

Павлова І.О., Кухарець О.В.
Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна

АНАЛІЗ ФАКТОРІВ ВИБОРУ ПЕРЕВІЗНИКА МЕДИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Однією з основних задач транспорту є своєчасне та якісне задоволення потреб споживача у перевезеннях. Транспортування різних вантажів вимагає індивідуального підходу до вибору виду перевезень. В статті було досліджено вимоги, які висувають споживачі до перевезень різноманітних вантажів. Окремо розглянуто вимоги закладів, які є замовниками таких перевезень, до транспортування високотехнологічної медичної техніки, які висуваються до компаній, що беруть на себе відповідальність за доставку таких вантажів. Проведено класифікацію медичного обладнання. Більшість апаратів мають тендітні елементи конструкцій, легко виходять з ладу. Тряска, пил, підвишена вологість, зміна температур, конденсація та інші природні чинники можуть привести до поломки окремих деталей або ж конструкції в цілому. Тому постає питання вибору оптимального виду транспорту для транспортування такого обладнання. В статті розглянуто основні фактори, які визначають спосіб транспортування. Також визначено критерії, які ставляться замовниками перевезень медичної техніки до перевізника. Серед основних критеріїв виділяють збереженість обладнання, своєчасність доставки, можливість установки медичного обладнання на місці, інформативність на кожному етапі доставки тощо. В роботі наведено алгоритм вибору перевізника на прикладі трьох умовних перевізників. Для цього було обрано метод експертних оцінок. За допомогою даного методу було проведено оцінювання потенційних перевізників за критеріями, які визначають якість перевезень та доставки обладнання. Визначено критерії, які є найбільш вагомими при перевезенні медичної техніки, а саме, збереженість обладнання, можливість точного встановлення його на місцях, час доставки, витрати на перевезення.

Ключові слова: автомобільний транспорт, перевезення медичного обладнання, якість доставки, вибір перевізника, критерії вибору, метод експертних оцінок.

ВСТУП

Медичне обладнання є одним з найскладніших для транспортування вантажів. Як будь-яка високоточна техніка, медична апаратура має складну конструкцію з точними налаштуваннями, здебільшого негабаритні та великі розміри, а також високу вартість. Перевезення такого обладнання вимагає високого рівня професіоналізму та дбайливого ставлення. Більшість медичних апаратів є чутливими до вібрацій, температурних перепадів, параметрів вологості та інших умов транспортування. Економічні втрати, пов'язані з помилками при транспортуванні медичного обладнання, є досить суттєвими та незворотними. Від перевізника вимагається знання усіх тонкощів перевезення медичного обладнання. А критерії, які визначають якість перевезень, мають стати визначальними при пошуку шляхів покращення транспортування медичного обладнання.

АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ І ПУБЛІКАЦІЙ

Розробці питань, присвячених підвищенню якості транспортного обслуговування, в останній час приділяється багато уваги. Питанням теорії та практики транспортних послуг присвячені роботи таких науковців як Миротін Л.Б. [1], Воркут Т.А. [2], Горяїнов О.М. [3], Крикавський Є.В. [4], Кунда Н.Т. [5] та багатьох інших. В працях зазначених авторів особлива увага приділяється проблемі вибору перевізника при здійсненні вантажних перевезень. У працях аналізуються фактори, які визначають якість перевезень, та критерії, які є визначальними при виборі перевізника. Серед основних факторів найчастіше виділяють своєчасність доставки вантажів, вартість перевезення, схоронність якості та кількості вантажу, надійність дотримання графіка доставки, можливість доставляти вантаж у різні точки території та ін.

Перевезення медичної техніки вважається одним із найскладніших видів транспортування вантажів. Це зумовлено тим, що медичне обладнання є високотехнологічним, конструктивно складним і, як правило, високовартісним. Тому питання вибору перевізника медичного обладнання вимагає особливої уваги.

ЦІЛЬ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою дослідження є аналіз особливостей транспортування медичного обладнання з точки зору вибору оптимального виду транспорту, вимог замовників перевезень медичної техніки до перевізників для здійснення якісної доставки, а також вибір методу системного аналізу щодо оцінювання потенційних перевізників за критеріями якості перевезень.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Основна задача транспорту полягає в своєчасному та якісному задоволенні потреб економіки та індивідуального споживача у перевезеннях. Сьогодні відбувається трансформація основної задачі транспорту від простого транспортування до транспортно-експедиційного забезпечення перевезень [6]. Це пов'язано з необхідністю підвищення ефективності доставки вантажів, так як багато замовників почали приділяти більше уваги не тільки швидкості доставки, але й якісному обслуговуванню. Тепер послуга транспорту – це не тільки перевезення, що є основним видом послуг, а й ряд додаткових послуг, а саме: завантаження, розвантаження, експедиція, страхування і т.п. Замовника приваблюють мінімальні терміни доставки, максимальна збереженість вантажу, зручності з прийому та здачі вантажів, можливість отримання достовірної інформації про тарифи та умови перевезення вантажу. Основні вимоги, які пред'являються клієнтами до послуг транспорту, наступні:

- надійність перевезень;
- мінімальні терміни доставки;
- регулярність доставки вантажу;
- своєчасність доставки вантажу (гарантовані терміни доставки);
- збереженість вантажу;
- зручності під час прийому і здачі вантажу;
- наявність необхідної транспортної тари;
- гнучкість обслуговування;
- належна забезпеченість документами;
- належний супровід вантажу;
- доставка «від дверей до дверей»;
- прийнятна вартість послуг;
- можливість отримання достовірної інформації про тарифи, умови перевезення та розташування вантажу;
- додаткові послуги доставки вантажу.

Отже, діяльність транспорту повинна підпорядковуватись потребам клієнта. Транспортні компанії, що займаються перевезеннями на професійному рівні, організують та здійснюють транспортування вантажів будь-якої складності.

Перевезення медичного обладнання вимагає від перевізника дотримання чітких правил транспортування. Медичне обладнання являє собою широкий спектр виробів медичної техніки, призначених для забезпечення необхідних умов для пацієнта та медичного персоналу під час діагностичних, лікувальних та профілактичних заходах та догляду за хворими. На сьогоднішній день існує велика кількість видів медичного обладнання різноманітного призначення (рис.1).



Рисунок 1 - Класифікація медичного обладнання

Окремо виділяють обладнання для підтримки життя пацієнта, а саме серцево-легеневі і для гемодіалізу; терапевтичні апарати - ультразвукове та лазерне обладнання; діагностичне обладнання –

УЗД-діагностика, КТ-діагностика, електрокардіографи, рентгенографія; хірургічне обладнання; медичне лабораторне обладнання; устаткування для транспортування пацієнтів; апаратура для виклику медперсоналу.

Більшість апаратів мають тендітні елементи конструкцій, легко виходять з ладу. Тряска, пил, підвищена вологість, зміна температур, конденсація та інші природні чинники можуть привести до поломки окремих деталей або ж конструкції в цілому.

Світовий ринок медичного обладнання є досить наповненим та різноманітним. Його загальний обсяг, за експертними оцінками, складає близько 150 млрд. доларів. Лідерами тут є США (48%), країни ЄС (26%), Японія (17%).

Перевезення медичної апаратури здійснюються різними видами транспорту. Основними факторами, які впливають на вибір транспорту, є вид обладнання, його геометричні параметри та характеристики, відстань перевезення та необхідна швидкість доставки. Вид транспорту вибирають виходячи з того, що медичне обладнання є дороговартісним, крихким виробом, чутливим до вологості та тряски. Тому перевезення такого вантажу морським транспортом недоцільне. Авіаційний транспорт використовують у разі міжнародних перевезень і стислих термінів доставки. Перевезення залізницею дешеві, проте характеризуються невисокою збереженістю вантажу. Автомобільний транспорт зручний і поширений вид транспорту, який здатен забезпечити швидку та збережену доставку вантажів в прямому сполученні «від дверей до дверей». Наприклад, при виборі виду транспорту і терміну доставки при перевезенні високопольних апаратів МРТ звертають увагу на необхідність підтримки рівня гелію в кріостаті високопольного магніту певним температурним режимом. Це суттєво обмежує необхідний час доставки.

Найчастіше автомобільним транспортом перевозять рентгенівські апарати, томографи, стоматологічні установки. Апарати «штучної нирки» тощо. Багато видів медичного обладнання є негабаритними вантажами, а їх встановлення та переміщення супроводжується особливими такелажними роботами, що також створює певні труднощі. Від такелажника, а також водія вимагається висока кваліфікація та великий професіоналізм. Перевезення такого вантажу здійснюється на невеликій швидкості, по рівній дорозі, щоб розхитування кузова було як найменшим.

Медичне обладнання є нестійким до низької температури. Тому, для перевезення такого вантажу використовується спеціальний транспорт (рефрижератори, цільномети, ізотерми, буси вантажністю від 0,5 до 20 тонн), який споряджений усім необхідним для потрібного такелажу пристосування.

Основними замовниками медичного обладнання є лікарняні, амбулаторно-поліклінічні заклади, заклади екстреної медичної допомоги тощо. Це може бути пряма доставка від дистриб'ютора до замовника, перевезення на обслуговування та ремонт, переїзд самого лікарняного закладу. Дані заклади висувають свої вимоги до перевезень медичного обладнання автомобільним транспортом. Основні вимоги лікарняних закладів до перевезень медичної апаратури автомобільним транспортом наступні:

- збереженість медичного обладнання;
- своєчасність доставки;
- наявність та якість відповідного упакування;
- доставка за місцем призначення;
- можливість установки медичного обладнання на місці;
- наявність необхідних документів;
- інформативність на всіх етапах перевізного процесу;
- помірковані витрати за перевезення;
- додаткові послуги.

Більшість спеціалізованих лікарняних закладів у переліку вимог до перевезення медичного обладнання на перші місця по важливості ставлять вимоги до збереженості медичного обладнання, своєчасності та витрат на перевезення (рис.2) [7].

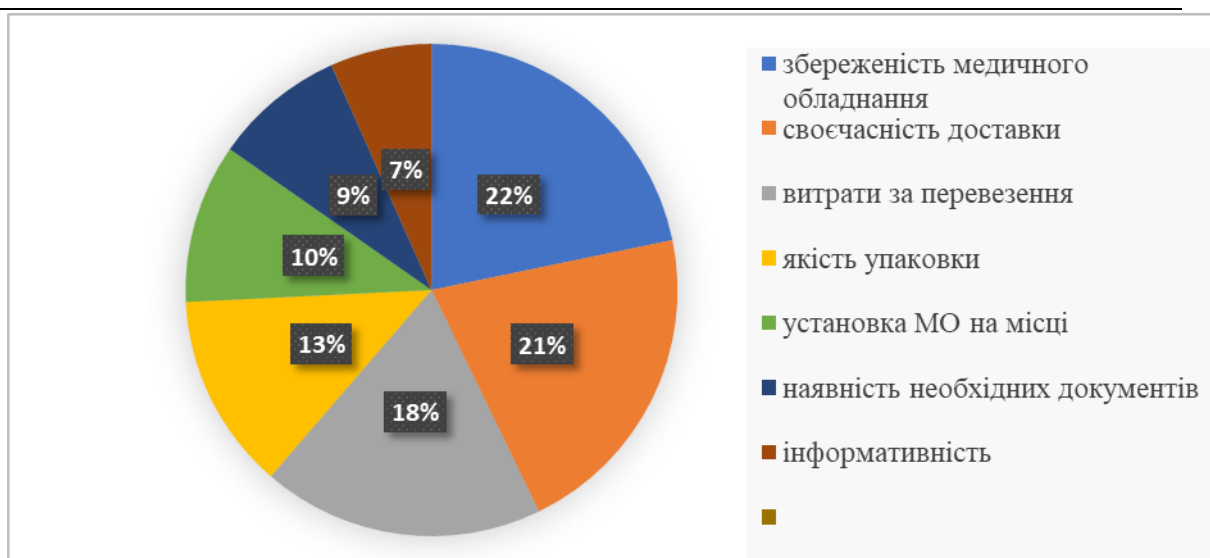


Рисунок 2 - Основні вимоги лікарняних закладів до перевезень медичного обладнання

У випадку потреби в транспортуванні медичної техніки лікарняний заклад буде здійснювати вибір надійного перевізника, який би зумів забезпечити виконання усіх поставлених вимог.

Зважаючи на важливість питання вибору перевізника у випадку транспортування вантажів, в тому числі медичної техніки, наведемо алгоритм, за яким проводиться вибір перевізника [5].

- 1.Проводиться аналіз критеріїв, які необхідно взяти до уваги, вибираючи перевізника;
- 2.Проводиться ранжування вибраних критеріїв в порядку зростання чи спадання;
- 3.Виконується оцінка претендентів за обраними критеріями;
4. Аналіз результатів визначення переваг претендентів по відношенню до кожного параметра;
- 5.Формування рейтингу претендентів і рішення про вибір перевізника.

Серед методів системного аналізу при виборі перевізника найчастіше користуються методом рейтингових оцінок, який полягає в сумарному рейтингу перевізників, отриманого за певним алгоритмом. З погляду пріоритету вимог, представлених на діаграмі (рис. 2), ранжування критеріїв при виборі перевізника можна представити у формі таблиці 1.

Таблиця 1 – Ранжування критеріїв вибору перевізника медичного обладнання

Назва критерію	Шкала вимірювання	Ранг*
Збереженість медичного обладнання (K_1)	(так, ні)	1
Час доставки (K_2)	(0, ∞) год.	2
Витрати на перевезення (K_3)	(0, ∞), \$	3
Проведення такелажних робіт (K_4)	(так, ні)	4
Установка медичного обладнання на місці (K_5)	(так, ні)	6
Наявність необхідних документів (K_6)	(так, ні)	7
Інформативність (K_7)	(так, ні)	8

*В таблиці ранг 1 – найвищий, а ранг 8 – найнижчий.

Для прикладу розглянемо задачу вибору найкращого перевізника для перевезення медтехніки серед трьох перевізників Π_1 , Π_2 , Π_3 які характеризуються критеріями, наведеними у таблиці 1. В нашому випадку використовуються якісні та кількісні показники. Якщо для кількісних критеріїв можна використати як логічні, так і арифметичні операції, то для якісних критеріїв використання арифметичних дій неможливе. Для них можна застосовувати лише порівняння на еквівалентність [8].

Таблиця 2 – Характеристики перевізників

Критерій	Перевізник		
	Π_1	Π_2	Π_3
K_1	Так	Так	Так

K ₂	80	76	84
K ₃	1500	1600	1300
K ₄	Ні	Так	Так
K ₅	Ні	Ні	Так
K ₆	Так	Так	Так
K ₇	Так	Так	Ні

Для подальшого розрахунку необхідно зіставити кількісні і якісні критерії. Для цього експертом значення кожного критерія по окремому перевізнику було оцінено числом з інтервалу від 0 до 1, яке характеризує, наскільки воно відповідає значенню «найкращий». Експертом була проведена оцінка вагомості кожного критерію ($v_1, v_2, v_3, \dots, v_7$) за числами від 0 до 10. Значення коефіцієнтів вагомості розраховуємо за формулою:

$$\beta_j = \frac{b_j}{\sum_{k=1}^m b_k}, j = \overline{1, m} \quad (1)$$

Розрахунок експертних оцінок наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 – Експертна оцінка значень критеріїв

й	Критері	Оцінка вагомості	Коефіцієнт вагомості	Перевізник		
				П ₁	П ₂	П ₃
	K ₁	10	0,21	0,9	1	1
	K ₂	4	0,08	0,5	0,4	0,6
	K ₃	5	0,11	0,7	0,6	0,8
	K ₄	8	0,17	0,5	0,8	0,9
	K ₅	8	0,17	0,2	0,2	0,9
	K ₆	5	0,11	1	1	1
	K ₇	7	0,15	1	0,9	0,3

Отримали матрицю значень:

$$M = \begin{bmatrix} 0,9 & 0,5 & 0,7 & 0,5 & 0,2 & 1 & 1 \\ 1 & 0,4 & 0,6 & 0,8 & 0,2 & 1 & 0,9 \\ 1 & 0,6 & 0,8 & 0,9 & 0,9 & 1 & 0,3 \end{bmatrix}$$

Вектор коефіцієнтів вагомості заданих критеріїв: $V = [0,21; 0,08; 0,11; 0,17; 0,17; 0,11; 0,15]$.
Визначення кращого перевізника відбувається за вектором проводиться за формулою:

$$M_{\tau} = M \cdot V \quad (2)$$

$$M_{\tau} = \begin{bmatrix} 0,685 \\ 0,723 \\ 0,807 \end{bmatrix}$$

Таким чином, дослідження рейтингу перевізників, проведеного за допомогою методу експертних оцінок, показало найвищу підсумкову оцінку перевізника 3, який і буде мати переваги при остаточному виборі. Очевидно, що найбільшу роль у цьому випадку зіграли критерії K₃, тобто витрати на перевезення та K₅ - можливість встановлення медичного обладнання на місці.

ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

В результаті дослідження було визначено основні фактори, які впливають на вибір транспортування медичного обладнання. Вид транспорту визначається видом обладнання, його геометричними розмірами, відстанню перевезення та необхідною швидкістю доставки. Визначено критерії, яким повинні відповідати перевізники медичного обладнання, а саме, збереженість вантажу, якісне упакування, можливість встановлення обладнання на місці замовлення, інформативність на всіх етапах перевізного процесу, помірковані транспортні витрати, своєчасність доставки. Вибрано метод експертних оцінок, який дозволяє вибрати найкращого перевізника за визначеними критеріями.

ВИСНОВКИ

Таким чином, медичне обладнання є складним для транспортування вантажем, що потребує високого рівня професіоналізму. Найбільш зручним видом транспорту, який здатен забезпечити швидко та збережену доставку таких вантажів в прямому сполученні, є автомобільний транспорт.

Лікарняні заклади, які є основними замовниками, висувають свої вимоги до перевезень медичного обладнання. Серед основних вимог, які пред'являються до перевізника, виділяють збереженість обладнання, своєчасність та витрати на перевезення. Вибір перевізника, який би зумів забезпечити виконання усіх поставлених вимог, здійснюється за певним алгоритмом. Алгоритм вибору передбачає використання методів системного аналізу, серед яких найбільш популярним є метод експертних оцінок. Метод дозволяє провести оцінювання потенційних перевізників за критеріями, які визначають якість перевезень та доставки обладнання.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Логистика: управление в грузовых транспортно-логистических системах: Учеб. пособие / Под ред. д-ра техн. наук, проф. Л.Б. Миротина. – М.: Юрист, 2002. – 414 с.
2. Воркут Т.А. Проективання систем транспортного обслуговування в ланцюгах постачань: Монографія. – К.: НТУ, 2002. – 248с.
3. Горяїнов О.М., Рославцев Д.М. Автотранспорт в логістичних системах і ланцюгах : монографія. Харків : НТМТ, 2009. 344 с. (Серія «Наукові дослідження в сфері логістики і транспорту») <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/7973>
4. Логістика та управління ланцюгами поставок [Текст]: навч. посіб. / Є. Крикавський, О. Похильченко, М. Фертч; Національний університет «Львівська політехніка». – Львів: Вид-во Львів. Політехніка, 2017.– 801 с.
5. Кунда Н.Т. Комплексний підхід до вибору перевізника./Неоніла Кунда: колективна наукова монографія Сучасний стан проведення наукових досліджень у ІТ-технологіях, галузях електроніки, інженерії, нанотехнологіях та транспортній сфері. – Вінниця. – 2022.- 14 с. [14182-Article Text-24964-1-10-20210827.pdf](https://doi.org/10.2478/24964-1-10-20210827)
6. Степанов А.А. «Концептуальные основы транспортно-экспедиционного обслуживания бизнеса и населения». М., Вестник транспорта, №11, 2009., - С.17-20.
7. Егорова Н.В. Особенности перевозки медицинского оборудования [Текст] / Н.В. Егорова // Вестник транспорта. 2013. - №11. - С. 27-30
8. Шаркаді М. Методика визначення конкурентів з перевезення пасажирів [Текст] / Маріанна Шаркаді // Економічний аналіз : зб. наук. Праць /тернопільський національний економічний університет. – Тернопіль: Видавничо-поліграфічний центр Тернопільського національного економічного університету «Економічна думка», 2016. – Том 23. - №2. – С.199-205. [Методика визначення рейтингу конкурентів з перевезення пасажирів | Шаркаді | Економічний аналіз \(econa.org.ua\)](https://doi.org/10.2478/24964-1-10-20210827)

REFERENCES

1. Logistika: upravlenie v gruzovikh transportnologicheskikh sistemakh: Ucheb. posobie / Pod red. d-ra tekhn. nauk, prof. L.B.Mirotina. – М.: Yurist, 2002. – 414 s.
- 2.Vorkut T.A. Proektuvannia system transportnoho obsluhovuvannia v lantsiuhakh postachan: Monohrafiia. – К.: NTU, 2002. – 248s.
3. Horiainov O.M, Roslavitsev D.M. Avtotransport v lohistrychnykh systemakh i lantsiuhakh : monohrafiia. Kharkiv : NTMT, 2009. 344 s. (Seriiia «Naukovi doslidzhennia v sferi lohistryky i transportu») <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/7973>
4. Lohistryka ta upravlinnia lantsiuhamy postavok [Tekst]: navch. posib. / Ye. Krykavskiy, O. Pokhylchenko, M. Fertch; Natsionalnyi universytet «Lvivska politekhnik». – Lviv: Vyd-vo Lviv. Politekhnik, 2017.– 801 s.
5. Kunda N.T. Kompleksnyi pidkhid do vyboru pereviznyka./Neonila Kunda: kolektyvna naukova monohrafiia Suchasnyi stan provedennia naukovykh doslidzhen u IT-tekhnologiiakh, haluziakh elektroniky, inzhenerii, nanotekhnologiiakh ta transportni sferi. – Vinnytsia. – 2022.- 14 s. [14182-Article Text-24964-1-10-20210827.pdf](https://doi.org/10.2478/24964-1-10-20210827)
6. Stepanov A.A. «Kontseptualnie osnovi transportno-ekspeditsionnogo obsluzhivaniya biznesa i naseleniya». М., Vestnik transporta, №11, 2009. - С.17-20.

[7. Yegorova N.V. Osobnosti perevozki meditsinskogo oborudovaniya \[Tekst\] / N.V. Yegorova // Vestnik transporta. 2013. - №11. - S. 27-30](#)

8. Sharkadi M. Metodyka vyznachennia konkurentiv z perevezennia pasazhyriv [Tekst] / Marianna Sharkadi // *Ekonoichnyi analiz* : zb. nauk. Prats /ternopil'skyi natsionalnyi ekonomichnyi universytet. – Ternopil: Vydavnycho-polihrafichnyi tsentr Ternopil'skoho natsionalnoho ekonomichnoho universytetu «Ekonomichna dumka», 2016. – Tom 23. - №2. – S.199-205. [Методика визначення рейтингу конкурентів з перевезення пасажирів | Шаркаді | Економічний аналіз \(econ.org.ua\)](#)

I. Pavlova, O. Kukharets Analysis of factors for selecting a medical equipment carrier.

One of the main tasks of transport is the timely and high-quality satisfaction of the consumer's transportation needs. Transportation of various cargoes requires an individual approach to choosing the type of transportation. The article examined the requirements that consumers put forward for the transportation of various cargoes. The requirements of the institutions that are the customers of such transports for the transportation of high-tech medical equipment, which are put forward to the companies that take responsibility for the delivery of such cargoes, are considered separately. Classification of medical equipment has been carried out. Most devices have fragile structural elements that easily fail. Shaking, dust, high humidity, temperature changes, condensation and other natural factors can lead to the failure of individual parts or the structure as a whole. Therefore, the question arises of choosing the optimal type of transport for transporting such equipment. The article considers the main factors that determine the mode of transportation. The criteria that are applied by customers of medical equipment transportation to the carrier are also defined. Among the main criteria are the preservation of equipment, timeliness of delivery, the possibility of installing medical equipment on site, informativeness at each stage of delivery, etc. The work presents an algorithm for choosing a carrier using the example of three conditional carriers. For this purpose, the method of expert evaluations was chosen. This method was used to evaluate potential carriers according to criteria that determine the quality of transportation and delivery of equipment. The criteria that are the most important when transporting medical equipment are determined, namely, the safety of the equipment, the possibility of its accurate installation on the spot, delivery time, transportation costs.

Key words: road transport, transportation of medical equipment, quality of delivery, choice of carrier, selection criteria, method of expert evaluations.

ПАВЛОВА Ірина Олексіївна, кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький національний технічний університет, e-mail: Iruna_Pavlova@ukr.net, orcid.org/0000-0003-1506-6064.

КУХАРЕЦЬ Оксана Василівна, магістр, Луцький національний технічний університет, e-mail: oksanakukharets26@gmail.com

Irina PAVLOVA, PhD in Engineering, associate professor of Automobiles and Transport Technologies department, Lutsk National Technical University e-mail: Iruna_Pavlova@ukr.net, orcid.org/0000-0003-1506-6064.

Oksana KUKHARETS, master, Lutsk National Technical University, e-mail: oksanakukharets26@gmail.com

DOI 10.36910/automash.v2i19.913