкритим питанням. В більшості випадків загорання електромобіля відносять до загальної статистики загорань автотранспорту без привертання належної уваги до відповідного випадку.

Таким чином, постійний облік та оприлюднення статистичних показників випадків та причин загорань електромобілів та інших видів подібного транспорту є актуальною науково-практичною задачею. Визначення динаміки

кількості відповідних пожеж та встановлення відповідних причин загорань дасть можливість запобігти таким випадкам в майбутньому, а також спрогнозувати профілактичні заходи в сфері проектування безпечного середовища для користувачів та перехожих.

Постановка мети та завдань дослідження. Метою роботи є визначення та оцінка основних причин загорань електромобілів.

Для досягнення поставленої мети дослідження необхідно:

- провести аналіз публікацій та звітів наукових установ щодо випадків загорань електромобілів;

- здійснити узагальнення отриманих статистичних показників загорань електромобілів з подальшою аналітичною обробкою та визначенням найпоширеніших причин загорання електромобілів.

Виклад основного матеріалу. Детальний та належний статистичний облік кількості загорань електромобілів (гібридів) – досить новий та складний напрямок. Як зазначалося вище, випадки загорань електромобілів досить часто губляться в загальному масиві даних і прирівнюються до загорань звичайних транспортних засобів. Лише за останні 3-4 роки окремі відповідальні структури країн ЄС та інших держав світу почали виокремлювати відповідні статистичні дані та вести їх деталізований облік. Відповідно на сьогодні у вільному доступі є статистичні показники та щорічні доповіді невеликої кількості країн. Зокрема свої звіти щорічно публікують такі країни, як Швеція, Данія, Нідерланди, Норвегія. Окремо необхідно відмітити деякі грантові проекти, які також здійснюють огляд відповідних випадків та приводять їх детальний опис. Варто зазначити, що на сьогодні відповідна статистика в Україні не ведеться та не висвітлюється на широкий загал.

Відповідно до проведеного огляду щорічних звітів Швеції (MSB), Данії (DEMA), Нідерландів (NIPV), та значної кількості літературних джерел, що лише частково описують поодинокі випадки загорань ЛІЕЖ [7-24] було сформовано зведену таблицю 1.

Таблиця 1

Зведена таблиця кількості зареєстрованих випадків загорань електромобілів (гібридів) в країнах Європейського союзу

Нідерланди [3]					
2021	2022		2023		
62	117		152		
Приріст	55 (88%)		35 (29%)		
Швеція [4]					
2018	2019	2020	2021	2022	2023
8	7	20	24	23	38
Приріст	(-12,5%)	13 (185%)	4 (20%)	(-4,3%)	15 (65,2 %)
Данія [5]					
2018	2019	2020	2021	2022	2023
3	9	15	16	20	46
Приріст	6 (200 %)	13 (66%)	1 (6,6%)	4 (-25%)	26 (130%)

Отримані статистичні показники свідчать про безперечне зростання кількості загорань електромобілів (електроавтобусів, гібридів) у відповідних країнах. Однозначним спільним показником для цих країн можна вважати суттєве стрімке зростання кількості пожеж електромобілів в певні роки. Так, зокрема, в Нідерландах на 88% у 2021-2022 р.р., в Швеції на 185 % у 2019-2020 р.р., а в Данії на 130% у 2022-2023 р.р. (не беремо до уваги 2018-2019 р.р.). Деяким поясненням цьому явищу може слугувати відповідне зростання кількості електромобілів в країні на відповідний рік. Одночасно з цим, результати досліджень DEMА (Данія) засвідчують, що за останні роки кількість електричних та гібридних автомобілів у Данії

значно зросла з 0,4% від загального парку легкових автомобілів у січні 2018 року до 10,4% на кінець 2023 року (що відповідає приблизно 330 000 електричних та гібридних автомобілів). Незважаючи на те, що за минулий рік кількість пожеж на електромобілях та гібридах зросла з 20 до 46, кількість пожеж на 10 000 електричних і гібридних автомобілів зросла в меншій мірі. У 2022 році виникла 1,1 пожежа на кожні 10 000 електричних та гібридних автомобілів, тоді як у 2023 році ця цифра зросла до 1,7 пожеж на 10 000 електричних і гібридних автомобілів.

На рис. 1 також видно, що за всі досліджувані роки кількість пожеж на 10 000 автомобілів інших типів була вищою, ніж стосовно електричних та гібридних автомобілів.

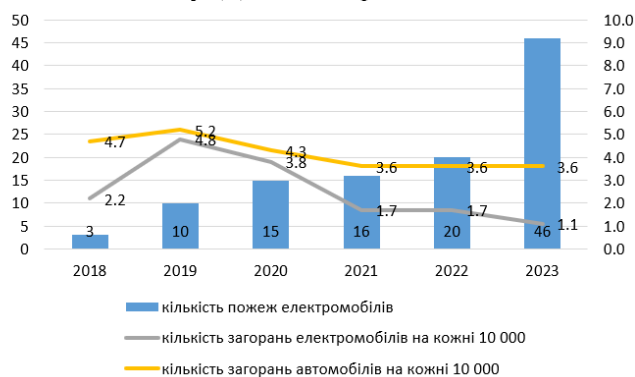


Рисунок 1 – Статистика загорань електромобілів (гібридів) в Данії та кількість пожеж на кожні 10 000 автомобілів [5]

Враховуючи дані рис.1 можна стверджувати, що загалом кількість пожеж електроавтомобілів менша порівняно з іншими видами автомобілів, однак це дані без врахування загорання інших видів електротранспорту таких як гіроборди, електросамокати, електровелосипеди та ін. За статистичними даними тільки в Швеції зафіксовано 370 випадків загорання (2018-2023 рр.) іншого виду електротранспорту і це на 10,5 млн жителів країни. Таким чином представлені дані та загальна тенденція розвитку засвідчує, що кількість загорань електромобілів та інших подібних видів транспорту загалом має тенденцію до зростання. Однак кількість зареєстрованих випадків дещо сповільнилася порівняно з попередніми роками, що можна

пояснити відповідними заходами, націленими на запобігання подібним випадкам як зі сторони відповідних виробників, так і зі сторони влади цих країн.

Аналізуючи причини загорання електромобілів будемо керуватися насамперед загальним статистичними показниками та результатами реалізації грантового проєкту EV FireSafe. Відповідно до представлених статистичних показників та достовірно засвідчених випадків загорань електромобілів по всьому світу, проєктом EV FireSafe [6] було зафіксовано та отримано детальні звіти про 511 випадків загорання електромобілів. Внаслідок ознайомлення з проміжними звітами EV FireSafe було сформовано табл. 2.

Таблиця 2

Зведена таблиця кількості зареєстрованих випадків загорань електромобілів (гібридів) в світі за причинами загорання [6]

Причина загорань	Кількість випадків за роками			Загальний відсоток, %
	до 2022	2023	2024	
Самозаймання з невстановлених причин	146	147	165	32
Під час заряджання або після (впродовж 60 хв)	71	98	90	18
Дорожньо-транспортна пригода (ДТП)	118	142	155	30
Порушення роботи акумуляторної батареї	42	49	51	10
Загоплення (занурення під воду)	25	28	25	5
Дія полум'я (підпал, сторонні джерела енергії, ремонт)	17	24	25	5
РАЗОМ	419	488	511	100
Приріст		69 (16%)	23 (4.7%)	

Розподіл причин загорання електромобілів прогнозовано засвідчує те, що більшість загорань відбувається з причини ДТП (30%). Якщо розглядати автовиробників, то абсолютним

«лідером» за кількістю відповідних випадків загорань електромобілів внаслідок ДТП є марка Tesla, близько 150 випадків. Значно менше (близько 25 випадків) припадає на інші марки, такі як Hyundai,

Chevrolet, BMW, Renault. Слід зауважити, що лише в Tesla використовуються ЛПЕЖ циліндричного типу і відповідний факт може свідчити про додаткову пожежну небезпеку саме таких елементів під час їх механічної деформації [7], на відміну від пакетних та призматичних елементів.

На друге місце, за причиною загорання, можна віднести загорання електромобілів під час заряджання або безпосередньо після заряджання (18%). Якщо у випадку ДТП можна звинувачувати людську недбалість і певні специфічні умови (покриття дороги, погодні умови), то у випадку загорання електромобілів під час зарядки все ж таки, об'єктивно, в більшій мірі можна говорити про несправність відповідного обладнання. Загорання електромобілів під час заряджання – це один з небагатьох випадків, коли впевнено можна вказати на причину загорання і на жаль такі випадки є досить частими. Так, зокрема в Нідерландах – це 13,2 %, а в Швеції – 27,5%. Власне у випадку загорання електромобілів, а особливо акумуляторної батареї необхідно звернути увагу саме на марку транспортного засобу, оскільки на противагу пакетним елементам циліндричні мають відповідний захист від дії надмірного струму. На жаль такі дані на сьогодні відсутні.

Значну частину зафіксованих випадків загорань становлять підпали (5%), втоплення (5%) та загальне порушення сталої роботи акумуляторної батареї електромобіля (10%).

Окремого аналізу та опрацювання потребує значний відсоток (32%) загорання електромобілів без визначеної причини. Якщо в попередніх випадках з великою імовірністю було встановлено причину загорання (68%) то решта випадків залишаються невідомими. Аналогічна ситуація і в інших статистичних джерелах. Невстановлені причини загорання засвідчують те, що одночасно з відносно простою конструкцією електромобіля існують другорядні причини та фактори, які можуть впливати на безпеку використання останнього. Наявність в електромобілях акумуляторних батарей великої ємності і потужності та значної кількості ЛПЕЖ різного хімічного складу та будови створює джерело невідомої небезпеки, яке потребує додаткових заходів для безпечного використання електромобілів.

Висновок. Аналіз статистики загорання електромобілів та інших видів електротранспорту, де використовуються ЛПЕЖ, дав змогу засвідчити та сформулювати таке:

- статистика загорання електромобілів потребує детального вивчення та ведення зі сторони контролюючих органів країн. Лише невелика кількість країн світу веде відповідний облік та детальний аналіз таких загорань;

- враховуючи наявні статистичні показники можна стверджувати, що основною причиною загорання електромобілів і зокрема акумуляторної

батареї є участь транспортного засобу в ДТП (близько 30%). На другому місці можна вважати загорання автомобілів внаслідок заряджання (близько 18%). Разом з тим значна частина причин загорань залишається невідомою (більше 32 %).

Відповідні статистичні показники загорань показують, що в питанні визначення та дослідження причин загорань електромобілів існує значна потреба здійснювати деталізовані звіти загорання та особливо приділяти увагу загоранню безпосередньо акумуляторної батареї.

Список літератури:

1. Samsung Galaxy Buds FE reportedly exploded in a users ear, causing permanent hearing loss surl.li/uzibxw
2. P. Sun, R. Bisschop, H. Niu, X. Huang (2020) A Review of Battery Fires in Electric Vehicles, *Fire Technology*, 56 pp. 1361–1410, surl.li/mfcwdk
3. Incidents with alternative fuel vehicles Annual report 2021-20223 Режим доступу: surl.li/dpoivf
4. Faktaark 2024. Status på brande i el-og hybridbilerio Режим доступу: surl.li/owxbfw
5. Sammanställning av bränder i elfordon och eltransportmedel år 2018–2023 Режим доступу: <https://rib.msb.se/filer/pdf/29438.pdf>
6. FireSafe. Global Electric Vehicle Battery Fires, *EV FIRESAFE*. 2024 Available online: EVFireSafe.com
7. Foley, B.; Degirmenci, K.; Yigitcanlar, T. (2020) Factors affecting electric vehicle uptake: Insights from a descriptive analysis in Australia. *Urban Sci.*, 4, 57. doi.org/10.3390/urbansci4040057
8. Gong, S.; Ardeshiri, A.; Hossein Rashidi, T. (2020) Impact of government incentives on the market penetration of electric vehicles in Australia. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.*, 83, 102353. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102353>
9. Loengbudnark, W.; Khalilpour, K.; Bharathy, G.; Taghikhah, F.; Voinov, A. (2022) Battery and hydrogen-based electric vehicle adoption: A survey of Australian consumers perspective. *Case Stud. Transp. Policy* 10, 2451–2463. doi.org/10.1016/j.cstp.2022.11.007
10. EVC. State of Electric Vehicles 2021—Electric Vehicle Council, Electric Vehicle Council—Increasing the Uptake of EVs in Australia.2021. Режим доступу: <http://surl.li/zepqvl>
11. CarsMetric. How Many Gasoline Cars Catch Fire Every Year: 2022 Update, *Cars Metric*. 2022. Режим доступу: <http://surl.li/wvwcjw>
12. Idaho National Laboratory. How Do Gasoline & Electric Vehicles Compare? 2014. Режим доступу: <http://surl.li/ycvplf>
13. Dorsz, A.; Lewandowski, M. (2022) Analysis of fire hazards associated with the operation of electric vehicles in enclosed structures. *Energies*, 15, 11. surl.li/iqefpf
14. International Energy Agency (IEA). *Global EV Outlook 2023 Catching up with Climate Ambitions*, April 2023. Режим доступу: surl.li/lhtlhb
15. CE Safety. Data Reveals Extent of Electric Vehicle Fires Around the UK|CE Safety Blog, *CE Safety*. 2022. Режим доступу: <https://surl.li/kclgyj>

16. Lewis, M. EGEB: Sweden's EVs Triple in a Year to More Than 30% of Auto Registrations, Electrek. 2022. Режим доступу: <http://surl.li/nfgywk>
17. Bisschop, R.; Willstrand, O.; Amon, F.; Rosenggren, M. Fire Safety of Lithium-Ion Batteries in Road Vehicles; Research Institutes of Sweden: Gothenburg, Sweden, 2019.
18. Lyten. Lithium Battery Fires—A Burning Issue, Batteries for Electric Vehicles from Lyten. 2021. Режим доступу: <http://surl.li/jqnvio>
19. NTSB. Safety Research, www.nts.gov, National Transportation Safety Board (NTSB). 2022. Режим доступу: <http://surl.li/nhcrdj>
20. Fire in Electric Vehicles (FEV). 2020. Режим доступу: www.bedsfire.gov.uk
21. Chambers, J.C.; Mullick, S.K.; Smith, D.D. How to Choose the Right Forecasting Technique; Harvard University, Graduate School of Business Administration: Cambridge, MA, USA, 1971.
22. Australian Bureau of Statistics (ABS). 2021, Motor Vehicle Census, Australia, January 31 2020 Australian Bureau of Statistics. Режим доступу: surl.li/bwqegp
23. DingGo. Car Sales Figures and Statistics in Australia. 2023. Режим доступу: <http://surl.li/gppjrk>
24. Code Consultants, (2012) Inc. Fire Probability and Frequency. Fire Flow Water Consumption in Sprinklered and Unsprinklered Buildings: An Assessment of Community Impacts; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, pp. 33–36.
25. Lazarenko, O., Berezhanskyi, T., Pospolitat, V., Pazen, O. (2022) Experimental evaluation of the influence of excessive electric current on the fire hazard of lithium-ion power cell. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (10 (118)), 67–75. surl.li/idrxub

References:

1. Samsung Galaxy Buds FE reportedly exploded in a users ear, causing permanent hearing loss surl.li/tuizbxw
2. P. Sun, R. Bisschop, H. Niu, X. Huang (2020) A Review of Battery Fires in Electric Vehicles, Fire Technology, 56 pp. 1361–1410, surl.li/tyftee
3. Incidents with alternative fuel vehicles Annual report 2022 Режим доступу: surl.li/ebhomh
4. Faktaark 2024. Status på brande i el-og hybridbilerю Режим доступу: <http://surl.li/yedwff>
5. Sammanställning av bränder i elfordon och eltransportmedel år 2018–2023. Online: surl.li/guhbym
6. FireSafe. Global Electric Vehicle Battery Fires, Ev FIRESAFE. 2024 Available online: EVFireSafe.com
7. Foley, B.; Degirmenci, K.; Yigitcanlar, T. (2020) Factors affecting electric vehicle uptake: Insights from a descriptive analysis in Australia. Urban Sci., 4, 57. doi.org/10.3390/urbansci4040057
8. Gong, S.; Ardeshiri, A.; Hossein Rashidi, T. (2020) Impact of government incentives on the market

- penetration of electric vehicles in Australia. Transp. Res. Part D Transp. Environ., 83, 102353. surl.li/scmfki
9. Loengbudnark, W.; Khalilpour, K.; Bharathy, G.; Taghikhah, F.; Voinov, A. (2022) Battery and hydrogen-based electric vehicle adoption: A survey of Australian consumers perspective. Case Stud. Transp. Policy 10, 2451–2463. doi.org/10.1016/j.cstp.2022.11.007
10. EVC. State of Electric Vehicles 2021—Electric Vehicle Council, Electric Vehicle Council—Increasing the Uptake of EVs in Australia. 2021. Online: surl.li/qgfesn
11. CarsMetric. How Many Gasoline Cars Catch Fire Every Year: 2022 Update, Cars Metric. 2022. surl.li/nzwkbc
12. Idaho National Laboratory. How Do Gasoline & Electric Vehicles Compare? 2014. online: surl.li/uggdxh
13. Dorsz, A.; Lewandowski, M. (2022) Analysis of fire hazards associated with the operation of electric vehicles in enclosed structures. Energies, 15, 11. surl.li/pmxznn
14. International Energy Agency (IEA). Global EV Outlook 2023 Catching up with Climate Ambitions, April 2023. Online: surl.li/epcdqd
15. CE Safety. Data Reveals Extent of Electric Vehicle Fires Around the UK|CE Safety Blog, CE Safety. 2022. Available online: <http://surl.li/oolfhr>
16. Lewis, M. EGEB: Sweden's EVs Triple in a Year to More Than 30% of Auto Registrations, Electrek. 2022. Available online: <http://surl.li/infrar>
17. Bisschop, R.; Willstrand, O.; Amon, F.; Rosenggren, M. Fire Safety of Lithium-Ion Batteries in Road Vehicles; Research Institutes of Sweden: Gothenburg, Sweden, 2019.
18. Lyten. Lithium Battery Fires—A Burning Issue, Batteries for Electric Vehicles from Lyten. 2021. surl.li/siblde
19. NTSB. Safety Research, www.nts.gov, National Transportation Safety Board (NTSB). 2022. Available online: nts.gov/safety/Pages/default.aspx
20. Fire in Electric Vehicles (FEV). 2020. Available online: www.bedsfire.gov.uk
21. Chambers, J.C.; Mullick, S.K.; Smith, D.D. How to Choose the Right Forecasting Technique; Harvard University, Graduate School of Business Administration: Cambridge, MA, USA, 1971.
22. Australian Bureau of Statistics (ABS). 2021, Motor Vehicle Census, Australia, January 31 2020 Australian Bureau of Statistics. Online: surl.li/txbcfb
23. DingGo. Car Sales Figures and Statistics in Australia. 2023. Available online: <http://surl.li/xvetrq>
24. Code Consultants, (2012) Inc. Fire Probability and Frequency. Fire Flow Water Consumption in Sprinklered and Unsprinklered Buildings: An Assessment of Community Impacts; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, pp. 33–36.
25. Lazarenko, O., Berezhanskyi, T., Pospolitat, V., Pazen, O. (2022) Experimental evaluation of the influence of excessive electric current on the fire hazard of lithium-ion power cell. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (10 (118)), 67–75, surl.li/dhebkn.

© О. В. Лазаренко, М. В. Побережник, 2024.

Оглядова стаття.

Надійшла до редакції 09.10.2024.

Прийнято до публікації 18.12.2024.