МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ МОРСЬКОГО ФЛОТУ

Кафедра «Навігація і керування судном»

АНАЛІЗ ТА ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ НА МОРСЬКОМУ ТА ВНУТРІШНЬОМУ ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Аналіз та оцінювання ризиків на морському та внутрішньому водному транспорті»
для здобувачів очної (денної) та заочної форм навчання 1 року навчання другого (магістерського) рівня вищої освіти
Спеціальність J5 – Морський та внутрішній водний транспорт
Спеціалізація J5.01 – Навігація і управління морськими суднами

Одеса– 2026

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Аналіз та оцінювання ризиків на морському та внутрішньому водному транспорті» розроблено на основі освітньо-професійної програми «Безпека судноплавства» та відповідних навчальних планів для здобувачів очної (денної) та заочної форм навчання 1 року навчання другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціалізацією J5.01 «Навігація і управління морськими суднами» спеціальністю J5 «Морський та внутрішній водний транспорт», галузі знань J «Транспорт та послуги».

Рекомендовано до друку:

кафедрою «НКС» ННІМФ ОНМУ протокол № 6 від 26.05.2026 р.

ВР ННІМФ ОНМУ протокол № 1 від 24.06.2026 р.

Автор:

РОССОМАХА Олена Ігорівна — кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри «Навігація і керування судном», Одеський національний морський університет, Одеса, Україна;

Рецензент:

КАЛІНІЧЕНКО Євгеній Володимирович — капітан далекого плавання, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедрою кафедри «Навігація і керування судном» Одеський національний морський університет, Одеса, Україна;

Аналіз та оцінювання ризиків на морському та внутрішньому водному транспорті. Методичні вказівки до виконання практичних робіт. / О.І. Россомаха – 54 с.

УДК

© О.І. Россомаха,
НКС ННІМФ ОНМУ 2026

ЗМІСТ

Вступ 4

Практична робота №1. Фактори впливу зовнішнього і внутрішнього середовища на діяльність організації 5

Практична робота №2. Система аналізу ризиків та небезпек (метод САРН) 10

Практична робота №3. Формалізоване оцінювання зіткнення суден (етапи FSA - Formal Safety Assessment) 13

Практична робота №4 Оцінка навігаційного ризику за допомогою ризик-матриці 24

Практична робота 5 Аналіз відмов обладнання через PMS та вплив на навігацію. Роль людського чинника в системі PMS та вплив на ефективність управління ризиками 30

Практична робота 6 Моделювання навігаційних інцидентів та аналіз їх наслідків Аналіз інциденту з реальною аварією 38

Практична робота № 7 Аналіз міжнародних нормативних вимог щодо управління ризиками в судноплавстві 44

Практична робота № 8 Комплексне оцінювання навігаційного ризику проходження судном складної ділянки маршруту 48

Список літератури 50

ВСТУП

Практичні роботи є важливою складовою освітнього процесу та спрямовані на закріплення теоретичних знань, отриманих під час вивчення дисципліни «Аналіз та оцінювання ризиків на морському та внутрішньому водному транспорті», а також на формування практичних навичок застосування сучасних методів аналізу та управління ризиками у професійній діяльності фахівців морської галузі.

Сучасне судноплавство функціонує в умовах постійного впливу різноманітних ризиків, пов’язаних із навігаційними, технічними, природними та людськими чинниками. Зростання інтенсивності морських перевезень, розвиток суднових технологій та підвищення вимог до безпеки судноплавства зумовлюють необхідність підготовки фахівців, здатних своєчасно виявляти потенційні небезпеки, оцінювати рівень ризику та приймати обґрунтовані рішення щодо його зниження.

Практичні роботи охоплюють основні етапи процесу управління ризиками: ідентифікацію небезпек, аналіз причин виникнення небезпечних подій, оцінювання рівня ризиків, моделювання аварійних ситуацій, дослідження впливу людського чинника, аналіз технічних ризиків та вивчення міжнародних підходів до забезпечення безпеки судноплавства. Особлива увага приділяється застосуванню методів, що широко використовуються у міжнародній практиці управління ризиками, зокрема Risk Matrix 5×5, HAZID, FSA, Bow-Tie Analysis, Fishbone Analysis та інших інструментів системного аналізу.

Виконання практичних робіт сприяє розвитку навичок аналізу інформації, критичного мислення, оцінювання ризиків та обґрунтування управлінських рішень в умовах невизначеності. Отримані результати дозволяють сформувати цілісне уявлення про сучасні підходи до забезпечення безпеки судноплавства та підготувати здобувачів освіти до вирішення професійних завдань у сфері управління ризиками на морському та внутрішньому водному транспорті.

Методичні вказівки містять тематику практичних робіт, мету та завдання кожної роботи, теоретичні відомості, порядок виконання, контрольні запитання та рекомендації щодо оформлення результатів. Використання цих методичних матеріалів сприятиме ефективному засвоєнню навчального матеріалу та формуванню професійних компетентностей, необхідних для майбутньої діяльності фахівців морського транспорту.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №1.
ФАКТОРИ ВПЛИВУ ЗОВНІШНЬОГО І ВНУТРІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ДІЯЛЬНІСТЬ ОРГАНІЗАЦІЇ

1. Вивчити надані матеріали.

2. Обрати (або вигадати) будь-яку фірму, пов'язану зі Вашою спеціальністю та описати її.

3. Провести SWOT-аналіз обраної фірми.

4. Записати висновки виконаної роботи.

5. Виконати всі завдання у письмовому вигляді. Завантажити фото/скан виконаної практичної роботи у систему Moodle.

SWOT-аналіз є необхідним елементом досліджень, обов'язковим попереднім етапом при складанні будь-якого рівня стратегічних і маркетингових планів. Дані, отримані в результаті ситуаційного аналізу, служать базисними елементами при розробці стратегічних цілей і завдань компанії.

SWOT-аналіз (SWOT в англійській мові означає Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) є інструментом стратегічного аналізу, який допомагає організаціям оцінювати їхню поточну позицію на ринку та розробляти стратегії на майбутнє. Цей аналіз розділяє фактори на чотири категорії:

1. **Сильні сторони (Strengths):** Це внутрішні фактори, які роблять організацію успішною та конкурентоздатною. Це можуть бути внутрішні ресурси, вміння, досвід, технології, репутація і переваги, які відокремлюють організацію від конкурентів.

2. **Слабкі сторони (Weaknesses):** Це також внутрішні фактори, але ці сторони вказують на обмеження та недоліки організації. Це може включати в себе внутрішні проблеми, неефективні процеси, відсутність ключових

ресурсів, обмежену експертизу тощо.

3. **Можливості (Opportunities):** Це зовнішні фактори, які можуть створити нові можливості або переваги для організації. Можливості можуть включати ринкові тенденції, зростаючий попит на продукти або послуги, зміни в законодавстві, розширення ринків тощо.

4. **Загрози (Threats):** Це також зовнішні фактори, які можуть становити загрозу для організації. Загрози можуть включати конкуренцію, зміни в ринковому середовищі, економічні кризи, регулювання чи зміни в споживчому попиті.

Основна мета SWOT-аналізу – визначити, як організація може використовувати свої сильні сторони для відновлення або вдосконалення слабких сторін, а також як вона може використовувати можливості для зменшення загроз. Цей аналіз допомагає приймати обґрунтовані рішення та розробляти стратегії для досягнення успіху в майбутньому.

ПРИКЛАД SWOT-аналізу для судоремонтного підприємства:

Сильні сторони (Strengths):

1. Досвід та експертиза: Судоремонтне підприємство має багаторічний досвід і висококваліфікований персонал для виконання різних видів судоремонту.

2. Технологічна оснащеність: Підприємство володіє сучасними технологіями та обладнанням для виконання різних видів ремонтних робіт на суднах.

3. Стабільні контракти: Судоремонтне підприємство має довгострокові контракти з різними судновласниками і морськими компаніями.

4. Локація: Розташування підприємства в стратегічному місці біля морського порту сприяє зручній доставці суден та матеріалів.

5. Зручний доступ до ресурсів: Підприємство має доступ до необхідних ресурсів та матеріалів для ремонту суден.

Слабкі сторони (Weaknesses):

1. Залежність від сезонності: Судоремонт може бути сезонним бізнесом, що призводить до нерівномірного навантаження та дохідності.

2. Високі витрати на обслуговування обладнання: Підтримка сучасного обладнання та технологій може призводити до високих витрат.

3. Конкуренція: Існує конкуренція з іншими судоремонтними підприємствами в регіоні, що може впливати на ціни та вибір клієнтів.

4. Великі інвестиції в розвиток: Для підтримки конкурентоспроможності, необхідні великі інвестиції в розширення та модернізацію обладнання.

Можливості (Opportunities):

1. Зростаючий ринок морських перевезень: Збільшення обсягів морських перевезень створює можливості для збільшення замовлень на судоремонтні послуги.

2. Екологічні стандарти: Посилення екологічних стандартів може призвести до попиту на судновиправні роботи для зменшення викидів.

3. Розвиток нових технологій: Впровадження нових технологій у суднобудівній та судоремонтній галузях може створити нові можливості для підприємства.

4. Розширення послуг: Розгляд можливості розширення спектру послуг, включаючи обслуговування суден, підготовку до плавання, консультації тощо.

Загрози (Threats):

1. Світова економічна нестабільність: Економічні кризи та коливання можуть призвести до зменшення обсягів суднoремонтних робіт через зменшення попиту.

2. Зростаючі витрати на енергію: Підвищення цін на енергію може збільшити витрати на виробництво та обслуговування суден.

3. Зміни в законодавстві і стандартах: Зміни в міжнародних та національних нормативах можуть вимагати великих інвестицій у відповідність

та документацію.

4. Конкуренція з іноземними судоремонтними підприємствами: Відкритий доступ до світового ринку може призвести до конкуренції з іноземними судоремонтними підприємствами.

Підсумок SWOT-аналізу судоремонтного підприємства:

SWOT-аналіз допомагає судоремонтному підприємству визначити свої конкурентні переваги, слабкі сторони та потенційні можливості та загрози на ринку суднoремонту. На основі цього аналізу, підприємство може розробити стратегію, яка використовує сильні сторони для збільшення конкурентоспроможності, мінімізує слабкі сторони, використовує можливості та виправляє загрози. Важливо постійно моніторити зовнішнє середовище та оновлювати SWOT-аналіз для ефективного управління судоремонтним бізнесом.

Зважаючи на поданий SWOT-аналіз судоремонтного підприємства, маємо можливих стратегічних напрямків:

1. Розвиток технологічної бази: Інвестування в сучасне обладнання та технології може допомогти підприємству збільшити продуктивність та здатність виконувати більше робіт. Це може створити конкурентну перевагу.

2. Розширення ринків: Пошук нових ринків та клієнтів, включаючи міжнародні ринки, може допомогти компенсувати сезонність та збільшити замовлення на ремонтні послуги.

3. Розширення послуг: Розгляд можливості надання додаткових послуг, таких як консультації з екологічної безпеки суден, може додати доходів та забезпечити більше роботи.

4. Співпраця та партнерства: Встановлення стратегічних партнерств з іншими гравцями в суднoремонтній галузі або постачальниками може забезпечити доступ до нових ресурсів та ринків.

5. Диверсифікація послуг: Розгляд можливості розширення послуг на інші галузі, такі як суднобудівництво або роботи на березі, може розширити джерела доходу та зменшити залежність від сезонності.

6. Спеціалізація: Фокусування на конкретних видів суден або типах ремонтних робіт, де підприємство має особливі навички та досвід, може підвищити ефективність та конкурентоспроможність.

7. Співробітництво з владою: Залучення урядової підтримки та участь у проектах з реконструкції портової інфраструктури може покращити доступність та умови для роботи.

Це лише деякі можливі стратегічні напрямки. Вибір конкретної стратегії залежить від унікальних особливостей підприємства та внутрішнього та зовнішнього середовища. Ключовою є постійна оцінка та адаптація стратегії на основі змін в ринкових умовах та конкурентному середовищі.

Стандартна матриця SWOT-аналізу може бути корисним інструментом для візуалізації сильних сторін (Strengths), слабких сторін (Weaknesses), можливостей (Opportunities) і загроз (Threats) суднoремонтного підприємства. Вона допомагає легше сприймати результати SWOT-аналізу та розробляти стратегії. У таблиці 4 представлений приклад матриці SWOT для суднoремонтного підприємства:

Таблиця 1 – Стандартна матриця базового SWOT – аналізу

СИЛЬНІ СТОРОНИ	МОЖЛИВОСТІ
1. Досвід та експертиза; 2. Технологічна оснащеність; 3. Стабільні контракти; 4. Локація біля морського порту; 5. Зручний доступ до ресурсів.	1. Зростаючий ринок морських перевезень; 2. Посилення екологічних стандартів; 3. Розвиток нових технологій; 4. Розширення послуг.
СЛАБКІ СТОРОНИ	ЗАГРОЗИ
1. Сезонність бізнесу; 2. Високі витрати на обслуговування; 3. Конкуренція з іншими підприємствами; 4. Потреба у великих інвестиціях.	1. Світова економічна нестабільність; 2. Зростання цін на енергію; 3. Зміни в законодавстві і стандартах; 4. Конкуренція з іноземними підприємствами; 5. Зміни в міжнародних нормативах.

Ця матриця надає змогу чітко виділити сильні та слабкі сторони підприємства, а також можливості та загрози на зовнішньому ринку. На основі цієї матриці ви можете розробити стратегії, які використовують сильні сторони для використання можливостей та зменшення загроз, а також для зменшення впливу слабких сторін.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №2.
СИСТЕМА АНАЛІЗУ РИЗИКІВ ТА НЕБЕЗПЕК (МЕТОД CAPH)

1. Вивчити надані матеріали.

2. Використовуючи обрану на першій практичній роботі організацію провести її аналіз методом CAPH.

3. Записати висновки виконаної роботи.

4. Виконати всі завдання у письмовому вигляді. Завантажити фото виконаної практичної роботи у систему Moodle.

Одним з методів оцінки критичності є визначення значення ризику R. В якості загальної міри потенційного ризику R в CAPH використовуємо величину:

$$R = V \cdot P \cdot U,$$

де V – ймовірність настання несприятливої події:

- низька ймовірність – 1;
- середня ймовірність – 2;
- висока ймовірність – 3;

P – наслідки/збиток:

- подія призводить до катастрофи, загибелі людей – 5;
- настає міжнародна катастрофа без людських жертв – 4;
- економічні наслідки дуже великі – 3;
- економічний збиток значний, але не катастрофічний – 2;
- незначний економічний збиток – 1;

U – вразливість/захищеність:

- ніяких заходів щодо недопущення не вживається – 4;
- є вжиті заходи захисту, але нижче прийнятих в державі – 3;
- застосовуються заходи захищеності відповідно до застосовуваних стандартів – 2;

- застосовувана система захисту перевищує нормативи – 1;

Тоді мінімальний ризик дорівнює:

$$R_{min} = V \cdot P \cdot U = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1.$$

Максимальний ризик визначається, як

$$R_{max} = V \cdot P \cdot U = 3 \cdot 5 \cdot 4 = 60.$$

Вихідні дані включають:

- перелік небезпек і ризиків;
- рекомендації про затвердження проекту, рекомендовані заходи управління, технічне завдання на розробку або запити для отримання більш детальної оцінки.

Ситуація: Після ремонту генератора виникла потреба в його використанні, а вентилятор не працює, через це використання генератора неможливе. Розберемо дану ситуацію за допомогою САРН та визначимо ризик.

Ймовірність (V) неправильного збирання генератору середня, тому вибираємо критерій «2».

Наслідки та збитки (P) можуть бути значні , тому вибираємо критерій «4».

Вразливість (U) оцінюємо як критерій «3», тому що на судні має бути резервний (другий) генератор.

Для розрахунку позначимо ризик як R, та визначаємо за формулою:

$$R = V \cdot P \cdot U = 2 \cdot 4 \cdot 3 = 24,$$

згідно з теорією, розрахований ризик середній.

Отже, ризик середній, але якщо станеться кілька відмов одночасно це може спричинити за собою непередбачені наслідки та загибель людей.

Таким чином можна зробити висновок, що аналіз видів, наслідків та критичності відмов має свої переваги та недоліки.

САРН має наступні переваги:

- застосуємо при наявності обмеженої інформації;
- дозволяє розглядати ризики на ранньому етапі життєвого циклу системи.

Метод має такі недоліки:

- CAPH надає тільки попередню інформацію;
- CAPH не є всебічним і не забезпечує детальною інформацією про ризики і про те, як їх можна найкращим чином запобігати, але дозволяє їх спрогнозувати.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №3.
ФОРМАЛІЗОВАНЕ ОЦІНЮВАННЯ ЗІТКНЕННЯ СУДЕН (ЕТАПИ FSA - FORMAL SAFETY ASSESSMENT)

Мета роботи

Навчитися застосовувати етапи методології FSA для оцінювання ризику зіткнення суден, визначати рівень ризику та розробляти заходи щодо його зниження.

Завдання

1. Ознайомитися з методологією Formal Safety Assessment (FSA).
2. Обрати відомий випадок зіткнення суден або небезпечного зближення суден, інформація про який доступна у відкритих джерелах.
3. Виконати ідентифікацію небезпек (HAZID), які могли призвести до інциденту.
4. Оцінити ризик за якісною шкалою, визначивши:

– ймовірність виникнення події;

– тяжкість можливих наслідків.

5. Запропонувати не менше трьох заходів щодо зниження ризику (Risk Control Options).
6. Оцінити, як запропоновані заходи можуть вплинути на рівень ризику.
7. Сформулювати рекомендації щодо підвищення безпеки судноплавства.

Теоретичний матеріал

Оцінка та прогнозування розвитку небезпечних ситуацій у морському судноплавстві є одним із ключових завдань сучасної морської науки та практики управління ризиками. З огляду на складність процесів судноводіння в умовах обмеженої акваторії, необхідно використовувати методики, що

поєднують системний аналіз, формалізовану оцінку ризику та можливість практичного застосування у навчальному процесі.

У міжнародній практиці загальновизнаним інструментом для оцінки ризиків є методологія Formal Safety Assessment (FSA), розроблена Міжнародною морською організацією (IMO).

Методика Formal Safety Assessment (FSA) була запроваджена Міжнародною морською організацією (IMO) наприкінці 1990-х років як відповідь на зростання потреби в науково обґрунтованому та систематизованому підході до аналізу ризиків у сфері морських перевезень. Традиційно безпека мореплавства забезпечувалася здебільшого на основі практичного досвіду моряків та регуляторної діяльності адміністрацій. Однак цей підхід мав значні обмеження: він ґрунтувався на минулих аваріях, не завжди враховував нові технологічні зміни та інноваційні процеси, а також не передбачав обов’язкового економічного обґрунтування запроваджуваних заходів. Впровадження FSA дозволило інтегрувати у сферу безпеки методологію управління ризиками, що вже давно використовувалася у промисловості та транспорті.

Основною відмінною рисою FSA є її структурованість та поетапність (рис. 3.1), що забезпечує логічний перехід від ідентифікації загроз до вироблення конкретних управлінських рішень. Методика охоплює п’ять послідовних кроків, які разом формують цілісну систему аналізу.

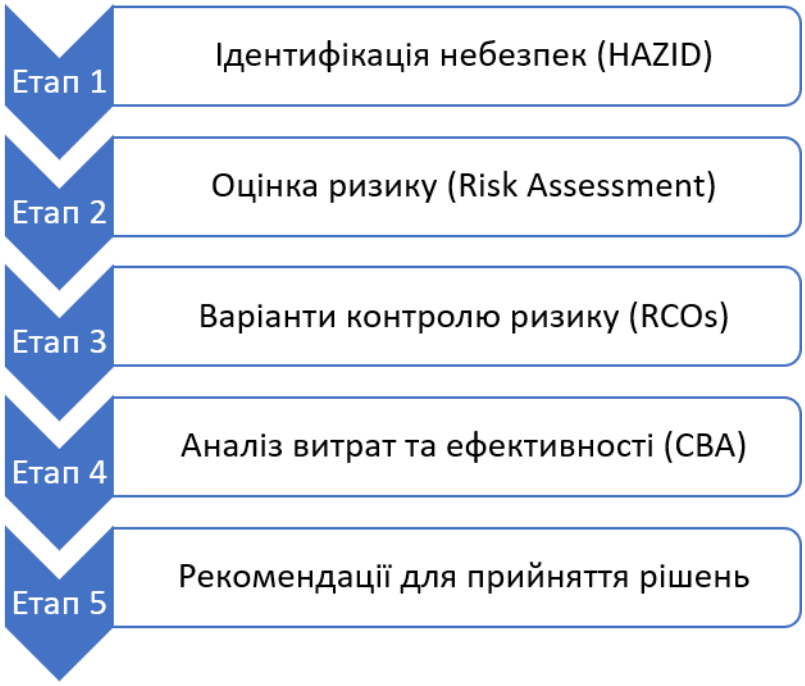


Рисунок 3. 1 – Структура методу FSA за IMO

Перший етап – ідентифікація небезпек (Hazard Identification, HAZID). Він передбачає виявлення всіх потенційних загроз, що можуть впливати на безпеку мореплавства чи портових операцій. Для цього аналізуються історичні дані, журнали аварійних і небезпечних подій, звіти страхових компаній, записи портових адміністрацій, а також міжнародні бази даних, такі як GISIS (Global Integrated Shipping Information System). Важливим є розгляд не лише великих аварій, але й так званих «near misses» – інцидентів, які могли б призвести до катастрофи, однак цього не сталося завдяки своєчасним діям екіпажу чи випадковим обставинам. Аналіз таких подій дозволяє виявити приховані небезпеки, які інакше залишилися б поза увагою. Ідентифікація небезпек також включає врахування факторів середовища (гідрометеорологічних умов, інтенсивності руху в акваторії, технічного стану навігаційного обладнання) та людського чинника.

Другий етап – оцінка ризику (Risk Assessment). На цьому рівні визначається ймовірність реалізації ідентифікованих небезпек і тяжкість їхніх можливих наслідків. Практика показує, що в судноплавстві поєднуються як якісні, так і кількісні методи оцінювання. Якісний підхід базується на експертних судженнях, використанні матриць ризику, де поєднання

ймовірності та тяжкості дозволяє класифікувати події як низькоризикові, середні чи критичні. Кількісний підхід спирається на статистичні моделі, аналіз частоти аварій за певними категоріями суден, математичне моделювання сценаріїв зіткнень чи посадок на мілину. Одним із найбільш перспективних інструментів є імітаційне моделювання руху суден у складних акваторіях, що дозволяє прогнозувати наслідки небезпечних ситуацій без ризику для людей та довкілля. Водночас обмеженість достовірних даних у морській галузі часто змушує використовувати комбінацію методів, де ключову роль відіграє експертне оцінювання.

Третій етап – розробка варіантів контролю ризику (Risk Control Options, RCOs). Його завданням є пошук заходів, які здатні зменшити ймовірність або мінімізувати наслідки небезпечних подій. Варіанти можуть бути технічними (встановлення сучасних систем автоматичної ідентифікації, модернізація засобів зв'язку, вдосконалення конструкції суден), організаційними (розробка нових правил руху у вузьких проходах, зміна системи чергування в порту, запровадження регламентів взаємодії між капітанами та лоцманами) чи процедурними (зміни в інструкціях, додаткові тренування екіпажів, використання симуляторів). Успіх цього етапу залежить від того, наскільки заходи є реалістичними, прийнятними для галузі та сумісними з міжнародними стандартами.

Четвертий етап – оцінка витрат та ефективності (Cost-Benefit Assessment, CBA). Запропоновані заходи порівнюються з точки зору економічної доцільності. У морській галузі, де інновації можуть вимагати значних інвестицій, важливо обґрунтувати, що витрати на модернізацію чи навчання персоналу будуть меншими, ніж збитки від можливої аварії. До уваги беруться як прямі економічні показники (вартість обладнання, навчання, впровадження процедур), так і непрямі вигоди — збереження людського життя, зниження шкоди довкіллю, підвищення репутації компанії. Важливо, що у міжнародній практиці широко застосовується концепція ALARP (As Low As Reasonably

Practicable), відповідно до якої ризик має бути зменшений настільки, наскільки це є розумно можливим з урахуванням ресурсів.

Завершальний (п’ятий) етап – формування рекомендацій для прийняття рішень (Recommendations for Decision-Making). На основі попереднього аналізу складається комплексний документ, у якому описуються запропоновані заходи, їхня ефективність і витрати, а також очікуваний вплив на загальний рівень безпеки. Такі рекомендації можуть бути спрямовані як до міжнародних організацій (для розробки конвенцій чи поправок до існуючих документів), так і до національних адміністрацій або окремих портових операторів. У цьому процесі важливо забезпечити прозорість та аргументованість рішень, адже вони впливають не лише на окремий порт чи компанію, а й на всю галузь у цілому.

Методика FSA є не одноразовим актом, а безперервним процесом, що передбачає регулярний перегляд результатів (рис. 3.2). Морське середовище постійно змінюється: з’являються нові типи суден, збільшується інтенсивність руху в акваторіях, виникають нові технологічні ризики, зокрема пов’язані з цифровізацією управління суднами чи використанням автономних систем. Тому ідентифікація небезпек і оцінка ризиків має проводитися циклічно, із постійним оновленням даних та адаптацією заходів контролю.

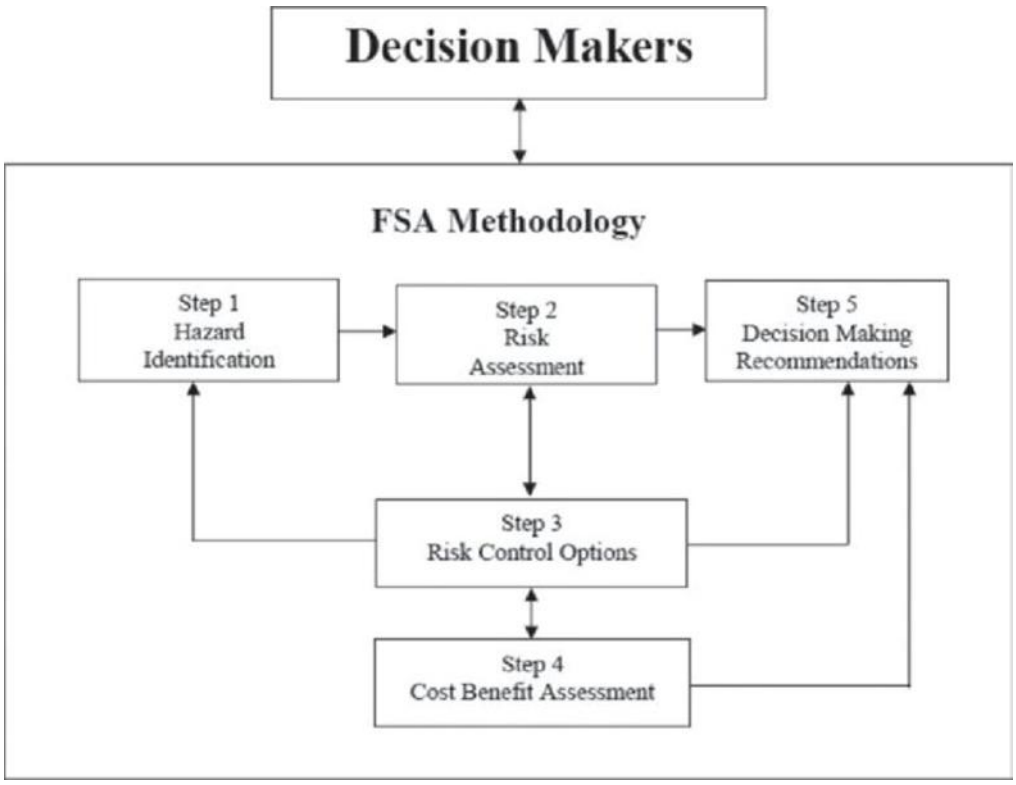


Рисунок 3. 2 – Методика офіційної оцінки безпеки IMO.

Важливим є і те, що FSA визнає обмеженість статистичного підходу у морській сфері. Інциденти в судноплавстві трапляються значно рідше, ніж у автомобільному транспорті, тому аналіз на основі масиву даних не завжди можливий. Саме тому методика дозволяє активно застосовувати експертне оцінювання, аналітичні моделі та симуляційні експерименти. Етапи FSA: цілі та результати представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Етап	Мета	Очікуваний результат
1. Ідентифікація небезпек (HAZID)	Виявити всі релевантні небезпеки	Перелік небезпек і сценаріїв
2. Оцінка ризику	Кількісно/якісно оцінити P та S	Матриця ризику, карти ризику
3. Варіанти контролю ризику (RCOs)	Сформувати варіанти зниження ризику	Перелік RCOs з описом
4. Аналіз витрат та ефективності (CBA)	Оцінити доцільність впровадження	Показники C/B, пріоритети
5. Рекомендації	Підсумувати висновки і пропозиції	Набір рекомендацій для рішень

1. Ідентифікація небезпек (HAZID) Виявити всі релевантні небезпеки Перелік небезпек і сценаріїв

2. Оцінка ризику Кількісно/якісно оцінити P та S Матриця ризику, карти ризику

3. Варіанти контролю ризику (RCOs) Сформувати варіанти зниження ризику Перелік RCOs з описом

4. Аналіз витрат та ефективності (CBA) Оцінити доцільність впровадження Показники C/B, пріоритети

5. Рекомендації Підсумувати висновки і пропозиції Набір рекомендацій для рішень

Джерело: розроблено на основі [16]

Узагальнена методика Formal Safety Assessment (FSA) може бути адаптована для навігаційної практики у вигляді алгоритму ухвалення рішень, що базується на безперервному зборі даних та оцінюванні ризику. На практиці це реалізується через інтеграцію різних джерел інформації (електронних карт ECDIS, систем автоматичної ідентифікації AIS, радіолокаційних станцій, метеоданих), які слугують підґрунтям для виявлення потенційних небезпек.

Отримані дані перевіряються на відповідність критичним порогам, а розрахунок ризику здійснюється за формулою:

$$R = P \times S,$$

де P — імовірність,

S — тяжкість наслідків.

Якщо аналіз показує наявність двох або більше критичних параметрів, система переходить до активних заходів контролю ризику. Такими заходами можуть бути попередження екіпажу на містку, зниження швидкості чи автокорекція курсу, а також комунікація з береговими службами або центрами управління рухом суден (VTS). Якщо ж небезпеки не досягають критичного рівня, процес переходить у фазу моніторингу та повторної оцінки.

Наведена схема (рис. 3.3) відображає цей адаптований алгоритм FSA. Вона демонструє логіку переходу від ідентифікації небезпеки до варіантів управлінського реагування залежно від рівня ризику. Важливо, що такий

підхід забезпечує не лише оперативне ухвалення рішень у динамічних умовах морського середовища, а й реалізує принципи FSA у спрощеній, але практично ефективній формі.

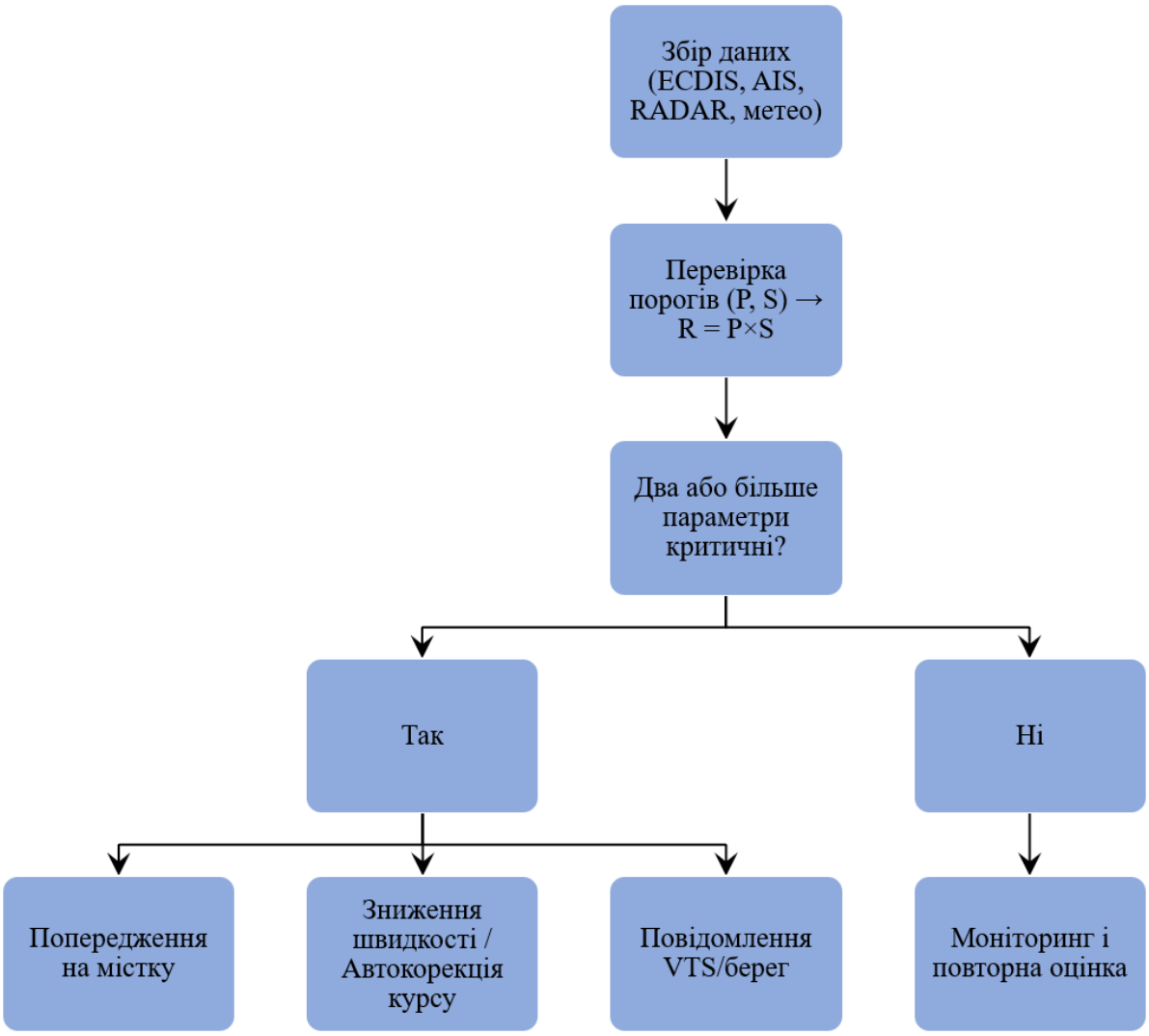


Рисунок 3. 3 – Схема алгоритму оцінювання та контролю навігаційного ризику на основі адаптації FSA

Показовий прикладом складного навігаційного інциденту, для демонстрації актуальності методики FSA, є аварія контейнеровоза Ever Given у Суецькому каналі 23 березня 2021 року. Подія відзначалася поєднанням різнорідних чинників: сильного вітру та обмеженої маневреності судна у вузькому фарватері, конструктивних особливостей корпусу

великотоннажного контейнеровоза, а також дій екіпажу, який приймав рішення в умовах психологічного тиску та браку часу. Аналіз цього інциденту за допомогою FSA дозволяє не лише відтворити хронологію розвитку подій, а й розкрити механізм формування небезпеки як результату взаємодії природних умов, технічних характеристик судна й людського елементу. Такий підхід створює можливість моделювання подібних ситуацій у майбутньому та формування ефективних варіантів контролю ризику, що мають практичне значення для портових адміністрацій і судноплавних компаній.

Приклад

Для аналізу обрано аварію контейнеровоза Ever Given, яка сталася 23 березня 2021 року в Суецькому каналі. Унаслідок сильного бокового вітру та втрати керованості судно сіло на мілину і перекрило судноплавний канал, що призвело до значних економічних збитків та затримки сотень суден.

1. *Ідентифікація небезпек (HAZID)*

   На основі аналізу доступної інформації визначено такі небезпеки:

   1 Сильний боковий вітер

   2 Обмежена ширина каналу

   3 Великі розміри судна

   4 Складність маневрування у вузькому фарватері

   5 Можливі помилки під час прийняття рішень екіпажем

   6 Висока залежність від погодних умов

2. *Оцінка ризику*

   Для оцінювання використано п’ятибальну шкалу.

   Імовірність виникнення події (P) – 4 бали (висока).

Обґрунтування: судно рухалося у вузькому каналі за несприятливих погодних умов.

Тяжкість наслідків (S) – 5 балів (катастрофічна).

Обґрунтування: блокування міжнародного транспортного коридору, значні економічні втрати та порушення глобальних логістичних ланцюгів.

Розрахунок ризику:

$R = P \times S$

$R = 4 \times 5 = 20$

Отримане значення відповідає критичному рівню ризику.

3. *Варіанти контролю ризику (Risk Control Options)*

Для зменшення ризику можна запропонувати такі заходи:

– обмеження руху великотоннажних суден за сильного вітру;

– удосконалення систем прогнозування погодних умов;

– використання додаткових буксирів під час проходження складних ділянок;

– посилення контролю з боку берегових служб;

– додаткове тренування екіпажів на навігаційних тренажерах.

4. *Оцінка впливу запропонованих заходів*

У разі впровадження запропонованих заходів імовірність виникнення подібної події може бути знижена до 2 балів.

Тоді:

$R = 2 \times 5 = 10$

Рівень ризику знижується з критичного до помірного.

5. *Рекомендації*

Для підвищення безпеки судноплавства у вузьких каналах доцільно:

– посилити моніторинг гідрометеорологічних умов;

– удосконалити процедури проходження великотоннажних суден;

– використовувати додаткові засоби маневрування;

– регулярно проводити підготовку екіпажів щодо дій у складних навігаційних умовах.

Висновок

За допомогою методології FSA було виконано аналіз аварії контейнеровоза Ever Given. Встановлено, що основними чинниками ризику були несприятливі погодні умови, великі розміри судна та обмежені можливості маневрування. Початковий рівень ризику становив 20 балів і був

оцінений як критичний. Запропоновані заходи контролю дозволяють знизити ризик до прийнятного рівня та підвищити безпеку судноплавства.

Контрольні питання

1. Що таке Formal Safety Assessment?
2. Які основні етапи методології FSA?
3. У чому полягає етап HAZID?
4. Як визначається ризик у методології FSA?
5. Які фактори можуть спричинити зіткнення суден?
6. Що таке Risk Control Options (RCO)?
7. Для чого проводиться повторна оцінка ризику?
8. Які переваги FSA у морській галузі?
9. Що означає концепція ALARP?
10. Як результати FSA використовуються для прийняття управлінських рішень?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №4
ОЦІНКА НАВІГАЦІЙНОГО РИЗИКУ ЗА ДОПОМОГОЮ РИЗИК-МАТРИЦІ

Завдання

1. Ознайомитися з принципом побудови матриці ризику 5×5 та шкалами оцінювання ймовірності виникнення події (P) і тяжкості наслідків (S).
2. Обрати один реальний навігаційний інцидент, пов'язаний із:
   - ✓ зіткненням суден;
   - ✓ посадкою судна на мілину;
   - ✓ втратою керованості;
   - ✓ навігаційною аварією в порту або каналі.
3. На основі доступної інформації визначити основні фактори, які сприяли виникненню інциденту.
4. Оцінити:
   - ✓ ймовірність виникнення подібної події за п'ятибальною шкалою;
   - ✓ тяжкість можливих наслідків за п'ятибальною шкалою.
5. Розрахувати значення ризику за формулою:
   $R = P \times S$
6. Визначити категорію ризику відповідно до матриці ризику 5×5:
   - ✓ 1–5 – низький;
   - ✓ 6–10 – помірний;
   - ✓ 11–16 – високий;
   - ✓ 17–25 – критичний.
7. Запропонувати не менше трьох заходів щодо зниження ризику виникнення аналогічних подій.
8. Сформулювати висновок щодо ефективності використання матриці ризику для оцінювання навігаційних небезпек.

Теоретичний матеріал

У практичній діяльності, особливо під час оцінювання безпеки навігації в конкретних акваторіях, часто застосовують спрощені модифікації методики FSA. Однією з найбільш поширених є матриця ризику формату 5×5 (Risk Matrix 5×5), яка дозволяє швидко класифікувати небезпеки за поєднанням їхньої ймовірності та тяжкості наслідків. Подібний підхід рекомендовано у Navigation Risk Assessment and Management Plan (PERSGA, 2001), де він використовується як практичний інструмент для оцінювання та управління ризиками в умовах обмеженого доступу до повних статистичних даних. У цьому сенсі FSA виступає не лише універсальною концепцією системного аналізу, а й методологічною основою для створення більш адаптивних і прикладних інструментів, які можуть бути використані в управлінні конкретними навігаційними ризиками.

Оцінювання та прогнозування розвитку небезпечних ситуацій у морському судноплавстві є важливим завданням сучасної науки й практики управління безпекою. Умови експлуатації морських суден часто характеризуються високим рівнем невизначеності: змінні гідрометеорологічні параметри, обмеженість маневрового простору в портах і вузьких каналах, інтенсивність руху в міжнародних транспортних коридорах. Це потребує використання інструментів, здатних не лише виявити ймовірність настання небезпечних подій, а й кількісно оцінити тяжкість їхніх наслідків. Одним із найбільш поширених інструментів, що поєднує наочність та формалізованість, є матриця ризику у форматі 5×5 (Risk Matrix 5×5).

Матриця ризику 5×5 ґрунтується на принципі, що величина ризику визначається як добуток ймовірності виникнення події (P) та тяжкості її наслідків (S). Ця залежність має вигляд:

$$R=P\times S$$

де: P – ймовірність, характеризує частоту або вірогідність виникнення небезпечної ситуації. Вона може оцінюватися як на основі статистичних даних

(кількість аварій і інцидентів за певний проміжок часу), так і за допомогою експертного аналізу, особливо коли обсяг достовірної інформації обмежений.

S – наслідки – визначає масштаби потенційних збитків, які можуть охоплювати як локальні пошкодження обладнання чи короткочасні затримки, так і катастрофічні події, що призводять до втрати судна, людських жертв або значних екологічних та економічних наслідків.

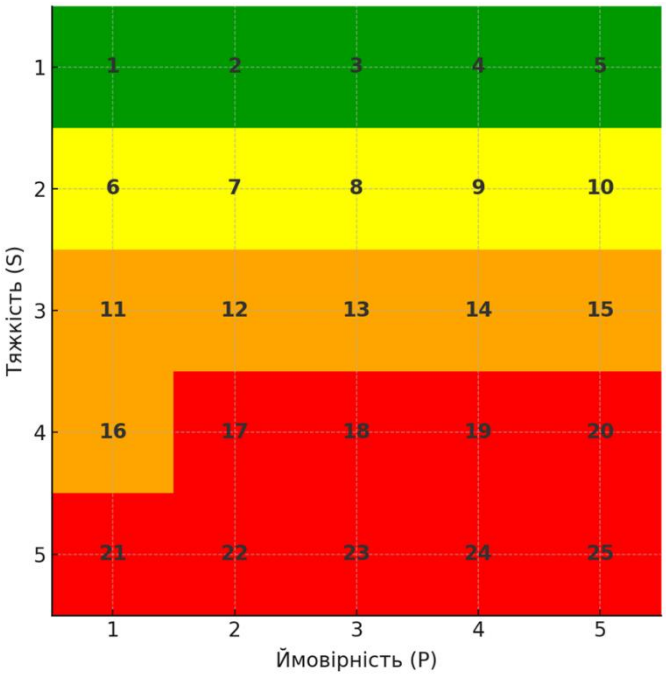
IMO та PERSGA [18] пропонують використовувати п’ятибальну шкалу як для ймовірності, так і для наслідків Це дозволяє стандартизувати оцінювання та забезпечити можливість порівняння різних подій і сценаріїв між собою. Орієнтовні шкали ймовірності та наслідків подано в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Орієнтовні шкали ймовірності та наслідків

Рівень	**Ймовірність (P)**	**Приклад частоти**	**Наслідки (S)**	**Приклад наслідків**	**Примітка**
1	Дуже низька	≤ 1 раз на 10 років	Незначні	Локальні затримки	Прийнятний рівень
2	Низька	1 раз на кілька років	Малі	Локальні пошкодження	Контрольований
3	Середня	Приблизно 1 раз на рік	Середні	Серйозні пошкодження	Потребує моніторингу
4	Висока	Кілька разів на рік	Значні	Втрата керованості	Вимагає дій
5	Дуже висока	Майже неминуче	Критичні	Блокування каналу, загибель людей	Неприйнятний рівень

Максимальне значення ризику у цій системі становить 25 ($R_{max} = 25$), що відповідає поєднанню найвищих значень P і S. Мінімальне значення – 1 ($R_{min} = 1$), яке характеризує події з дуже низькою ймовірністю та незначними наслідками. Побудована на основі цих шкал матриця дозволяє визначити інтегральний рівень ризику для кожної ситуації та класифікувати його за певними категоріями. Категорії ризику наведено у рис. 3.4.



Діапазон R	Категорія ризику	Кольорове кодування
1–5	Низький (прийнятний)	Зелений
6–10	Помірний	Жовтий
11–16	Високий	Помаранчевий
17–25	Критичний	Червоний

Рисунок 3.1 – Категорії ризику

Завдяки такій побудові Risk Matrix 5×5 стає універсальним інструментом для систематизації оцінювання ризиків у різних акваторіях та за різних умов експлуатації суден.

Застосування матриці ризику особливо важливе тоді, коли ймовірність події є середньою чи високою, а тяжкість її наслідків змінюється залежно від поєднання зовнішніх і внутрішніх чинників. Такий інструмент дозволяє відобразити ефект «ланцюгової реакції», коли комбінація кількох ризиків середнього рівня переводить ситуацію у значно небезпечнішу площину. Завдяки цьому Risk Matrix 5×5 стає надійним засобом для прогнозування розвитку подій та визначення моменту, коли потрібно переходити від моніторингу до активних заходів контролю.

Крім наочності та простоти, метод вирізняється універсальністю. Він може застосовуватися як у навчальному процесі для формування у майбутніх фахівців навичок оцінювання навігаційних небезпек, так і у практичній діяльності портових адміністрацій та судноплавних компаній для підтримки ухвалення рішень у реальному часі. Матриця добре інтегрується з сучасними

інформаційними системами безпеки, які дедалі більше орієнтуються на алгоритмізацію та автоматизоване прогнозування. Використання формалізованої шкали ризику робить результати прозорими, стандартизованими й легко інтерпретованими, що підвищує ефективність управління небезпеками в умовах зростаючої складності морського судноплавства.

Risk Matrix 5×5 посідає ключове місце у сучасних методологіях аналізу ризиків, забезпечує кількісну оцінку небезпек і створює основу для подальшої інтеграції у факторні моделі, які дозволяють більш детально відтворювати механізм розвитку аварійних подій. Саме це відкриває можливість перейти до розгляду факторної моделі розвитку небезпеки аварії контейнеровоза Ever Given.

Контрольні питання

1. Що таке навігаційний ризик?
2. Які основні чинники впливають на рівень навігаційного ризику?
3. Для чого використовується матриця ризику 5×5?
4. Які параметри використовуються для оцінювання ризику в матриці 5×5?
5. Як визначається величина ризику?
6. Що характеризує показник ймовірності виникнення події (P)?
7. Що характеризує показник тяжкості наслідків (S)?
8. Яка шкала використовується для оцінювання ймовірності та наслідків у матриці ризику?
9. Яке мінімальне та максимальне значення ризику може бути отримане за допомогою матриці 5×5?
10. Які категорії ризику виділяють у матриці ризику 5×5?
11. Який ризик вважається низьким (прийнятним)?
12. Який ризик належить до категорії помірного?
13. Який ризик вважається високим?

14. Який ризик належить до критичного рівня?
15. Які навігаційні події можуть бути джерелом ризику для судноплавства?
16. Як погодні умови впливають на рівень навігаційного ризику?
17. Яким чином людський фактор може впливати на безпеку судноплавства?
18. Чому ризик необхідно оцінювати до початку виконання складних навігаційних операцій?
19. Які переваги має використання матриці ризику порівняно з неформальною оцінкою небезпеки?
20. Як результати оцінювання ризику можуть використовуватися для прийняття навігаційних рішень?
21. Які переваги та недоліки матриці ризику 5×5?
22. Чому однакова величина ризику може бути отримана за різних значень P та S?
23. Як зміниться рівень ризику при зменшенні ймовірності події за незмінних наслідків?
24. Які заходи можуть бути застосовані для зниження навігаційного ризику?
25. Яке місце займає матриця ризику 5×5 у системі управління ризиками судноплавства?
26. Чому матрицю ризику вважають спрощеною формою реалізації принципів FSA?
27. Які дані можуть використовуватися для оцінювання ймовірності навігаційних інцидентів?
28. Чому оцінка ризику повинна періодично переглядатися?
29. Як інтенсивність руху суден впливає на значення ризику?
30. У яких випадках необхідно переходити від моніторингу ризику до активних заходів його контролю?

ПРАКТИЧНА РОБОТА 5
АНАЛІЗ ВІДМОВ ОБЛАДНАННЯ ЧЕРЕЗ PMS ТА ВПЛИВ НА НАВІГАЦІЮ. РОЛЬ ЛЮДСЬКОГО ЧИННИКА В СИСТЕМІ PMS ТА ВПЛИВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ

Мета роботи

Закріпити знання про принципи роботи Planned Maintenance System (PMS), навчитися виявляти причинно-наслідкові зв'язки між технічними відмовами, людським чинником і безпекою судноплавства, а також оцінювати ризики, пов'язані з неналежним виконанням планово-попереджувального обслуговування.

Теоретична частина

PMS (Planned Maintenance System) – це система планово-попереджувального технічного обслуговування суднового обладнання, яка використовується для управління технічним станом судна, попередження відмов і забезпечення безпеки судноплавства.

PMS – це організована система планування, виконання, контролю та документування технічного обслуговування суднових механізмів, пристроїв і систем відповідно до рекомендацій виробників та вимог класифікаційних товариств (наприклад, DNV, ABS, Lloyd's Register).

Система PMS (Planned Maintenance System) – це основа сучасного технічного менеджменту судна. Вона призначена для планування, контролю та документування всіх робіт із технічного обслуговування і ремонту суднового обладнання, щоб запобігти аваріям, забезпечити безпеку судноплавства й продовжити ресурс механізмів.

Умовно PMS – це «електронний мозок» служби механіка, який нагадує, що, коли і на якому обладнанні треба зробити. Система містить базу даних усіх

механізмів судна: двигуни, насоси, компресори, стернові машини, системи охолодження, навігаційні прилади. Для кожного елемента визначено графік технічного обслуговування, обсяг робіт, необхідні запасні частини та виконавців.

Робота PMS побудована за принципом планово-попереджувального обслуговування:

- обладнання обслуговується не після відмови, а згідно з календарем або мотогодинами;
- після виконання робіт механік робить запис у базі PMS, підтверджуючи, що система відновлена у справний стан;
- уся історія технічного стану зберігається, що дозволяє відстежити тенденції, аналізувати причини відмов і планувати закупівлі.

Важливим елементом є інтеграція PMS з іншими судновими системами – наприклад, системою управління запасами, ISM Code (системою управління безпекою), а також з платформами технічного менеджменту судновласника. Таке поєднання створює єдине цифрове середовище, де інформація про технічний стан судна доступна як екіпажу, так і офісу компанії.

Сучасні PMS, такі як AMOS, Sertica, NS5, DANAOS, ShipManager, мають інтерфейс нагадувань, функції формування звітів і автоматичні попередження про наближення терміну обслуговування.

Однак ефективність PMS значною мірою залежить від людського чинника. Система не працює сама по собі – її результативність визначається точністю введених даних, дисципліною екіпажу та якістю контролю з боку старшого механіка. Найчастіші людські помилки: неправильне введення мотогодин, пропуск нагадування, невірне підтвердження виконання робіт, формальне ведення журналу. Такі порушення призводять до накопичення технічних ризиків, які можуть проявитись у найнебезпечніший момент – під час маневрування, швартування або проходження вузьких фарватерів.

Отже, PMS – це не просто програма, а система управління ризиками в технічній експлуатації судна. Її головне завдання – перетворити обслуговування з реактивного («ремонт після поломки») на проактивне («запобігання відмові»). Для екіпажу це означає:

- своєчасно виконувати заплановані операції;
- правильно реєструвати всі дії в системі;
- аналізувати тенденції несправностей;
- постійно вдосконалювати культуру технічної безпеки.

Якщо PMS ведеться грамотно, судно працює стабільно, навігація стає безпечнішою, а ризики відмов – мінімальними. Тому в сучасному мореплаванні володіння PMS є ключовою компетентністю суднового механіка і капітана.

Основні цілі PMS

1. Попередження відмов обладнання до їх виникнення.
2. Забезпечення безпечної експлуатації судна.
3. Оптимізація витрат на ремонт і запасні частини.
4. Підвищення ефективності екіпажу через автоматизацію планування.
5. Виконання вимог ISM Code (International Safety Management Code).

Компонент	Опис
План обслуговування	перелік механізмів і періодичність робіт;
База даних технічних операцій	записи про виконані роботи, заміни деталей;
Журнал PMS	електронний або паперовий реєстр усіх технічних дій;
Сповіщення та контроль	автоматичні нагадування про терміни ТО;
Звітування та аналіз	оцінка причин відмов, порівняння з графіком;

Приклади систем PMS

- AMOS (by SpecTec)
- DANAOS
- Sertica
- NS5 Enterprise (ABS)
- ShipManager (DNV)

Вони інтегруються з ERP-, Safety- та ISM-системами, що дозволяє формувати єдину базу даних для технічного менеджменту судна.

Роль людського елемента в PMS

- Неправильне введення даних → спотворення графіка обслуговування.
- Ігнорування нагадувань PMS → відкладене техобслуговування → відмови.
- Недостатня кваліфікація екіпажу → помилки при діагностиці або заміні агрегатів.
- Перевантаження персоналу → пропуски у записах, неточності в журналах.

Тобто PMS ефективна настільки, наскільки ефективна взаємодія людини з нею – це ключовий елемент управління ризиками.

Таблиця 1. Зв’язок між PMS, технічними ризиками та впливом на навігацію

№	Елемент PMS	Типова відмова / помилка	Безпосередній наслідок	Вплив на навігацію	Роль людського елемента
1	Головний двигун (Main Engine)	Пропуск планового ТО через некоректне ведення PMS	Перегрів, втрата потужності, blackout	Судно втрачає хід у вузькому фарватері – ризик зіткнення або посадки на мілину	Невчасне підтвердження виконання робіт у PMS, недооцінка попереджень
2	Рульова машина	Не проведена регламентна заміна масла	Відмова гідросистеми	Втрата керованості під час маневрування	Пропуск технічної перевірки через людську неуважність

№	Елемент PMS	Типова відмова / помилка	Безпосередній наслідок	Вплив на навігацію	Роль людського елемента
3	Генератор	Помилка при реєстрації мотогодин	Перевищення допустимого ресурсу, відмова генератора	Відмова систем навігації, ECDIS, AIS	Некоректне введення даних у PMS
4	Баластна система	Відсутність записів про перевірку клапанів	Заклинювання або протікання	Зміна остійності судна, крен	Неналежне виконання інструкцій екіпажем
5	Система охолодження	Ігнорування попередження PMS про заміну фільтрів	Перегрів двигуна	Ризик зупинки головного двигуна	Недбалість механіка, відсутність контролю старшого механіка
6	Навігаційне обладнання (ECDIS, AIS)	Пропущене оновлення програмного забезпечення	Некоректне відображення даних, втрата сигналу	Помилки при прокладці маршруту	Людський контроль за версіями ПЗ
7	Протипожежна система	Відсутність запису про тестування насосів	Відмова при аварійній ситуації	Підвищений ризик поширення пожежі	Формальне ставлення до щомісячних перевірок
8	PMS-журнал (електронна база)	Неправильне заповнення або видалення записів	Втрата історії технічного стану	Неможливість відстежити причини відмов	Недостатня підготовка персоналу або зловживання правами доступу

Завдання для виконання

1. Описати обрану ситуацію відмови обладнання та коротко охарактеризувати систему, у якій сталася несправність.

2. Визначити, який елемент PMS був порушений (пропущене ТО, неправильна реєстрація, людська помилка, відсутність контролю).

3. Побудувати ланцюг подій (Event Chain) від пропуску PMS-операції до виникнення відмови та її впливу на навігацію.

4. Запропонувати заходи зниження ризику – як технічні (контроль, автоматизація, резервування), так і організаційні (тренінги, перевірка записів PMS, подвійний контроль).

5. Зробити висновки про роль людського чинника у даній ситуації та узагальнити рекомендації для підвищення ефективності PMS.

У висновках обов'язково зазначити:

- які порушення PMS призвели до підвищення ризику;
- які рішення могли запобігти події;
- як покращити взаємодію людини з PMS.

ПРИКЛАД

Аналіз відмов обладнання через PMS та вплив на навігацію (на прикладі контейнеровоза *Ever Given*)

1. Опис ситуації відмови обладнання

23 березня 2021 року контейнеровоз *Ever Given* водотоннажністю понад 220 тис. тонн сів на мілину в Суецькому каналі, повністю заблокувавши рух суден майже на тиждень. Розслідування показало, що під час проходження вузької ділянки каналу судно втратило частковий контроль над курсом через поєднання сильного бокового вітру, течії та технічних несправностей у системах енергоживлення і рульового управління.

Основна технічна причина полягала у зниженні потужності головного двигуна в момент, коли судно потребувало максимальної керованості. Це призвело до тимчасової втрати тяги (partial blackout) та зниження тиску в гідравлічній системі рульової машини.

Система, у якій сталася несправність, система головного енергопостачання судна, що об'єднує головний двигун, генератори, розподільчі щити та допоміжні насоси. Саме вона підлягає суворому планово-попереджувальному контролю відповідно до вимог PMS та ISM Code.

2. Порушений елемент PMS

Аналіз суднової документації свідчить, що елементи PMS не були виконані належним чином:

- Тестування аварійного генератора проводилось формально, без перевірки автоматичного переходу на резервне живлення.
- Журнал PMS мав розбіжності між плановими та фактичними датами обслуговування, що свідчить про порушення процедур контролю старшим механіком.

Отже, можна зробити висновок, що причиною відмови стала не лише технічна несправність, а порушення циклу PMS – пропуск або неправильне документування регламентних робіт.

3. Ланцюг подій (Event Chain)

1. Пропуск перевірки аварійного генератора у PMS →
2. Поступове зниження надійності електросистеми через відсутність тестів автоматичного перемикання →
3. Коротке замикання у головному розподільчому щиті →
4. Blackout і падіння тиску в гідросистемі рульової машини →
5. Втрачено керованість судна під час маневру в каналі →
6. Посадка на мілину, блокування Суецького каналу →
7. Глобальні економічні наслідки через затримку сотень суден.

Цей ланцюг демонструє, що один пропуск операції в PMS може мати системний ефект і спричинити катастрофу глобального масштабу.

4. Заходи зниження ризику

Технічні заходи:

- Впровадити автоматичний моніторинг стану PMS із фіксацією невиконаних завдань у реальному часі.
- Інтегрувати PMS із системою енергоменеджменту судна для автоматичного запису мотогодин і параметрів генераторів.
- Використовувати систему подвійного резервування даних (mirror servers) для запобігання втраті записів PMS.

Організаційні заходи:

- Провести додаткове навчання екіпажу щодо ведення PMS і контролю її записів.

- Встановити подвійне підтвердження критичних операцій (наприклад, перевірку генератора мають підтверджувати два члени екіпажу).
- Проводити щомісячні внутрішні аудити PMS під контролем старшого механіка та Safety Officer.

5. Висновки

У випадку аварії контейнеровозу *Ever Given* порушення циклу PMS (невчасне техобслуговування та формальні записи) створили приховану небезпеку, яка проявилась у критичний момент. Основний ризик виник через людський чинник – недбалість, перевантаження та недостатній контроль відповідальних осіб.

Порушення PMS, що підвищили ризик:

- несвоєчасне оновлення записів у системі;
- відсутність реального тестування аварійного генератора;
- формальне ставлення до перевірок рульового обладнання.

Рішення, які могли запобігти події:

- автоматичне нагадування та блокування запуску рейсу без виконаних критичних операцій PMS;
- контроль записів через головний офіс технічного менеджменту;
- регулярні тренінги з аналізу помилок PMS.

Покращення взаємодії людини з PMS:

- створення культури технічної відповідальності;
- спрощення інтерфейсу системи для мінімізації помилок введення;
- залучення екіпажу до аналізу причин відмов і розробки коригувальних дій.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 6
МОДЕЛЮВАННЯ НАВІГАЦІЙНИХ ІНЦИДЕНТІВ ТА АНАЛІЗ ЇХ НАСЛІДКІВ АНАЛІЗ ІНЦИДЕНТУ З РЕАЛЬНОЮ АВАРІЄЮ

Мета роботи

Ознайомитися з методами аналізу реальних морських аварій, навчитися визначати основні причини, оцінювати ризики та пропонувати заходи запобігання.

Завдання

1. Обрати одну з відомих морських аварій.

2. Побудувати часову шкалу подій (timeline).

3. Визначити ключові ризикові події та причини (технічні, організаційні, людський елемент, навігаційні умови).

4. Скласти діаграму (діаграма Ішікави (fishbone), дерево відмов, діаграму «Краватка-метелик» та ін).

5. Запропонувати заходи запобігання подібним аваріям у майбутньому.

Хід роботи

1. Короткий опис вибраної аварії: (час, місце, тип судна, основні наслідки)

2. Часова шкала подій (timeline).

3. Ключові ризикові події та причини:

• Технічні. Людський елемент. Організаційні. Навігаційні умови.

4. Схема (Fishbone / дерево відмов).

5. Висновки

1. Основні причини аварії.

2. Основні наслідки.

3. Заходи для запобігання подібним інцидентам.

Інциденти, які можна використати для виконання роботи

№	Назва аварії	Рік / Місце	Короткий опис події	Основні фактори ризику	Посилання на відкриті джерела
1	**Ever Given**	2021, Суецький канал	Контейнеровоз заблокував канал на 6 діб через втрату керованості під час сильного вітру.	Людський елемент, навігаційні умови, організаційні рішення, комунікація з пілотами.	Wikipedia • SCOR Analysis
2	**M/V Dali (Baltimore Bridge Collapse)**	2024, США	Судно втратило живлення та врізалось у міст Francis Scott Key Bridge, спричинивши його руйнування.	Технічна відмова (blackout), людський елемент, управління ризиками.	BBC News • Maritime Executive
3	**Costa Concordia**	2012, Італія	Круїзне судно сіло на рифи через відхилення від маршруту; 32 загиблих.	Людський елемент, недотримання процедур, відсутність контролю.	Britannica • History.com
4	**Shen Neng 1**	2010, Великий Бар'єрний риф	Судно сіло на мілину поза рекомендованим фарватером, спричинивши розлив палива.	Порушення маршруту, недбалість екіпажу, відсутність контролю навігації.	Wikipedia
5	**Venpet–Venoil Collision**	1977, Півд. Атлантика	Зіткнення двох супертанкерів у тумані, масштабна пожежа та розлив нафти.	Недостатній радарний контроль, помилки у маневруванні, погана видимість.	Wikipedia
6	**Oswego Guardian – Texanita**	1972, Атлантичний океан	Зіткнення двох танкерів у тумані, одне судно затонуло.	Людський елемент, комунікаційні помилки, погодні умови.	Wikipedia
7	**Grounding in Pentland Skerries**	2010-ті, Шотландія	Судно сіло на мілину при маневруванні через відсутність контролю позиції.	Людський елемент, неуважність, недооцінка течії.	Britannia P&I PDF
8	**Busy Anchorage Collision**	2020-ті, Сінгапурський рейд	Контейнеровоз зіткнувся з іншим судном через надмірну швидкість у зоні очікування.	Людський елемент, організаційні помилки, відсутність контролю ETA.	Safety4Sea

ПРИКЛАД

Аналіз інциденту з реальною аварією на прикладі контейнеровоза Ever Given у Суецькому каналі (березень 2021 р.)

1. *Короткий опис вибраної аварії: (час, місце, тип судна, основні наслідки)*

23 березня 2021 року контейнеровоз Ever Given (довжина – 400 м, тоннаж – 220 тис. т, оператор – Evergreen Marine) під час проходження Суецького каналу втратив керованість унаслідок сильного бокового вітру й осів носом на східному березі, кормою – на західному.

Канал було повністю заблоковано на 6 діб, що призвело до утворення черги з понад 420 суден.

Розблокування стало можливим лише 29 березня 2021 р. після масштабних рятувальних робіт.

2. *Часова шкала подій (timeline).*

Дата / час (UTC)	**Подія**	**Опис / деталі**
23 березня 2021, 04:00	Вхід у Суецький канал	Контейнеровоз *Ever Given* (довжина 400 м, прапор Панами, оператор – Evergreen Marine) увійшов у канал із півдня, у складі конвою.
23 березня 2021, 05:42	Погіршення видимості	Сильний пісочний шторм, швидкість вітру понад 40 вузлів; видимість знижена до < 500 м.
23 березня 2021, 05:43 – 05:45	Втрата керованості	Під дією сильного бокового вітру судно відхилилося праворуч від фарватеру. Керування неефективне через надмірну інерцію судна.
23 березня 2021, 05:45	Посадка на мілину	Носова частина судна врізається у східний берег каналу, корма торкається західного – повна блокада каналу.
23 березня 2021 – 24 березня 2021	Спроби зняти з мілини	Використовуються буксири *Baraka 1*, *Ezzat Adel*; осадка надто велика, спроби безрезультатні.
25–27 березня 2021	Розвантаження та днопоглиблення	Роботи з днопоглиблення: видалено близько 30 000 м³ ґрунту; проведено часткове розвантаження баласту.
28 березня 2021, 03:00	Координація з іноземними фахівцями	Підключено голландську компанію *SMIT Salvage*; проведено спільний план рятувальних дій.

Дата / час (UTC)	Подія	Опис / деталі
29 березня 2021, 04:30	Зняття з мілини	Під час припливу судно зрушено з місця, буксирами відтягнуто у Велике гірке озеро.
29 березня 2021, 09:00	Відновлення руху	Суецький канал відкрито для навігації; накопичення понад 420 суден поступово ліквідовується.
Квітень 2021	Розслідування	Встановлено, що комбінація погодних умов, надмірної швидкості та недоліків у взаємодії між пілотами і екіпажем спричинила аварію.
Липень 2021	Розблокування судна	Судно та вантаж звільнено після досягнення компенсаційної угоди між власником і Суецькою адміністрацією.

3. Ключові ризикові події та причини:

• Технічні: Надмірна довжина судна для вузького каналу; відсутність активної стабілізації курсу; обмежена ефективність рульової машини під боковим вітром.

• Людський елемент: Запізніла реакція екіпажу; неузгоджені дії; відсутність попереднього тренінгу для проходження під штормовими умовами.

• Організаційні: Відсутність обмежень щодо розмірів суден при вітрі > 30 вузлів; тиск на екіпаж через графік доставки вантажу.

• Навігаційні умови: Наявність вузького фарватеру (300 м ширини) і відсутність запасу маневру під час сильного вітру.

4. Схема (Fishbone).



Заходи запобігання подібним інцидентам

1. Метеорологічний контроль: обов’язкове закриття каналу при вітрі понад 30 вузлів.
2. Оновлення процедур пілотування: тренінги екіпажів і пілотів для проходження великих суден під час шторму.
3. Використання цифрових симуляторів: відпрацювання сценаріїв втрати керованості у вузьких акваторіях.
4. Модернізація буксирного флоту: потужніші буксири чергової готовності у стратегічних ділянках каналу.
5. Впровадження систем моніторингу ризику у реальному часі (AIS-аналіз, прогноз дрейфу, попередження VTS).

5. Висновки

Аварія *Ever Given* стала наслідком комбінації природних, технічних, організаційних та людських чинників, що синхронно вплинули в критичний момент.

Подія продемонструвала вразливість глобальних ланцюгів постачання та важливість системного підходу до управління навігаційними ризиками.

Використання моделей ризику, симуляцій і попереджувальних процедур дозволить суттєво знизити ймовірність подібних інцидентів у майбутньому.

Часова шкала подій (timeline).



ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7
АНАЛІЗ МІЖНАРОДНИХ НОРМАТИВНИХ ВИМОГ ЩОДО УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ В СУДНОПЛАВСТВІ

Мета роботи:

Ознайомитися з міжнародними нормативними документами у сфері безпеки судноплавства та сформувати навички аналізу вимог щодо управління навігаційними, технічними, екологічними та організаційними ризиками.

Теоретичні відомості

Безпека судноплавства є одним із ключових напрямів діяльності міжнародної морської спільноти. Значна частина аварій морських суден пов'язана з навігаційними помилками, технічними відмовами, людським фактором, недостатньою підготовкою екіпажу або недоліками в організації роботи судноплавної компанії. Для зниження таких ризиків створено міжнародну нормативно-правову систему, яка встановлює обов'язкові вимоги до конструкції суден, організації експлуатації, підготовки персоналу та захисту морського середовища.

Координацію діяльності у сфері безпеки мореплавства здійснює *International Maritime Organization (IMO*) – спеціалізована установа Організації Об'єднаних Націй, яка розробляє міжнародні конвенції, кодекси та рекомендації для забезпечення безпечного, надійного та екологічно відповідального судноплавства.

Управління ризиками в судноплавстві передбачає виявлення небезпек, оцінювання ймовірності виникнення небажаних подій, аналіз можливих наслідків та розроблення заходів щодо їх запобігання. Значна частина таких заходів закріплена у міжнародних нормативних документах, які встановлюють єдині правила для всіх держав та судноплавних компаній.

Одним із найважливіших міжнародних документів є *SOLAS (International Convention for the Safety of Life at Sea)*. Конвенція визначає

мінімальні вимоги до безпеки суден щодо конструкції, обладнання, зв'язку, навігації та аварійної готовності. Особливе значення для управління навігаційними ризиками має глава V «Safety of Navigation», яка регламентує питання планування рейсу, використання навігаційного обладнання та організації безпечного плавання. Вимоги SOLAS спрямовані на зниження ризику зіткнення суден, посадки на мілину, втрати керованості та інших навігаційних аварій.

Важливу роль у системі управління ризиками відіграє Міжнародний кодекс з управління безпекою – *International Safety Management Code.* Основною метою кодексу є забезпечення безпечної експлуатації суден та запобігання забрудненню морського середовища. ISM Code зобов'язує судноплавні компанії впроваджувати систему управління безпекою (*Safety Management System, SMS*), яка включає процедури оцінювання ризиків, планування робіт, реагування на аварійні ситуації, технічне обслуговування судна та постійне вдосконалення процесів безпеки. Таким чином, кодекс спрямований на зниження організаційних ризиків та ризиків, пов'язаних із людським фактором.

Важливим елементом забезпечення безпеки судноплавства є належний рівень підготовки моряків. Ці питання регулюються вимогами *STCW Convention.* Конвенція встановлює міжнародні стандарти професійної підготовки, дипломування та несення вахти. Вона визначає вимоги до компетентності судноводіїв і механіків, а також містить положення щодо управління ресурсами містка, втоми персоналу та організації безпечної вахтової служби. Виконання вимог STCW дозволяє зменшити ризик помилкових рішень, які є однією з основних причин морських аварій.

Окрему групу становлять екологічні ризики, пов'язані із забрудненням морського середовища нафтою, шкідливими речовинами, стічними водами, сміттям та викидами в атмосферу. Для їх контролю використовується MARPOL. Конвенція встановлює вимоги до запобігання забрудненню під час експлуатації суден та визначає порядок поводження з відходами,

нафтопродуктами і шкідливими речовинами. Виконання вимог MARPOL сприяє зменшенню екологічних ризиків та запобігає негативному впливу судноплавства на морське середовище.

Отже, система управління ризиками у світовому судноплавстві ґрунтується на міжнародних конвенціях та кодексах IMO. Основними документами є:

– SOLAS (International Convention for the Safety of Life at Sea);

– ISM Code (International Safety Management Code);

– STCW Convention (International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers);

– MARPOL (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships).

Кожен із зазначених документів регламентує окремі елементи безпеки судноплавства та спрямований на зменшення ризиків аварій, людських помилок, технічних відмов і забруднення морського середовища.

Завдання

1. Ознайомитися з характеристиками документів SOLAS, ISM Code, STCW та MARPOL.
2. Визначити основні ризики, на зменшення яких спрямований кожний документ.
3. Заповнити аналітичну таблицю.
4. Зробити висновок щодо значення міжнародного регулювання для безпеки судноплавства.

Хід роботи

1. Опрацювати матеріали лекції.
2. Ознайомитися з короткими описами міжнародних документів.
3. Заповнити таблицю.
4. Надати відповіді на контрольні запитання.
5. Сформулювати висновки.

Таблиця 1 – Аналіз міжнародних вимог щодо управління ризиками

Документ	Основна сфера регулювання	Які ризики знижує
SOLAS		
ISM Code		
STCW		
MARPOL		

Висновки

(Сформулювати висновки щодо ефективності міжнародної системи нормативного регулювання ризиків у судноплавстві.)

Контрольні питання

1. Яка основна мета конвенції SOLAS?
2. Які питання регулює ISM Code?
3. Як STCW впливає на зменшення людських помилок?
4. Яким ризикам запобігає MARPOL?
5. Чому міжнародні нормативні документи є важливими для безпеки судноплавства?
6. Який документ найбільше впливає на зниження навігаційних ризиків?
7. Які ризики пов'язані з людським елементом?
8. Як ISM Code реалізує ризик-орієнтований підхід?
9. Які екологічні ризики регулюються MARPOL?
10. Яким чином вимоги STCW впливають на безпеку судноплавства?

Документ	Основна сфера регулювання	Які ризики знижує
SOLAS	Безпека суден та мореплавства	Зіткнення, посадка на мілину, аварії
ISM Code	Управління безпекою судноплавної компанії	Організаційні помилки, недостатній контроль ризиків
STCW	Підготовка та компетентність моряків	Людські помилки під час несення вахти
MARPOL	Запобігання забрудненню моря	Екологічні аварії та забруднення

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8
КОМПЛЕКСНЕ ОЦІНЮВАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО РИЗИКУ ПРОХОДЖЕННЯ СУДНОМ СКЛАДНОЇ ДІЛЯНКИ МАРШРУТУ

Мета роботи

Узагальнити результати виконаного дослідження, набути навичок їх аналізу, обґрунтування та професійного представлення, а також оцінити практичну цінність отриманих результатів для забезпечення безпеки судноплавства та управління ризиками на морському транспорті.

Завдання

1. Представити основні результати виконаного дослідження.
2. Охарактеризувати мету, завдання та структуру виконаної роботи.
3. Обґрунтувати вибір методів дослідження та доцільність їх використання.
4. Проаналізувати отримані результати та сформульовані висновки.
5. Визначити практичну значущість результатів для морської галузі.
6. Оцінити можливості впровадження запропонованих рішень у практику забезпечення безпеки судноплавства.
7. Надати аргументовані відповіді на запитання щодо проведеного дослідження.

Хід роботи

1. Коротко охарактеризувати актуальність обраної теми дослідження.
2. Представити мету та основні завдання роботи.
3. Описати використані методи, підходи та джерела інформації.
4. Висвітлити основні етапи виконання дослідження.

5. Представити отримані результати у вигляді таблиць, схем, графіків або інших ілюстративних матеріалів (за наявності).

6. Провести аналіз отриманих результатів та визначити їх відповідність поставленим завданням.

7. Обґрунтувати практичну цінність результатів для підвищення рівня безпеки судноплавства, удосконалення управління ризиками або прийняття рішень у професійній діяльності фахівців морської галузі.

8. Сформулювати основні висновки за результатами дослідження.

9. Взяти участь в обговоренні результатів та відповісти на поставлені запитання.

Висновки

- узагальнити результати проведеного дослідження;
- зазначити, чи досягнуто поставленої мети та виконано завдання роботи;
- визначити основні практичні результати;
- оцінити можливості використання отриманих результатів у сфері безпеки судноплавства та управління навігаційними ризиками;
- окреслити перспективи подальших досліджень за обраною тематикою.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Аналіз та оцінювання ризиків на морському та внутрішньому водному транспорті. Конспект лекцій. / О.І. Россомаха / Одеса: ННІМФ ОНМУ, 2026р. Електронне видання – 150 с.

2. Аналіз та оцінювання ризиків на морському та внутрішньому водному транспорті. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи. / О.І. Россомаха / Одеса: ННІМФ ОНМУ, 2026р – 13 с.

3. Електронний курс освітнього компоненту в СУДК MOODLE URL https://onmu-moodle.od.ua/course/view.php?id=3568

4. Torskyi V., Rossomakha O., Oberto Santana L. (2024) SYSTEMATIC RISK ASSESSMENT AND MANAGEMENT IN MODERN SHIPPING: A COMPREHENSIVE APPROACH TO SAFETY ANALYSIS. Monograph. – Primedia eLaunch, Boston, USA, 2024. 114 p. ISBN: 979-8-89692-749-5. DOI: 10.46299/979-8-89692-749-5. URL: https://isg-konf.com/uk/979-8-89692-749-5/

5. Стратегії і техніки управління ризиками в морській безпеці: монографія / І. П. Гончарук, А. І. Головань, Є. В. Калініченко та ін. – Одеса: НУ «ОМА», 2023. – 208 с. ISBN 978-617-7857-25-8 (авт. арк. 10,83 / 1,55) Авторський колектив: Гончарук І. П., Головань А. І., Калініченко Є. В., Очеретна В. В., Россомаха О. І., Сагайдак О. І., Саф'ян О. С.

6. Kalinichenko, Y., Vasalatii, N., Rossomakha, O., Koliesnik, O., Sagaydak, O., Oberto Santana, L. et al.; Kalinichenko, Y. (Ed.) (2025). Some issues of increasing the energy efficiency of ships by improving navigation methods. Tallinn: Scientific Route OÜ. doi: https://doi.org/10.21303/978-9908-9706-4-6

Россомаха О. (2025) Розділ 3. Розгляд та оцінка навігаційних ризиків для покращення енергоефективного управління суднами DOI: https://doi.org/10.21303/978-9908-9706-4-6.ch3

7. Topalov, V. P., & Torskiy, V. G. (2007). Risks in Shipping / Ризики в судноплавстві. Odessa: Astroprint.

8.International Organization for Standardization. (2018). *ISO 31000: Risk*

management – Guidelines. Geneva: ISO. https://www.iso.org/standard/65694.html

9.International Maritime Organization. (2018). Guidelines for Formal Safety Assessment (FSA) for use in the IMO rule-making process (MSC-MEPC.2/Circ.12/Rev.2). https://wwwcdn.imo.org

10. Marine Accident Investigation Branch. (2012). Report on the investigation of the grounding of the Italian-registered passenger vessel Costa Concordia. Retrieved from https://www.gov.uk/maib-reports

11. National Geographic. (n.d.). Titanic disaster archive. Retrieved May 25, 2025, from https://www.nationalgeographic.com/history/article/titanic

12. Lloyd's List Intelligence. (2021). X-Press Pearl: Maritime incident report. Retrieved from https://www.lloydslistintelligence.com

13. International Maritime Organization. (2015). *International Safety Management (ISM) Code and Guidelines on Implementation*. London: IMO Publishing.

14. Marine Accident Investigation Branch. (2021). *Collision between Scot Carrier and Karin Høj*. https://www.gov.uk/maib-reports

15. Россомаха О.І., Александровська Н.І., Пізінцалі Л.В., Россомаха О.А., Рабоча Т.В. Використання діаграми Ісікави при аналізі впливу шорсткості корпусу судна на витрати суднового палива. Наука і техніка сьогодні» (Серія «Техніка»): журнал. 2024. № 1(29) 2024. С. 763 - 786. https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-1(29)-763-785

16. Melnyk, O., Petrov, I., Melenchuk, T., Zaporozhets, A., Bugaeva, S., Rossomakha, O. (2025). Causal Model and Cluster Analysis of Marine Incidents: Risk Factors and Preventive Strategies. In: Melnyk, O., Onishchenko, O., Zaporozhets, A. (eds) Maritime Systems, Transport and Logistics I. Studies in Systems, Decision and Control, vol 580. Springer, Cham. (SCOPUS) https://doi.org/10.1007/978-3-031-82027-4_6

17. Томчаковський, Г., Россомаха, О., Оберто Сантана, Л., Саф'ян, О., & Колєснік, О. (2025). Аналіз людського елементу в контексті розвитку морських автономних надводних суден. Вісник Одеського національного

морського університету, (75), 108-121. https://doi.org/10.47049/2226-1893-2025-1-108-121

Россомаха О.А. Інтегрований підхід до оцінки ризиків використання роторів флетнера на морських суднах. Водний транспорт: Збірник наукових праць. Випуск 1 (45). 2026. С. 176 – 175. https://doi.org/10.33298/2226-8553.2026..45.18