УДК 656.025.4 **DOI 10.33042/2522-1809-2021-6-166-184-189**

М.О. Афонін, Т.М. Постранський, О.І. Бондарчук

Національний університет «Львівська політехніка», Україна

МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНОЇ ТРИВАЛОСТІ РУХУ ВОДІЇВ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ

Стаття присвячена дослідженням актуального питання забезпечення безпеки дорожнього руху при перевезенні небезпечних вантажів з урахуванням чинника людини. В результаті проведених статистичного та регресійного аналізу побудовано модель визначення максимальної тривалості роботи водіїв залежно від їхніх психічних і професійних особливостей, а також умов руху.

Ключові слова: *небезпечні вантажі, функціональний стан водія, безпека руху, дорожні умови.*

Постановка проблеми

Використання великої кількості ресурсів, які використовуються для будівництва житлових комплексів, громадських об’єктів та обслуговування об’єктів промисловості. Такі умови спонукають до збільшення обсягів перевезення вантажів, які використовуються для створення і обслуговуванням таких об’єктів і споруд. Виникають все нові завдання, пов’язані із безпекою транспортування вантажів автомобілями, зокрема особлива увага, в першу чергу, повинна приділятись транспортуванні небезпечних вантажів.

В дорожньому русі спостерігається постійна взаємодія пов’язаних елементів, які є базисом системи «водій – автомобіль – дорога – середовище». Якщо технічні параметри автомобілів та доріг є відомими і їх можна передбачати, то змінні параметри навколишнього середовища та водія є найменш дослідженими елементам цієї системи. При транспортуванні небезпечних вантажів, ціна помилки водія є надзвичайно високою, оскільки аварії, які можуть статись за участю таких транспортних засобів, мають важкі наслідки. Врахування умов руху та функціонального стану водіїв визначає актуальність таких досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідники із США [1] приділяють багато уваги ризикам, які можуть виникнути в процесі перевезень (це суттєво впливає на вартість страхування) та попередньому складанні маршрутів.

В статті [2] розглядається проблема перевезення пального в Скандинавських країнах та оптимізація таких операцій з точки зору максимальної безпеки. Наведено пропозиції як до систем обліку перевезень, так і моніторингу руху автотранспорту, який перевозить небезпечні вантажі. Визначення параметрів руху під час моніторингу перевезень автотранспортом використовувався для реалізації праці [3], базисом для досліджень були транспортні операції нафтової компанії в Італії. В інакшій роботі розглядалось вдосконалення методів побудови дорожньої мережі та глобальної маршрутизації для перевезень небезпечних вантажів [4].

Автори Andrea Conca, Chiara Ridella та Enrico Sapori [5] оцінили статистику ДТП, які стались в Італії з небезпечними вантажами (в т.ч. пальним) та, провівши ряд досліджень, запропонували методику розрахунку маршрутів перевезення із врахуванням інтенсивності, щільності та швидкості на ділянках доріг.

Канадські вчені проводили вивчення ризиків, пов’язаних із транспортуванням небезпечних вантажів через населені пункти. Проведений аналіз зміни вартості перевезень залежно від міри відхилення маршруту слідування ТЗ. Але поки їм не вдалося встановити баланс між прийнятним ризиком та оптимальною вартістю перевезень, оскільки вона напряму залежить від довжини маршруту [6].

Моделювання транспортного процесу у м. Лісабон здебільшого стосувалось співвідношенням ризиків виникнення аварії та калькуляції вартості перевезень паливо-мастильних матеріалів міськими автозаправними станціями [7]. Варто зазначити, що в цій роботі застосовувались методи теорії графів для прийняття оптимального рішення. Схожу задачу розглядають науковці Ірану в роботі [8].

Вплив дорожніх умов на надійність роботи водіїв з точки зору зміни їх функціонального стану досліджується з 70-х років минулого сторіччя по цей час. Основні роботи в яких висвітлено проблему зміни психофізіологічних показників водіїв-професіоналів, здебільшого, стосувались організації пасажирських перевезень.

В праці [9] проведено ґрунтовний аналіз чинників, які впливають на функціональний стан

 © Афонін М.О., Постранський Т.М., Бондарчук О.І.

водіїв вантажних та пасажирських транспортних засобів. Чітка класифікація цих чинників полегшила подальші дослідження в цьому напрямку, та застосовувати моделі впливу тих чи інших параметрів технологічних процесів вантажних перевезень на умови роботи водіїв.

Зважаючи на попередній аналіз літературних джерел, варто відзначити, що взаємозв'язок між типом вантажу, який транспортується та функціональним станом водіїв є досліджений недостатньо, проте існує гіпотеза, що психоемоційне навантаження водіїв, яке виникає при ускладненні дорожніх умов може мати більш динамічну зміну у разі якщо мова йдеться про перевезення небезпечних вантажів.

Ще одним чинником, який є мало врахованим в забезпеченні безпеки вантажних перевезень є психологічні та професійні якості водія. В роботі [9] вони є вираженими через темперамент, проте варто для кращої класифікації водіїв використовувати методи соціонічного типування [10]. Ці методи дозволяють чітко визначити переважаючі психічні функції, що, в свою чергу, дає можливість досліджувати сильні та слабкі сторони певних психотипів у водіїв-професіоналів.

Формулювання мети статті

Метою досліджень є визначення зміни функціонального стану водіїв, які мають різні професійні та психологічні особливості під час перевезення небезпечних вантажів, що лягає в основу математичної моделі визначення максимальної тривалості їх роботи.

Виклад основного матеріалу

В першу чергу проведено відбір водіїв для проведення досліджень. Для введення порівняльної оцінки здійснено розподіл водіїв за відношенням їх віку до стажу роботи, а також за переважаючими психічними функціями відповідно до шкали визначення соціотипу.

В дослідженнях взяли участь 47 водіїв, число яких є достатнім для генеральної сукупності тих осіб, які мають дозвіл на здійснення спеціальних перевезень. Визначення основних професійних та психологічних особливостей водіїв реалізовано за рахунок їх анкетування. Анкети є типовими, а їх зміст відповідає основним положенням методики визначення соціотипу людини. Так можливими переважаючими психічними функціями можуть бути а полярністю: інтроверсія (IT) або екстраверсія (E), з точки зору домінуючих функцій – мислення (M), інтуїція (I), сенсорика (S). Комбінація цих функцій разом із полярністю психіки людини формує соціонічний психотип. В результаті опитувань водіїв, які беруть участь у дослідженнях поділено на 3 групи, характеристика яких наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

Розподіл досліджуваних водіїв на групи

Група №	Вік/стаж роботи	Функції психіки, які переважають	Відношення
1	> 10	IT-S	18%
2	5-10	E-I	42%
3	< 5	E-M	33%
інакші	–	–	7%

Хороша психологічна стійкість спостерігається у водіїв, які відносяться до першої та другої груп, окрім їм притаманні хороші професійні якості. Подібні результати можна спостерігати в результатах опитування водіїв другої групи, але вона є відокремленою, оскільки різниця у рівні професійних якостей водіїв є більшою. Третя група включає в себе водіїв із найменшим стажем роботи, а динамічні особливості їхньої психіки суттєво відрізняються від попередніх двох випадків.

Дорожні умови характеризуються ключовими чинниками, які характеризують транспортний потік та геометричні характеристики дороги, що в сумі визначає складність маршруту перевезень а також рівень можливого психоемоційного навантаження на водіїв. Для проведених досліджень, при русі в населеному пункті, показником, який визначає складність умов руху є рівень завантаження ділянок вулично-дорожньої мережі та кількість перехресть з магістральними вулицями через які проходить маршрут. При русі за межами населеного пункту складність дорожніх умов визначається кількістю горизонтальних кривих з радіусом заокруглення менших за 500 м, та кількістю ділянок з поздовжнім ухилом більшим за 35 ‰. Очевидно, що визначальним чинником, який підсилює вплив дорожніх умов на функціональний стан водіїв є тривалість руху транспортного засобу.

Перелік методів визначення функціонального стану водія є досить широким в наш час, проте серед них варто виділити ті, які базуються на основі аналізу варіабельності серцевого ритму людини. Такі методики дозволяють коректно кількісно та якісно оцінити рівень психоемоційної напруги водіїв під час їхньої трудової діяльності. Для оцінки функціонального стану водіїв застосовано показник активності регуляторних систем (ПАРС), який вимірюється в балах і має такі межі градації: 1-3 бали – низький рівень психоемоційного напруження, 4-6 балів – середній, 7-8 – високий та 9-10 критичний, яких відповідає зриву адаптації регуляторних систем організму людини до умов навколишнього середовища [9]. Для його

визначення застосовують прилад Polar H10 [11] та мобільного додатку «CardioMood» [12].

Постановка досліджень передбачала що певний перелік чинників, які формують вплив на умови умови роботи водіїв є сталим. Таким чином вони формують чітку систему обмежень, що, в свою чергу, визначає компетенцію результатів і можливий напрямок застосування отриманих залежностей. Такі обмеження визначалися:

- гідрометеорологічними умовами (відсутність опадів, світлий період доби, весняно-літній період року);
- задовільний стан дорожнього покриття;
- транспортні засоби, які мають свідоцтво про допуск до перевезення небезпечних вантажів є обладнаними відповідно до всіх правил та норм, вантажність 5–7 т;
- вантаж 2-го класу небезпеки, а саме кисень в балонах;
- навантажувально-розвантажувальні операції, які відбувались без участі водія.

Коректні результати досліджень забезпечені саме правильною постановкою експерименту та диференціацією змінних та постійних чинників впливу на функціональний стан водіїв, оскільки їх перелік є значним.

Рух в межах населеного пункту характеризувався: наявністю більш, ніж трьох споживачів; довжиною маршрутів – 65–85 км сумарно; нормованою тривалістю робочої зміни водіїв – 6–8 год залежно від обсягів роботи; денний час доставки вантажів та рух лише магістральними вулицями. При роботі в приміській зоні, залежно від кількості споживачів, загальна довжина маршрутів варіюється від 170 до 300 км.

В процесі час натурних досліджень, які проводились під час перевезення небезпечних вантажів зафіксовано зміну ПАРС водіїв протягом робочого дня. Такі результати дають можливість надати оцінку впливу не лише ділянок маршруту зі змінними і часто складними умовами руху, але й елементів технологічного процесу перевезення небезпечних вантажів на показники функціонального стану водіїв. Дослідження проводились для трьох груп водіїв окремо на міському та позаміському маршрутах. Результати наведені на рис. 1 та 2.

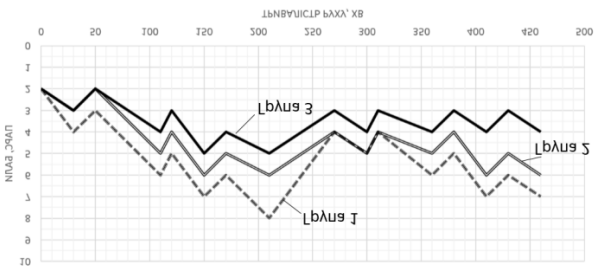

Рис. 1. Зміна ПАРС водіїв протягом типового робочого дня при здійсненні перевезень в межах міста

Водії третьої групи наймеш чутливі до складності проходження технологічних процесів вантажних перевезень, їхній ПАРС не перевищує 5 балів протягом робочого дня, чого не можна сказати про водіїв групи 1. Сама такі водії перебувають під сильним впливом нервово-емоційного навантаження, що впливає на максимальне значення ПАРС – 7–8 балів. Варто також відзначити, що динаміка відновлення функціонального стану водіїв першої групи є найкращою. Зміна ПАРС водіїв, які працюють на маршрутах, які обслуговують споживачів у приміській зоні протягом типового робочого дня наведена нижче.

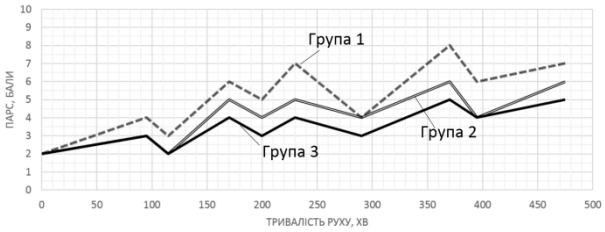

Рис. 2. Зміна ПАРС водіїв протягом типового робочого дня при здійсненні перевезень в приміській зоні

При русі за межами населених пунктів у приміській зоні спостерігається дещо інакша ситуація, ніж в попередньому випадку. Хоча тенденція щодо кращої психоемоційної стійкості водіїв третьої групи підтверджується, спостерігається ситуація, коли ПАРС за рахунок часу руху набуває таких значень, що після перерви на навантажувально-розвантажувальні роботи водії відновлюються несуттєво. Це спричиняє постійний ріст напруження регуляторних систем водіїв, що зменшує надійність їх роботи.

В результаті обробки даних, які були зібрані як камеральними методами (параметри маршрутів, величини радіусів горизонтальних кривих та поздовжніх ухилів, пропускна здатність ділянок вулиці і доріг, наявність перехресть з магістральними вулицями) так і натурними (інтенсивність руху, показники функціонального стану водіїв) проведено статистичний аналіз виконання більше 100 рейсів, здійснених для доставки кисневих балонів спеціалізованими автомобілями в межах міста та у приміську зону. В результаті обробки даних та регресійного аналізу отримано рівняння визначення ПАРС із врахуванням умов руху в місті (1) та за його межами (2).

$$PARS = a \cdot T + b \cdot n_c + c \cdot Z + PARS_0, \qquad (1)$$

де T – час руху, хв; n_c– кількість перехресть з магістральними вулицями; Z – середній рівень завантаження ділянок вулично-дорожньої мережі вздовж маршруту; $PARS_0$ – початкове значення

ПАРС водія; a, b, c – коефіцієнти.

Значення коефіцієнтів моделі залежить від того, який тип водіїв розглядається (табл. 2).

Таблиця 2

Коефіцієнти регресійної моделі для різних груп водіїв при перевезенні небезпечних вантажів в межах міста

Група водіїв	a	b	c
1	0,017	0,030	3,3
2	0,015	0,018	2,4
3	0,010	0,016	2,3

Для цієї моделі розраховані множинний коефіцієнт кореляції, який становить 0,78, коефіцієнт детермінації – 0,67 та середня похибка апроксимації – 7,9. Ці значення свідчать про адекватність отриманої математичної моделі. Параметри математичної моделі для випадку перевезень у приміській зоні автомобільними дорогами є інакшими (1), а їх оцінка наведена у табл. 3.

$$PARS = a \cdot T + b \cdot nR + c \cdot ni + PARS_0 , \qquad (2)$$

де *nR* – кількість радіусів повороту менших за 500 м, *ni* – кількість поздовжніх ухилів більших за 35 ‰.

Дорожні умови за межами населених пунктів характеризуються кривими в плані та поздовжніми ухилами, проте рівень завантаження є суттєвим чинником, який їх визначає, тому в табл. 3 коефіцієнти моделі для різних рівнів завантаження є інакшими

Таблиця 3

Коефіцієнти регресійної моделі для різних груп водіїв при перевезенні небезпечних вантажів за межами міста

Група водіїв	a	b	c	a	b	c
	Z < 0,5			Z > 0,5		
1	0,006	0,043	0,087	0,007	0,049	0,099
2	0,005	0,051	0,078	0,006	0,059	0,089
3	0,008	0,075	0,095	0,009	0,086	0,109

Адекватність цієї математичної моделі підтверджується відносно високим значенням коефіцієнтів множинної кореляції (0,72) та детермінації (0,61), що свідчить про можливість використання цієї моделі для подальших досліджень.

Виходячи із отриманих залежностей та з урахуванням того, що відомі допустимі граничні значення ПАРС, які можуть відповідати надійній роботі водіїв, визначається гранично допустимий час руху водіїв як в міських (3) умовах перевезень (рух магістральними вулицями) так і при роботі на приміських (4) маршрутах (рух автомобільними дорогами). Математичні моделі для (3) та (4) передбачають їх використання лише для умов в яких проводились дослідження, тобто за сталого значення деяких чинників системи «водій-автомобіль-дорога-середовище», а також при початкових значеннях ПАРС не вище 4 балів.

$$T = \frac{b \cdot n_c + c \cdot Z + PARS_0 - 5}{a} , \qquad (3)$$

де 5 – максимальне значення ПАРС, яке відповідає нормальному функціональному стану водіїв.

$$T = \frac{b \cdot n_i + c \cdot nR + PARS_0 - 5}{a} , \qquad (4)$$

Отримані математичні моделі (3–4) можуть бути використаними при плануванні перевезень небезпечних вантажів в містах та за їх межами, оскільки дорожні умови на таких маршрутах відрізняються між собою. Застосування методів обліку дорожнього руху та роботи із визначення геометричних параметрів автомобільних доріг на маршруті дають можливість прогнозувати умови праці водіїв в майбутні моменти часу.

Висновок

Дослідження функціонального стану водіїв є актуальним напрямком у вивченні чинників, які визначають рівень безпеки руху на автомобільних дорогах та вуличній мережі міст. Проблема перевезень небезпечних вантажів з урахуванням людського чинника, у дослідженнях закордонних та вітчизняних авторів, є висвітленою недостатньо, що спонукає до дослідження впливу специфіки роботи водіїв на рівень їхнього психоемоційного навантаження.

Отримані закономірності зміни ПАРС водіїв в різних умовах руху при перевезенні небезпечних вантажів надають можливість здійснювати прогноз функціонального стану водіїв при виконанні рейсів різної складності.

На основі результатів досліджень побудовано математичні моделі визначення максимальної тривалості руху з вантажем для міських та приміських маршрутів. Отримані моделі враховують як конфігурацію вулиць і доріг, стан транспортного потоку так і психофізіологічні особливості водіїв, які є вираженими за рахунок соціонічного типування та професійних якостей.

Література

1. Abkowitz M.D. Selecting Criteria for Designating Hazardous Materials Highway Routes / M.D. Abkowitz, P.D.M. Cheng, M. Lepofsky // Transportation Research Record 1333, TRB, National Research Council, Washington D.C., USA, 1992. – PP. 30–35.

2. Magnusson C.N. Transportation of dangerous goods: A multiple stakeholder analysis for improved efficiency and safety through information sharing / Magnusson C.N. // 27th NOFOMA conference, At Molde, Norway, 2015. – PP. 1–16.

3. Laarabi M.H. A scalable communication middleware for real-time data collection of dangerous goods vehicle activities / Laarabi M.H., Boulmakoule A., Saciled R., Garbolinof E. // Transportation Research Part C Emerging Technologies. – 2014. – Vol. 48. – PP. 404–417. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.trc.2014.09.006

4. Lucio B. Operations research models for global route planning in hazardous material transportation / Lucio B. et al. // Handbook of OR/MS models in hazardous materials transportation. Springer, New York, NY, 2013. – PP. 49–101. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6794-6_3

5. Conca A. A risk assessment for road transportation of dangerous goods: a routing solution / Conca A., Ridella Ch., Sapori E. // Transportation Research Procedia. – 2016. – Vol. 14. – PP. 2890–2899. DOI: https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.407

6. Marcotte P. Toll Policies for Mitigating Hazardous Materials Transport Risk / Patrice Marcotte, Anne Mercier // Transportation Science. – 2009. – Vol. 43., No. 2. – PP. 228–243. DOI: https://doi.org/10.1287/trsc.1080.0236

7. Rodrigues M.S. Safe routes for hazardous materials transportation Distribution of Galp liquid fuels in Lisbon [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.semanticscholar.org/paper/Safe-routes-for-hazardous-materials-transportation-Rodrigues/e1aa85ba87a9b3ae6ffd9b78ae2bcd2f1afb73f0#references

8. Khosrojerdi A. Design of 7×24 logistics system for hazardous materials / Amir Khosrojerdi, EbrahimTeimoury, Armin Jabbarzedeh // Journal of Industrial and Systems Engineering. – 2016. – Vol. 9, No. 4. – PP. 47–64. DOI: https://dorl.net/dor/20.1001.1.17358272.2016.9.4.4.6

9. Давідіч Ю.О. Проектування автотранспортних технологічних процесів з урахуванням психофізіології водіїв : моногр. / Ю.О. Давідіч. – Харків : ХНАДУ, 2006. – 292 с.

10. Обидєннова Т.С. Соціоніка як інструмент підвищення ефективності кадрового менеджменту організації / Обидєннова Т.С., Васильєва М.О. // Modern Economics. – 2021. – № 26(2021). – С. 116–120. DOI: https://doi.org/10.31521/modecon.V26(2021)-17

11. Polar H10 Heart rate sensor [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.polar.com/en/products/accessories/H10_heart_rate_sensor

12. Mobile apps and web dashboard for HRV analysis [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.cardiomood.com

References

1. Abkowitz, M., Lepofsky, M., & Cheng, P. (1992). Selecting criteria for designating hazardous materials highway routes. *Transportation Research Record*, 1333, 30–35.

2. Magnusson, C.N. (2015). Transportation of Dangerous Goods: A Multiple Stakeholder Analysis for Improved Efficiency and Safety through Information Sharing. *NOFOMA conference*, Molde, Norway, 1–16.

3. Laarabi, M.H., Boulmakoul, A., Sacile, R., & Garbolino, E. (2014). A scalable communication middleware for real-time data collection of dangerous goods vehicle activities. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 48, 404–417. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.trc.2014.09.006

4. Bianco, L., Caramia, M., Giordani, S., & Piccialli, V. (2013). Operations research models for global route planning in hazardous material transportation. *Handbook of OR/MS models in hazardous materials transportation*. Springer, New York, 49–101. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6794-6_3

5. Conca, A., Ridella, C., & Sapori, E. (2016). A risk assessment for road transportation of dangerous goods: a routing solution. *Transportation Research Procedia*, 14, 2890–2899. DOI: https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.407

6. Marcotte, P., Mercier, A., Savard, G., & Verter, V. (2009). Toll policies for mitigating hazardous materials transport risk. *Transportation science*, 43(2), 228–243. DOI: https://doi.org/10.1287/trsc.1080.0236

7. Rodrigues, M.S. Safe routes for hazardous materials transportation Distribution of Galp liquid fuels in Lisbon. URL: https://www.semanticscholar.org/paper/Safe-routes-for-hazardous-materials-transportation-Rodrigues/e1aa85ba87a9b3ae6ffd9b78ae2bcd2f1afb73f0#references

8. Khosrojerdi, A., Teimoury, E., & Jabbarzedeh, A. (2016). Design of 7× 24 logistics system for hazardous materials (case study: distribution of gasoline). *Journal of Industrial and Systems Engineering*, 9(4), 47–64. DOI: https://dorl.net/dor/20.1001.1.17358272.2016.9.4.4.6

9. Davidich, Y.O. (2006). Ergonomic support of transport processes. Monograph. *HNADU, Kharkiv*. [in Ukrainian]

10. Obydenova, T.S., Vasylieva, M.O. (2021). Socionics as a tool to increase the efficiency of personnel management of the organization. *Modern Economics*, 66, 116–120. DOI: https://doi.org/10.31521/modecon.V26(2021)-17

11. Polar H10 Heart rate sensor. URL: https://www.polar.com/en/products/accessories/H10_heart_rate_sensor

12. Mobile apps and web dashboard for HRV analysis. URL: https://www.cardiomood.com

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Є.Ю. Форнальчик, Національний університет «Львівська політехніка», Україна.

Автор: АФОНІН Максим Олександрович
кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних технологій
Національний університет «Львівська політехніка»
E-mail – maksym.o.afonin@lpnu.ua
ID ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5850-7478

Автор: ПОСТРАНСЬКИЙ Тарас Миколайович
кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних технологій
Національний університет «Львівська політехніка»
E-mail – taras.m.postranskyi@lpnu.ua
ID ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6120-9914

Автор: БОНДАРЧУК Ольга Ігорівна
студентка гр. ТТ-42 каф. транспортних технологій
Національний університет «Львівська політехніка»
E-mail – olha.bondarchuk.tt.2018@lpnu.ua
ID ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4976-2391

DETERMINATION MODEL OF MAXIMUM DRIVING DURATION DURING DANGEROUS GOODS TRANSPORTATION

M. Afonin, T. Postranskyy, O. Bondarchuk
Lviv National Polytechnic University, Ukraine

The increase and compaction of large cities population of in Ukraine encourage the use of more resources for the construction of various settlements, as well as for the maintenance and operation of other facilities. Accordingly, the volume of cargo transportation associated with the creation and maintenance of these facilities is increasing. All new tasks related to the safety of dangerous cargo transportation are being created.

The article considers the topical issue of the influence of human factors on traffic safety. It is known that in the process of road freight there are interconnected elements that form the system "driver - car - road - environment". If the technical parameters of cars and roads are known and can be predicted, then the variable parameters of the environment and the driver are further the least studied elements of this system. When transporting dangerous goods, the cost of driver error is extremely high, as accidents that can occur involving such vehicles have serious consequences.

The following studies were used in the research: methods of field research to establish the values of traffic flow intensities on highways; in-house research methods to determine the value of road capacity; electrophysiological methods to determine changes in the functional state of drivers; methods of system analysis for processing the results of research and their interpretation; methods of statistical and mathematical analysis for the formation of models for determining the maximum allowable driving time of drivers who carry dangerous goods.

Experimental studies of driver's regulatory systems activity index change, considering different ages and socionic groups were carried out. This task also included study of road condition complexity impact on the driver during second class dangerous goods transportation in the settlements or out of them.

Keywords: *road safety, driver's functional condition, traffic flow, road condition complexity, dangerous goods transportation.*