

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Факультет економіки та екології моря
Кафедра екології та природоохоронних технологій

«Допущений до захисту»
Завідувач кафедри



Г.Г. Трохименко
“06” 06. 2026 р

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»
зі спеціальності 101 «Екологія»

на тему: **ОЦІНКА РИЗИКІВ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО
СЕРЕДОВИЩА ПІД ЧАС ТРАНСПОРТУВАННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР
І РОСЛИННИХ ОЛІЙ ЗА СТАНДАРТАМИ FOSFA**

Виконав: студент 4271 групи



Калініна А.В.

(підпис)

Керівник роботи: доцент кафедри
екології та та ПТ, к.т.н, доцент



Ремешевська І. В.

(підпис)

Консультант роботи: старший
викладач кафедри екології та ПТ



Гурець Н.В.

(підпис)

Миколаїв – 2026 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Факультет економіки та екології моря
Кафедра екології та природоохоронних технологій
Спеціальність 101 «Екологія»
Освітня програма Екологія та охорона навколишнього середовища

ЗАТВЕРДЖУЮ
Гарант освітньої програми



Н.І. Магась
“30” 03. 2026 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

Студентці Калініна Анастасія Володимирівна
(Прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Оцінка ризиків забруднення навколишнього середовища під час транспортування олійних культур і рослинних олій за стандартами FOSFA
Керівник роботи канд. техн наук, доцент Ремешевська І. В.
Затверджені наказом ректора No 287уч від «22» 04 2026 року
2. Термін подання роботи: 06. 06. 2026 р
3. Вихідні дані по роботі: літературні та наукові джерела інформації, законодавча база України, Міжнародні стандарти, Директиви, статистичні данні
4. Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів) Розділ 1. Теоретичні основи безпеки при транспортуванні олійних культур та рослинних олій. Розділ 2. Аналіз стандартів FOSFA щодо безпеки транспортування олійних вантажів. Розділ 3. Оцінка ризиків забруднення навколишнього середовища при транспортуванні олійних культур та рослинних олій. Розділ 4. Шляхи мінімізації екологічних ризиків при транспортуванні олійних вантажів. Розділ 5. Охорона праці під час транспортування олійних культур та рослинних олій.
5. Перелік презентаційних матеріалів: Мета та завдання бакалаврської роботи; Характеристика основних зернових культур як об'єктів транспортування; Основні фізико-механічні властивості зернових вантажів та їх вплив на транспортування; Нормативно-правове регулювання екологічної безпеки перевезення зерна; Структура і основні функції Міжнародної асоціації торгівлі зерном та кормами ; Вимоги стандартів Міжнародної асоціації торгівлі зерном та кормами до зернових вантажів; Технічні та екологічні вимоги FOSFA до транспортування вантажів; Порівняльна характеристика міжнародних стандартів GAFTA та FOSFA у сфері контролю якості та безпеки аграрних вантажів; Екологічна оцінка перевезення зернових вантажів; Зведена характеристика екологічних ризиків та показників впливу при транспортуванні зернових вантажів; Перспективні напрями розвитку екологічно безпечної логістики зернових вантажів в Україні; Висновки.

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	завдання видав	завдання прийняв
P5	Маринець О. М.		

2.1.1. Дата видачі завдання 30.03.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
P1	Теоретичні основи безпеки при транспортуванні олійних культур та рослинних олій	06.06.2026	
P2	Аналіз стандартів FOSFA щодо безпеки транспортування олійних вантажів	06.06.2026	
P3	Оцінка ризиків забруднення навколишнього середовища при транспортуванні олійних культур та рослинних олій	06.06.2026	
P4	Шляхи мінімізації екологічних ризиків при транспортуванні олійних вантажів	06.06.2026	
P5	Охорона праці під час транспортування олійних культур та рослинних олій	06.06.2026	

Студент  А. В. Калініна
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи  І. В. Ремешевська
(підпис) (прізвище та ініціали)

Консультант роботи  Н.В. Гурець
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

на бакалаврську роботу за темою «Оцінка ризиків забруднення навколишнього середовища під час транспортування олійних культур і рослинних олій за стандартами FOSFA»

Калініна А.В.

Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр» зі спеціальності 101 «Екологія» – Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова. – Миколаїв. – 2026.

Випускна кваліфікаційна робота присвячена оцінці ризиків забруднення навколишнього середовища під час транспортування олійних культур і рослинних олій відповідно до стандартів FOSFA, аналізу нормативно-правового регулювання та міжнародних вимог до екологічної безпеки таких вантажів, а також розробці шляхів мінімізації екологічних ризиків у ланцюгах постачання.

У першому розділі роботи розглянуто теоретичні основи екологічної безпеки при транспортуванні олійних культур та рослинних олій, охарактеризовано фізико-хімічні властивості вантажів, визначено основні екологічні небезпеки та проаналізовано джерела виникнення ризиків, а також нормативно-правове регулювання на міжнародному та національному рівнях.

У другому розділі проаналізовано діяльність та стандарти FOSFA, зокрема контракти, технічні вимоги до транспортування, правила очищення танків, систему контролю якості та безпеки, а також порівняно їх із вимогами ІМО, ISO та європейськими екологічними стандартами.

Третій розділ присвячено оцінці ризиків забруднення навколишнього середовища: розглянуто методику оцінки екологічних ризиків, проаналізовано аварійні ситуації, визначено вплив транспортування на атмосферне повітря, водне середовище, ґрунти та біорізноманіття, а також проведено розрахунок рівня екологічного ризику при морських перевезеннях і портовій логістиці.

У четвертому розділі розроблено шляхи мінімізації екологічних ризиків, запропоновано заходи щодо вдосконалення екологічного контролю, запобігання забрудненню, адаптацію вимог FOSFA в Україні, а також оцінено економічну ефективність екологічних заходів та окреслено перспективи розвитку екологічно безпечного транспортування аграрних вантажів.

У п'ятому розділі розглянуто питання охорони праці при транспортуванні олійних вантажів

За результатами дослідження проведено комплексну оцінку екологічних ризиків транспортування олійних вантажів за стандартами FOSFA, обґрунтовано пріоритетні напрями мінімізації негативного впливу на довкілля та запропоновано практичні рекомендації щодо підвищення екологічної безпеки перевезень в Україні.

Ключові слова: екологічні ризики, транспортування олійних культур, рослинні олії, стандарти FOSFA, морські перевезення, оцінка ризиків.

ABSTRACT

for the Bachelor's Qualification Thesis on the topic:
“Assessment of environmental pollution risks during transportation of oilseeds and vegetable oils according to FOSFA standards”

Kalinina A.

Qualification thesis for obtaining the Bachelor's degree in Specialty 101 “Ecology”
– Admiral Makarov National University of Shipbuilding. – Mykolaiv. – 2026.

The final qualification work is devoted to the assessment of environmental pollution risks during the transportation of oilseeds and vegetable oils in accordance with FOSFA standards, the analysis of regulatory and legal regulations and international requirements for the environmental safety of such cargoes, as well as the development of ways to minimize environmental risks in supply chains.

The first section of the work examines the theoretical foundations of environmental safety during the transportation of oilseeds and vegetable oils, characterizes the physicochemical properties of cargoes, identifies the main environmental hazards and analyzes the sources of risk, as well as regulatory and legal regulations at the international and national levels.

The second section analyzes the activities and standards of FOSFA, in particular contracts, technical requirements for transportation, tank cleaning rules, permissible and prohibited previous cargoes, the quality and safety control system, and compares them with the requirements of IMO, ISO, Codex Alimentarius and European environmental standards.

The third section is devoted to the assessment of environmental pollution risks: the methodology for assessing environmental risks is considered, emergency situations are analyzed, the impact of transportation on atmospheric air, water environment, soils and biodiversity is determined, and the level of environmental risk in maritime transportation and port logistics is calculated.

The fourth section develops ways to minimize environmental risks, proposes measures to improve environmental control, prevent pollution, adapt FOSFA requirements in Ukraine, and also assesses the economic efficiency of environmental measures and outlines the prospects for the development of environmentally safe transportation of agricultural cargoes.

The fifth section examines the issue of occupational safety during the transportation of oil cargoes.

According to the results of the study, a comprehensive assessment of the environmental risks of transporting oil cargoes according to FOSFA standards was conducted, priority areas for minimizing negative environmental impact were substantiated, and practical recommendations were proposed for increasing the environmental safety of transportation in Ukraine.

Keywords: environmental risks, transportation of oilseeds, vegetable oils, FOSFA standards, maritime transportation, risk assessment, environmental safety.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	4
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР ТА РОСЛИННИХ ОЛІЙ....	11
1.1. Загальна характеристика олійних культур і рослинних олій як вантажів.....	11
1.2. Основні екологічні небезпеки під час транспортування.....	13
1.3. Джерела виникнення екологічних ризиків.....	16
1.4. Нормативно-правове регулювання екологічної безпеки перевезень....	18
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СТАНДАРТІВ FOSFA ЩОДО БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТУВАННЯ ОЛІЙНИХ ВАНТАЖІВ.....	23
2.1. Загальна характеристика діяльності FOSFA.....	23
2.2. Контракти та технічні вимоги FOSFA.....	25
2.3. Вимоги FOSFA до суден та резервуарів.....	27
2.4. Система контролю якості та безпеки FOSFA.....	28
2.5. Аналіз міжнародних екологічних вимог до перевезення олійних вантажів.....	30
РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА РИЗИКІВ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР І РОСЛИННИХ ОЛІЙ.....	33
3.1. Методика оцінки екологічних ризиків.....	33
3.2. Аналіз основних аварійних ситуацій.....	35
3.3. Оцінка впливу транспортування на компоненти довкілля.....	37
3.4. Аналіз екологічних ризиків при морських перевезеннях.....	41
3.5. Розрахунок рівня екологічного ризику.....	42
РОЗДІЛ 4. ШЛЯХИ МІНІМІЗАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ОЛІЙНИХ ВАНТАЖІВ.....	48
4.1. Вдосконалення екологічного контролю перевезень.....	48
4.2. Заходи щодо запобігання забрудненню довкілля.....	49
4.3. Впровадження міжнародних стандартів в Україні.....	51
4.4. Економічна ефективність екологічних заходів.....	53

4.5. Перспективи розвитку екологічно безпечного транспортування аграрних вантажів.....	54
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ПІД ЧАС ТРАНСПОРТУВАННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР ТА РОСЛИННИХ ОЛІЙ.....	56
5.1. Загальна характеристика умов праці під час транспортування олійних вантажів.....	56
5.2. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів.....	57
5.3. Безпека під час навантажувально-розвантажувальних робіт.....	60
5.4. Заходи щодо захисту працівників від шкідливих виробничих факторів.....	61
ВИСНОВКИ.....	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	69

ВСТУП

В умовах розвитку міжнародної торгівлі аграрною продукцією особливого значення набуває забезпечення екологічної безпеки транспортно-логістичних процесів. Україна є одним із провідних світових виробників та експортерів олійних культур і продуктів їх переробки, зокрема соняшникової, соєвої та ріпакової олії. Значна частина цих вантажів транспортується автомобільним, залізничним та морським транспортом як на внутрішньому, так і на міжнародному рівнях. Водночас процеси перевезення, перевантаження та зберігання олійних культур і рослинних олій супроводжуються виникненням низки екологічних ризиків, пов'язаних із можливими розливами продукції, забрудненням атмосферного повітря, водних об'єктів і ґрунтів, утворенням відходів та негативним впливом на природні екосистеми.

Особливої актуальності питання екологічної безпеки набувають під час міжнародних перевезень, де важливу роль відіграє дотримання вимог міжнародних організацій та галузевих стандартів. Однією з провідних організацій у сфері регулювання торгівлі та транспортування олійних культур, рослинних олій і жирів є Федерація асоціацій торгівлі оліями, насінням та жирами (FOSFA). Стандарти FOSFA встановлюють вимоги до технічного стану транспортних засобів, умов перевезення, очищення резервуарів, контролю якості вантажів та запобігання їх забрудненню. Виконання цих вимог сприяє не лише збереженню якості продукції, але й зниженню екологічних ризиків, пов'язаних із транспортуванням аграрних вантажів.

Незважаючи на значну кількість наукових досліджень, присвячених питанням екологічної безпеки транспортних процесів, проблема оцінки ризиків забруднення навколишнього середовища під час транспортування олійних культур і рослинних олій відповідно до міжнародних стандартів залишається актуальною. Особливої уваги потребує аналіз потенційних джерел екологічної небезпеки, оцінка можливих наслідків аварійних ситуацій та розроблення ефективних заходів щодо їх попередження.

Метою бакалаврської роботи є оцінка ризиків забруднення навколишнього середовища під час транспортування олійних культур і рослинних олій відповідно до вимог стандартів FOSFA та розроблення рекомендацій щодо зниження негативного впливу транспортно-логістичних процесів на довкілля.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- дослідити теоретичні основи екологічної безпеки під час транспортування олійних культур та рослинних олій;
- проаналізувати основні джерела екологічних ризиків, що виникають під час перевезення олійних вантажів;
- розглянути нормативно-правові та міжнародні вимоги щодо забезпечення екологічної безпеки транспортних процесів;
- дослідити діяльність FOSFA та її роль у забезпеченні безпечного транспортування аграрної продукції;
- проаналізувати технічні та екологічні вимоги стандартів FOSFA до транспортних засобів, резервуарів та логістичних операцій;
- провести оцінку екологічних ризиків забруднення навколишнього середовища під час транспортування олійних культур і рослинних олій;
- виконати аналіз можливих аварійних ситуацій та їх впливу на компоненти довкілля;
- визначити шляхи мінімізації екологічних ризиків і підвищення екологічної безпеки перевезень відповідно до міжнародних стандартів.

Об'єктом дослідження є процес транспортування олійних культур і рослинних олій у системі міжнародної аграрної логістики.

Предметом дослідження є екологічні ризики забруднення навколишнього середовища, що виникають під час транспортування олійних вантажів, а також механізми їх оцінювання та мінімізації відповідно до стандартів FOSFA.

У роботі використано комплекс загальнонаукових та спеціальних методів дослідження, зокрема методи аналізу і синтезу, порівняльного аналізу,

системного підходу, статистичної обробки даних, оцінювання екологічних ризиків, узагальнення наукових джерел і нормативно-правових документів. Для визначення рівня екологічної небезпеки застосовано методи ідентифікації ризиків, аналізу ймовірності виникнення аварійних ситуацій та оцінювання можливих екологічних наслідків.

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості використання запропонованих підходів до оцінювання екологічних ризиків під час транспортування олійних культур і рослинних олій підприємствами аграрного та транспортного секторів. Результати дослідження можуть бути використані для вдосконалення системи екологічного контролю, підвищення рівня екологічної безпеки логістичних процесів, запобігання аварійним ситуаціям та гармонізації національної практики перевезень із міжнародними стандартами FOSFA.

Структура бакалаврської роботи зумовлена метою та завданнями дослідження. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел. У першому розділі розглянуто теоретичні основи екологічної безпеки під час транспортування олійних культур і рослинних олій. Другий розділ присвячено аналізу стандартів FOSFA та їх ролі у забезпеченні безпеки перевезень. У третьому розділі проведено оцінку екологічних ризиків забруднення навколишнього середовища під час транспортування олійних вантажів. У четвертому розділі запропоновано заходи щодо мінімізації екологічних ризиків та перспективи впровадження міжнародних стандартів у практику транспортно-логістичної діяльності в Україні.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР ТА РОСЛИННИХ ОЛІЙ

1.1. Загальна характеристика олійних культур і рослинних олій як вантажів

Олійні культури та продукти їх переробки є одними з найважливіших видів аграрної продукції у світовій економіці. Вони широко використовуються у харчовій промисловості, виробництві кормів, біопалива, фармацевтичній та хімічній галузях. До основних олійних культур належать соняшник, ріпак, соя, льон, арахіс, кунжут, кукурудза, гірчиця та інші культури, які містять значну кількість рослинних жирів. Особливе місце серед них займає соняшник, оскільки Україна є одним із найбільших виробників та експортерів соняшникової олії у світі [16, 17]. Значні обсяги експорту олійних культур і рослинних олій обумовлюють необхідність організації безпечного, якісного та екологічно контрольованого транспортування.

Олійні культури належать до сипучих аграрних вантажів, які транспортуються автомобільним, залізничним та морським транспортом. Рослинні олії відносяться до наливних харчових вантажів і перевозяться у спеціалізованих цистернах, танк-контейнерах або морських танкерах. Під час транспортування важливе значення мають фізико-хімічні властивості вантажів, які впливають на умови їх зберігання, перевезення та екологічну безпеку.

Олійні культури характеризуються високим вмістом жирів, органічних речовин та природної вологи. Такі вантажі є біологічно активними, тому під час транспортування можуть відбуватися процеси самозігрівання, окиснення жирів, утворення плісняви та розвиток мікроорганізмів. Особливо небезпечним є перевищення допустимого рівня вологості, оскільки це призводить до псування продукції та погіршення її якості. У процесі самозігрівання температура вантажу може значно підвищуватися, що створює

ризик виникнення осередків займання або пожежі у складських приміщеннях, трюмах суден чи транспортних ємностях.

Під час перевезення сипучих олійних культур виникає проблема утворення пилу. Дрібнодисперсні частинки утворюються під час навантаження, перевантаження та вивантаження продукції. Пилові викиди забруднюють атмосферне повітря, погіршують умови праці персоналу та можуть викликати професійні захворювання органів дихання. Крім того, пил органічного походження здатний утворювати вибухонебезпечні суміші у замкнених просторах, що підвищує ризик аварійних ситуацій.

Рослинні олії мають свої особливості як наливні вантажі. Вони чутливі до впливу температури, світла, залишків попередніх вантажів та забруднення сторонніми речовинами. При порушенні умов транспортування може змінюватися хімічний склад олії, погіршуватися її органолептичні показники, підвищуватися кислотність та утворюватися небезпечні продукти окиснення. Для забезпечення якості продукції необхідно дотримуватися санітарних вимог до резервуарів та транспортних ємностей, підтримувати відповідний температурний режим та контролювати герметичність обладнання [31-35].

Особливо важливим аспектом є контроль попередніх вантажів, які перевозилися у транспортних резервуарах. Якщо перед транспортуванням рослинної олії у цистернах або танках знаходилися токсичні чи хімічно небезпечні речовини, це може призвести до забруднення продукції та створити ризик для здоров'я людей. Саме тому міжнародна організація FOSFA встановлює перелік дозволених і заборонених попередніх вантажів, а також регламентує процедури очищення та інспекції резервуарів.

Транспортування олійних культур і рослинних олій здійснюється різними видами транспорту. Автомобільний транспорт забезпечує оперативність доставки на короткі відстані, однак супроводжується викидами забруднюючих речовин в атмосферу та ризиком втрат вантажу під час руху. Залізничний транспорт є більш економічним і екологічно безпечним для масових перевезень, проте потребує розвиненої інфраструктури та

спеціалізованих вагонів. Морський транспорт використовується для міжнародної торгівлі великими партіями продукції та забезпечує найнижчу собівартість перевезень, однак у разі аварій створює значну екологічну небезпеку для морських екосистем.

Міжнародна федерація асоціацій торгівлі оліями, насінням та жирами FOSFA (Federation of Oils, Seeds and Fats Associations) [1-5]. відіграє важливу роль у забезпеченні безпечного транспортування аграрних вантажів. Організація розробляє стандарти якості, вимоги до перевезення, умови контрактів, процедури відбору проб та правила інспекції вантажів. Дотримання стандартів FOSFA дозволяє мінімізувати ризики забруднення продукції, забезпечити екологічну безпеку перевезень та підтримувати міжнародний рівень якості аграрної продукції.

Таким чином, олійні культури та рослинні олії є специфічними вантажами, транспортування яких потребує суворого дотримання технологічних, санітарних та екологічних вимог. Врахування фізико-хімічних властивостей продукції, контроль умов перевезення та дотримання міжнародних стандартів є необхідними умовами забезпечення екологічної безпеки та збереження якості вантажів.

1.2. Основні екологічні небезпеки під час транспортування

Транспортування олійних культур і рослинних олій є складним технологічним процесом, який супроводжується значною кількістю екологічних ризиків. Негативний вплив на навколишнє середовище може виникати на всіх етапах логістичного ланцюга: під час навантаження, перевезення, перевантаження, зберігання та розвантаження продукції. Основними компонентами довкілля, які зазнають впливу, є атмосферне повітря, водні ресурси, ґрунти та біологічні екосистеми [29, 32-35].

Однією з найпоширеніших екологічних проблем є забруднення атмосферного повітря пиловими викидами. Під час перевантаження сипучих олійних культур утворюється значна кількість органічного пилу, який

поширюється у повітрі та осідає на прилеглих територіях. Найбільші обсяги пилових викидів спостерігаються у портових терміналах, на елеваторах, зернових складах та залізничних вузлах. Органічний пил може містити залишки пестицидів, мікроорганізми, грибкові спори та інші небезпечні компоненти. Потрапляння таких частинок до організму людини здатне викликати алергічні реакції, захворювання дихальної системи та професійні хвороби працівників.

Дрібнодисперсний пил також створює небезпеку виникнення вибухів. У закритих приміщеннях або транспортних ємностях при накопиченні пилу та наявності джерела займання можуть утворюватися вибухонебезпечні пилоповітряні суміші. Саме тому на об'єктах перевантаження олійних культур необхідно застосовувати системи аспірації, вентиляції та пилопригнічення.

Важливою екологічною небезпекою є розливи рослинних олій. Потрапляння олії у ґрунт або водойми призводить до значного порушення екологічної рівноваги. На поверхні води утворюється масляна плівка, яка перешкоджає проникненню кисню та сонячного світла у водне середовище. Це негативно впливає на водні організми, порушує процеси фотосинтезу та може спричиняти загибель риби, планктону й інших біологічних ресурсів.

Особливо небезпечними є аварії під час морського транспортування рослинних олій. У разі пошкодження танкерів або порушення герметичності резервуарів відбувається масштабне забруднення морських акваторій. Наслідками таких аварій є погіршення якості води, забруднення берегової лінії та знищення морських екосистем. Ліквідація наслідків розливів потребує значних фінансових витрат і тривалого часу.

Негативний вплив на довкілля здійснюють також транспортні засоби, які використовуються для перевезення аграрних вантажів. Автомобільний транспорт є джерелом викидів оксидів азоту, вуглецю, сірки та дрібнодисперсних частинок. Такі забруднюючі речовини сприяють розвитку парникового ефекту, кислотних дощів та погіршенню якості атмосферного

повітря. Морський транспорт додатково створює ризики забруднення водного середовища паливно-мастильними матеріалами та стічними водами.

Окрему небезпеку становлять порушення санітарних вимог до транспортних ємностей. Неналежне очищення резервуарів після перевезення попередніх вантажів може спричинити хімічне або біологічне забруднення рослинної олії. Особливо небезпечними є залишки токсичних речовин, пестицидів, нафтопродуктів або промислових хімікатів. У зв'язку з цим стандарти FOSFA встановлюють суворі вимоги до очищення цистерн, перевірки попередніх вантажів та проведення інспекцій.

Ще одним екологічним ризиком є утворення відходів у процесі транспортування. До таких відходів належать залишки продукції, забруднені пакувальні матеріали, стічні води після миття резервуарів, використані сорбенти для ліквідації розливів та інші матеріали. Неправильне поводження з такими відходами може призвести до вторинного забруднення навколишнього середовища.

Важливим фактором ризику є аварійні ситуації під час перевезення вантажів. Дорожньо-транспортні пригоди, пошкодження резервуарів, порушення технології перевантаження або помилки персоналу можуть спричинити масштабні екологічні наслідки. У зв'язку з цим важливе значення мають системи моніторингу, екологічного контролю, аварійного реагування та управління ризиками.

Таким чином, транспортування олійних культур і рослинних олій супроводжується комплексом екологічних небезпек, які потребують постійного контролю та впровадження сучасних природоохоронних заходів. Дотримання міжнародних стандартів FOSFA, використання сучасних технологій транспортування, систем моніторингу та екологічного менеджменту дозволяє значно знизити негативний вплив на довкілля та забезпечити безпечне перевезення аграрної продукції.

1.3. Джерела виникнення екологічних ризиків

Під час транспортування олійних культур і рослинних олій виникає значна кількість екологічних ризиків, які можуть призводити до забруднення навколишнього середовища, погіршення якості продукції та створення небезпеки для здоров'я населення [29, 33-35]. Джерела виникнення таких ризиків пов'язані як із технічними особливостями транспортування, так і з людським фактором, порушенням технологічних вимог та недотриманням міжнародних стандартів перевезення.

Одним із основних джерел екологічної небезпеки є витoki та розливи рослинних олій. Вони можуть виникати внаслідок пошкодження транспортних ємностей, порушення герметичності резервуарів, аварій транспортних засобів або помилок персоналу під час навантаження та розвантаження вантажів. Найбільш небезпечними є аварійні розливи під час морського транспортування, оскільки вони призводять до масштабного забруднення водних об'єктів і прибережних територій. Потрапляння рослинних олій у водойми створює на поверхні води щільну плівку, яка порушує кисневий обмін та негативно впливає на водні екосистеми.

У процесі перевезення сипучих олійних культур суттєвим джерелом екологічного ризику є втрати вантажу та утворення пилових викидів. Пил утворюється під час завантаження, перевантаження та розвантаження насіння соняшнику, ріпаку, сої та інших культур. Найбільші концентрації пилу виникають у портах, на елеваторах та зернових терміналах. Органічний пил забруднює атмосферне повітря, осідає на поверхні ґрунтів і водойм та може містити небезпечні домішки, включаючи залишки пестицидів, токсичних речовин і мікроорганізмів.

Важливим джерелом ризику є порушення температурного режиму під час транспортування та зберігання олійних культур. Через високий вміст жирів та органічних речовин насіння схильне до самозігрівання. При підвищеній вологості й недостатній вентиляції всередині вантажу активізуються біохімічні процеси, які призводять до утворення тепла. Це може

викликати псування продукції, утворення токсичних речовин, розвиток плісняви та навіть виникнення пожежі. Особливо небезпечними є великі партії вантажів, які транспортуються у закритих трюмах суден або вагонах без належного контролю температури.

Суттєвим фактором екологічного ризику є забруднення вантажів залишками попередніх продуктів, які перевозилися у транспортних ємностях. Якщо цистерни або резервуари були недостатньо очищені після транспортування хімічних речовин, нафтопродуктів або токсичних матеріалів, існує висока ймовірність забруднення рослинної олії. Таке забруднення може становити небезпеку не лише для довкілля, а й для здоров'я людей, оскільки рослинні олії використовуються у харчовій промисловості. Саме тому стандарти FOSFA регламентують перелік дозволених попередніх вантажів та встановлюють суворі вимоги до очищення резервуарів.

Окрему групу ризиків становлять технічні несправності транспортних засобів і обладнання. Пошкодження насосів, клапанів, трубопроводів, вентиляційних систем або запірної арматури може спричинити витoki продукції та аварійні ситуації. Неналежний технічний стан автомобілів, вагонів, суден або перевантажувального обладнання значно підвищує ризик забруднення навколишнього середовища.

Важливим джерелом екологічної небезпеки є людський фактор. Недостатня кваліфікація персоналу, порушення технологічних інструкцій, помилки під час навантаження та розвантаження, недотримання вимог безпеки можуть стати причиною аварій та екологічних інцидентів. У міжнародній практиці значна частина аварій при транспортуванні аграрних вантажів пов'язана саме з помилками операторів або порушенням процедур контролю.

Негативний вплив на довкілля створюють також транспортні засоби, які використовуються для перевезення вантажів. Автомобільний транспорт є джерелом викидів оксидів азоту, вуглецю, сірки та дрібнодисперсних частинок. Морський транспорт додатково спричиняє забруднення водного середовища паливно-мастильними матеріалами та стічними водами. При

використанні застарілої техніки рівень негативного впливу на довкілля значно зростає.

Ще одним джерелом ризику є утворення відходів у процесі транспортування. До них належать залишки вантажів, забруднені фільтри, використані сорбенти, матеріали для очищення резервуарів та промивні води. Неправильне поводження з такими відходами може призвести до вторинного забруднення ґрунтів і водойм.

Таким чином, джерела виникнення екологічних ризиків при транспортуванні олійних культур і рослинних олій мають комплексний характер і охоплюють технічні, технологічні, організаційні та природні фактори. Для мінімізації ризиків необхідне впровадження сучасних систем контролю, дотримання міжнародних стандартів FOSFA, підвищення кваліфікації персоналу та використання екологічно безпечних технологій перевезення.

1.4. Нормативно-правове регулювання екологічної безпеки перевезень

Забезпечення екологічної безпеки під час транспортування олійних культур і рослинних олій є важливим напрямом державної та міжнародної екологічної політики. Перевезення аграрної продукції супроводжується потенційними ризиками забруднення атмосферного повітря, ґрунтів, водних ресурсів та морського середовища, тому діяльність у цій сфері регулюється значною кількістю міжнародних і національних нормативно-правових актів.

Основу міжнародного регулювання становлять документи Міжнародної морської організації (IMO), Міжнародної організації зі стандартизації (ISO), Конвенції MARPOL, а також стандарти міжнародної федерації FOSFA. Важливе значення мають вимоги щодо безпечного перевезення харчових наливних вантажів, очищення транспортних ємностей, контролю попередніх вантажів та запобігання забрудненню навколишнього середовища.

Одним із головних міжнародних документів у сфері охорони морського середовища є Міжнародна конвенція MARPOL 73/78 [6], яка спрямована на запобігання забрудненню моря з суден. Конвенція регламентує правила поводження з нафтовими та іншими рідкими вантажами, встановлює вимоги до скидання стічних вод, контролю за викидами в атмосферу та ліквідації аварійних розливів. Для перевезення рослинних олій особливе значення мають положення щодо запобігання забрудненню морських акваторій у разі аварій або витоків продукції.

Важливу роль у забезпеченні екологічної безпеки відіграють міжнародні стандарти ISO серії 14000, зокрема ISO 14001 [7], який встановлює вимоги до систем екологічного менеджменту. Впровадження таких систем на транспортних підприємствах дозволяє здійснювати постійний контроль екологічних аспектів діяльності, знижувати рівень негативного впливу на довкілля та забезпечувати дотримання природоохоронного законодавства.

Особливе місце у міжнародному регулюванні займають стандарти FOSFA (Federation of Oils, Seeds and Fats Associations). Ця організація розробляє міжнародні правила торгівлі, перевезення, зберігання та контролю якості олійних культур і рослинних олій. Стандарти FOSFA містять вимоги до стану транспортних ємностей, допустимих попередніх вантажів, процедур очищення резервуарів, контролю якості продукції та екологічної безпеки перевезень. Дотримання вимог FOSFA є обов'язковою умовою участі у міжнародній торгівлі рослинними оліями та олійними культурами.

На національному рівні питання екологічної безпеки транспортування регулюються законами України та підзаконними нормативними актами. Основним документом є Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» [8], який визначає правові, економічні та соціальні основи охорони довкілля. Закон встановлює вимоги щодо запобігання забрудненню навколишнього середовища, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки господарської діяльності.

Важливе значення має Закон України «Про транспорт» [9], який регламентує діяльність транспортної галузі та встановлює вимоги до безпеки перевезень. Документ передбачає обов'язок перевізників дотримуватися екологічних норм, забезпечувати технічну справність транспортних засобів і запобігати забрудненню довкілля під час транспортування вантажів.

У сфері перевезення харчових продуктів важливим є Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» [10]. Цей нормативний акт встановлює вимоги до безпечності харчової продукції, умов її транспортування та контролю якості. Для рослинних олій особливе значення мають санітарні вимоги до транспортних ємностей, процедур очищення та запобігання хімічному забрудненню продукції.

Крім законодавчих актів, в Україні діють державні стандарти, санітарні правила та екологічні нормативи, які регламентують рівні допустимих викидів, порядок поводження з відходами, вимоги до очищення стічних вод та проведення екологічного моніторингу. Контроль за дотриманням екологічного законодавства здійснюють Державна екологічна інспекція України, Державна служба з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів, а також інші контролюючі органи.

Важливим напрямом розвитку нормативно-правового регулювання є гармонізація українського законодавства з міжнародними стандартами Європейського Союзу. У процесі євроінтеграції Україна впроваджує сучасні екологічні вимоги до транспортування аграрної продукції, систем екологічного менеджменту та контролю безпечності харчових вантажів.

Таким чином, нормативно-правове регулювання екологічної безпеки перевезень олійних культур і рослинних олій має комплексний характер та базується на міжнародних і національних стандартах. Дотримання вимог FOSFA, MARPOL, ISO та українського законодавства є необхідною умовою мінімізації екологічних ризиків, забезпечення безпеки транспортування та захисту навколишнього природного середовища.

Таблиця 1.1. Нормативно–правові документи забезпечення екологічної безпеки перевезень

№	Нормативно–правовий акт / стандарт	Організація / країна	Основний зміст документа	Значення для екологічної безпеки перевезень
1	MARPOL 73/78 (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships)	International Maritime Organization	Міжнародна конвенція щодо запобігання забрудненню моря із суден	Регулює запобігання забрудненню морського середовища, контроль викидів, поводження зі стічними водами та ліквідацію аварійних розливів
2	IMDG Code	International Maritime Organization	Міжнародний кодекс морського перевезення небезпечних вантажів	Встановлює правила безпечного транспортування небезпечних речовин та вимоги до аварійного реагування
3	ISO 14001	International Organization for Standardization	Стандарт систем екологічного менеджменту	Сприяє контролю екологічних аспектів діяльності транспортних підприємств та зниженню негативного впливу на довкілля
4	Стандарти FOSFA	FOSFA International	Міжнародні правила транспортування, зберігання та контролю якості олійних вантажів	Встановлюють вимоги до очищення резервуарів, контролю попередніх вантажів,

				герметичності та безпеки перевезень
5	FOSFA Previous Cargo Requirements	FOSFA Previous Cargo Requirements	Вимоги до допустимих попередніх вантажів	Запобігають хімічному забрудненню рослинних олій та харчових вантажів
6	Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»	Україна	Основний закон у сфері охорони довкілля	Визначає правові засади екологічної безпеки та запобігання забрудненню навколишнього середовища
7	Закон України «Про транспорт»	Україна	Регулює діяльність транспортної галузі	Встановлює вимоги до безпеки перевезень та екологічної відповідальності перевізників
8	Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів»	Україна	Регламентує вимоги до безпечності харчових продуктів	Визначає санітарні вимоги до транспортування рослинних олій та харчових вантажів
9	Державні санітарні правила та екологічні нормативи	Україна	Нормативи допустимих викидів, поводження з відходами та очищення стічних вод	Забезпечують екологічний контроль транспортних процесів
10	Європейські екологічні стандарти та вимоги ЄС	European Union	Вимоги щодо екологічної безпеки та сталого транспорту	Сприяють гармонізації українського законодавства з міжнародними екологічними стандартами

РОЗДІЛ 2.

АНАЛІЗ СТАНДАРТІВ FOSFA ЩОДО БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТУВАННЯ ОЛІЙНИХ ВАНТАЖІВ

2.1. Загальна характеристика діяльності FOSFA

FOSFA International є міжнародною федерацією торгівлі оліями, насінням та жирами, яка розробляє стандарти та правила для забезпечення безпечної й ефективної міжнародної торгівлі олійними культурами, рослинними оліями та супутньою продукцією [1]. Діяльність організації має важливе значення для мінімізації ризиків забруднення навколишнього середовища та забезпечення належного рівня якості харчових вантажів під час транспортування.

Історія створення FOSFA бере початок у 1968 році у Великій Британії. Основною метою створення організації було формування єдиних міжнародних правил для регулювання торгівлі олійними культурами та рослинними оліями в умовах активного розвитку світового аграрного ринку [1]. З часом FOSFA стала однією з найавторитетніших міжнародних організацій у сфері регулювання транспортування й контролю якості олійних вантажів.

Основними функціями FOSFA є:

- розроблення міжнародних контрактів для торгівлі олійними культурами та рослинними оліями;
- встановлення технічних вимог до транспортних засобів і резервуарів;
- визначення правил відбору проб та контролю якості вантажів;
- регулювання порядку проведення інспекцій і сертифікації;
- встановлення вимог до попередніх вантажів та очищення транспортних ємностей [2].

Важливим напрямом діяльності організації є забезпечення екологічної безпеки логістичних процесів. Недотримання вимог до очищення резервуарів або використання непридатних транспортних засобів може призводити до забруднення продукції токсичними речовинами, нафтопродуктами, залишками хімікатів та мікробіологічними забруднювачами [14].

FOSFA відіграє значну роль у міжнародній торгівлі, оскільки її стандарти використовуються більшістю світових експортерів і перевізників олійних культур. Контракти FOSFA застосовуються у міжнародних морських перевезеннях між країнами Європи, Азії, Америки та Африки [3]. Використання уніфікованих правил дозволяє:

- знизити ризики виникнення спорів між учасниками ринку;
- забезпечити стабільний рівень якості продукції;
- підвищити екологічну безпеку транспортних процесів;
- мінімізувати ризики аварійних ситуацій та забруднення

навколишнього середовища [17].

З екологічної точки зору стандарти FOSFA мають важливе значення для запобігання потраплянню небезпечних речовин у ґрунти, водні об'єкти та атмосферне повітря під час перевезення аграрної продукції [11]. В умовах сучасної міжнародної логістики дотримання вимог FOSFA є одним із ключових елементів забезпечення сталого розвитку аграрного сектору та екологічної безпеки транспортних процесів [16].

2.2. Контракти та технічні вимоги FOSFA

Контракти FOSFA є міжнародними стандартними документами, які регламентують порядок купівлі-продажу, транспортування, інспекції та приймання олійних культур і рослинних олій [3]. Їх використання дозволяє уніфікувати правила взаємодії між продавцями, покупцями, перевізниками та інспекційними компаніями.

Серед основних видів контрактів FOSFA виділяють:

- контракти на поставку насіння олійних культур;
- контракти на поставку рослинних олій;
- контракти на морське перевезення наливних вантажів;
- контракти на комбіновані логістичні операції [3].

Особливу увагу в контрактах приділено вимогам до транспортування вантажів. Транспортні засоби повинні відповідати санітарним, технічним та екологічним нормам [2]. Для перевезення рослинних олій використовуються спеціалізовані танкери або резервуари, які повинні бути:

- герметичними;
- очищеними від залишків попередніх вантажів;
- придатними для транспортування харчових продуктів;
- захищеними від потрапляння води та сторонніх домішок [4].

Контроль якості вантажів є одним із найважливіших елементів системи FOSFA. Перед відвантаженням проводиться інспекція вантажу, перевірка фізико-хімічних показників, вологості, кислотності, наявності сторонніх домішок та токсичних речовин [2]. Такі заходи дозволяють запобігати псуванню продукції та мінімізувати ризики забруднення навколишнього середовища у разі аварій або витоків.

Важливим аспектом є вимоги до документації. Для кожного вантажу повинні оформлюватися:

- сертифікат якості;
- сертифікат походження;

- транспортні документи;
- документи щодо очищення резервуарів;
- акти інспекції та результати лабораторних досліджень [3].

Документальний контроль дозволяє забезпечити простежуваність вантажу на всіх етапах транспортування. Це особливо важливо в умовах міжнародної торгівлі, де порушення вимог безпеки можуть призвести до масштабних екологічних наслідків [24].

Сучасні дослідження підтверджують, що ефективна система контролю ризиків у логістиці аграрної продукції дозволяє значно зменшити ймовірність аварій, втрат вантажу та забруднення довкілля [21]. Крім того, використання цифрових систем моніторингу та блокчейн-технологій підвищує рівень прозорості та контролю якості під час перевезення аграрної продукції [24].

2.3. Вимоги FOSFA до суден та резервуарів

Одним із ключових напрямів діяльності FOSFA є встановлення вимог до суден, танків та резервуарів, які використовуються для перевезення рослинних олій і олійних культур [4]. Основною метою таких вимог є запобігання забрудненню вантажів та забезпечення екологічної безпеки транспортних процесів.

Вимоги до танків передбачають, що резервуари повинні бути виготовлені з матеріалів, які не вступають у хімічну реакцію з рослинними оліями та не погіршують їх якість [2]. Поверхні резервуарів повинні бути:

- гладкими;
- стійкими до корозії;
- придатними для санітарного очищення;
- герметичними [4].

Особливе значення мають вимоги щодо попередніх вантажів. FOSFA встановлює перелік допустимих та заборонених попередніх вантажів, які могли перевозитися у резервуарі перед завантаженням харчових олій [5]. Забороняється використання резервуарів після транспортування:

- токсичних хімічних речовин;
- нафтопродуктів;
- пестицидів;
- небезпечних промислових відходів [5].

Такі обмеження пов'язані з ризиком залишкового забруднення, яке може призвести до потрапляння небезпечних речовин у харчову продукцію та навколишнє середовище. Дослідження свідчать, що навіть незначні залишки токсичних речовин можуть спричиняти серйозні екологічні та санітарні наслідки [19].

Важливою складовою системи безпеки є очищення ємностей. Перед завантаженням нового вантажу проводиться:

- механічне очищення;

- миття гарячою водою або спеціальними розчинами;
- вентиляція резервуарів;
- лабораторний контроль залишкових речовин [4].

Недостатнє очищення резервуарів може стати причиною хімічного або біологічного забруднення вантажу [22]. Особливо небезпечним є потрапляння залишків пестицидів та мікотоксинів, які можуть накопичуватися у продукції та негативно впливати на здоров'я людини й екосистеми [22].

Контроль герметичності резервуарів є ще одним важливим елементом системи безпеки. Перевірка герметичності дозволяє виявити можливі пошкодження танків, тріщини або дефекти зварних швів [4]. Це має важливе екологічне значення, оскільки витіки рослинних олій у морське середовище можуть порушувати кисневий баланс води та негативно впливати на водні організми [15].

Крім того, сучасні підходи до екологічної логістики передбачають використання транспортних систем із мінімальним рівнем викидів і високою енергоефективністю [23]. Це сприяє зменшенню негативного впливу транспортних процесів на довкілля та відповідає принципам сталого розвитку.

2.4. Система контролю якості та безпеки FOSFA

Система контролю якості та безпеки FOSFA є комплексом організаційних, технічних та лабораторних заходів, спрямованих на забезпечення безпечного транспортування олійних вантажів. Основною метою системи є запобігання псуванню продукції, забрудненню довкілля та виникненню аварійних ситуацій (рис 2.1).

Одним із головних елементів контролю є відбір проб вантажів. Відбір проб здійснюється відповідно до затверджених процедур та міжнародних стандартів. Проби відбираються перед завантаженням, під час транспортування та після розвантаження вантажу.

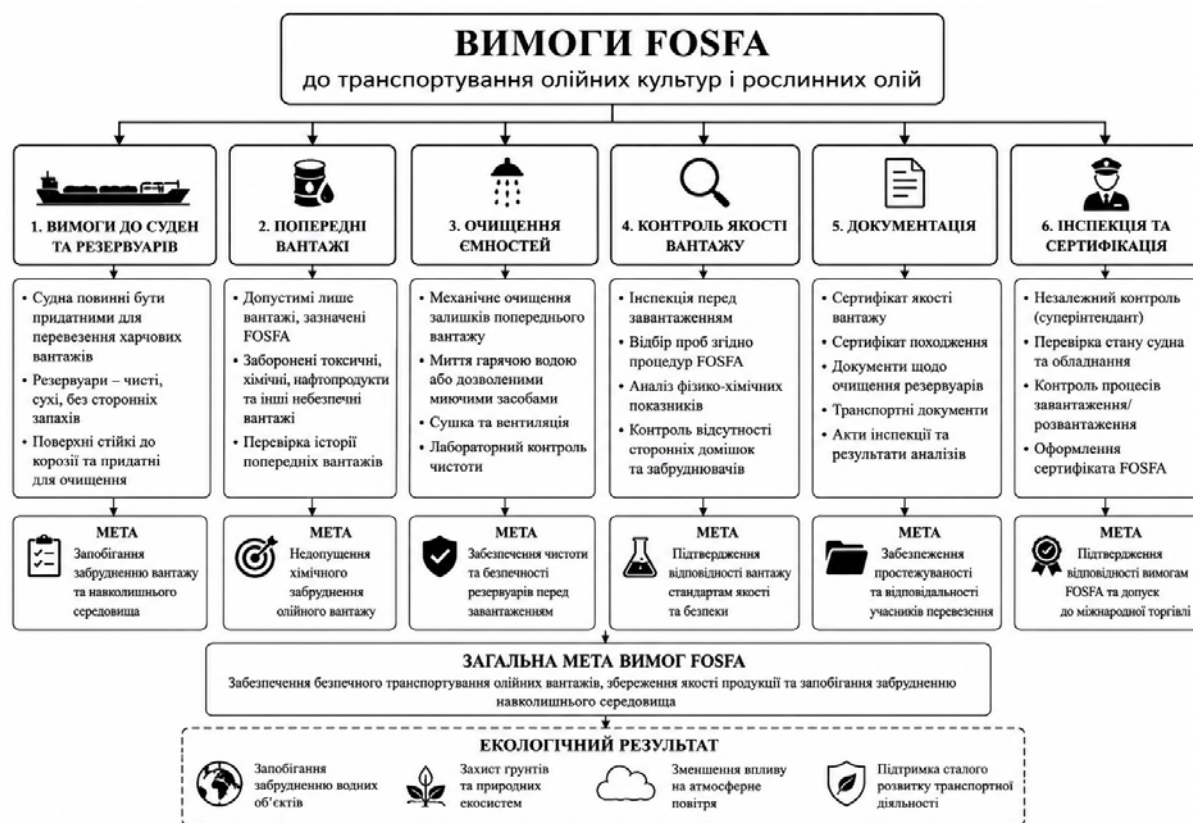


Рис. 2.1. Вимоги FOSFA до транспортування олійних культур

Правильний відбір проб дозволяє об'єктивно оцінити якість продукції та виявити можливі забруднення. Аналіз проб включає визначення:

- вологості;
- кислотного числа;
- вмісту домішок;
- наявності токсичних речовин;
- мікробіологічних показників [4].

Для проведення аналізів використовуються акредитовані лабораторії та сучасні методи досліджень [17]. Це забезпечує високий рівень достовірності результатів та можливість оперативного реагування у випадку виявлення небезпечних відхилень.

Важливе значення у системі FOSFA має суперінтендантський контроль. Суперінтенданти здійснюють незалежний контроль:

- стану суден;
- якості очищення резервуарів;
- правильності завантаження;

- відповідності документів;
- умов зберігання вантажів [2].

Суперінтендантський контроль дозволяє зменшити ризики порушення технологічних вимог і забезпечити дотримання міжнародних стандартів безпеки [17].

Після завершення інспекції та лабораторних досліджень оформлюється сертифікація вантажу. Сертифікат підтверджує відповідність продукції вимогам FOSFA та міжнародним стандартам якості [3]. Наявність сертифіката є необхідною умовою для здійснення міжнародних торговельних операцій.

Система сертифікації також сприяє підвищенню екологічної безпеки перевезень, оскільки дозволяє своєчасно виявляти ризики забруднення та запобігати потраплянню небезпечної продукції на ринок [16].

Наукові дослідження підтверджують, що впровадження сучасних систем управління ризиками у транспортній логістиці дозволяє значно знизити ймовірність екологічних аварій та втрат вантажу [19]. Особливу роль відіграє інтеграція екологічного моніторингу у систему контролю якості транспортних процесів [14].

2.5. Аналіз міжнародних екологічних вимог до перевезення олійних вантажів

Міжнародні перевезення олійних вантажів регулюються не лише стандартами FOSFA, а й низкою міжнародних екологічних та технічних нормативів. До основних міжнародних систем регулювання належать вимоги ІМО, Codex Alimentarius, ISO та європейські екологічні стандарти.

International Maritime Organization (ІМО) розробляє міжнародні правила безпеки морського транспортування вантажів. Одним із ключових документів є IMDG Code — міжнародний кодекс морського перевезення небезпечних вантажів [6]. Кодекс визначає:

- вимоги до маркування вантажів;

- правила поводження з небезпечними речовинами;
- порядок аварійного реагування;
- вимоги до пакування та транспортування.

Використання норм ІМО дозволяє мінімізувати ризики морського забруднення та аварійних ситуацій під час транспортування рослинних олій [6].

Codex Alimentarius Commission встановлює міжнародні стандарти безпечності харчових продуктів. Вимоги Codex Alimentarius регламентують допустимі рівні забруднювачів, залишків пестицидів та токсичних речовин у харчовій продукції. Це має важливе значення для контролю якості рослинних олій та забезпечення безпечності продукції для споживачів.

International Organization for Standardization розробила стандарт ISO 14001, який визначає вимоги до систем екологічного менеджменту [7]. Впровадження ISO 14001 у транспортних компаніях дозволяє:

- зменшити негативний вплив на довкілля;
- контролювати екологічні ризики;
- підвищити ефективність використання ресурсів;
- забезпечити дотримання природоохоронного законодавства

[7].

У країнах Європейського Союзу екологічні вимоги до перевезення аграрної продукції постійно посилюються. Особлива увага приділяється:

- зниженню викидів парникових газів;
- запобіганню забрудненню ґрунтів і вод;
- контролю небезпечних речовин;
- екологічній сертифікації логістичних процесів [16].

Для України дотримання міжнародних екологічних стандартів є важливим у контексті євроінтеграції та розвитку екологічно безпечної транспортної системи. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» визначає основні принципи державної екологічної

політики [8], а Закон України «Про транспорт» регулює питання безпеки транспортних процесів [9].

Крім того, Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» встановлює вимоги до харчової продукції та умов її транспортування [10]. Узгодження українського законодавства з міжнародними стандартами FOSFA, IMO та ISO є необхідною умовою забезпечення конкурентоспроможності української аграрної продукції на світовому ринку [16].

Таким чином, стандарти FOSFA у поєднанні з міжнародними екологічними нормами формують комплексну систему забезпечення безпеки транспортування олійних вантажів. Дотримання цих вимог сприяє мінімізації екологічних ризиків, підвищенню якості продукції та забезпеченню сталого розвитку аграрної логістики.

РОЗДІЛ 3.

ОЦІНКА РИЗИКІВ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР І РОСЛИННИХ ОЛІЙ

3.1. Методика оцінки екологічних ризиків

Оцінка екологічних ризиків при транспортуванні олійних культур і рослинних олій є важливим елементом системи екологічної безпеки транспортних процесів. Основною метою такої оцінки є виявлення потенційних джерел небезпеки, визначення ймовірності виникнення аварійних ситуацій та прогнозування можливих екологічних наслідків [14].

Екологічний ризик являє собою ймовірність виникнення негативних змін у навколишньому середовищі внаслідок господарської діяльності або аварійних ситуацій [11, 18, 31-35]. У сфері транспортування аграрних вантажів екологічні ризики пов'язані з:

- розливами рослинних олій;
- забрудненням водних об'єктів;
- потраплянням вантажів у ґрунти;
- викидами забруднюючих речовин в атмосферу;
- поширенням шкідливих організмів та патогенів [15].

Основними підходами до оцінювання екологічних ризиків є:

- ідентифікація небезпек;
- аналіз ймовірності аварій;
- оцінка масштабів можливих наслідків;
- визначення рівня екологічного ризику;
- розроблення заходів мінімізації ризиків [19].

У практиці міжнародних перевезень широко застосовуються кількісні та якісні методи аналізу ризиків. До основних методів належать:

- статистичний аналіз аварій;

- експертне оцінювання;
- метод дерева подій;
- метод дерева відмов;
- сценарний аналіз;
- матричний метод оцінки ризиків [19].

Для оцінки ризику часто використовується залежність:

$$R=P \times C$$

де:

- R — рівень екологічного ризику;
- P — ймовірність виникнення аварії;
- C — тяжкість екологічних наслідків.

Застосування такої моделі дозволяє оцінити найбільш небезпечні етапи транспортування та визначити пріоритетні напрями екологічного контролю [19].

Критерії екологічної безпеки визначаються залежно від:

- масштабу забруднення;
- токсичності речовин;
- тривалості впливу;
- площі ураження;
- впливу на населення та екосистеми [12].

Особливої уваги потребують морські перевезення рослинних олій, оскільки аварійні ситуації у портах або під час транспортування можуть спричиняти значне забруднення водного середовища [15]. Крім того, екологічні ризики можуть виникати внаслідок потрапляння насіння олійних культур у природні екосистеми, що здатне порушувати біологічну рівновагу [18].

Методика оцінки екологічних ризиків також повинна враховувати міжнародні вимоги FOSFA, IMO та ISO 14001 щодо екологічної безпеки транспортних процесів [2; 6; 7].

3.2. Аналіз основних аварійних ситуацій

Під час транспортування олійних культур і рослинних олій можуть виникати різноманітні аварійні ситуації, які становлять небезпеку для навколишнього середовища та здоров'я населення. Найбільш поширеними є розливи олій, забруднення портових акваторій, викиди шкідливих речовин та аварії під час перевантаження вантажів [15].

Розливи рослинних олій є однією з найбільш характерних аварій під час морських та автомобільних перевезень. Причинами розливів можуть бути:

- пошкодження резервуарів;
- порушення герметичності трубопроводів;
- помилки персоналу;
- аварії суден або транспортних засобів;
- несправність насосного обладнання [4].

Потрапляння рослинних олій у водне середовище призводить до утворення плівки на поверхні води, що порушує газообмін та негативно впливає на водні організми [15]. Унаслідок цього зменшується концентрація кисню у воді, що може спричинити загибель риби та інших гідробіонтів [11].

Забруднення портових акваторій є особливо актуальною проблемою в умовах інтенсивного розвитку морської логістики. Під час навантаження та розвантаження вантажів можливе потрапляння олій, насіння, пилу та інших забруднювачів у воду [14]. Накопичення органічних речовин у портових акваторіях може спричиняти процеси евтрофікації та погіршення екологічного стану водних екосистем [12].

Викиди шкідливих речовин виникають переважно під час роботи транспортних засобів і перевантажувального обладнання. Основними забруднювачами атмосферного повітря є:

- оксиди азоту;
- оксиди сірки;
- чадний газ;

- тверді частинки;
- леткі органічні сполуки [23].

Викиди забруднюючих речовин негативно впливають на стан атмосферного повітря та можуть спричиняти утворення кислотних дощів і парниковий ефект [13].

Аварії при перевантаженні вантажів часто пов'язані з порушенням технологічних процесів, несправністю обладнання або недотриманням вимог безпеки [14]. У таких випадках можливі:

- пошкодження резервуарів;
- висипання насіння;
- витоки рослинних олій;
- займання пилоповітряних сумішей.

Особливу небезпеку становлять аварії у морських портах, де забруднення може швидко поширюватися на значні території [19]. Відповідно до міжнародних стандартів FOSFA та IMO, для запобігання таким ситуаціям необхідно забезпечувати регулярний технічний контроль обладнання та дотримання процедур екологічної безпеки [2; 6].

3.3. Оцінка впливу транспортування на компоненти довкілля

Транспортування олійних культур і рослинних олій здійснює комплексний вплив на всі компоненти навколишнього середовища: атмосферне повітря, водні ресурси, ґрунти та біорізноманіття [16].

Вплив на атмосферне повітря пов'язаний насамперед із роботою транспортних засобів, портової техніки та перевантажувального обладнання. У процесі спалювання палива утворюються:

- діоксид вуглецю;
- оксиди азоту;
- оксиди сірки;
- сажа та пил [23].

Викиди парникових газів сприяють зміні клімату та погіршенню якості атмосферного повітря [13]. Крім того, під час перевезення зернових вантажів утворюється пил, який може містити мікроорганізми та алергени [22].

Вплив на водне середовище проявляється у разі потрапляння рослинних олій або насіння у водойми. Навіть незначні розливи можуть призводити до:

- порушення кисневого режиму;
- загибелі водних організмів;
- забруднення берегової зони;
- погіршення якості води [15].

Особливо небезпечними є аварії у морських портах та прибережних районах, де забруднення може поширюватися течіями на великі відстані [19].

Вплив на ґрунти виникає внаслідок витоків рослинних олій, висипання насіння та потрапляння паливно-мастильних матеріалів [14]. Органічні речовини можуть змінювати фізико-хімічні властивості ґрунтів, порушувати мікробіологічні процеси та знижувати родючість [11].

Крім того, висипання насіння олійних культур уздовж транспортних маршрутів може призводити до поширення чужорідних видів рослин [18]. Це створює загрозу для природних екосистем та місцевого біорізноманіття.

Вплив на біорізноманіття проявляється через:

- забруднення середовища існування живих організмів;
- загибель водних і наземних видів;
- порушення трофічних ланцюгів;
- поширення інвазійних видів [18].

Дослідження підтверджують, що насіння ріпаку та інших олійних культур може проростати вздовж транспортних маршрутів, утворюючи стійкі популяції у природному середовищі [18]. Це є важливим екологічним ризиком, який необхідно враховувати під час планування транспортних процесів.

3.3.1. Оцінка площі забруднення навколишнього середовища при аварійному розливі рослинної олії

Під час транспортування рослинних олій одним із найбільш небезпечних екологічних інцидентів є аварійний розлив вантажу внаслідок пошкодження резервуарів, трубопроводів або транспортних ємностей. Навіть незначні витіки можуть спричиняти забруднення ґрунтів, поверхневих вод та прибережних територій. Тому визначення можливої площі забруднення є важливим етапом оцінки екологічного ризику.

Для визначення площі розтікання олії використовується залежність:

$$S=V/h$$

де:

S — площа забруднення, m^2 ;

V — об'єм розливої олії, m^3 ;

h — середня товщина шару розливої олії, m .

Для моделювання аварійної ситуації приймаємо, що внаслідок пошкодження автомобільної цистерни відбулося витікання 3 m^3 соняшникової олії. За даними екологічних досліджень товщина поверхневої плівки рослинної олії при розтіканні по твердому покриттю може становити близько 0,002 m .

Тоді:

$$S=3/0,002=1500 \text{ м}^2$$

Отже, при аварійному розливі 3 м³ соняшникової олії площа забруднення може досягати 1500 м².

Отриманий результат свідчить, що навіть порівняно невеликий обсяг розливу здатний охоплювати значні території. У випадку потрапляння олії до водних об'єктів площа поширення може бути ще більшою через розтікання поверхнею води та вплив течій.

3.3.2. Розрахунок маси забруднюючої речовини, що потрапляє у навколишнє середовище

Під час оцінки екологічних наслідків аварійних ситуацій важливим показником є маса забруднюючої речовини, яка фактично потрапляє до навколишнього середовища. Цей показник використовується для прогнозування рівня забруднення ґрунтів, поверхневих вод та визначення необхідних заходів з ліквідації наслідків аварії.

Маса розлитої рослинної олії визначається за формулою:

$$M=V \times \rho$$

де:

M — маса забруднюючої речовини, кг;

V — об'єм розлитої олії, м³;

ρ — густина олії, кг/м³.

Для соняшникової олії середня густина становить:

$$\rho=920 \text{ кг/м}^3$$

За умови аварійного розливу 3 м³ олії:

$$M=3 \times 920=2760 \text{ кг}$$

Отже, в навколишнє середовище потрапляє 2760 кг соняшникової олії.

Для оцінки можливого навантаження на забруднену територію доцільно визначити питомий рівень забруднення:

$$Q=M/S$$

де:

Q — питоме забруднення території, кг/м²;

M — маса забруднюючої речовини, кг;

S — площа забруднення, м².

Тоді:

$$Q=2760/1500=1,84 \text{ кг/м}^2$$

Отримане значення свідчить про значний рівень локального забруднення території органічними речовинами.

Потрапляння такої кількості олії до довкілля може викликати:

- порушення газообміну у ґрунті;
- пригнічення розвитку рослинності;
- погіршення стану водних екосистем;
- утворення масляної плівки на поверхні води;
- загибель окремих видів водних організмів.

3.4. Аналіз екологічних ризиків при морських перевезеннях

Морські перевезення є одним із основних способів транспортування рослинних олій та олійних культур у міжнародній торгівлі [3]. Водночас саме морський транспорт пов'язаний із підвищеним рівнем екологічних ризиків через значні обсяги вантажів та складність логістичних операцій.

Танкерні перевезення рослинних олій потребують суворого дотримання міжнародних вимог щодо герметичності резервуарів, очищення танків та контролю попередніх вантажів [4]. Основними екологічними ризиками при танкерних перевезеннях є:

- витоки вантажів;
- аварійні розливи;
- забруднення морського середовища;
- пожежі та вибухи;
- забруднення баластними водами [6].

Особливу небезпеку становлять аварії танкерів у прибережних районах, оскільки вони можуть призводити до масштабного забруднення водних екосистем [19]. Потрапляння рослинних олій у море спричиняє погіршення умов існування морських організмів та негативно впливає на рибні ресурси [15].

Портова логістика також супроводжується значними екологічними ризиками. Під час навантаження, розвантаження та зберігання вантажів утворюються:

- пилові викиди;
- стічні води;
- органічні відходи;
- витоки паливно-мастильних матеріалів [14].

Важливим чинником ризику є інтенсивне використання портової техніки та транспортних засобів, що призводить до збільшення викидів парникових газів та шумового забруднення [23].

Зберігання вантажів у портах також пов'язане з потенційними екологічними небезпеками. Недотримання умов зберігання може призводити до:

- псування продукції;
- самозігрівання насіння;
- розвитку шкідників та мікроорганізмів;
- утворення токсичних речовин [22].

Особливо небезпечним є накопичення пилу зернових культур, який у певних умовах може утворювати вибухонебезпечні суміші [14]. Для запобігання таким ризикам міжнародні стандарти FOSFA передбачають суворий контроль стану складів, резервуарів та перевантажувального обладнання [2].

Сучасні екологічні підходи до морської логістики передбачають впровадження систем екологічного менеджменту відповідно до ISO 14001 та використання екологічно безпечних технологій перевезення [7].

3.5. Розрахунок рівня екологічного ризику

Розрахунок рівня екологічного ризику є важливим етапом управління безпекою транспортування олійних культур і рослинних олій. Основною метою розрахунку є визначення рівня небезпеки транспортних процесів та розроблення заходів щодо мінімізації можливих негативних наслідків [19].

Першим етапом є ідентифікація небезпек. На цьому етапі визначаються потенційні джерела екологічної небезпеки:

- аварійні розливи;
- пошкодження резервуарів;
- забруднення водних об'єктів;
- викиди забруднюючих речовин;
- висипання вантажів [15].

Другим етапом є оцінка ймовірності аварій. Імовірність виникнення аварійної ситуації залежить від:

- технічного стану транспорту;
- рівня підготовки персоналу;
- погодних умов;
- інтенсивності транспортних операцій;
- дотримання міжнародних стандартів безпеки [19].

Для оцінки ризику може використовуватися формула:

$$R = \sum_{i=1}^n P_i \times C_i$$

де:

R — сумарний екологічний ризик;

P_i — ймовірність виникнення i -тої аварійної ситуації;

C_i — величина екологічних наслідків;

n — кількість можливих небезпечних подій.

Для оцінки приймається:

- ймовірність аварії P_i – у частках одиниці;
- тяжкість наслідків C_i – за 10-бальною шкалою.

Визначення масштабів наслідків включає оцінку площі забруднення та обсягів викидів або розливів, а також тривалості впливу, ступеня шкоди для екосистем та можливих економічних збитків [15].

Проведемо розрахунок екологічного ризику для

Таблиця 3.1. Розрахунок рівня екологічного ризику

№	Небезпечна подія	Ймовірність аварії (P_i)	Тяжкість наслідків (C_i)	Рівень ризику ($P_i \times C_i$)
1	Аварійний розлив рослинної олії	0,20	9	1,80
2	Пошкодження резервуарів	0,15	8	1,20
3	Забруднення портової акваторії	0,10	10	1,00
4	Викиди забруднюючих речовин	0,25	5	1,25
5	Висипання олійних культур	0,18	4	0,72

Сумарний рівень екологічного ризику становить:

$R=1,80+1,20+1,00+1,25+0,72=5,97$ Отже, сумарний показник екологічного ризику дорівнює: $R=5,97$

Для інтерпретації результатів використовується така шкала оцінювання:

Значення ризику	Рівень екологічного ризику
0–2	Низький
2–5	Помірний
5–8	Високий
понад 8	Критичний

Проведений розрахунок показав, найбільший внесок у формування ризику мають аварійні розливи рослинної олії, викиди забруднюючих речовин та пошкодження резервуарів.

Отримані результати підтверджують необхідність суворого дотримання стандартів FOSFA, проведення регулярного технічного контролю резервуарів, використання систем моніторингу перевезень, впровадження аварійних систем локалізації розливів та підвищення екологічної підготовки персоналу.

Таким чином, оцінка екологічних ризиків при транспортуванні олійних культур і рослинних олій є необхідною умовою забезпечення екологічної безпеки, збереження природних ресурсів та сталого розвитку транспортної логістики. проведений розрахунок демонструє практичне застосування методики оцінки екологічних ризиків та дозволяє визначити найбільш небезпечні фактори під час транспортування олійних культур і рослинних олій.

3.6. Оцінка ефективності впровадження вимог FOSFA щодо зниження екологічного ризику

Одним із ключових завдань системи екологічного управління транспортними процесами є визначення ефективності заходів, спрямованих на

зниження екологічних ризиків. Оскільки міжнародні стандарти FOSFA встановлюють вимоги до технічного стану транспортних ємностей, очищення резервуарів, контролю попередніх вантажів, інспекції продукції та підготовки персоналу, доцільно оцінити їхній вплив на загальний рівень екологічного ризику.

Проведення такої оцінки дозволяє:

- визначити екологічну доцільність впровадження стандартів FOSFA;
- кількісно оцінити зменшення ризику аварійних ситуацій;
- обґрунтувати необхідність додаткових витрат на екологічний контроль;
- оцінити рівень підвищення екологічної безпеки логістичних процесів.

Методика оцінювання

Для визначення ефективності впровадження вимог FOSFA використовується метод порівняння інтегрального показника екологічного ризику до та після впровадження заходів.

Коефіцієнт ефективності визначається за формулою:

$$E = \frac{R_0 - R_1}{R_0} \times 100$$

де:

- E – ефективність заходів, %;
- R_0 – рівень екологічного ризику до впровадження вимог FOSFA;
- R_1 – рівень екологічного ризику після впровадження вимог FOSFA.

У попередньому підрозділі було встановлено, що сумарний екологічний ризик становить:

$$R_0 = 5,97$$

Основні заходи FOSFA, які безпосередньо впливають на зменшення ризику:

- контроль технічного стану резервуарів;
- обов'язкова перевірка герметичності танків;
- інспекція попередніх вантажів;
- очищення транспортних ємностей;
- сертифікація вантажів;
- навчання персоналу;
- впровадження систем локалізації аварійних розливів.

Враховуючи дані міжнародних досліджень та практику застосування стандартів FOSFA, приймемо, що після впровадження комплексу заходів імовірність виникнення аварійних подій знижується в середньому на 30–40 %.

Для розрахунку приймаємо зниження імовірності виникнення кожної небезпечної події на 35 %.

Таблиця 3.2. Оцінка ризику після впровадження вимог FOSFA

Небезпечна подія	Нова ймовірність аварії (P_i')	Тяжкість наслідків (C_i)	Новий ризик ($P_i' \times C_i$)
Аварійний розлив рослинної олії	0,13	9	1,17
Пошкодження резервуарів	0,10	8	0,80
Забруднення портової акваторії	0,07	10	0,70
Викиди забруднюючих речовин	0,16	5	0,80
Висипання олійних культур	0,12	4	0,48

Сумарний ризик після впровадження вимог FOSFA:

$$R_1 = 1,17 + 0,80 + 0,70 + 0,80 + 0,48 = 3,95 \quad R_1 = 3,95$$

Отримане значення відповідає **помірному рівню екологічного ризику**, тоді як до впровадження заходів ризик оцінювався як високий.

Розрахунок ефективності

Підставимо отримані значення у формулу:

$$E = (5,97 - 3,95) / 5,97 \times 100\% = 33,84\%$$

$$E = 33,84\%$$

Таким чином, впровадження вимог FOSFA дозволяє зменшити загальний рівень екологічного ризику приблизно на $E \approx 34\%$

Для більш наочного порівняння результати наведено у таблиці.

Таблиця 3.3. Порівняння рівня ризику до та після впровадження вимог FOSFA

Показник	До впровадження	Після впровадження
Інтегральний ризик	5,97	3,95
Категорія ризику	Високий	Помірний
Зниження ризику	—	33,84 %

Проведений аналіз показує, що найбільший позитивний ефект від впровадження стандартів FOSFA спостерігається щодо:

- аварійних розливів рослинних олій;
- забруднення портових акваторій;
- пошкодження резервуарів і транспортних ємностей;
- забруднення продукції залишками попередніх вантажів.

Крім прямого екологічного ефекту, виконання вимог FOSFA забезпечує зменшення економічних втрат, пов'язаних із ліквідацією наслідків аварій, штрафними санкціями та компенсацією екологічних збитків.

Проведена оцінка підтвердила високу ефективність впровадження стандартів FOSFA у сфері транспортування олійних культур та рослинних олій. Розрахунки показали, що використання системи контролю якості вантажів, інспекції резервуарів, контролю попередніх вантажів та екологічного моніторингу дозволяє знизити інтегральний показник екологічного ризику з **5,97 до 3,95**, тобто майже на **34 %**. Це свідчить про суттєве підвищення рівня екологічної безпеки транспортних процесів та підтверджує доцільність широкого впровадження вимог FOSFA в практику перевезення олійних вантажів в Україні.

РОЗДІЛ 4

ШЛЯХИ МІНІМІЗАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ОЛІЙНИХ ВАНТАЖІВ

4.1. Вдосконалення екологічного контролю перевезень

Одним із найважливіших напрямів мінімізації екологічних ризиків при транспортуванні олійних культур і рослинних олій є вдосконалення систем екологічного контролю перевезень. Сучасні транспортно-логістичні процеси характеризуються високою інтенсивністю та значними обсягами вантажів, що потребує впровадження ефективних систем моніторингу та управління ризиками [14].

Важливу роль відіграють системи моніторингу транспортних процесів. Використання супутникового контролю, GPS-навігації та автоматизованих систем спостереження дозволяє:

- контролювати маршрути перевезень;
- оперативно виявляти аварійні ситуації;
- відстежувати стан транспортних засобів;
- запобігати несанкціонованим витокам вантажів [23].

Системи екологічного моніторингу дають можливість здійснювати безперервний контроль стану атмосферного повітря, водних ресурсів та ґрунтів у районах транспортної інфраструктури [16]. Це дозволяє своєчасно реагувати на випадки забруднення та мінімізувати негативний вплив на довкілля.

Важливим напрямом є автоматизація контролю транспортних операцій. Автоматизовані системи управління забезпечують:

- контроль герметичності резервуарів;
- автоматичне регулювання температури;

- виявлення витоків;
- контроль рівня заповнення ємностей;
- оперативне інформування про аварійні ситуації [4].

Використання сучасних датчиків і цифрових технологій дозволяє зменшити вплив людського фактора та підвищити рівень безпеки транспортних процесів [19].

Перспективним напрямом розвитку логістики є цифровізація транспортних процесів. Впровадження електронного документообігу, блокчейн-технологій та цифрових платформ забезпечує:

- прозорість логістичних операцій;
- простежуваність вантажів;
- оперативний обмін інформацією;
- контроль якості продукції на всіх етапах перевезення [24].

Цифрові системи дозволяють також підвищити ефективність управління ризиками та забезпечити відповідність міжнародним стандартам FOSFA та ISO 14001 [2; 7].

4.2. Заходи щодо запобігання забрудненню довкілля

Для мінімізації негативного впливу транспортування олійних вантажів на навколишнє середовище необхідне впровадження комплексу технічних та організаційних заходів (Рис. 4.1). Основними напрямками є герметизація обладнання, контроль температурних режимів та використання систем локалізації розливів [15].

Герметизація обладнання є одним із найефективніших способів запобігання витокам рослинних олій та інших вантажів. У процесі транспортування використовуються:

- герметичні резервуари;
- спеціалізовані трубопроводи;
- ущільнювальні системи;
- захисні клапани [4].



Рисунок 4.1. Заходи щодо запобігання забрудненню довкілля при транспортуванні олійних вантажів

Дотримання вимог герметичності дозволяє запобігти забрудненню водних об'єктів, ґрунтів та атмосферного повітря [15]. Особливе значення це має при морських перевезеннях, де навіть незначні витoki можуть спричинити значні екологічні наслідки [19].

Важливим елементом екологічної безпеки є контроль температурних режимів. Недотримання температурних умов під час транспортування рослинних олій може призводити до:

- псування продукції;
- утворення осаду;
- зміни фізико-хімічних властивостей;
- розвитку мікроорганізмів [22].

Для підтримання необхідних температурних режимів використовуються автоматизовані системи контролю та теплоізоляційне обладнання [4]. Це сприяє збереженню якості продукції та зменшенню ризиків її втрат.

Особливе значення мають системи локалізації розливів. У разі аварійних ситуацій застосовуються:

- бонові загородження;
- сорбенти;
- аварійні резервуари;
- насосне обладнання для відкачування розлитих речовин [6].

Оперативна локалізація розливів дозволяє зменшити масштаби забруднення та запобігти поширенню небезпечних речовин у довкіллі [19]. Відповідно до міжнародних вимог IMO та FOSFA, транспортні компанії повинні мати плани аварійного реагування та необхідне обладнання для ліквідації наслідків аварій [2; 6].

Крім технічних заходів, важливе значення має екологічна підготовка персоналу. Працівники транспортних підприємств повинні проходити навчання щодо:

- правил екологічної безпеки;
- дій у разі аварій;
- поводження з небезпечними речовинами;
- методів локалізації забруднення [14].

4.3. Впровадження міжнародних стандартів в Україні

У сучасних умовах євроінтеграції України особливого значення набуває впровадження міжнародних стандартів екологічної безпеки у сфері транспортування аграрної продукції [16]. Одним із ключових напрямів є адаптація вимог FOSFA до національної системи транспортної логістики.

Адаптація вимог FOSFA передбачає:

- впровадження міжнародних процедур контролю якості;

- використання сертифікованих резервуарів;
- дотримання вимог щодо очищення ємностей;
- контроль попередніх вантажів;
- удосконалення систем інспекції та сертифікації [2].

Застосування стандартів FOSFA дозволяє підвищити конкурентоспроможність української аграрної продукції на міжнародному ринку та забезпечити відповідність вимогам світової торгівлі [17].

Важливим напрямом є гармонізація українського законодавства з міжнародними екологічними нормами. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» визначає основні принципи екологічної політики держави [8], а Закон України «Про транспорт» регламентує вимоги до безпеки транспортних процесів [9].

Крім того, Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» встановлює вимоги до транспортування харчових вантажів [10]. Гармонізація законодавства з нормами IMO, ISO та FOSFA сприяє:

- підвищенню рівня екологічної безпеки;
- покращенню системи контролю якості;
- зменшенню ризиків аварій;
- розвитку міжнародної співпраці [7].

Важливим аспектом є підвищення екологічної відповідальності перевізників. Транспортні компанії повинні:

- впроваджувати системи екологічного менеджменту;
- здійснювати екологічний моніторинг;
- забезпечувати регулярне технічне обслуговування транспорту;
- дотримуватися міжнародних стандартів безпеки [7].

Особливого значення набуває впровадження стандарту ISO 14001, який дозволяє підприємствам системно управляти екологічними ризиками та зменшувати негативний вплив на довкілля [7].

4.4. Економічна ефективність екологічних заходів

Впровадження екологічних заходів у системі транспортування олійних вантажів має не лише природоохоронне, а й важливе економічне значення. Раціональне управління екологічними ризиками дозволяє знизити фінансові втрати, підвищити ефективність логістики та забезпечити високу якість продукції [16].

Одним із головних економічних результатів є зниження збитків від аварійних ситуацій. Витрати, пов'язані з ліквідацією наслідків розливів, забруднення водних ресурсів та пошкодженням вантажів, можуть бути значними [15]. Використання сучасних систем контролю та профілактичних заходів дозволяє:

- зменшити кількість аварій;
- скоротити втрати продукції;
- знизити витрати на очищення територій;
- уникнути штрафних санкцій [19].

Важливим напрямом є оптимізація логістики. Використання цифрових технологій та автоматизованих систем управління сприяє:

- скороченню транспортних витрат;
- зменшенню простоїв;
- підвищенню ефективності маршрутів;
- зниженню витрат пального [23].

Оптимізація логістичних процесів також дозволяє скоротити обсяги викидів парникових газів та підвищити екологічну ефективність транспорту [16].

Підвищення якості продукції є ще одним важливим економічним результатом впровадження міжнародних стандартів безпеки. Дотримання вимог FOSFA щодо очищення резервуарів, контролю температури та сертифікації вантажів дозволяє:

- зменшити ризик псування продукції;
- забезпечити стабільну якість вантажів;

- підвищити довіру міжнародних партнерів;
- розширити експортні можливості України [17].

Дослідження підтверджують, що впровадження екологічно безпечних технологій транспортування сприяє підвищенню конкурентоспроможності аграрного сектору та забезпечує довгострокову економічну ефективність [20].

4.5. Перспективи розвитку екологічно безпечного транспортування аграрних вантажів

У сучасних умовах розвитку міжнародної торгівлі та посилення екологічних вимог важливого значення набуває формування системи екологічно безпечного транспортування аграрних вантажів. Перспективи розвитку цієї сфери пов'язані з упровадженням інноваційних технологій, міжнародних стандартів та принципів сталого розвитку [16].

Одним із перспективних напрямів є розвиток цифрової логістики та автоматизованих систем управління транспортними процесами. Використання сучасних інформаційних технологій дозволяє:

- забезпечити повну простежуваність вантажів;
- оперативно реагувати на аварійні ситуації;
- оптимізувати маршрути перевезень;
- підвищити ефективність контролю якості [24].

Важливу роль відіграватиме впровадження екологічно чистих видів транспорту та енергоефективних технологій. Зменшення використання викопного палива та перехід до альтернативних джерел енергії сприятиме скороченню викидів парникових газів та покращенню екологічного стану довкілля [23].

Перспективним напрямом є також удосконалення міжнародних стандартів безпеки транспортування аграрної продукції. Стандарти FOSFA, IMO та ISO постійно оновлюються відповідно до сучасних екологічних викликів і розвитку технологій [2; 6; 7].

Особливе значення для України має розвиток екологічно безпечної транспортної інфраструктури та інтеграція до європейської системи логістики [16]. Це сприятиме:

- підвищенню експортного потенціалу;
- зміцненню міжнародної співпраці;
- зниженню екологічних ризиків;
- забезпеченню сталого розвитку аграрного сектору.

Таким чином, розвиток систем екологічно безпечного транспортування олійних культур і рослинних олій є важливою умовою збереження навколишнього середовища, підвищення ефективності міжнародної логістики та забезпечення продовольчої безпеки.

РОЗДІЛ 5.

ОХОРОНА ПРАЦІ ПІД ЧАС ТРАНСПОРТУВАННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР ТА РОСЛИННИХ ОЛІЙ

5.1. Загальна характеристика умов праці під час транспортування олійних вантажів

Транспортування олійних культур та рослинних олій є важливою складовою аграрно-промислового комплексу України. Значні обсяги експорту соняшникової олії, насіння ріпаку та сої потребують ефективної логістичної системи, яка включає автомобільні, залізничні та морські перевезення. У процесі навантаження, перевантаження, транспортування та зберігання олійних вантажів працівники зазнають впливу різноманітних небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що можуть негативно впливати на їх здоров'я та безпеку.

Роботи виконуються на елеваторах, олійноекстракційних заводах, морських терміналах, портових комплексах, складах та транспортних підприємствах. Під час здійснення виробничих операцій використовуються транспортні засоби, резервуари, насосне обладнання, трубопроводи, навантажувальні механізми, конвеєри та інші технічні засоби. Несправність такого обладнання або порушення правил його експлуатації може призвести до виникнення аварійних ситуацій, травмування персоналу та забруднення навколишнього середовища.

Особливістю роботи з рослинними оліями є наявність слизьких поверхонь у разі витоків продукції, що значно підвищує ризик падіння працівників. Крім того, при роботі в резервуарах та закритих технологічних ємностях виникає небезпека нестачі кисню та накопичення шкідливих газів. Під час транспортування насіння олійних культур додаткову небезпеку становить утворення пилу, який може негативно впливати на органи дихання працівників.

Тому забезпечення безпечних умов праці є важливим завданням для всіх підприємств, діяльність яких пов'язана з перевезенням і перевантаженням олійних вантажів.

Система управління охороною праці являє собою комплекс організаційних, технічних, економічних та соціальних заходів, спрямованих на створення безпечних умов праці.

Основними завданнями системи управління охороною праці є:

- забезпечення безпеки виробничих процесів;
- попередження виробничого травматизму;
- профілактика професійних захворювань;
- контроль дотримання вимог законодавства;
- навчання працівників безпечним методам роботи.

На підприємствах транспортної галузі відповідальність за стан охорони праці покладається на керівника підприємства та службу охорони праці.

Служба охорони праці здійснює:

- проведення інструктажів;
- контроль стану виробничого обладнання;
- аналіз причин аварій і нещасних випадків;
- організацію медичних оглядів;
- розроблення заходів щодо підвищення рівня безпеки праці.

Ефективне функціонування системи управління охороною праці дозволяє суттєво знизити ризик виникнення аварійних ситуацій та забезпечити належний рівень безпеки персоналу.

5.2. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Умови праці працівників транспортно-логістичної сфери характеризуються наявністю комплексу небезпечних і шкідливих факторів виробничого середовища.

До фізичних факторів належать підвищений рівень шуму, вібрація, несприятливі метеорологічні умови, недостатнє освітлення та рухомі частини виробничого обладнання. Шум створюється під час роботи насосних станцій, двигунів транспортних засобів, перевантажувальної техніки та вентиляційного обладнання. Тривалий вплив шуму може викликати погіршення слуху, підвищену втому та зниження працездатності.

Вібрація виникає під час роботи транспортних засобів, насосів та інших механізмів. Її тривалий вплив негативно впливає на опорно-руховий апарат, нервову систему та серцево-судинну діяльність працівників.

Серед хімічних факторів найбільшу небезпеку становлять вихлопні гази транспортних засобів, випаровування паливно-мастильних матеріалів та продукти окиснення рослинних олій. У закритих приміщеннях можливе накопичення оксиду вуглецю, оксидів азоту та інших токсичних речовин.

Біологічні фактори пов'язані з можливим розвитком мікроорганізмів у залишках рослинної продукції та забруднених резервуарах. Особливої уваги потребують умови зберігання олійних культур, оскільки за підвищеної вологості можливий розвиток пліснявих грибів та утворення токсичних сполук.

Психофізіологічні фактори включають високе нервово-емоційне навантаження, відповідальність за безпечне перевезення вантажів, роботу в умовах змінного графіка та необхідність швидкого реагування на аварійні ситуації.

5.2.1. Небезпеки під час роботи з резервуарами та танками для перевезення рослинних олій

Одним із найбільш відповідальних етапів транспортування рослинних олій є їх зберігання та перевантаження у резервуарах, танках суден і транспортних цистернах. Під час виконання робіт у замкнених просторах існує

підвищена небезпека для працівників через можливість накопичення шкідливих газів та нестачі кисню.

Перед допуском працівників до виконання робіт усередині резервуарів необхідно провести контроль складу повітряного середовища. Концентрація кисню повинна становити не менше 20 %, а вміст токсичних або вибухонебезпечних речовин не повинен перевищувати встановлених нормативів.

Під час очищення резервуарів можуть використовуватися мийні засоби, розчинники та інші хімічні речовини. Їх випари здатні викликати подразнення слизових оболонок, алергічні реакції та професійні захворювання органів дихання. Саме тому персонал повинен використовувати спеціальні засоби індивідуального захисту, зокрема фільтрувальні або ізолюючі протигази.

Особливу небезпеку становить можливість падіння працівників у резервуари під час проведення огляду або технічного обслуговування. Для запобігання таким випадкам необхідно використовувати страхувальні пояси, троси та інші засоби колективного захисту.

5.2.2. Виробничий травматизм під час транспортно-логістичних операцій

Статистичні дані свідчать, що значна кількість нещасних випадків у транспортній галузі пов'язана з порушенням технології виконання робіт та недотриманням вимог охорони праці.

До найбільш поширених причин виробничого травматизму належать:

- порушення трудової дисципліни;
- експлуатація несправного обладнання;
- відсутність або неправильне використання засобів індивідуального захисту;
- недостатня кваліфікація персоналу;
- незадовільний технічний стан транспортних засобів;

- недостатній контроль за проведенням робіт підвищеної небезпеки.

Особливо високий рівень ризику характерний для працівників портових терміналів, де одночасно виконуються операції з навантаження, перевантаження та зберігання значних обсягів вантажів.

З метою зниження рівня виробничого травматизму необхідно проводити регулярні інструктажі, навчання персоналу та перевірку знань з питань охорони праці.

5.3. Безпека під час навантажувально-розвантажувальних робіт

Навантаження та розвантаження олійних культур і рослинних олій належать до робіт підвищеної небезпеки. Значна частина виробничих травм виникає саме під час виконання вантажно-розвантажувальних операцій.

Перед початком робіт необхідно перевірити технічний стан обладнання, надійність кріплення рукавів, трубопроводів та насосів. Особливу увагу приділяють перевірці герметичності з'єднань, оскільки навіть незначний витік олії може призвести до утворення слизьких поверхонь і створити небезпеку падіння персоналу.

Під час проведення робіт працівники повинні перебувати поза зоною руху вантажопідіймальної техніки. Забороняється виконання ремонтних робіт на обладнанні, що перебуває під навантаженням або підключене до джерел енергії.

Особливе значення має контроль стану причалів та перевантажувальних майданчиків у морських портах. Наявність залишків олії на поверхні може суттєво підвищувати ризик травматизму.

5.4. Заходи щодо захисту працівників від шкідливих виробничих факторів

Для зниження рівня професійних ризиків застосовуються технічні, організаційні та санітарно-гігієнічні заходи.

Одним із найефективніших способів захисту є автоматизація виробничих процесів. Використання автоматизованих систем контролю дозволяє мінімізувати безпосередній контакт працівників із небезпечними технологічними операціями.

Для боротьби з пилом застосовуються аспіраційні установки та вентиляційні системи. У місцях утворення пилу встановлюються місцеві відсмоктувачі та пиловловлювачі.

Працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту відповідно до характеру виконуваних робіт. До таких засобів належать каски, спецодяг, захисне взуття, окуляри, рукавички та респіратори.

Особливу увагу необхідно приділяти навчанню працівників правилам безпечної роботи та діям у разі виникнення аварійних ситуацій.

5.4.1 Засоби індивідуального та колективного захисту працівників

Під час транспортування олійних культур та рослинних олій працівники повинні забезпечуватися необхідними засобами захисту відповідно до характеру виконуваних робіт.

До засобів індивідуального захисту належать:

- захисні каски;
- спецодяг;
- захисне взуття;
- гумові рукавички;
- захисні окуляри;
- респіратори;
- страхувальні пояси.

Захисний одяг повинен бути стійким до впливу мастильних матеріалів та рослинних олій.

Колективні засоби захисту включають:

- вентиляційні системи;
- огороження небезпечних зон;
- аварійні системи сигналізації;
- системи автоматичного відключення обладнання;
- пристрої блокування рухомих механізмів.

Використання сучасних засобів захисту дозволяє суттєво знизити рівень професійного ризику та покращити умови праці.

5.4.2. Мікроклімат виробничих приміщень

Одним із важливих чинників, що впливають на працездатність людини, є параметри мікроклімату виробничого середовища.

До основних параметрів мікроклімату належать:

- температура повітря;
- відносна вологість;
- швидкість руху повітря;
- теплове випромінювання.

Для приміщень логістичних комплексів та насосних станцій рекомендованими є такі параметри:

Показник	Значення
Температура повітря	18–22 °C
Відносна вологість	40–60 %
Швидкість руху повітря	до 0,3 м/с

Порушення нормативних параметрів мікроклімату може призводити до зниження працездатності працівників, розвитку професійних захворювань та підвищення ризику виробничого травматизму.

5.4.3. Електробезпека

Сучасні транспортно-логістичні комплекси оснащені значною кількістю електротехнічного обладнання. Насосні станції, системи перекачування олії, вентиляційні установки та автоматизовані комплекси працюють від електричної мережі та можуть становити потенційну небезпеку для персоналу.

Основними причинами ураження електричним струмом є пошкодження ізоляції електрообладнання, порушення правил експлуатації, використання несправних електроприладів та відсутність належного заземлення.

Для забезпечення електробезпеки необхідно здійснювати регулярний контроль технічного стану електромереж, використовувати пристрої захисного відключення та проводити періодичні вимірювання опору заземлення.

Особливої уваги потребують приміщення з підвищеною вологістю та місця можливого розливу рослинних олій, оскільки в таких умовах ризик ураження електричним струмом значно зростає.

5.4.4. Пожежна безпека

Незважаючи на те, що рослинні олії належать до горючих рідин із відносно високою температурою займання, їх зберігання та транспортування потребують дотримання суворих правил пожежної безпеки.

Основними причинами виникнення пожеж є несправність електрообладнання, порушення технологічних процесів, перегрівання насосів та необережне поводження з відкритим вогнем.

На підприємствах повинні функціонувати системи пожежної сигналізації, автоматичного пожежогасіння та аварійного оповіщення персоналу. Виробничі приміщення необхідно забезпечувати достатньою кількістю вогнегасників, пожежних щитів та засобів локалізації аварійних розливів.

Особливе значення має проведення регулярних протипожежних інструктажів та навчання персоналу правилам евакуації.

5.5. Санітарно-гігієнічні вимоги

Для забезпечення безпечних умов праці необхідно підтримувати нормативні параметри виробничого середовища. Температура, вологість та швидкість руху повітря повинні відповідати санітарним нормам.

У виробничих приміщеннях необхідно забезпечувати достатній рівень освітленості, що сприяє зниженню ризику виробничого травматизму. Регулярне прибирання території та очищення обладнання від залишків продукції сприяє покращенню санітарного стану підприємства.

Працівники повинні проходити попередні та періодичні медичні огляди. Особлива увага приділяється особам, які працюють у запилених приміщеннях або контактують із хімічними речовинами.

5.6. Дії персоналу при аварійних ситуаціях

До найбільш характерних аварійних ситуацій під час транспортування олійних вантажів належать розливи рослинних олій, пошкодження резервуарів, пожежі, витоки паливно-мастильних матеріалів та аварії транспортних засобів.

У разі виникнення аварії працівники повинні негайно припинити виконання робіт та повідомити відповідальну особу. Необхідно відключити обладнання від джерел живлення та вжити заходів щодо локалізації джерела небезпеки.

При розливах рослинних олій застосовуються спеціальні сорбенти, бонові загородження та інші технічні засоби локалізації забруднення. У разі потрапляння олії до водних об'єктів необхідно негайно повідомити аварійні служби та організувати роботи з ліквідації наслідків забруднення.

5.7. Психофізіологічні аспекти охорони праці

Важливим фактором виробничої безпеки є психофізіологічний стан працівників.

Під час транспортування вантажів персонал часто працює:

- у нічний час;
- у режимі підвищеної відповідальності;
- в умовах дефіциту часу;
- під впливом шуму та вібрації.

Такі фактори сприяють розвитку втоми, зниженню концентрації уваги та збільшенню ймовірності помилок.

Для профілактики перевтоми необхідно:

- дотримуватись режиму праці та відпочинку;
- проводити медичні огляди;
- організовувати місця відпочинку персоналу;
- застосовувати сучасні системи автоматизації.

5.8. Охорона праці в умовах надзвичайних ситуацій та воєнного стану

В умовах воєнного стану транспортна інфраструктура України перебуває під підвищеним ризиком пошкодження внаслідок бойових дій.

Для забезпечення безпеки працівників необхідно:

- розробляти плани евакуації;
- створювати аварійні запаси матеріалів;
- проводити навчання персоналу діям під час повітряної тривоги;
- обладнувати укриття поблизу виробничих об'єктів.

Особливу увагу слід приділяти захисту об'єктів зберігання рослинних олій від можливих аварійних ситуацій та пожеж.

5.9. Управління професійними ризиками

Сучасний підхід до охорони праці базується на ризик-орієнтованому принципі. Він передбачає систематичне виявлення небезпек, оцінку рівня ризику та розроблення заходів щодо його мінімізації.

Для підприємств, які здійснюють транспортування олійних вантажів, найбільш характерними є ризики падіння працівників, травмування рухомими механізмами, ураження електричним струмом, пожежі та аварійні розливи продукції.

Регулярне проведення оцінювання професійних ризиків дозволяє своєчасно виявляти потенційно небезпечні виробничі ситуації та підвищувати рівень безпеки праці.

У результаті проведеного аналізу встановлено, що транспортування олійних культур і рослинних олій супроводжується впливом комплексу небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Найбільшу небезпеку становлять аварійні розливи продукції, підвищена запиленість, пожежонебезпечність технологічних процесів, електротравматизм та виробничий травматизм під час вантажно-розвантажувальних робіт.

Підвищення рівня безпеки праці можливе шляхом впровадження сучасних систем моніторингу, автоматизації виробничих процесів, удосконалення системи управління охороною праці, проведення навчання персоналу та дотримання вимог міжнародних стандартів FOSFA. Реалізація зазначених заходів сприятиме збереженню здоров'я працівників, зменшенню кількості аварійних ситуацій та підвищенню ефективності функціонування транспортно-логістичних систем.

ВИСНОВКИ:

1. Досліджено теоретичні основи екологічної безпеки транспортування олійних культур і рослинних олій. Встановлено, що основними екологічними загрозами є забруднення атмосферного повітря, водних ресурсів і ґрунтів унаслідок розливів продукції, витоків вантажу та викидів від транспортних засобів.
2. Проаналізовано нормативно-правове забезпечення екологічної безпеки перевезень олійних вантажів. Визначено, що ефективне регулювання транспортування базується на поєднанні вимог міжнародних конвенцій, стандартів IMO, ISO та спеціалізованих галузевих стандартів FOSFA.
3. Досліджено діяльність FOSFA та встановлено, що її стандарти є важливим інструментом забезпечення безпеки міжнародних перевезень олійних культур і рослинних олій. Виконання вимог щодо очищення резервуарів, контролю попередніх вантажів та сертифікації продукції сприяє зниженню екологічних ризиків і підвищенню якості вантажів.
4. Проведено оцінку впливу транспортування олійних культур і рослинних олій на компоненти довкілля. Встановлено, що найбільш негативні наслідки пов'язані із забрудненням водного середовища при розливах олії, деградацією ґрунтів, погіршенням якості атмосферного повітря та негативним впливом на біорізноманіття.
5. Виконано розрахунок рівня екологічного ризику під час транспортування олійних вантажів. Визначено, що сумарний показник екологічного ризику становить $R = 5,97$, що відповідає високому рівню ризику, а найбільшу небезпеку становлять аварійні розливи рослинної олії, пошкодження резервуарів і забруднення портових акваторій.
6. Оцінено ефективність впровадження вимог FOSFA щодо зниження екологічних ризиків. Встановлено, що застосування комплексу заходів дозволяє зменшити інтегральний показник ризику з 5,97 до 3,95, тобто

приблизно на 33,8 %, що забезпечує перехід від високого до помірного рівня екологічної небезпеки.

7. Розроблено комплекс заходів щодо мінімізації екологічних ризиків, який включає впровадження систем екологічного моніторингу, автоматизацію контролю перевезень, використання герметичних резервуарів, систем локалізації розливів та цифровізацію логістичних процесів. Доведено, що впровадження стандартів FOSFA є екологічно та економічно доцільним і сприяє підвищенню конкурентоспроможності українських експортерів на міжнародному ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. FOSFA Official Website – Міжнародна федерація асоціацій торгівлі оліями, насінням та жирами. <https://www.fosfa.org/>.
2. FOSFA Technical Standards – Міжнародна федерація асоціацій торгівлі оліями, насінням та жирами. Технічні стандарти та вимоги до транспортування олійних вантажів. <https://www.fosfa.org/technical>
3. FOSFA Contracts – Міжнародна федерація асоціацій торгівлі оліями, насінням та жирами. Міжнародні контракти FOSFA для торгівлі та перевезення олійних культур і рослинних олій. <https://www.fosfa.org/contracts>
4. FOSFA Carriage of Oils and Fats – Міжнародна федерація асоціацій торгівлі оліями, насінням та жирами. Правила перевезення рослинних олій та жирів. <https://www.fosfa.org/technical/carriage-of-oil-and-fats>
5. FOSFA Previous Cargo Requirements – Міжнародна федерація асоціацій торгівлі оліями, насінням та жирами. Вимоги до попередніх вантажів для запобігання забрудненню. <https://www.fosfa.org/technical/carriage-of-oil-and-fats/previous-cargoes>
6. IMO. International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code). URL: <https://www.imo.org/en/ourwork/safety/pages/dangerousgoods-default.aspx>
7. ISO 14001:2015 Environmental management systems — Requirements with guidance for use. URL: <https://www.iso.org/>
8. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12?utm#Text>
9. Закон України «Про транспорт». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/232/94-%D0%B2%D1%80?utm#Text>
10. Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80#Text>

11. Білявський, Г. О., Фурдуй, Р. С., & Костіков, І. Ю. (2006). *Основи екології*. Київ: Либідь.
12. Кучерявий, В. П. (2010). *Екологія*. Львів: Світ.
13. Запольський, А. К. (2005). *Основи екології*. Київ: Вища школа.
14. Мальований, М. С., & Петрушка, І. М. (2021). Екологічна безпека транспортних процесів в аграрному секторі України. *Екологічні науки*, 5(38), 112–118.
15. Бондаренко, О. В., & Ткаченко, С. М. (2020). Аналіз ризиків забруднення навколишнього середовища під час транспортування аграрних вантажів. *Вісник Національного транспортного університету*, 2(47), 89–96.
16. Коваленко, О. М., & Шевченко, П. Ю. (2023). Екологічні аспекти логістики аграрної продукції в умовах євроінтеграції України. *Екологічна безпека та природокористування*, 3(47), 58–67.
17. Григоренко, І. В. (2022). Міжнародні стандарти FOSFA у системі контролю якості аграрної продукції. *Науковий вісник Одеського національного морського університету*, 1(64), 134–141.
18. Pascher, K., Hainz-Renetzeder, C., Gollmann, G., & Schneeweiss, G. M. (2017). Spillage of viable seeds of oilseed rape along transportation routes: ecological risk assessment and perspectives on management efforts. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 5, 104. DOI: <https://doi.org/10.3389/fevo.2017.00104>
19. Bernatik, A., Rehak, D., Cozzani, V., Foltin, P., Valasek, J., & Paulus, F. (2021). Integrated environmental risk assessment of major accidents in the transport of hazardous substances. *Sustainability*, 13(21), 11993. DOI: <https://doi.org/10.3390/su132111993>
20. Teixeira, C. E., Sartori, L., & Finotti, A. R. (2010). Comparative environmental performance of semi-trailer load boxes for grain transport made of different materials. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 15(2), 212–220. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11367-009-0138-9>

21. Kramberger, T., Topolšek, D., & Dragan, D. (2024). A model for agribusiness supply chain risk management using fuzzy logic: Case study — grain route from Ukraine to Poland. *Transportation Research Part E*, 185, 103691. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2024.103691>
22. Hagstrum, D. W., Flinn, P. W., & Phillips, T. W. (2015). Ecological networks in stored grain: key postharvest nodes for emerging pests, pathogens, and mycotoxins. *BioScience*, 65(10), 985–1001. DOI: <https://doi.org/10.1093/biosci/biv100>
23. Gupta, S., Adhikari, S., & Hlali, A. (2024). A review of sustainable practices in road freight transport. *arXiv*. URL: <https://arxiv.org/abs/2403.19848>
24. Lucena, P., Binotto, A. P. D., Momo, F. S., & Kim, H. (2018). A case study for grain quality assurance tracking based on a blockchain business network. *arXiv*. URL: <https://arxiv.org/abs/1803.07877>
25. Guidelines for the shipment of vegetable and edible oil cargoes — практичні рекомендації щодо безпечного транспортування рослинних олій. <https://www.iims.org.uk/guidelines-for-the-shipment-of-vegetable-and-edible-oil-cargoes>
26. Закон України «Про охорону праці». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>
27. Закон України «Про відходи». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text>
28. ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016.
29. Бондар О. І., Машков О. А. Екологічна безпека транспортних систем. Київ : Центр учбової літератури, 2018. 312 с.
30. Клименко М. О., Прищеп А. М., Вознюк Н. М. Моніторинг довкілля : підручник. Київ : Академія, 2016. 360 с.
31. Кучерявий В. П. Урбоекологія. Львів : Світ, 2018. 460 с.
32. Рудько Г. І., Адаменко О. М. Екологічна безпека : підручник. Київ : Академія, 2014. 400 с.

- 33.Паламарчук М. М., Ткаченко Л. Г. Екологічні ризики та методи їх оцінювання в транспортній галузі. Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. 2021. № 95. С. 145–151.
- 34.Сафранов Т. А., Герасимчук Л. О. Оцінка екологічних ризиків забруднення довкілля під час транспортування вантажів. Екологічні науки. 2022. № 4(43). С. 87–93.
- 35.Григор'єв О. В., Петренко В. М. Екологічні аспекти функціонування транспортно-логістичних систем в аграрному секторі України. Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Географічні науки». 2023. № 18. С. 112–119.