

**Павловська Л.А.**

Одеський національний морський університет

**Коробкова О.М.**

Одеський національний морський університет

**Шпак Н.Г.**

Одеський національний морський університет

## **ФОРМУВАННЯ ІНФРАСТРУКТУРНОГО КАРКАСУ СХЕМ ДОСТАВКИ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА У ФЛЕКСІ-ТАНКАХ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ**

*У статті досліджується особливості та основні інфраструктурні проблеми імпорту нафтопродуктів в Україну в період воєнного стану, зокрема проблеми імпорту дизельного палива як основної складової економічної та енергетичної безпеки країни.*

*На підставі статистичних даних доведена структурна географічна та транспортно-логістична трансформація вантажопотоків дизельного палива. Внаслідок відомих причин досліджуванні вантажопотоки змінили свою орієнтацію із східних на західні кордони України, а також суттєво зменшилися обсяги вантажних партій. Все це призвело до необхідності транспортування дизельного палива невеликими партіями на достатньо коротких логістичних плечах автомобільним та залізничним транспортом. Зміна складових інфраструктурного каркасу схем доставки дизельного палива призвела до дефіциту рухомого складу та, як наслідок, до необхідності пошуку більш ефективних способів транспортування.*

*Українськими аграріями запропонована ідея застосування спеціальних флексі-танків для транспортування дизпалива. Ця ідея прийнята за основу та отримала подальший теоретичний розвиток. Наведений стислий історичний огляд даного питання, розглянуті конструктивні особливості традиційного флексі-танку та досвід його застосування. Проведений аналіз світової практики виробництва та застосування спеціалізованих флексі-танків для транспортування небезпечних вантажів, зокрема дизельного палива. Наочно представлені основні відмінні риси багаторазових флексі-танків. Систематизовані порівняльні характеристики флексі-танків, ІВС (єврокубів), діжок, танк-контейнерів та цистерн. Розглянуті основні умови безпеки щодо транспортування в такий спосіб дизельного палива.*

*Запропонований алгоритм формування інфраструктурного каркасу схем доставки дизельного палива, який передбачає використання певної послідовності комплексу різноманітних методів – неформалізованих, формалізованих та слабоформалізованих.*

**Ключові слова:** формування, інфраструктурний каркас, схема доставки, дизельне паливо у контейнерах, флексі-танки, трансформація.

**Постановка проблеми.** Особливості структури українського імпорту підводять до думки, що необхідно знижувати транспортні витрати при доставці паливно-енергетичних товарів, які є основою економічної та енергетичної безпеки країни. По відношенню до них необхідні рішення, спрямовані на підвищення ефективності перевезень і зовнішньоторговельних операцій шляхом застосування більш прогресивних способів перевезення. У сучасних умовах, що склалися в країні, виникла необхідність повної перебудови налагоджених раніше транспортних

маршрутів, їх ретельного обґрунтування та оптимізації.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Більшість сучасних публікацій головною мірою висвітлюють економічні та логістичні проблеми транспортування імпортованих нафтопродуктів в Україну. Так, наприклад, в роботі [1] розглядаються виклики глобального ринку нафтопродуктів та їх вплив на національну безпеку. Публікації [2-4] присвячені аналізу основних трендів на ринку світлих нафтопродуктів в Україні. В роботах [5-10] висвітлюються аспекти моделювання логістичних

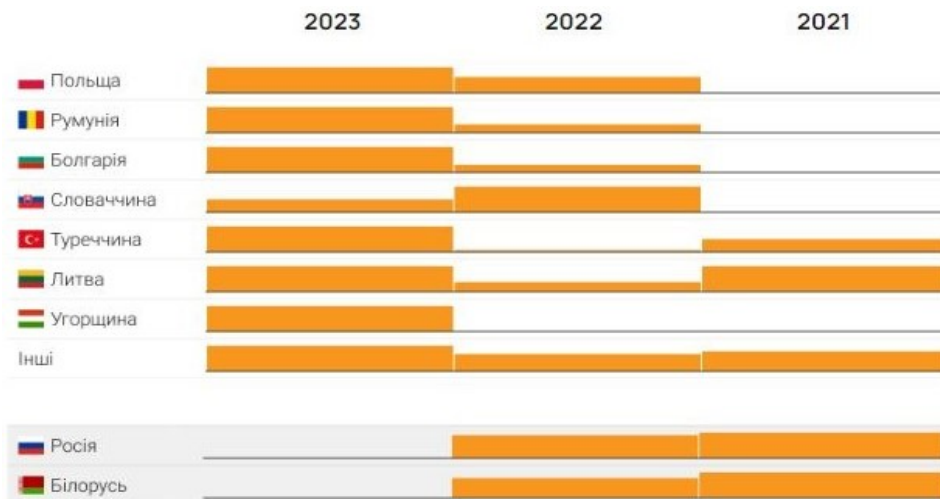


Рис. 1. Динаміка структури імпорту дизельного палива в Україну за 2021–2023 рр.

Джерело: [3]

витрат на доставку зовнішньоторговельних вантажів у сучасних умовах. Але питанням пошуку нових транспортно-технологічних рішень щодо забезпечення України нафтопродуктами, на жаль, присвячені нечисленні публікації [11].

**Постановка проблеми.** Метою статті є розгляд основних особливостей формування інфраструктурного каркасу схем доставки дизельного палива до України в умовах воєнного стану.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Важливу роль у чіткій організації процесу доставки вантажів відіграє формування пріоритетного варіанту інфраструктурного каркасу схем доставки вантажів, який необхідний для ретельного опрацювання процесу. Перш за все треба зазначити, що дане дослідження спирається на понятті «інфраструктурного каркасу схеми доставки вантажів», яке запропоновано авторами у попередньому дослідженні [10]. Тобто за основу прийнята дефініція «інфраструктурного каркасу схеми доставки вантажів», як графічного зображення можливих варіантів транспортно-технологічних схем доставки вантажів, що сформовані за обраним критерієм (критеріями) оптимізації.

Можна стверджувати, що конфігурація інфраструктурного каркасу схеми доставки залежить більшою мірою від географічної структури та обсягів вантажопотоків. Проаналізуємо ці фактори на прикладі імпортного вантажопотоку дизельного палива в Україну.

С початку повномасштабного вторгнення український ринок пального зазнав такої структурної географічної та транспортно-логістичної

трансформації, якої не переживала жодна країна світу. З березня по липень 2022 року імпорт перемістився зі східного й північного на західний і південний кордон (рис. 1–3). На зміну РФ й Білорусі прийшли Польща, Румунія, Болгарія, Туреччина, Литва та їхні порти [4].



Рис. 2. Структура імпорту легких дистилатів в Україну за основними країнами-постачальниками за січень-травень 2024 р., %

Джерело: розроблено авторами на підставі [12]

Таким чином, протягом останніх років імпорт пального в Україну відбувається переважно за двома приблизно рівнозначними напрямками – польським і румунським (рис. 3). Тут мається на увазі саме місце перетину українського кордону, а не походження пального.

Очевидно, що український ринок нафтопродуктів зараз цілком орієнтований на європейський кордон. Внаслідок цього на українському ринку відбулася не лише географічна трансформація, а й транспортно-логістична.



Рис. 3. Основні канали постачань дизельного палива в Україну у 2023 р.

Джерело: [4]

Як відомо, найбільш економічним видом транспорту для транспортування нафтопродуктів великими партіями є трубопровідний транспорт, на другому місці щодо економії за ефектом масштабу – морський транспорт, далі йде залізничний. До війни великі партії дизельного палива потрапляли в Україну в основному: по трубопроводах та залізницею зі Сходу. Потім його зберігали великими обсягами на розташованих по всій країні нафтобазах, далі автотранспортом (бензовозами) розвозили по авто-заправних станціях всередині країни. Тобто автомобільний транспорт використовувався тільки для роздрібної торгівлі [2-4].

Оскільки нафтобази стали однією з головних цілей агресії, виникла одна з основних транспортно-логістичних проблем, а саме неможливість накопичення великої вантажної партії дизельного палива на нафтобазах. Отже змінилася географія поставок, змінилися розміри вантажних партій – все це суттєво вплинуло на транспортну логістику. Понад 40% імпорту почало надходити автотранспортом, тоді як до 2022 року такого виду транспортування в імпорті взагалі не було. У свою чергу частка залізниці зменшилася до 40–45% [3-4].

Ринок світлих нафтопродуктів активно трансформується. Швидкість розбудови альтернативних каналів постачання напряму залежить від правильних транспортно-технологічних рішень.

Одразу виникли проблеми з наявним рухомих складом: як на залізниці, так й на автотранспорті. Українські аграрії ще у 2002 році запропонували один з можливих варіантів вирішення цієї проблеми. Аграрії відвантажують на експорт достатньо великі партії зернових вантажів та рослинні олії у двадцятифутових контейнерах (TEU, twenty-foot equivalent unit) вантажівками та залізницею. Натомість на зворотному шляху зазвичай контейнери їдуть без вантажу – порожні. Цілком реально на зворотному шляху використовувати спеціальні багаторазові флексі-танки для перевезення дизельного палива в Україну [11].

Флексі-танки є на транспортному ринку вже давно, і хоча їх використання можна простежити ще з середини 1970-тих років, вони були дуже дорогими та позиціонувалися як багаторазові. Зпатентував флексі-танк алжирський винароб



Рис. 4. Підготовка спеціального флексі-танку для транспортування дизельного палива

Джерело: [13]

Андре Лабаронн, якій успішно впроваджував цей винахід у сільському господарстві [11].

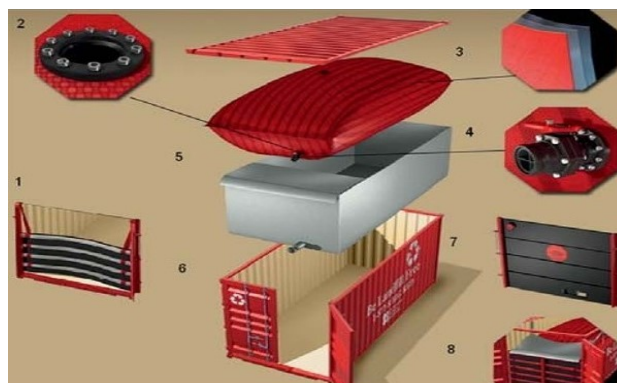
На початку 1990-тих років їх замінили на ті, що виготовлені з термопластику, що призвело до падіння цін. Однак суттєвого розширення ринку не спостерігалось до 2001 року, коли обсяг постачання становив близько 5000 одиниць на рік. Сьогодні на ринок вийшли новіші та дешевші флексі-танки, виготовлені з кількох шарів поліетилену, і вони зробили революцію у способі транспортування рідин. Сьогодні у флексі-танках перевозиться широкий асортимент вантажів: рослинні олії, вода, віск, миючі засоби, тваринний жир, вино, друкарська фарба, фруктові концентрати, підсолоджувачі та мастильні матеріали тощо.

Також ще на початку 60-тих років минулого століття американські військові почали використовувати флексі-танки для зберігання та перевезення дизельного палива. Модель організації перевезення полягає в наступному. Флексі-танк являє собою м'який контейнер, який є можливість розмістити на різних засобах транспортування, це може бути: або металевий двадцятифутовий контейнер, або міцний кузов вантажівки, або платформа. Він може вміщати значний об'єм рідини, при цьому, у складеному вигляді зазвичай займає до 2% від обсягу, який може вміщати. Так, наприклад, у один TEU вміщується флексі-танк обсягом до 20 м<sup>3</sup> дизпалива, а у складеному вигляді він становить лише близько 0,3 м<sup>3</sup> і може перевозитися для використання на зворотному шляху.

Флексі-танк (flexi-tank або flexible-tank) на українському ринку представлений, як правило, імпортними виробами одноразового застосування, ціна яких коливається в межах 500 доларів. Одноразові флексі-танки зроблені з поліетилену або поліаміду та призначені для одноразового використання для перевезення безпечних наливних вантажів (рис. 5).

На відміну від традиційного флексі-танку для зберігання та транспортування небезпечних вантажів, до яких відноситься у тому числі дизпаливо, мають застосовуватися багаторазові спеціальні флексі-танки. На світовому ринку існує низка компаній, що спеціалізуються на виготовленні саме багаторазових флексі-танків. Ціна флексі-танку в цьому випадку буде вищою, проте вартість експлуатації флексі-танків зрештою буде нижчою через багаторазове використання. Відмінна риса такої продукції полягає в тому, що виготовляються флексі-танки зі спеціального полімерного матеріалу, пристосованого для багаторазового застосування та стійкого практично

до будь-яких рідин, зокрема (і це одна з головних особливостей) – це ємності та резервуари для зберігання та транспортування нафти та рідких нафтопродуктів.



**Рис. 5. Конструкція традиційного флексі-танку:**  
 1 – перегородка з увігнутими балками (partition with concave beams); 2 – 3-дюймовий фланець (3-inch flange); 3 – багат шаровий матеріал (multilayer material); 4 – 3-дюймовий завантажувальний клапан (3-inch loading valve); 5 – резервуар (reservoir); 6 – 20-футовий контейнер (20ft container); 7 – жорстка перегородка (rigid septum); 8 – перегородка з прямими балками (partition with straight beams)

В цілому характерні особливості спеціальних флексі-танків для небезпечних вантажів наведені на рис. 6.



**Рис. 6. Відмінні особливості флексі-танків для небезпечних вантажів**

*Джерело: розроблено авторами*

Треба зазначити, що ціна флексі-танку визначається його типом залежно від призначення продукції, що перевозиться, кількістю міцніших захисних шарів, розміром, і не перевищує вартість традиційної тари для відповідного обсягу. Стандартна місткість флексі-танків від 10000 до 24000 літрів, вага рідкого вантажу, як відомо, залежить від його щільності, а також від обмежень за вагою у пунктах відправлення та призначення. Проте існують й нестандартні розміри флексі-танків

від 100 л до 300000 л (рис. 7). Розміри відповідно коливаються від 300x300x300 мм для 100 л – до 2400x1500x1500 мм для 300 000 л [13].



Рис. 7. Засоби застосування нестандартних спеціалізованих флексі-танків

Джерело: [13]

Світова практика довела, що флексі-танки є більш економічним рішенням, ніж танк-контейнери, діжки, ІВС (єврокуби) або цистерни (табл. 1). Як очевидно з табл. 1, для навантаження 1 м<sup>3</sup> флексі-танку потрібно менше часу, ніж для навантаження того ж обсягу, наприклад, цистерни, а отже потрібно менше часу для роботи перекачувального насоса та операторів, відповідно знижуються витрати на електроенергію та оплату роботи операторів. Використовуючи флексі-танки, знижуються витрати з транспортування та оренди обладнання, не потрібно платити за повернення танк-контейнеру або цистерни, відсутня необхідність у очищенні флексі-танку після вивантаження.

Треба визначити, що у флексі-танків є також й недоліки: для завантаження потрібні насоси, флексі-танки не можна застосовувати у рефрижераторних контейнерах. Але попри це, флексі-танки

є вигідною альтернативою діжкам, ІВС, танк-контейнерам, цистернам, особливо в умовах дефіциту останніх. Широке застосування цих технологій скорочує час та витрати вантажовласників.

Звісно, для таких перевезень мають бути виконані відповідні умови безпеки:

- проходження відповідного навчання водіями з отриманням свідоцтва,
- доукомплектування автомобіля засобами пожежогасіння та іншим спорядженням згідно вимог,
- періодична перевірка цілісності та ступеня зносу флексі-танків,
- використання дублюючих шарів для уникнення розливу палива за межі контейнера, кузова автомобіля, тощо.

Тим не менше, таке рішення суттєво знизить вартість перевезень, завантаженість доріг та дефіцит постачань дизпалива в Україну. Головна перевага такої технології – це можливість везти дизельне паливо прямо з точок відправки без перевантаження, тобто у мультимодальному сполученні.

Але наразі в Україні та Європейському Союзі такий тип транспортування недостатньо врегульований та, відповідно, широко не вважається дозволеним, адже дизпаливо відноситься до небезпечних вантажів (з низьким ступенем небезпеки), перевезення яких має окреме регулювання.

В той час перевезення дизпалива у флексі-танках дозволено в Австралії та країнах Південноафриканського співтовариства розвитку (SADC, Southern African Development Community) за спецдозволами для добувної промисловості і сільського господарства як в стандартних контейнерах, так і в кузовах зерновозів з подвійним (дублюючим) шаром для таких флексі-танків. Зберігання дизпалива в флексі-танках також доволі поширене в Канаді у сільськогосподарській та добувній галузях.

Таблиця 1

Порівняння витрат часу на завантаження флексі-танку, ІВС (у 1 TEU), діжок (у 1 TEU), танк-контейнеру та цистерни

№ з/п	Показник	Флексі-танк	ІВС (єврокуб)	Діжки	Танк-контейнер	Цистерна
1.	Кількість вантажних місць на стандартний ISO контейнер, одиниць	1	20	85	-	-
2.	Місткість в 1 вантажному місці, м <sup>3</sup>	24	1	0,216	24	70
3.	Загальна місткість, м <sup>3</sup>	24	20	18,36	24	70
4.	Час на завантаження, хвилини	30	120	120	30	120
5.	Час на завантаження на 1 м <sup>3</sup> , хвилини	1,25	6,0	6,5	1,25	1,72

Джерело: розроблено авторами

Виробництвом та постачанням спеціальних флексі-танків для транспортування та зберігання дизпалива займаються декілька підприємств зі значним досвідом, що мають відповідні сертифікати на свою продукцію – FTS Flexitanks systems (ПАР), Musthane (Франція), Wiefferink (Нідерланди) та інші [13-15]. Тобто є певний досвід їх ефективного виробництва та застосування.

Для вирішення завдання формування пріоритетного варіанту інфраструктурного каркасу схем доставки дизпалива можуть застосовуватися різні методи: як неформалізовані, так й формалізовані та слабо формалізовані. У попередньому дослідженні нами запропонований алгоритм моделювання інфраструктурного каркасу схем доставки вантажів, який передбачає використання певної послідовності комплексу різноманітних методів [10]. Запропонований алгоритм передбачає послідовність таких етапів:

1. На етапі постановки задачі дослідження, тобто формування можливих варіантів інфраструктурного каркасу схем доставки вантажів пропонується застосування неформалізованих методів (наприклад, морфологічного методу або методу колективної генерації ідей), а також формалізованих методів (наприклад, методів статистичного аналізу). Саме на цьому етапі доводиться необхідність застосування спеціалізованих флексі-танків для транспортування дизпалива та формуються можливі варіанти інфраструктурного

каркасу схеми доставки імпортного дизельного палива в Україну.

2. На етапі оптимізації, тобто вибору пріоритетного варіанту інфраструктурного каркасу схем доставки вантажів доцільно застосовувати формалізовані методи, до яких в першу чергу відносять методи дослідження операцій (методи математичного програмування: лінійного, цілочислового та динамічного програмування), а також слабо формалізовані методи (наприклад, методи мережевого планування та елементи теорії графів).

3. На етапі аналізу оптимального варіанту інфраструктурного каркасу схем доставки вантажів пропонується застосування емпіричних методів, а саме, практична оцінка адекватності отриманого результату.

Запропонований алгоритм може бути застосований й у даному випадку для формування інфраструктурного каркасу схеми доставки дизельного палива.

**Висновки.** Сучасні умови потребують ефективних транспортно-технологічних рішень щодо обґрунтування варіантів схем доставки нафтопродуктів в Україну, зокрема дизельного палива. Доведені можливість та переваги застосування спеціалізованих багаторазових флексі-танків для транспортування дизпалива у контейнерах. Запропонований алгоритм формування інфраструктурного каркасу схем доставки дизельного палива, який передбачає використання комплексу різноманітних методів.

#### Список літератури:

1. Донець Д.М., Таранський І.П., Рикованова І.С. Виклики глобального ринку нафтопродуктів та їх вплив на національну безпеку: перспективи та ризики. *Академічні візії*, №2 (2024). – С.1-12
2. Кузьо Н.С., Косар Н.С. Тренди ринку світлих нафтопродуктів України та перспективи енергетичної безпеки у цій сфері. *Економіка та право*, №2 (2023). – С. 60-70 (DOI <https://doi.org/10.15407/econlaw.2023.02.060>)
3. Куюн Сергій. Чи буде Україна з пальним взимку? URL: [https://enkorr.ua/ru/publications/chi\\_bude\\_ukrana\\_z\\_palnim\\_uzimku/255793](https://enkorr.ua/ru/publications/chi_bude_ukrana_z_palnim_uzimku/255793) (дата звернення 26.07.2024)
4. Куюн Сергій. Паливний ринок: що і чому змінилося? URL: <https://zn.ua/ukr/energetics/palivnij-rinok-shcho-i-chomu-zminilosja.html> (дата звернення 26.07.2024)
5. Колотвін Р.Ю., Харчук О.Г. Сучасні підходи до вирішення логістичних проблем імпорту палива в Україні в період воєнного часу. *Зб. наук. праць науково-практичної конференції «Логістика та транспорт»*, м. Дніпро, 6-7 жовтня 2023 р. – С.31-34
6. Коробкова О.М., Павловська Л.А., Шпак Н.Г. Моделювання логістичних витрат в ланцюгах поставок зовнішньоторговельних вантажів. *Розвиток транспорту: Зб. наук. праць ОНМУ*, № 2(17) (2023). – С.133-142 (DOI <https://doi.org/10.33082/td.2023.2-17.11>)
7. Korobkova O., Pavlovska L., Shpak N. Improvement of the interaction algorithm of participants during customs and logistics service of cargo. *Зб. наук. праць УкрДУЗТ*, вип. 203 (2023) – С.88-95
8. Коробкова О.М. Логістична діяльність підприємств в умовах воєнного стану. *Actual problems of modern science*. 2023. №4. – С.457-459
9. Olga Gonchar, Anatoliy Kholodenko, Nataliia Shpak "Optimization of Specific Custom Tariffs in the International Economic System" 13th International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT 2023, Wrocław, Poland, September 21-23, 2023. IEEE 2023, ISBN 979-8-3503-1167-9 (DOI: 10.1109/ACIT58437.2023.10275368) (індексація в SCOPUS)

10. Павловська Л.А., Кириллова О.В., Коробкова О.М., Шпак Н.Г. Особливості моделювання інфраструктурного каркасу схем доставки вантажів у сучасних умовах. *Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського*, серія: технічні науки, Том 34 (73) № 2 (2023). – С.172-179 (DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2023.2.2/29>)
11. Перевозка дизтоплива во флекси-танках: за и против. URL: <https://usm.media/perevozka-diztopлива-во-флекситанках-за-и-против/> (дата звернення 26.07.2024)
12. Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 28.07.2024)
13. Fuel Bladder Tanks In Africa URL: <https://flexitanksystems.co.za/fuel-bladder-tanks/> (дата звернення 01.08.2024)
14. Офіційний сайт компанії Musthane. URL: <https://www.musthane.com/our-solutions/fuel-bladder/fuel-bladders/> (дата звернення 01.08.2024)
15. Офіційний сайт компанії Wiefferink. URL: <https://wiefferink.nl/en/flexitank-engels/> (дата звернення 01.08.2024)

**Pavlovska L.A., Korobkova O.M., Shpak N.G. FORMATION OF THE INFRASTRUCTURE FRAMEWORK OF THE DIESEL FUEL DELIVERY SCHEME IN FLEXI-TANKS UNDER THE CONDITIONS OF MARTIAL LAW**

*The article examines the peculiarities and main infrastructural problems of the import of petroleum products into Ukraine during the period of martial law, in particular, the problems of importing diesel fuel as the main component of the country's economic and energy security.*

*On the basis of statistical data, the structural geographical and transport-logistic transformation of cargo flows of diesel fuel has been proven. As a result of known reasons, researched cargo flows changed their orientation from the eastern to the western borders of Ukraine, and the volumes of cargo lots also decreased significantly. All this has led to the need to transport diesel fuel in small consignments on fairly short logistical shoulders by road and rail transport. The change in the components of the infrastructural framework of diesel fuel delivery schemes led to a shortage of vehicles and, as a result, to the need to find more efficient methods of transportation.*

*Ukrainian farmers proposed the idea of using special flexi-tanks for diesel fuel transportation. This idea was taken as a basis and received further theoretical development. A brief historical overview of this issue is presented, the design features of the traditional flexi-tank and the experience of its use are considered. An analysis of the global practice of production and use of specialized flexi-tanks for the transportation of dangerous goods, in particular diesel fuel, was carried out. The main distinguishing features of reusable flexi-tanks are clearly presented. There were systematized comparative characteristics of flexi-tanks, IBC, tubs, tank-containers and tanks. The main safety conditions for the transportation of diesel fuel in this way are considered.*

*The proposed algorithm for forming the infrastructural framework of diesel fuel delivery schemes, which involves the use of a certain sequence of a complex of various methods – informal, formalized and weakly formalized.*

**Key words:** *formation, infrastructure framework, delivery scheme, diesel fuel in containers, flexi-tank, transformation.*