

**Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова**

Навчально-науковий інститут автоматики і електротехніки
(повне найменування інституту, назва факультету)
кафедра електричної інженерії суднових та роботизованих комплексів
(повна назва кафедри)

Допущено до захисту

зав. кафедри

ЕІС та РК

(скорочена назва кафедри)


(підпис)

Костенко Д.В.
(прізвище та ініціали)

" 16 " 12 2025 р.

Кваліфікаційна робота
на здобуття ступеня вищої освіти
магістр

на тему Аналіз роботи глобальної морської системи зв'язку при лихові
та задля забезпечення безпеки (ГМСЗЛ)

Виконав: студент групи 6363м

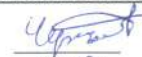
Спеціальності

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

спеціалізації «Експлуатація суднових автоматизованих систем»

Студент

Черчель С.Є.
(прізвище та ініціали)


(підпис)

Керівник

к.т.н., доцент Овсянников В.М.
(прізвище та ініціали)


(підпис)

Рецензент

к.т.н., доцент Білюк І.С.
(прізвище та ініціали)


(підпис)

м. Миколаїв – 2025 р.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет	Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки
Кафедра	Електричної інженерії суднових та роботизованих комплексів
Рівень вищої освіти	магістр
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка електромеханіка»
Освітня програма	Експлуатація суднових автоматизованих систем

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми

	<u>Овсянников В. М.</u>
(підпис)	(прізвище та ініціали)

"01" 10 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу магістра
на здобуття ступеня вищої освіти магістр

Студенту Черчелю Сергію Євгенійовичу
(пр. ізвище, ім'я, по батькові)

- Тема роботи Аналіз роботи глобальної морської системи зв'язку при
лихові та задля забезпечення безпеки (ГМСЗЛ)
- науковий керівник роботи Овсянников В. М., к.т.н., доцент, доцент
кафедри ЕІС та РК

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом НУК від "14" жовтня 2025 року № 1217 уч. _____

- Строк подання студентом роботи грудень 2025 р.

- Перелік тем публікацій Підготовлена стаття для публікації в наукових
виданнях
«Удосконалення системи резервного живлення апаратури гмсзл на базі
інтелектуальних li-ion накопичувачів та гібридної фільтрокомпенсуючої
системи»

- Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Електронна презентація

- Дата видачі завдання жовтень 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Дослідження функціональних вимог ГМЗЛБ, районування (A1–A4) та вимог до мінімального складу обладнання	жовтень 2025р	викона но
2	Аналіз діапазонів (УКХ, ПХ, КХ), механізмів поширення радіохвиль та стандартизація класів випромінювання (J3E, G2B, F1B/J2B)	жовтень 2025р	викона но
3	Опис структури та механізму роботи систем INMARSAT (Стандарт-A, C) та КОСПАС-SARSAT (LEOSAR–GEOSAR), а також системи Iridium	жовтень 2025р	викона но
4	Детальне дослідження принципів роботи ЦБВ (DSC), структури MMSI, радіотелекса (ARQ, FEC) та прийому інформації з безпеки (РГВ/EGC)	листопад 2025р	викона но
5	Аналіз функціональності, вимог SOLAS, обміну статичними/динамічними даними, принципів SOTDMA та режимів роботи AIC	листопад 2025р	викона но
6	Аналіз характеристик стаціонарних (УКХ/ПХ/КХ) та переносних радіостанцій ГМЗЛБ, інтеграція в них ЦБВ	грудень 2025р.	викона но
7	Фінальне оформлення записки, підготовка ілюстративного матеріалу, перевірка відповідності всіх частин роботи та підготовка до кафедрального захисту	грудень 2025р.	викона но

Студент


(підпис)

Черчель С.Є.
(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи


(підпис)

Овсянников В.М.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Магістерська робота на тему «Аналіз роботи Глобальної морської системи зв'язку в разі лиха та для забезпечення безпеки (ГМСЗЛ)» та інтегрованих цифрових систем присвячена дослідженню функціональних вимог, технічних засад та сучасного обладнання, що забезпечує зв'язок і безпеку на морі. Актуальність роботи полягає у необхідності вдосконалення характеристик суднового радіобладнання та забезпечення швидкого інформування пошуково-рятувальних служб (Ship-to-shore distress alerting) за допомогою автоматизованих цифрових комплексів, що відповідають вимогам Міжнародної конвенції SOLAS-74. Величезне значення для поліпшення роботи системи безпеки має оснащення суден сучасними навігаційними та комунікаційними засобами, зокрема тими, що використовують Цифровий селективний виклик (ЦВВ) та Автоматичну ідентифікаційну систему (AIC). В роботі проаналізовано організаційні засади ГМЗЛБ, включаючи вимоги до мінімального складу радіобладнання залежно від морських районів плавання (A1, A2, A3, A4), а також суворі норми до резервного живлення, та технічного обслуговування. Ретельно проаналізовано принципи морського радіозв'язку, включаючи використання діапазонів УКХ, ПХ, КХ та стандартизацію класів випромінювання (наприклад, J3E, F1B/J2B). Детально розглянуто супутникові системи, що забезпечують глобальне покриття: INMARSAT, КОСПАС-SARSAT, Систему Iridium. Проведено аналіз спеціалізованих цифрових методів, зокрема функціонування Цифрового селективного виклику (ЦВВ), радіотелекса (режими ARQ, FEC) та приймачів Розширеного групового виклику (РГВ). Також проаналізовано Автоматичну ідентифікаційну систему (AIC), її функціонал, обмін статичними та динамічними даними, та принцип SOTDMA. Описано характеристики сучасних стаціонарних та переносних радіостанцій ГМЗЛБ, що інтегрують функціонал ЦВВ. Ключові слова: навігаційні та комунікаційні засоби; цифровий вибіркового (селективного) виклику; автоматична ідентифікаційна система; розширений груповий виклик; резервне живлення.

ABSTRACT

The master's thesis on the topic "Analysis of the operation of the Global Maritime Distress and Safety Communication System (GMDSS)" and integrated digital systems is devoted to the study of functional requirements, technical principles and modern equipment that ensures communication and safety at sea.

The relevance of the work lies in the need to improve the characteristics of ship radio equipment and ensure rapid informing of search and rescue services (Ship-to-shore distress alerting) using automated digital complexes that meet the requirements of the International Convention SOLAS-74. Equipping ships with modern navigation and communication means, in particular those that use Digital Selective Calling (DSC) and Automatic Identification System (AIS), is of great importance for improving the operation of the safety system. The paper analyzes the organizational principles of the GMZLB, including the requirements for the minimum composition of radio equipment depending on the sea navigation areas (A1, A2, A3, A4), as well as strict standards for backup power and maintenance.

The principles of maritime radio communication are carefully analyzed, including the use of the VHF, HF, and HF bands and the standardization of radiation classes (for example, J3E, F1B/J2B).

Satellite systems that provide global coverage are considered in detail: INMARSAT, COSPAS-SARSAT, and the Iridium System. Specialized digital methods are analyzed, in particular, the functioning of Digital Selective Calling (DSC), radio telex (ARQ, FEC modes), and Extended Group Calling (EGC) receivers. The Automatic Identification System (AIS), its functionality, the exchange of static and dynamic data, and the SOTDMA principle are also analyzed. The characteristics of modern stationary and portable GMZLB radio stations that integrate the functionality of the DSC are described.

Keywords: navigation and communication means; digital selective calling; automatic identification system; extended group calling; backup power.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	12
РОЗДІЛ 1. Основні положення Глобальної морської системи зв'язку в разі лиха та для забезпечення безпеки (ГМЗЛБ).....	13
1.1 Вимоги до функціональності радіоапаратури в ГМЗЛБ.....	13
1.2 Морські райони плавання.....	14
1.3 Вимоги до складу радіообладнання.....	15
1.4 Вимоги до джерел живлення.....	15
1.5 Технічне обслуговування та ремонт радіообладнання в ГМЗЛБ.....	18
1.6 Перелік необхідних документів суднової радіостанції.....	20
1.7 Вахти. Чергування на частотах для зв'язку в разі лиха та для забезпечення безпеки в ГМЗЛБ.....	21
Висновок по розділу.....	23
РОЗДІЛ 2 ОСНОВИ МОРСЬКОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ.....	25
2.1 Радіочастоти та спектральні діапазони.....	25
2.2 Розповсюдження радіохвиль у різних спектрах.....	25
2.3 Використання частот у МПС та МПСС.....	27
2.4 Захист частот для надзвичайних ситуацій та безпеки.....	29
2.5 Класи та модуляція випромінювань.....	29
2.6 Створення радіовипромінювань різних типів (для радіоелектроніки).....	32
Висновок по розділу.....	36
РОЗДІЛ 3. Системи супутникового зв'язку ГМЗЛБ.....	38
3.1 СУПУТНИКОВА СИСТЕМА INMARSAT.....	38
3.1.1 Судова земна станція Інмарсат Стандарт - а.....	39
3.1.2 Суднова наземна станція Інмарсат Стандарт - с.....	41
3.2 СУПУТНИКОВА СИСТЕМА КОСПАС-SARSAT.....	42
3.3 Система Iridium.....	46
Висновок по розділу.....	52
РОЗДІЛ 4. Наземні комплекси зв'язку та спеціалізовані методи.....	54
4.1 Цифровий селективний виклик.....	54
4.2 Радіотелекс.....	55
4.3 УКХ радіоустановка.....	56
4.4 ПХ радіоустановка.....	58
4.5 ПХ/КХ радіоустановка.....	60

4.6 Приймач розширеного групового виклику	62
4.7 Цифровий вибіркового виклик та його основні елементи	63
4.8 Цифровий вибіркового виклик та його застосування.....	64
Висновок по розділу	68
РОЗДІЛ 5. Система АІС	69
5.1 Оцінка функціонування автоматичної системи ідентифікації (АІС)	69
5.2 Види станцій АІС	72
5.3 Часові проміжки між послідовними трансляціями в АІС класу А	72
5.4 Інформація, яку надсилає та отримує АІС	73
5.5 Режими функціонування АІС	74
Висновок по розділу	75
РОЗДІЛ 6. Сучасні радіостанції GMDSS.....	76
6.1 Сучасні морські радіостанції	76
6.2 Суднові (стаціонарні) радіостанції.....	76
6.3 Радіостанції для великих суден і яхт	79
6.4 Характеристики переносних радіостанцій	80
Висновок по розділу	84
Загальні висновки.....	85
Перелік використаної літератури	88

Перелік умовних скорочень

Скорочення	Розшифрування
ГМССЛ	Глобальна морська система зв'язку при лиху і для забезпечення безпеки мореплавства
AIS	Автоматична ідентифікаційна система (Automatic Identification System – AIS),,,
УКХ	Ультракороткі хвилі (VHF — Very High Frequency),
ПХ	Проміжні хвилі (MF — Medium Frequency),
КХ	Короткі хвилі (HF — High Frequency)
СХ	Середні хвилі
ЦІВ	Цифровий селективний виклик (Digital Selective Calling — DSC),,,,
ЕКНІС	Електронна картографічна навігаційно-інформаційна система,
МПС	Морська рухома служба,
МРСС	Морська рухома супутникова служба
УБПЧ	Вузькосмугова друкуюча телеграфія,,,
АРБ	Аварійні радіобуї (супутникові аварійні радіобуї),
СЗС	Суднова земна станція (Ship Earth Station — SES),,
БЗС	Берегові земні станції (Coast (Land) Earth Station — CES, LES),,,
РГВ	Приймач розширеного групового виклику,,,,
MMSI	Ідентифікаційний номер морської мобільної служби (Maritime Mobile Service Identity),,
ІНМАРСАТ	Міжнародна організація мобільного супутникового зв'язку (International Mobile Satellite Organization),,
КОСПАС-SARSAT	Космічна система пошуку аварійних суден / Супутникова система підтримки пошуку і рятування,
LEOSAR	Низькоорбітальні супутники (у системі КОСПАС-SARSAT)

GEOSAR	Геостаціонарні супутники (у системі КОСПАС-SARSAT)
SART	Радіолокаційний транспондер,
SOLAS-74	Міжнародна конвенція про охорону людського життя на морі 1974 року
TDMA	Часовий поділ сигналів (Time Division Multiple Access)
SOTDMA	Самоорганізована множинна доступність з часовим розподілом (Self Organizing Time Division Multiple Access)
GNSS	Глобальна супутникова навігаційна система,,
DSC	Цифровий селективний виклик (Digital Selective Calling),
IMO	Міжнародна морська організація,,,,,,,,
МККР	Міжнародний консультативний комітет з радіо
MCE	Міжнародний союз електрозв'язку,

ВСТУП

Актуальність теми зумовлена необхідністю вдосконалення характеристик радіонавігаційного обладнання морських суден за допомогою сучасних розробок і технологій. Зростання обсягів міжнародного судноплавства, збільшення розмірів кораблів та ускладнення умов навігації висувають нові вимоги до забезпечення безпеки на морі. Особливе значення для оптимізації системи керування судном має оснащення ходового містка передовими навігаційними засобами спостереження та контролю за навколишньою обстановкою. Серед таких засобів — електронні картографічні навігаційно-інформаційні системи (ЕКНІС), а також автоматизовані комплекси, що інтегрують комунікаційні технології, зокрема Автоматичну ідентифікаційну систему (АІС) та Цифровий селективний виклик (ЦСВ). Ці інноваційні рішення дозволяють оперативно вирішувати завдання з управління рухом суден, обміну даними між кораблями та береговими структурами, а також реагувати на надзвичайні ситуації.

Метою роботи є комплексний аналіз функціональних вимог, принципів роботи, технічних основ та сучасного радіобладнання Глобальної морської системи зв'язку в разі лиха та для забезпечення безпеки (ГМССБ), а також вивчення інтеграції ключових цифрових систем для підвищення безпеки мореплавства.

Об'єктом дослідження є комплекс електронавігаційних компонентів судна та принципи функціонування систем ГМССБ. Основні завдання ГМССБ включають: надсилання та отримання сигналів тривоги від судна до берега щонайменше двома автономними та незалежними методами; обмін повідомленнями для координації пошуково-рятувальних заходів (Search and Rescue Coordination); а також комунікацію безпосередньо в зоні події (On-scene Communication).

Результати, наведені в роботі, формують цілісне уявлення про архітектуру та експлуатаційні особливості сучасних радіокомунікаційних і навігаційних систем, які становлять основу для забезпечення безпеки на морі в умовах глобального судноплавства.

РОЗДІЛ 1. Основні положення Глобальної морської системи зв'язку в разі лиха та для забезпечення безпеки (ГМЗЛБ)

1.1 Вимоги до функціональності радіоапаратури в ГМЗЛБ

Головний принцип системи ГМЗЛБ полягає в швидкому інформуванні пошуково-рятувальних служб та кораблів поблизу місця події про надзвичайну ситуацію. Це дозволяє оперативно долучитися до організованої рятувальної операції з мінімальними затратами часу.

Завдання ГМЗЛБ охоплюють:

1. Надсилання сигналів тривоги від судна до берега щонайменше двома автономними та незалежними методами (Ship-to-shore distress alerting);
2. Отримання сигналів тривоги від берега до судна (Shore-to-ship distress alerting);
3. Обмін сигналами тривоги між суднами (Ship-to-ship distress alerting);
4. Надсилання та отримання повідомлень для організації пошуково-рятувальних заходів (Search and rescue coordination);
5. Обмін повідомленнями безпосередньо в зоні події (On-scene communication);
6. Надсилання та отримання сигналів для локалізації позиції (Transmission and receipt of locating signal);
7. Надсилання та отримання даних про морську безпеку (Transmission and receipt of maritime safety information);
8. Обмін загальними радіоповідомленнями через берегові мережі чи системи (General radio communication);
9. Обмін повідомленнями між мостиками суден (Bridge-to-bridge communication).

1.2 Морські райони плавання

Морський район А1 - район в межах зони дії принаймні однієї берегової УКХ радіостанції, що забезпечує постійну можливість оповіщення про лихо з використанням ЦІВ на 70-му каналі (30 морських миль від берегової радіостанції);

Морський район А2 - район, за винятком морського району А1, в межах зони дії принаймні однієї берегової ПХ радіостанції, що забезпечує постійну можливість оповіщення про лихо з використанням ЦІВ на частоті 2187,5 кГц (до 150 морських миль від берегової радіостанції);

Морський район А3 - район, за винятком морських районів А1 і А2, в межах зони дії геостаціонарних супутників ІНМАРСАТ (приблизно між 70°N і 70°S);

Морський район А4 - район, що знаходиться за межами морських районів А1, А2 і А3.

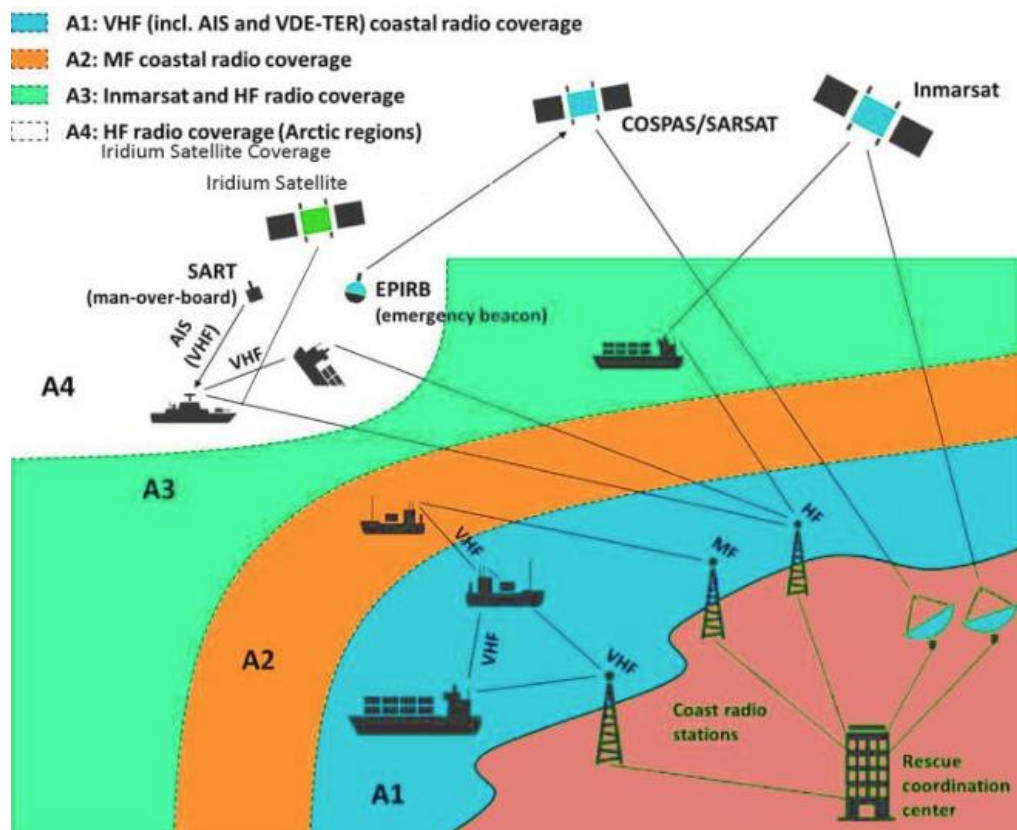


Рисунок 1 – Візуальна градація районів А1, А2, А3, А4:

1.3 Вимоги до складу радіобладнання

Обладнання	Район А1	Район А2	Район А3 з Інмарсат	Район А3 без Інмарсат	Район А4
УКХ радіостанція з ЦІВ	+	+	+	+	+
ПХ телефонна радіостанція з ЦІВ		+	+		
ПХ/КХ телефонна радіостанція з ЦІВ і УБПЧ				+	+
Приймач НАВТЕКС	+	+	+	+	+
Приймач РГВ або КХ ІБМ		+	+	+	+
ІНМАРСАТ С або А			+		
Аварійний радіобуй	+	+	+	+	+
Транспондер	+	+	+	+	+
Переносна УКХ радіостанція	+	+	+	+	+
Приймач 2182 кГц	+	+	+	+	+

Таблиця 1 – Мінімальний склад радіобладнання залежно від району плавання

1.4 Вимоги до джерел живлення

Протягом усього часу, коли судно перебуває в морі, має бути забезпечено подачу електричної енергії, достатньої для роботи радіоустановок, а також для заряджання будь-яких батарей, що використовуються як частина резервного джерела для радіоустановок. На кожному судні має бути передбачено резервне джерело енергії для живлення радіоустановок, що забезпечують радіозв'язок під час лиха та з метою безпеки, у разі виходу з ладу головного та аварійного суднових джерел електроенергії. Ємність резервного джерела повинна бути достатньою для одночасної роботи УКХ радіоустановки і, залежно від морського району, для якого обладнано судно, або ПХ радіоустановки, або ПХ/КХ радіоустановки, або суднової земної станції ІНМАРСАТ, а також будь-якого з додаткових навантажень, підключених до резервного джерела живлення, протягом принаймні:

- Однієї години на суднах, побудованих 1 лютого 1995 року або після цієї дати.

- Однієї години на судах, побудованих до 1 лютого 1995 року, якщо аварійне джерело енергії повністю відповідає всім відповідним вимогам частини XI «Електричне обладнання» Правил класифікації та побудови морських суден, включаючи вимоги до живлення радіоустановок.
- Шість годин на судах, побудованих до 1 лютого 1995 року, якщо аварійне джерело електричної енергії не передбачено або повністю не відповідає всім відповідним вимогам частини XI «Електричне обладнання» Правил класифікації та побудови морських суден, включаючи вимоги до живлення радіоустановок.

Якщо в якості резервного джерела енергії використовується акумуляторна батарея, вона повинна мати достатню ємність і повинні бути передбачені засоби її автоматичного заряджання до необхідної мінімальної ємності протягом 10 годин.

Акумулятори. Для резервного живлення суднового радіообладнання використовуються акумулятори. Акумулятори поділяються на кислотні та лужні.

Кислотний акумулятор має пластини, виконані зі свинцю. Електролітом служить водний розчин сірчаної кислоти. Щільність електроліту зазвичай коливається від 1,28 в зарядженому стані до 1,18 в розрядженому стані. Напруга одного елемента кислотного акумулятора в кінці зарядки може становити 2,6-2,7 В. На початку розрядки акумулятора на навантаження напруга знижується до 2 В (24 В на батарею) і тривалий час залишається на цьому рівні. Розрядка акумулятора нижче 1,8 В на елемент (21,6 В на батарею) неприпустима, оскільки призводить до зниження ємності акумулятора.

Лужні акумулятори бувають декількох типів: кадмієво-нікелеві, залізонікелеві; срібно-цинкові тощо. Електролітом лужних акумуляторів

служить водний розчин їдкого натрію або їдкого калію. У процесі роботи акумулятора щільність електроліту не змінюється і становить близько 1,17-1,21. Напруга одного елемента лужного акумулятора в кінці зарядки може становити 1,7-1,8 В (34-36 В на батарею). Після закінчення зарядки вона швидко знижується до 1,4 В на елемент, а при включенні на навантаження номінальна напруга одного елемента становить 1,2 В (24 В на батарею). Розрядка акумулятора нижче 1,05 В на елемент (21 В на батарею) неприпустима.

Лужні акумулятори в порівнянні з кислотними мають більш високу механічну міцність, стійкість до короточасних коротких замикань і мають більший термін служби. Однак лужні акумулятори дорожчі за кислотні.

При експлуатації акумуляторів слід дотримуватися таких вимог:

- Утримувати акумулятори в зарядженому стані.
- Не допускати їх повного розрядження.
- Не допускати перезарядження акумуляторів, оскільки це призводить до збільшення газовиділення, зростання температури і виведення з ладу елементів. Не допускати відкритого вогню в акумуляторній, оскільки газ, що виділяється акумуляторами, є вибухонебезпечним.
- Рівень електроліту повинен бути на 1 см вище пластин.
- Допускається використання тільки дистильованої води.
- Гайки на з'єднувальних клеммах повинні бути затягнуті, металеві частини змащені вазеліном.

Контроль за напругою акумуляторних батарей здійснюється за допомогою вольтметра, розташованого на зарядному пристрої або пульті дистанційного керування. При послідовному з'єднанні двох однакових акумуляторних батарей їх ємність залишається колишньою, а напруга

збільшується в два рази. При паралельному з'єднанні двох однакових акумуляторних батарей їх ємність збільшується в два рази, а напруга залишається колишньою.

1.5 Технічне обслуговування та ремонт радіобладнання в ГМЗЛБ

Працездатність радіобладнання повинна забезпечуватися за допомогою таких способів:

- Дублювання обладнання.
- Берегове технічне обслуговування та ремонт.
- Кваліфіковане технічне обслуговування та ремонт у морі.

На судах, що здійснюють рейси в морських районах А1 і А2, працездатність обладнання повинна забезпечуватися одним із перерахованих вище способів, а на судах, що здійснюють рейси в морських районах А3 і А4, поєднанням принаймні двох із перерахованих вище способів.

Дублювання обладнання означає, що на борту судна додатково потрібно встановити таке обладнання:

- При плаванні в морському районі А3 - УКХ радіоустановка, а також або ПХ/КХ або судова земна станція (СЗС) ІНМАРСАТ (склад і вимоги, яким повинні відповідати ці установки, наведені в розділі «Радіобладнання ГМЗЛБ»).
- При плаванні судна в морських районах А3 і А4 - УКХ радіоустановка і ПХ/КХ радіоустановка. Для суден, що здійснюють епізодичні рейси в морському районі А4 і мають в якості основної ПХ/КХ радіоустановку, додаткова радіоустановка ПХ/КХ може бути замінена СЗС ІНМАРСАТ.

Берегове технічне обслуговування та ремонт передбачає, що повинні бути встановлені прийнятні для Адміністрації умови для забезпечення адекватної підтримки судна для обслуговування та ремонту його радіоустановок. Наприклад, можуть застосовуватися такі засоби:

- Угода з компанією, що охоплює район плавання судна своїми засобами обслуговування та ремонту за викликом.
- Забезпечення можливості для ремонту та обслуговування на головній базі суден, що здійснюють регулярні рейси в даному районі. Переліки обладнання (Форма Р, R або С) повинні включати вказівку на вид умов берегового технічного обслуговування та ремонту.

Якщо працездатність забезпечується кваліфікованим технічним обслуговуванням і ремонтом у морі, на борту судна повинна знаходитися відповідна додаткова технічна документація, інструменти, випробувальне обладнання та запасні частини, обсяг яких повинен відповідати встановленому обладнанню і бути схвалений Адміністрацією. Посилання на це схвалення повинно входити до Переліків обладнання (Форма Р, R або С).

Особа, яка виконує функції із забезпечення кваліфікованого технічного обслуговування та ремонту в морі, повинна мати відповідний диплом, передбачений Регламентом радіозв'язку, або мати еквівалентну кваліфікацію для здійснення кваліфікованого технічного обслуговування та ремонту в морі, як це може бути схвалено Адміністрацією з урахуванням рекомендацій ІМО щодо підготовки такого персоналу (Резолюція А.703 (17) Асамблеї ІМО «Підготовка радіоспеціалістів в ГМЗЛБ»).

Детально питання технічного обслуговування радіобладнання ГМЗЛБ описані в Резолюції ІМО А.702 (17) «Керівництво з обслуговування та ремонту радіобладнання ГМЗЛБ у морських районах А3 та А4».

1.6 Перелік необхідних документів суднової радіостанції

Суднові радіостанції, оснащені радіобладнанням ГМЗЛБ, повинні мати наступні документи (Регламент Радіозв'язку, Додаток 11, Розділ VA):

- Ліцензія (Стаття 24 РР).
- Сертифікат безпеки радіобладнання.
- Диплом оператора, що обслуговує суднову радіостанцію (диплом оператора радіоелектроніка першого або другого класу, або загальний диплом оператора, або обмежений диплом оператора (відповідно до вимог, зазначених у статті 56 РР, розділ III)).
- Журнал, в який заносяться із зазначенням часу реєстрації (якщо адміністрації не прийняли інший порядок запису всіх відомостей, які повинні міститися в журналі):
 - короткий виклад повідомлень, що стосуються обміну катастроф, терміновості та безпеки;
 - відомості про важливі службові інциденти;
 - перевірки обладнання ГМЗЛБ;
 - якщо дозволено розпорядком на судні, місцезнаходження судна - не рідше одного разу на день;
 - реєстрація всієї вихідної та вхідної кореспонденції;
- список позивних сигналів та/або цифрова таблиця розпізнавачів, що використовуються в морській рухомій службі та морській рухомій супутниковій службі (Список UІA, що публікується МСЕ);

- докладні відомості про берегові та берегові земні станції, що беруть участь у ГМЗЛБ, список берегових станцій та берегових земних станцій, з якими може встановлюватися зв'язок, із зазначенням годин чергування, частот і тарифів: список берегових станцій і берегових земних станцій, що передають навігаційні та метеорологічні попередження та іншу термінову інформацію суднам;
- список суднових станцій, що публікується МСЕ;
- керівництво з використання морської рухомої та морської рухомої супутникової служб, що публікується МСЕ.

1.7 Вахти. Чергування на частотах для зв'язку в разі лиха та для забезпечення безпеки в ГМЗЛБ

На кожному судні, що знаходиться в морі, має вестися безперервне автоматичне спостереження:

- На каналі 70 УКХ, в режимі ЦІВ.
- На частоті лиха і забезпечення безпеки 2187,5 кГц в режимі ЦІВ, якщо судно обладнане ПХ радіоустановкою.
- На частотах лиха і забезпечення безпеки 2187,5 кГц і 8414,5 кГц в режимі ЦІВ, а також, залежно від часу доби і географічного положення судна, на одній з частот лиха і забезпечення безпеки: 4207,5 кГц, 6312 кГц, 12577 кГц або 16804,5 кГц в режимі ЦІВ, якщо судно обладнане ПХ/КХ радіоустановкою. Це спостереження може вестися за допомогою скануючого приймача.
- За сповіщеннями про лихо в напрямку берег-судно через ІСЗ, якщо судно обладнане судновою земною станцією ІНМАРСАТ.

На кожному судні, що знаходиться в морі, має вестися безперервне автоматичне радіоспостереження за передачами інформації з безпеки на морі за допомогою системи розширеного групового виклику (РГВ) ІНМАРСАТ, якщо

судно здійснює рейси в будь-якому районі, що охоплюється ІНМАРСАТ, але там, де не забезпечена міжнародна система NAVTEX. Судна, що здійснюють рейси виключно в райони, де забезпечується передача інформації з безпеки на морі за допомогою КХ букводрукуючої телеграфії, повинні забезпечити прийом такої інформації за допомогою обладнання вузькосмугової букводрукуючої телеграфії (ВБПЧ).

До 1 лютого 1999 року на кожному судні, що знаходиться в морі, має вестися, коли це практично можливо, безперервне слухове спостереження на 16 каналі УКХ. До 1 лютого 1999 року на кожному судні, що знаходиться в морі і обладнаному приймачем, що забезпечує спостереження на радіотелефонній частоті лиха 2182 кГц, має вестися безперервне спостереження на цій частоті.

Висновок по розділу

Глобальна морська система зв'язку в разі лиха та для забезпечення безпеки (ГМЗЛБ) представляє собою міжнародну структуру, основна мета якої — оперативне та автоматизоване сповіщення пошуково-рятувальних органів і суден про аварійні події. Вона сприяє ефективному обміну сигналами тривоги, координаційними повідомленнями для рятувальних операцій, а також даними щодо морської безпеки, що допомагає мінімізувати ризики на морі та підвищувати шанси на успішне порятунок.

З метою адаптації до різних умов, весь Світовий океан розділено на чотири зони морського плавання (A1, A2, A3, A4), кожна з яких передбачає специфічний набір радіообладнання. Наприклад, зона A1 обмежується радіусом до 30 морських миль від берегових станцій УКХ з використанням цифрового вибіркового виклику (ЦВ), тоді як зона A3 охоплює території, де забезпечується покриття за допомогою геостаціонарних супутників системи ІНМАРСАТ. Такий поділ дозволяє оптимізувати ресурси та гарантувати зв'язок у будь-яких географічних умовах, враховуючи віддаленість від берега та доступність технологій.

Щоб підтримувати надійність системи, встановлено жорсткі стандарти щодо джерел електроживлення: обов'язковим є резервне джерело, таке як акумуляторні батареї, що можуть заряджатися протягом 10 годин. Воно повинно забезпечувати функціонування ключового обладнання щонайменше на одну чи шість годин, залежно від класу судна та наявності аварійного генератора. Це запобігає втраті зв'язку в критичні моменти, коли основне живлення може вийти з ладу через аварію чи стихійне лихо.

Додатково, для суден, що оперують у зонах A3 та A4, працездатність радіообладнання підтримується комбінацією щонайменше двох з трьох підходів: дублюванням пристроїв, технічним обслуговуванням на березі або ремонтом безпосередньо в морі. Це забезпечує стійкість системи до поломок.

Ефективне використання ГМЗЛБ також передбачає постійний автоматичний моніторинг на важливих частотах ЦІВ, наприклад, на 70-му каналі УКХ, що дозволяє оперативно реагувати на сигнали. Крім того, на борту судна має бути повний пакет документації, включаючи ліцензію на радіозв'язок, сертифікат безпеки обладнання та журнал, де фіксуються всі події, перевірки та технічні втручання. Такий комплексний підхід не тільки підвищує безпеку, але й сприяє дотриманню міжнародних норм, роблячи морські подорожі більш захищеними для екіпажів і пасажирів.

РОЗДІЛ 2 ОСНОВИ МОРСЬКОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ

2.1 Радіочастоти та спектральні діапазони

У морській рухомій службі (МПС) застосовуються такі діапазони:

- Середні хвилі (СВ): від 415 до 535 кГц;
- Проміжні хвилі (ПХ): від 1605 до 4000 кГц (використовуються спеціально виділені для морської мобільної служби смуги);
- Короткі хвилі (КХ): від 4 до 27,5 МГц (використовуються присвоєні для морської мобільної служби частоти в піддіапазонах 4, 6, 8, 12, 16, 18/19, 22 та 25/26 МГц);
- Ультракороткі хвилі (УКХ): від 156 до 174 МГц.

В англomовній термінології середні та проміжні хвилі позначаються як MF (medium frequency), короткі хвилі – HF (high frequency), а ультракороткі – VHF (very high frequency).

2.2 Розповсюдження радіохвиль у різних спектрах

Трансмісія радіосигналів відбувається за рахунок різних механізмів поширення хвиль в атмосфері планети:

- Уздовж поверхні Землі через поверхневу хвилю (ground wave);
- Відбиття від верхніх атмосферних шарів (sky wave);
- Передача через супутники-ретранслятори в космосі.

Атмосфера поділяється на три ключові зони з різним впливом на проходження радіохвиль. Тропосфера – це нижній шар до висоти 18–20 км. Над нею до 50–60 км розташована стратосфера, а далі – іоносфера, що простягається до 1,5 тис. км.

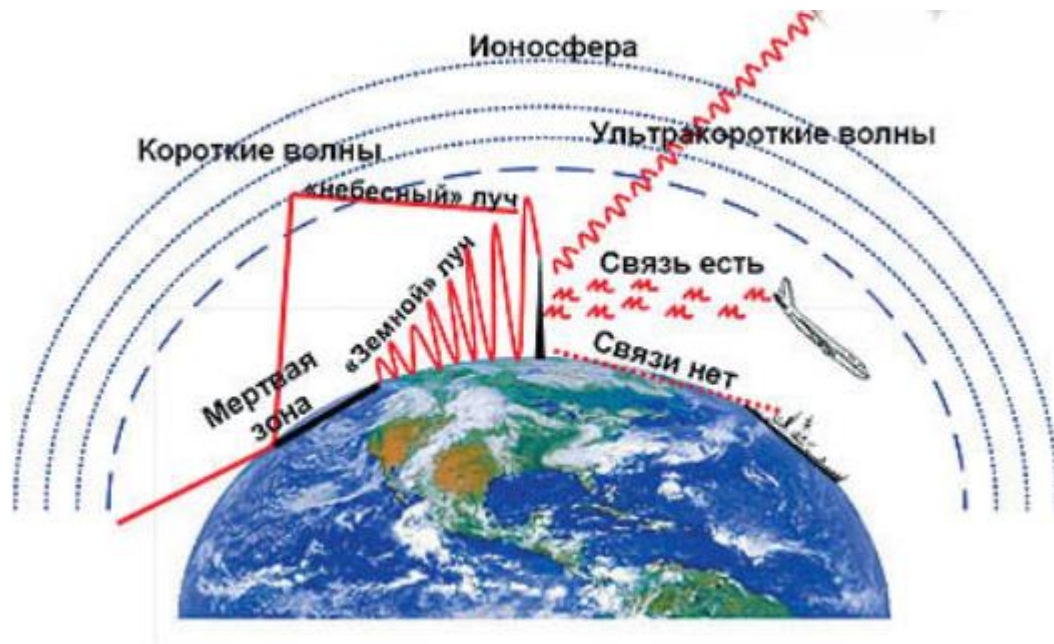


Рисунок 2 – Розповсюдження радіохвиль:

Рисунок 2 – Механізми поширення радіохвиль: Денні – від 8 МГц і вище, нічні – від 8 МГц і нижче.

Для комунікації на коротких дистанціях (до 30 морських миль) застосовується УКХ-діапазон. Дальність тут залежить переважно від висоти монтажу антен передавача та приймача.

На середніх дистанціях (до 150–200 морських миль) використовуються хвилі ПХ-діапазону.

Для далеких зв'язків (понад 150 морських миль) задіяний КХ-діапазон. Зв'язок можливий завдяки одному, двом чи кільком відбиттям (стрибкам) від іоносфери. Для КХ-трас типовими є "мертві зони" або області мовчання, де сигнал не приймається.

Діапазон	Опис властивостей та ефективності для віддаленого зв'язку
300–3000 кГц	У світлий час доби забезпечує зв'язок на відстані до 150 миль, у темний – до 400 миль. За оптимальних нічних умов можлива глобальна комунікація. У денні години зі збільшенням частоти дальність зменшується. У верхній частині спектра відчутний ефект сонячної активності.
3–6 МГц	У денний період дозволяє зв'язок до 300 миль, у нічний – до 1500 миль, а за сприятливих обставин вночі – по всій планеті. Залежність від сонячної активності мінімальна.
6–10 МГц	Денна дальність сягає 2500 миль, нічна – охоплює всю Землю. Значно впливає сонячна активність.
10–20 МГц	Дозволяє глобальний зв'язок як вдень, так і вночі. Сильно залежить від рівня сонячної активності.
20–30 МГц	Підтримує комунікацію по всій планеті в будь-який час доби. Дуже чутливий до сонячної активності.
30–300 МГц	Зв'язок обмежується прямою видимістю. Ідеально пасує для супутникової комунікації.
300–3000 МГц	Зв'язок у прямій лінії. Застосовується для космічного радіозв'язку.
3–30 ГГц	Комунікація в прямому напрямку. Використовується в супутниковому радіозв'язку.

Таблиця 2 - Властивості радіохвиль різних частотних піддіапазонів:

2.3 Використання частот у МПС та МПСС

Морська рухома служба (МПС) - це служба радіозв'язку між береговими станціями і судновими станціями, або між судновими станціями, або між взаємодіючими станціями внутрішньосуднового зв'язку; станції рятувальних засобів і станції радіомаяків - показників місця лиха (SART) також можуть брати участь у цій службі.

Морська рухома супутникова служба (МПСС) - це служба радіозв'язку, в якій беруть участь рухомі земні станції морських суден і космічні станції, тобто передача здійснюється через супутник.

МПС використовує традиційні засоби наземного радіозв'язку в діапазонах СВ, ПХ, КХ і УКХ, а МПСС використовує частоти в смузі 406 - 406,1 МГц в системі КОСПАС-САРСАТ і смуги частот в діапазонах 1,5 ГГц і 1,6 ГГц в системі ІНМАРСАТ.

Частоти	Призначення частот
490 кГц	Після завершення впровадження ГМЗЛБ у службі морського мобільного зв'язку ця частота застосовуватиметься тільки для надсилення метеорологічних та навігаційних сповіщень через систему NAVTEX.
518 кГц	У службі морського мобільного зв'язку ця частота призначається виключно для трансляції метеорологічних та навігаційних сповіщень за допомогою NAVTEX.
2174,5 4177,5 6268 8376,5 12520 16695 кГц	Застосовуються тільки для обміну інформацією в надзвичайних ситуаціях та для гарантії безпеки з використанням вузькосмугової друкуючої телеграфії (УБПЧ).
2182 4125 6215 8291* 12290 16420 кГц	Використовуються для телефонного радіозв'язку в надзвичайних ситуаціях та для забезпечення безпеки. Частота 4125 кГц може також застосовуватися станціями повітряних суден. *) Застосовується виключно для телефонного радіозв'язку в надзвичайних ситуаціях та для забезпечення безпеки.
2187,5 4207,5 6312 8414,5 12577 16804,5 кГц	Призначені тільки для викликів у надзвичайних ситуаціях та для гарантії безпеки за допомогою цифрового селективного виклику.
3023 5680 кГц	Авіаційні частоти для комунікації під час організованих пошуково-рятувальних заходів.
4209,5 кГц	Виключно для трансляцій типу NAVTEX метеорологічних та навігаційних сповіщень за допомогою УБПЧ у короткохвильовому спектрі.
4210 6314 8416,5 12579 16806,5 19680,5 22376 26100,5 кГц	Застосовуються тільки береговими станціями для надсилення даних про морську безпеку в короткохвильовому спектрі з використанням УБПЧ.
121,5 123,1 МГц*	Станції авіаційної мобільної служби застосовують ці частоти для телефонного радіозв'язку та для визначення напрямку аварійних радіобуїв (АРБ) у надзвичайних ситуаціях та для забезпечення безпеки. *) Додаткова авіаційна частота.
156,3 МГц (канал 6)	Для комунікації з повітряними суднами, задіяними в організованих пошуково-рятувальних операціях, а також для інших завдань забезпечення безпеки в УКХ-діапазоні.
156,525 МГц (канал 70)	Для викликів у надзвичайних ситуаціях, забезпечення безпеки та інших викликів за допомогою цифрового селективного виклику (ЦІВ).
156,650 МГц (канал 13)	Для міжсуднового зв'язку в УКХ-діапазоні щодо безпеки судноплавства.
156,8 МГц (канал 16)	Для телефонного радіозв'язку в надзвичайних ситуаціях та для забезпечення безпеки в УКХ-діапазоні.
Полоса 406-406,1 МГц	Застосовується виключно супутниковими аварійними радіобуями (EPIRB) у напрямку Земля-космос у системі COSPAS-SARSAT.
Діапазон 1,5 ГГц	Використовується в службі морського мобільного супутникового зв'язку в напрямку космос-Земля в системі INMARSAT.
Діапазон 1,6 ГГц	Використовується в службі морського мобільного супутникового зв'язку в напрямку Земля-космос в системі INMARSAT.
Полоса 9200-9500 МГц	Застосовується радіолокаційними транспондерами (SART) для спрощення пошуку та порятунку разом із судновими радаром 3-см діапазону.

Таблиця 3 - Частоти для зв'язку для забезпечення безпеки в ГМЗЛБ

При симплексному режимі зв'язку передача відбувається по чергове в кожному напрямку. Такий зв'язок здійснюється на єдиній частоті.

Дуплексний режим дозволяє одночасну передачу в обох напрямках каналу радіозв'язку. Дуплексний зв'язок застосовується для комунікації з береговими станціями.

Піддіапазон	ЦІВ (цифровий селективний виклик)	Радіотелефон	Радіотелекс
УКХ	70 канал (156,525 МГц)	16 канал (156,8 МГц)	Відсутній
ПХ 2 МГц	2187,5	2182	2174,5
ПХ 4 МГц	4207,5	4125	4177,5
КХ 6 МГц	6312	6215	6268
КХ 8 МГц	8414,5	8291	8376,5
КХ 12 МГц	12577	12290	12520
КХ 16 МГц	16804,5	16420	16695

Таблиця 4 - Викликні (ЦІВ) та робочі частоти (радіотелефон, радіотелекс) для ситуацій лиха та безпеки

2.4 Захист частот для надзвичайних ситуацій та безпеки

Для частоти 156,8 МГц (канал 16 УКХ) передбачено охоронні інтервали: 156,7625-156,7875 МГц та 156,8125-156,8375 МГц. Будь-які радіопередачі в цих діапазонах повністю заборонені.

У спектрі середніх хвиль у смузі 2173,5-2190,5 кГц не дозволяються жодні передачі, окрім тих, що санкціоновані на несучій частоті 2182 кГц, а також на частотах 2174,5 кГц, 2177 кГц, 2187,5 кГц та 2189,5 кГц.

2.5 Класи та модуляція випромінювань

Класифікація випромінювань

Клас випромінювання представляє собою набір параметрів сигналу, виражених через стандартні умовні позначення. Вони вказують на вид

модуляції несучої частоти, природу модулюючого сигналу, різновид передаваних даних, а за потреби – й інші властивості сигналу.

Головні параметри включають:

1. Початкове позначення (літеру) – вид модуляції несучої частоти;
2. Друге позначення (цифру) – тип сигналу, що модулює несучу частоту;
3. Третє позначення (літеру) – категорію передаваної інформації.

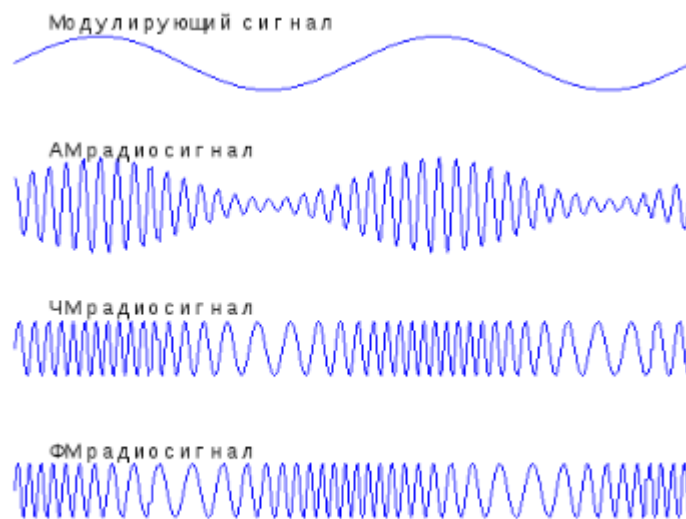


Рисунок 3 – модуляція радіосигналів:

Початкове позначення в класифікації випромінювань

Випромінювання, де основна несуча модулюється за амплітудою (включно з варіантами, коли піднесучі мають кутову модуляцію):

- Двосмужне (Double Side Band - DSB) – А
- Односмужне (Single Side Band - SSB) з повною несучою – Н
- Односмужне з ослабленою несучою – R
- Односмужне з пригніченою несучою – J

Випромінювання, де основна несуча має кутову модуляцію:

- Частотна модуляція – F
- Фазова модуляція – G

Друге позначення в класифікації випромінювань

- Відсутність модулюючого сигналу – 0
- Один канал з квантованими або цифровими даними без модулюючої піднесучої – 1
- Один канал з квантованими або цифровими даними за допомогою модулюючої піднесучої – 2
- Один канал з аналоговою інформацією – 3

Третє позначення в класифікації випромінювань

- Телеграфія для акустичного сприйняття – A
- Телеграфія для автоматизованого прийому – B
- Факсимільна передача – C
- Передача даних, телеметрія – D
- Телефонія – E

У системі ГМЗЛБ використовуються такі класи радіовипромінювань:

- H3E – односмужна телефонія з повною несучою (дозволена лише на частоті 2182 кГц);
- J3E – односмужна телефонія з пригніченою несучою (телефонія в діапазонах ПХ/КХ);
- R3E – односмужна телефонія з частково пригніченою несучою;
- G3E – телефонія з фазовою модуляцією (діапазон УКХ);
- F3E – телефонія з частотною модуляцією (діапазон УКХ);
- G2B – фазова модуляція; один канал з цифровими даними за допомогою піднесучої (ЦИВ в діапазоні УКХ);

- F1B – частотна модуляція несучої цифровим сигналом (УБПЧ, ЦИВ в діапазонах ПХ/КХ);
- J2B – односмужна амплітудна модуляція з повністю пригніченою несучою, один канал з цифровими даними через піднесучу (УБПЧ, ЦИВ в діапазонах ПХ/КХ).

2.6 Створення радіовипромінювань різних типів (для радіоелектроніки)

Радіосигнали типів A3E, H3E, R3E, J3E

У випромінюванні J3E діапазон частот, що передаються, зосереджений поблизу призначеної частоти. Зазвичай призначена частота перевищує пригнічену несучу на 1,4 кГц за стандартом.

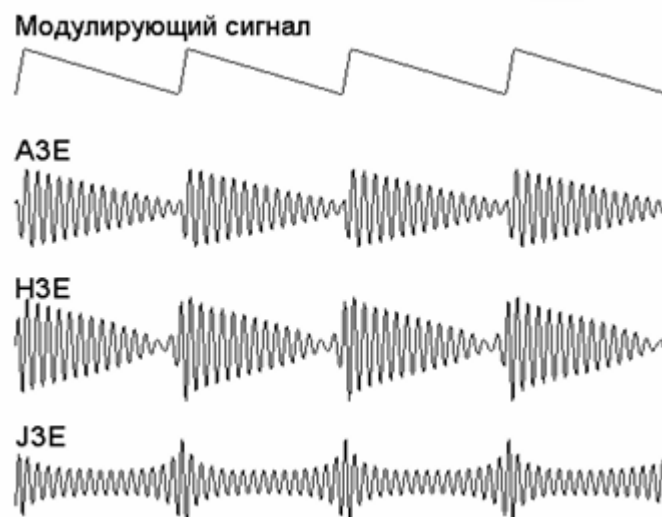


Рисунок 4 - Сигнали класів A3E, H3E, J3E

Радіосигнали типів F3E, G3E

Типи випромінювань F3E та G3E застосовуються в радіотелефонному зв'язку на ультракоротких хвилях (УКХ). Частотний діапазон сигналу F3E/G3E охоплює смугу в 16 кГц за умови максимальної дозволеної девіації частоти 5 кГц та граничної частоти аудіосигналу 3 кГц.

Радіосигнали типів F1B, J2B

Типи випромінювань F1B та J2B призначені для надсилання сигналів цифрового селективного виклику (ЦІВ) та радіотелекса в діапазонах середніх (ПХ) та коротких (КХ) хвиль. Девіація частоти дорівнює $Df = 85$ Гц. Частота піднесучої становить 1700 Гц. Частотні спектри сигналів F1B та J2B (як і самі сигнали в часовій області) повністю ідентичні. Через це для позначення в контексті ЦІВ та радіотелекса використовується комбіноване маркування F1B/J2B.

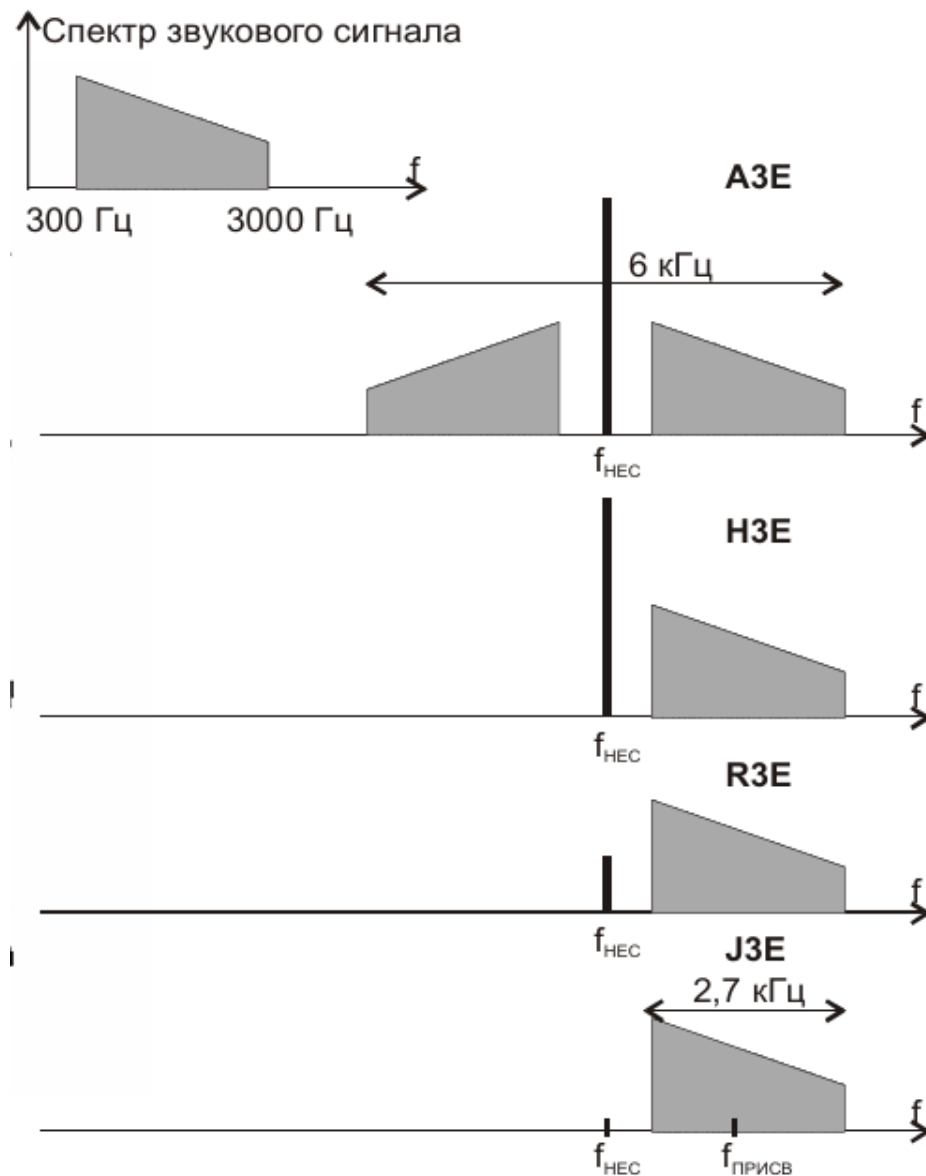


Рисунок 5 – спектри радіотелефонних сигналів ПХ/КХ діапазону

У сучасних радіопередавачах застосовуються виключно сигнали класу J2B. Однак у каталогах берегових радіостанцій досі використовується класичне маркування F1B.

Радіосигнал G2B

Клас випромінювання G2B призначений для цифрового селективного виклику (ЦИВ) в ультракороткохвильовому спектрі. Генерація цього сигналу відбувається у два етапи. Спочатку проводиться частотна модуляція піднесучої частоти 1,7 кГц з девіацією $Df = 400$ Гц та швидкістю обміну даними 1200 бод. Після цього отриманий сигнал здійснює фазову модуляцію несучої частоти. Використовується аналогічний спосіб формування фазомодульованого сигналу та ідентичний передаючий ланцюг, як і для телефонних сигналів. У ролі аудіосигналу виступає частотно-модульована піднесуча.

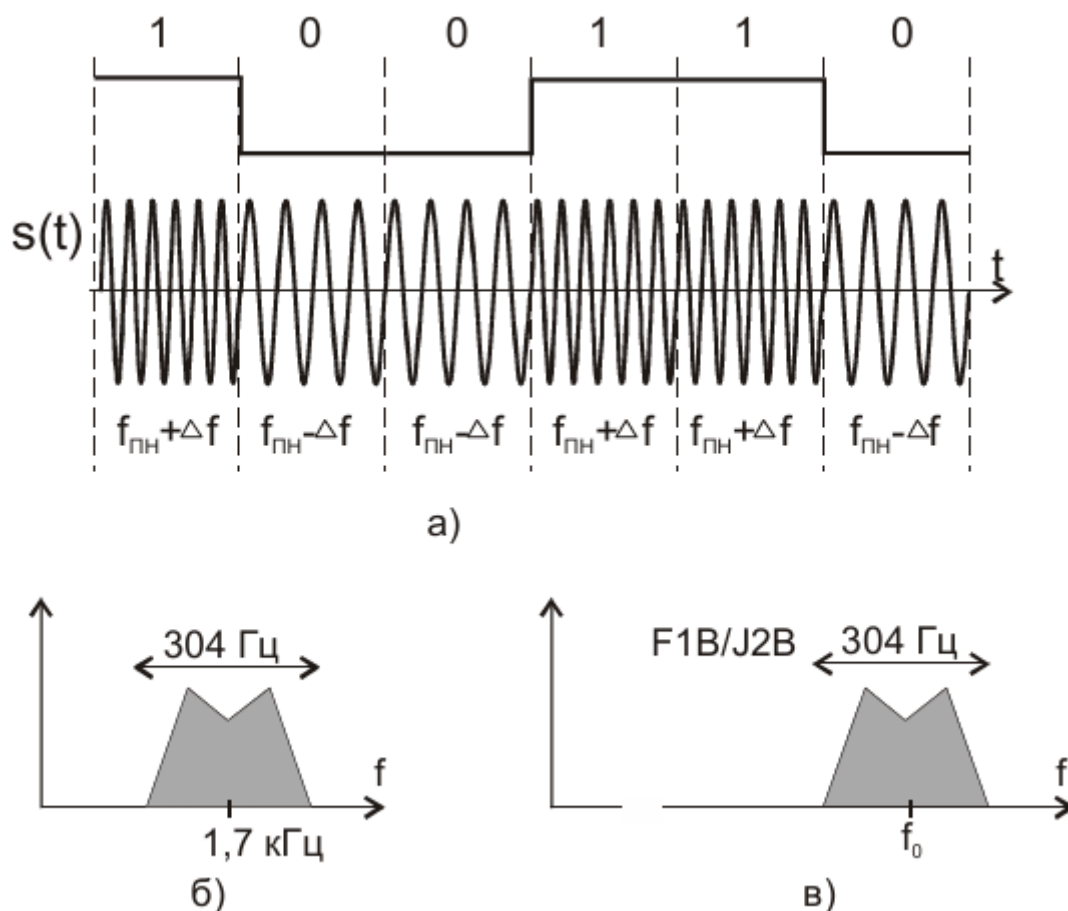


Рисунок 6 – утворення сигналу J2B

*а) частотна модуляція піднесучої б) спектр ЧМ піднесучої в) спектр сигналів
F1B та J2B*

Висновок по розділу

У Розділі 2 розглядаються фундаментальні технічні аспекти роботи морського радіозв'язку, який реалізується в кількох ключових діапазонах: середніх хвиль (СВ), проміжних (ПХ, від 1605 до 4000 кГц), коротких (КХ, від 4 до 27,5 МГц) та ультракоротких (УКХ, від 156 до 174 МГц). Ці діапазони забезпечують різноманітні можливості для комунікації, враховуючи географічні умови, відстань та тип сигналів, що є критично важливим для безпеки на морі.

Ось основні висновки стосовно особливостей діапазонів і стандартів зв'язку:

Поширення радіохвиль та дальність: Ефективність зв'язку безпосередньо залежить від обраного діапазону та фізичних механізмів розповсюдження сигналів. Наприклад, УКХ-діапазон ідеально підходить для коротких дистанцій (зазвичай до 30 морських миль), оскільки сигнали поширюються переважно прямою хвилею, обмеженою лінією видимості. На противагу цьому, КХ-діапазон дозволяє досягати значних відстаней (понад 150 морських миль) завдяки відбиттю хвиль від іоносфери, що робить його незамінним для океанських переходів. Крім того, морська радіослужба супутникового зв'язку (МРСС) відрізняється від морської поземної служби (МПС) використанням вищих частот, зокрема 1,5 ГГц та 1,6 ГГц у системі ІНМАРСАТ, що забезпечує глобальне покриття незалежно від атмосферних умов і робить її надійною альтернативою для віддалених районів.

Виділені частоти для надзвичайних ситуацій: У рамках Глобальної морської системи зв'язку в разі лиха та для забезпечення безпеки (ГМЗЛБ) чітко регламентовані спеціальні частоти, призначені виключно для сигналів лиха та безпеки. Зокрема, канал 70 УКХ (на частоті 156,525 МГц) та 2187,5 кГц у ПХ-діапазоні використовуються для цифрового селективного виклику (ЦІВ), що дозволяє автоматизовано сповіщати про небезпеку. Водночас, канал 16 УКХ (156,8 МГц) та 2182 кГц ПХ призначені для голосового радіотелефонного

зв'язку під час аварій. Для запобігання перешкод навколо цих частот передбачені захисні інтервали, де заборонені будь-які інші передачі, що гарантує чистоту каналів і швидку реакцію рятувальних служб у критичні моменти.

Для телефонії (голосової комунікації): У УКХ-діапазоні переважно застосовується фазова модуляція (G3E) або частотна (F3E), що забезпечує високу якість звуку на близьких відстанях. У ПХ- та КХ-діапазонах використовується односмугова модуляція з пригніченою несучою (J3E), яка економить пропускну здатність і зменшує енергоспоживання, роблячи її ефективною для дальнього зв'язку.

Для цифрових даних (ЦІВ та УБПЧ): У УКХ для ЦІВ застосовується клас G2B, що оптимізовано для швидкої передачі цифрових сигналів. У ПХ- та КХ-діапазонах для ЦІВ і вузькосмугової букводрукуючої телеграфії (УБПЧ) використовуються класи F1B та J2B, які мають ідентичні частотні спектри, забезпечуючи сумісність обладнання та стабільність передачі в умовах перешкод.

Підсумовуючи, Розділ 2 формулює базові технологічні норми для морських радіостанцій, визначаючи, як саме формуються, поширюються та стандартизуються радіосигнали. Це створює єдину систему "правил ефіру", яка гарантує ефективність і надійність комунікації в усіх частотних діапазонах, особливо під час надзвичайних подій, сприяючи загальній безпеці морських операцій і мінімізації ризиків для екіпажів. Такий підхід не тільки відповідає міжнародним стандартам, але й адаптується до реальних умов експлуатації, роблячи морський зв'язок більш стійким до зовнішніх факторів.

РОЗДІЛ 3. Системи супутникового зв'язку ГМЗЛБ

3.1 СУПУТНИКОВА СИСТЕМА INMARSAT

Структура та механізм роботи INMARSAT

Система INMARSAT включає кілька основних елементів:

- Космічний компонент, що складається з активних і резервних геостаціонарних супутників, обладнаних ретрансляторами;
- Береговий компонент, до якого належать берегові земні станції (БЗС);
- Систему терміналів на рухомих платформах, зокрема судові земні станції (СЗС).

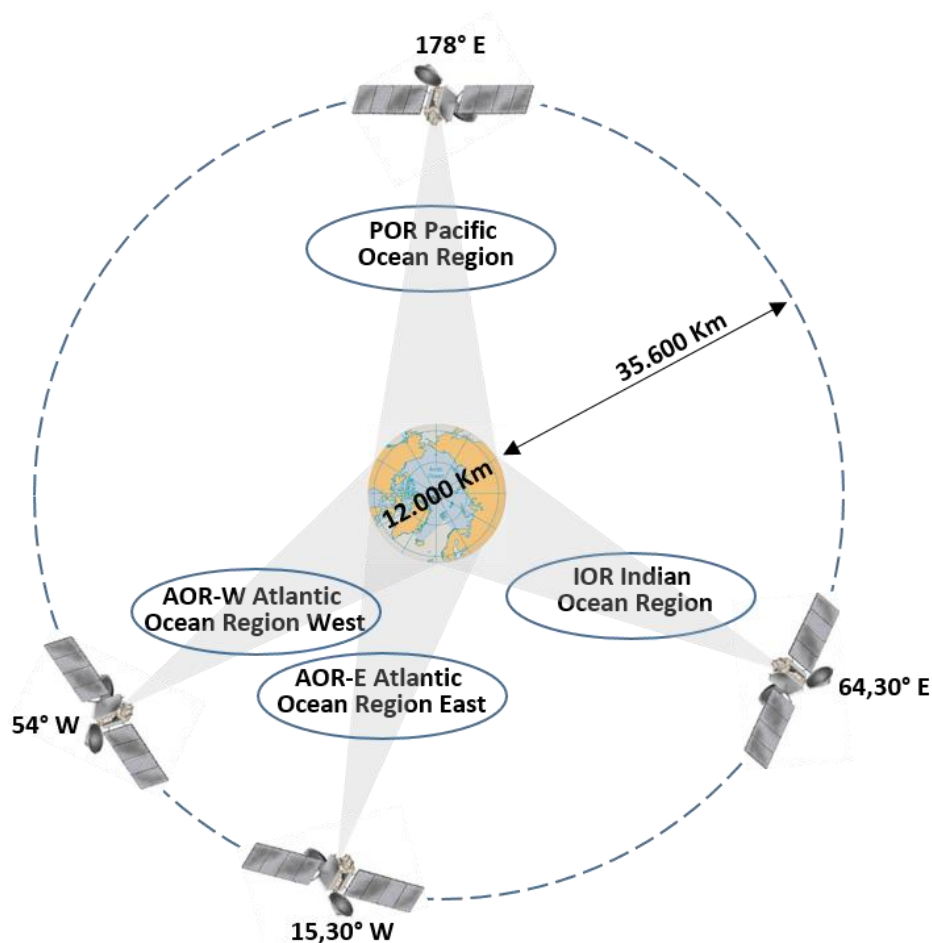


Рисунок 7 – розташування супутників ІНМАРСАТ

Космічний компонент охоплює такі акваторії:

- Західну зону Атлантичного океану,
- Східну зону Атлантичного океану,
- Індійський океан,
- Тихий океан.

Наземний компонент формує міжнародну мережу берегових земних станцій (БЗС) (Coast (Land) Earth Station, CES, LES), станцій для координації мережі (КСС) (Network Coordination Station, NCS), а також центр керування мережею, розміщений у Лондоні.

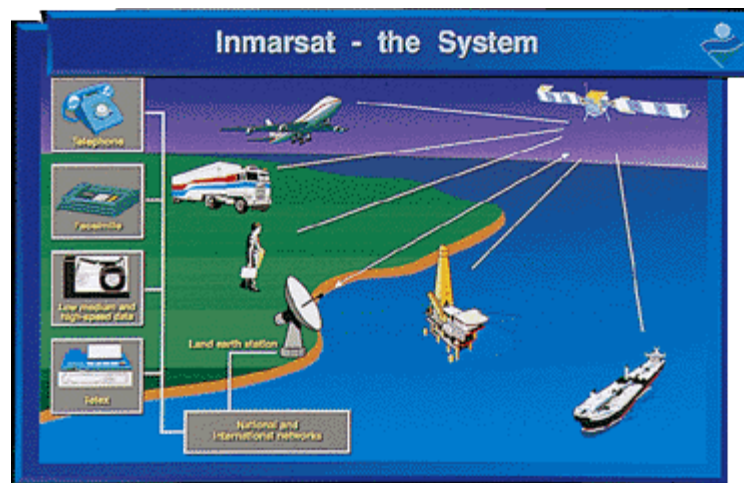


Рисунок 8 – організація системи ІНМАРСАТ

Суднові земні станції (Ship Earth Station - SES). У системі ГМЗЛБ дозволені такі типи супутникових пристроїв: INMARSAT-A, B, C. Аварійний радіобуй INMARSAT-E здатний замінити АРБ системи COSPAS-SARSAT у регіоні АЗ. Пристрої за іншими стандартами можна монтувати як доповнення для покращення опцій комерційного обміну даними.

3.1.1 Судова земна станція Інмарсат Стандарт - а

Судова земна станція Інмарсат Стандарт-А забезпечує двосторонній зв'язок у режимі телефонії та друку букв, а також передачу даних і факсиміле. Зона обслуговування супутників Інмарсат наведена на рис. 4.

Обладнання станції складається з наступних блоків:

- Антенний пост, що включає параболічну антену з діаметром дзеркала 0,85-1,2 метра, встановлену на стабілізованій платформі, підсилювач потужності і малошумний підсилювач L-діапазону. Антенний пост закритий радіопрозорим ковпаком.
- Приймач-передавач, блок управління антеною і кінцеві пристрої: телефонний апарат, телексий термінал (як правило, на базі ПК). Додатково може бути встановлений факсимільний апарат.

Станція може включати в себе пристрій розширеного групового виклику (див. розділ «Приймач розширеного групового виклику»).

Стабілізована платформа забезпечує постійне стеження антени за супутником незалежно від руху судна і хвилювання моря.

Діапазон робочих частот приймача станції становить 1536-1543,5 МГц, передавача -1635,5-1645 МГц.

Станція забезпечує подачу виклику про лихо за допомогою кнопки, що розміщується в місці управління судном.

При втраті стеження за супутником, зникненні основної мережі або включенні резервного джерела, а також при порушенні працездатності станції автоматично вмикається сигналізація.

Для попередження про небезпеку, пов'язану з радіочастотним випромінюванням в діапазоні, до обтічника антени прикріплюється табличка, що вказує відстані, на яких є рівні випромінювання 100 Вт/кв.м, 25 Вт/кв.м і 10 Вт/кв.м. Експлуатаційні вимоги до судових земних станцій, що забезпечують двосторонній зв'язок, викладені в Резолюції А.698(17) ІМО.

3.1.2 Суднова наземна станція Інмарсат Стандарт - с

Суднова наземна станція Інмарсат Стандарт-С базується на цифровій технології і працює в режимі телексу. Забезпечується доступ до міжнародної телекс-мережі, служби електронної пошти і масивів даних, що зберігаються в комп'ютерах. Однак станція не забезпечує телефонний зв'язок. Станція складається з малогабаритної антени з круговою діаграмою спрямованості, блоку електроніки і телексного терміналу, як правило, виконаного на базі ПК.

Повідомлення з судна передається через супутник Інмарсат на берегову земну станцію (БЗС), яка підтверджує судну прийом повідомлення. Протягом короткого часу воно зберігається на БЗС, поки вона через берегові телекомунікаційні мережі не передасть його одержувачу. Середній час проходження повідомлення з судна до берегового адресата становить 3-6 хвилин, з судна на інше судно від 5 до 20 хвилин.

Швидкість передачі в каналі становить 600 біт/с. Діапазон частот прийому 1530-1545 МГц, частот передачі 1626,5-1646,5 МГц. Станція може включати в себе пристрій розширеного групового виклику (РГВ).

Станція забезпечує подачу виклику лиха за допомогою кнопки, що розміщується в місці управління судном.

Експлуатаційні вимоги до суднових земних станцій Інмарсат Стандарт-С, що забезпечують передачу і прийом в режимі букводрукуючої телеграфії, викладені в Резолюції А.663(16) ІМО.

Станції Інмарсат Стандарт-С випускаються різних класів:

- Клас 1 - станція Стандарт-С, що не забезпечує прийом РГВ;
- Клас 2 - станція, що працює в двох режимах, які вибирає оператор: або в режимі станції класу 1, але здатна приймати повідомлення РГВ при відсутності трафіку в каналі, або в режимі виключного прийому РГВ;

- Клас 3 - станція має два незалежних приймача, один з яких працює в каналі зв'язку, а інший на прийом повідомлень РГВ.
- Клас 0 - станція тільки для прийому РГВ

3.2 СУПУТНИКОВА СИСТЕМА КОСПАС-SARSAT

Організація та принцип роботи системи КОСПАС-SARSAT

Система КОСПАС-SARSAT (КОСПАС — космічна система пошуку аварійних суден,

SARSAT — супутникова система підтримки пошуку і рятування) є міжнародною глобальною системою, створеною в результаті спільної співпраці СРСР, Канади, Франції та США.

Космічний

сегмент.

Типова конфігурація системи передбачає використання чотирьох супутників, що обертаються на низьких полярних орбітах. Проте на сьогодні в активній експлуатації перебуває більша кількість космічних апаратів — до семи. Час повного обертання одного супутника навколо Землі становить приблизно 100 хвилин.

Супутники типу SARSAT, які виготовляються та запускаються США, Канадою та Францією, функціонують на кругових сонячно-синхронних орбітах з висотою орієнтовно 850 км. Загальна кількість супутників системи постійно збільшується: на початковому етапі розгортання вона складалася з чотирьох апаратів, тоді як нині їх число досягло восьми.

Наземний

сегмент.

Наземна інфраструктура системи включає 19 Центрів управління місіями (ЦУМ, MCC — *Mission Control Centre*), а також 38 пунктів приймання інформації (ППІ, LUT — *Local User Terminal*), розміщених у 23 країнах світу. Центри управління забезпечують координацію дій та обмін аварійною і

службовою інформацією, тоді як пункти приймання здійснюють прийом сигналів, переданих супутниками, та їх початкову обробку.

Аварійні

радіобуї.

Аварійні радіобуї (АРБ) є спеціалізованими радіопередавачами, що працюють на частотах 406 МГц і 121,5 МГц. Вони застосовуються у морській, авіаційній та сухопутній рухомих службах. Частота 406 МГц використовується для передавання імпульсного сигналу лиха, тоді як на частоті 121,5 МГц випромінюється безперервний низькопотужний тонально-модульований сигнал. У межах ГМЗЛБ цей сигнал використовується для спрощення пошукових робіт шляхом радіопеленгації.

У разі виникнення аварійної ситуації аварійний радіобуй активується автоматично або вручну та починає передавати сигнали, які приймаються супутниками системи КОСПАС-SARSAT і ретранслюються на берегові станції.

Схема побудови системи КОСПАС-SARSAT із використанням низькоорбітальних супутників (LEOSAR) за участю геостаціонарних супутників наведена на рисунку 11.

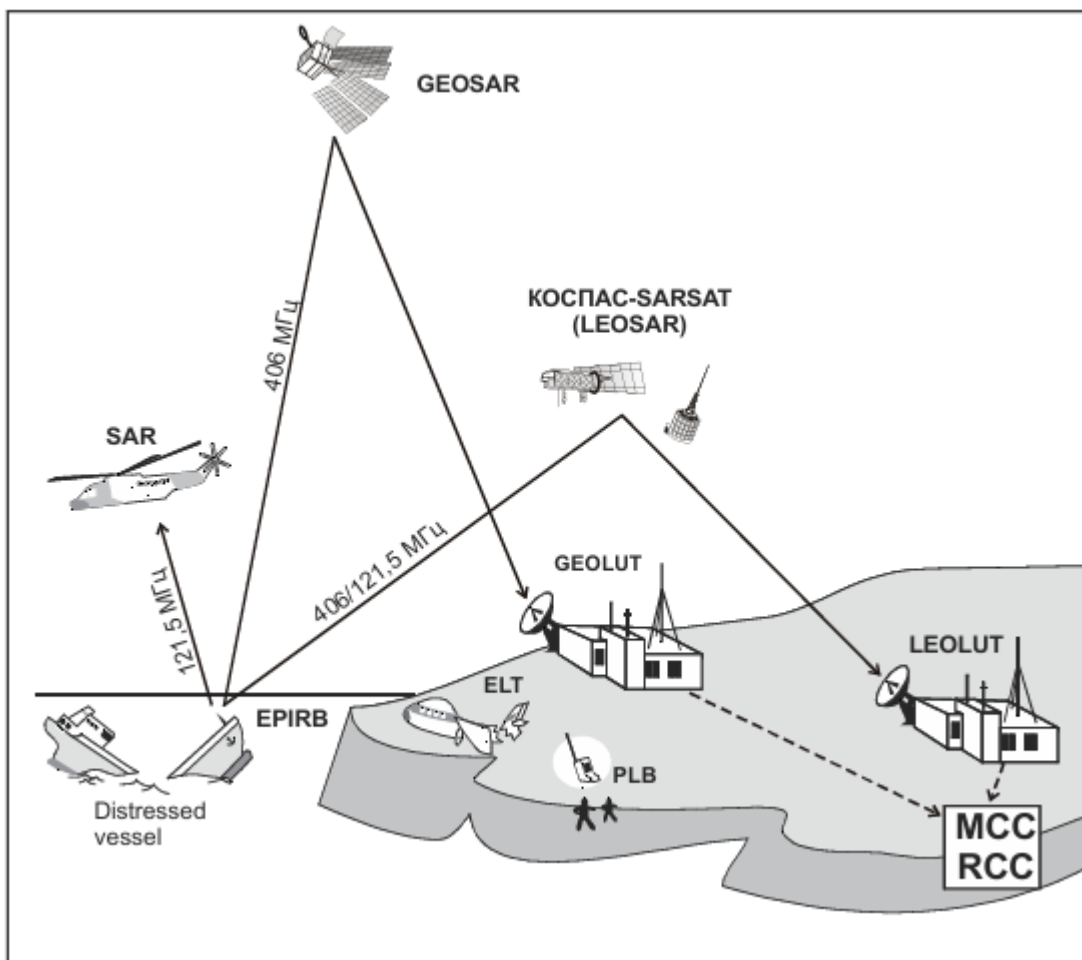


Рисунок 9 – організація системи КОСПАС-SARSAT з доповненням у вигляді геостационарних супутників

Важливими перевагами системи LEOSAR є її здатність забезпечувати глобальне покриття всієї поверхні Землі, а також визначення координат об'єктів, що зазнали лиха, на основі доплерівського зсуву частоти сигналу.

Схема розміщення супутників на орбітах у межах комбінованої системи LEOSAR–GEOSAR наведена на рисунку 12.

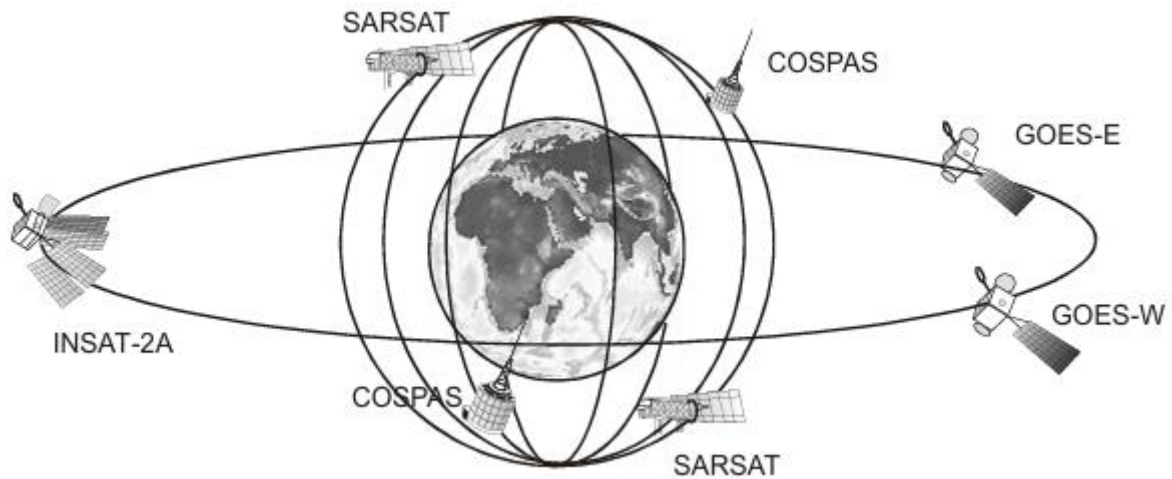


Рисунок 10 – повне угруповання низькоорбітальних та геостаціонарних супутників

Разом із тим система має суттєвий недолік — значну затримку передавання сигналу лиха на берегові служби, яка в окремих випадках може досягати до 1,5 години.

З метою усунення цього обмеження низькоорбітальну супутникову систему було доповнено трьома геостаціонарними супутниками, розміщеними на високих орбітах, що утворили сегмент GEOSAR. Сукупна зона їх радіовидимості охоплює майже всю земну поверхню, за винятком приполярних регіонів.

Сигнал аварійного радіобуя на частотах 406/121,5 МГц приймається геостаціонарними супутниками GOES-E, GOES-W та іншими GEO-апаратами практично миттєво і без затримки ретранслюється до берегових центрів приймання інформації, які мають назву GEOLUT. Паралельно, хоча й з певним часовим запізненням, сигнал лиха також приймається і передається низькоорбітальними супутниками системи LEOSAR.

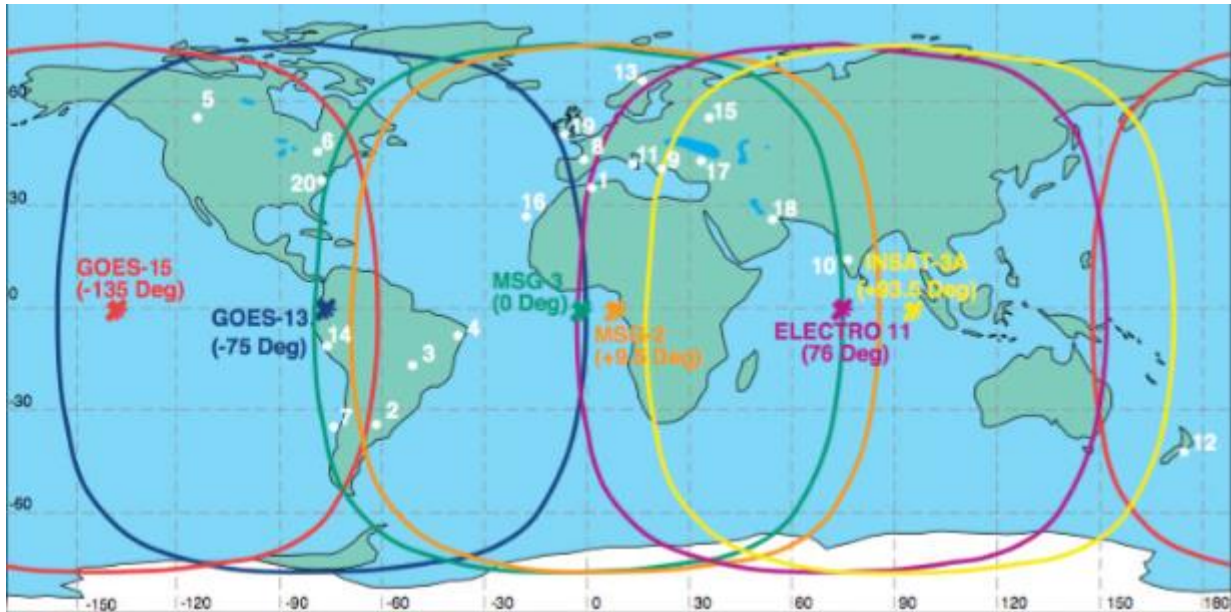


Рисунок 11 – зони видимості геостаціонарних супутників у системі КОСПАС-SARSAT

Зони радіовидимості геостаціонарних супутників GOES-E, GOES-W та INSAT-2A показані на рисунку 13.

3.3 Система Iridium

Система Iridium є глобальною бездротовою мережею персонального супутникового мобільного зв'язку, що функціонує на базі низькоорбітальних супутників. Вона призначена для надання стандартного комплексу телекомунікаційних послуг, зокрема голосового зв'язку, передавання факсимільних повідомлень, даних та пейджингових сервісів, на всій поверхні Землі, включаючи океани, полярні регіони та повітряний простір.

Окрім цього, система забезпечує визначення географічного положення абонентів та передавання координат як за допомогою мовного зв'язку, так і через спеціалізовані абонентські пристрої радіонавігаційного типу.

Iridium належить до класу низькошвидкісних систем персонального супутникового зв'язку, у яких швидкість передавання інформації в абонентському каналі становить від 1,2 до 9,6 кбіт/с. Система побудована з використанням орбіт типу Little LEO. Завдяки порівняно невеликій відстані між абонентом і супутником-ретранслятором зменшується затримка сигналу, що позитивно впливає на якість та комфортність голосового спілкування.

Історія розвитку

Ідея створення глобальної супутникової системи зв'язку виникла після побутової ситуації: під час відпочинку на Карибських островах Карен Бертиджер, дружина виконавчого директора компанії Motorola Баррі Бертиджера, не змогла здійснити телефонний дзвінок до США. Саме цей випадок став поштовхом до розробки концепції мобільної бездротової системи, здатної забезпечити зв'язок у будь-якій точці планети.

У 1987 році фахівці підрозділу супутникового зв'язку компанії Motorola (м. Чендлер, штат Аризона) запропонували концепцію системи з орбітальним угрупованням із 77 низькоорбітальних супутників. Назва Iridium була обрана за аналогією з хімічним елементом іридієм, який має порядковий номер 77 у періодичній таблиці. Згодом розрахунки показали, що для повного глобального покриття достатньо 66 супутників.

Для реалізації проєкту у 1993 році було створено міжнародний консорціум Iridium LLC, до складу якого увійшов і провідний російський ракетно-космічний виробник — Державний космічний науково-виробничий центр ім. М.В. Хруничева.

Комерційна експлуатація системи розпочалася 1 листопада 1998 року. Однак через низьку конкурентоспроможність порівняно з уже діючою системою Inmarsat, 13 серпня 1999 року компанія Iridium LLC оголосила про банкрутство, а з березня 2000 року обслуговування абонентів було припинене.

Відновлення роботи системи відбулося після створення компанії Iridium Satellite LLC, яка стала правонаступником проєкту. З грудня 2000 року експлуатація була відновлена за фінансової підтримки Міністерства оборони США, а послуги зв'язку надавалися переважно урядовим структурам і Пентагону.

З березня 2001 року система знову почала обслуговувати комерційних користувачів, а з червня було впроваджено послугу мобільного доступу до мережі Internet. На території Російської Федерації послуги Iridium стали доступними з кінця 2002 року, а сервіс-провайдером виступила компанія «Технології Ірідіум».

Космічний сегмент

Орбітальне угруповання системи Iridium складається з 66 основних супутників, розміщених на висоті близько 780 км, а також 6 резервних апаратів, орбіти яких знаходяться на висоті приблизно 645 км. Основні супутники розподілені між шестима орбітальними площинами, рівномірно розташованими одна відносно одної, по 11 супутників у кожній площині.

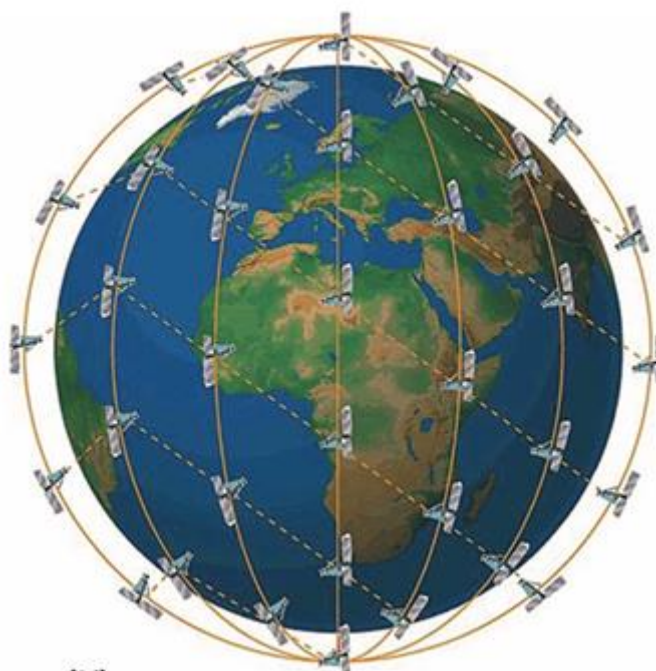


Рисунок 12 – розташування супутників IRIDIUM

Орбіти мають квазіполярний круговий характер з нахилом $86,4^\circ$, а період обертання супутника становить приблизно 100 хвилин 28 секунд. Конфігурація орбітального угруповання є керованою, що дозволяє здійснювати корекцію положення апаратів.

Кожен супутник формує 48 спрямованих променів, кожен з яких створює на поверхні Землі стільникову зону діаметром близько 640 км. Сукупність променів формує зону обслуговування одного супутника діаметром приблизно 4700 км та площею близько 19 млн км². Для забезпечення безперервного глобального покриття зони обслуговування сусідніх супутників частково перекриваються.

Унаслідок руху супутника зі швидкістю близько 7460 м/с відбувається постійне переміщення стільникової структури відносно абонентів. Перехід абонента між променями одного супутника може відбуватися до одного разу на хвилину, а передавання зв'язку між супутниками — приблизно раз на п'ять хвилин, при цьому зв'язок зберігається безперервно.

У системі Iridium реалізовані:

абонентські лінії зв'язку;

фідерні лінії між супутниками і наземними станціями;

міжсупутникові канали ретрансляції;

командно-телеметричні канали управління.

Абонентські канали працюють у L-діапазоні (1616–1626,5 МГц). Діапазон 1610–1616 МГц не використовується через роботу в ньому навігаційної системи ГЛОНАСС. Швидкість передавання мовної інформації становить 4,8 кбіт/с, а даних і факсів — 2,4 кбіт/с.



Рисунок 13 – покриття системи Iridium

Наземний сегмент

Наземна частина системи включає станції спряження, а також основний і резервний центри управління та контролю мережі. Станції спряження виконують функції шлюзів, забезпечуючи підключення користувачів до системи Iridium та взаємодію з наземними телефонними мережами загального користування.

Кожна станція містить три приймально-передавальні комплекси з керованими параболічними антенами. Два з них працюють у штатному режимі, а третій перебуває в резерві. Також на станціях розміщено комутаційне обладнання та обчислювальні системи для обліку абонентів і тарифікації послуг.

Завдяки використанню міжсупутникової ретрансляції загальна кількість станцій спряження у світі не перевищує 20.

Користувацький сегмент

Абонентське обладнання системи Iridium поділяється на портативні термінали (масою до 700 г) та мобільні термінали (до 2,5 кг). Портативні пристрої можуть бути однорежимними або двохранжимними — з підтримкою наземних стільникових мереж. До мобільних терміналів належать спеціалізовані морські та авіаційні комплекси.

Окрім персональних терміналів, використовуються колективні засоби зв'язку: мобільні станції, стаціонарні таксофони та телефонні кабінки, зокрема з автономним живленням від сонячних батарей. Їх основною перевагою є можливість роботи у віддалених районах без електропостачання.

Виробництво персональних терміналів системи Iridium здійснюють компанії Motorola (США) та Kyocera (Японія).

Висновок по розділу

Розділ 3 фокусується на супутникових технологіях, які становлять основу Глобальної морської системи зв'язку в разі лиха та для забезпечення безпеки (ГМЗЛБ), забезпечуючи ефективне оповіщення про надзвичайні ситуації та комунікацію в віддалених морських зонах А3 та А4. Ці системи інтегровані в Морську рухому супутникову службу (МРСС) і відрізняються за призначенням, дозволяючи охоплювати глобальні акваторії з високою надійністю.

Основні супутникові комплекси, що застосовуються в ГМЗЛБ, включають такі:

INMARSAT: Ця система базується на геостаціонарних супутниках, працюючи в частотних діапазонах 1,5 ГГц (для сигналів з космосу на Землю) та 1,6 ГГц (у зворотному напрямку). Вона забезпечує двосторонній обмін даними, голосовим зв'язком, факсимільними повідомленнями та телексом, що робить її ідеальною для оперативної координації. Ключовими елементами є суднові станції, наприклад, Стандарт-А, яка підтримує телефонію та факс через стабілізовані антени, та Стандарт-С, орієнтована на цифрові технології з акцентом на телексний режим і швидку передачу повідомлень. Такий функціонал дозволяє підтримувати зв'язок у реальному часі, мінімізуючи ризики в критичних ситуаціях.

COSPAS-SARSAT: Як міжнародна платформа для пошуку аварійних об'єктів, ця система гарантує глобальне покриття та точне визначення координат за допомогою аварійних радіобуїв (АРБ), що передають сигнали на частоті 406 МГц. Основою є низькоорбітальні супутники (LEOSAR), які використовують ефект доплерівського зсуву для локалізації, хоча це може спричиняти затримки до 1,5 години. Для оптимізації додано геостаціонарні супутники (GEOSAR), що забезпечують миттєвий прийом сигналів і їх ретрансляцію, охоплюючи майже всю поверхню Землі, за винятком полярних зон. Це робить COSPAS-SARSAT незамінною для швидкого реагування рятувальних служб на сигнали лиха з будь-якої точки океану.

Iridium: Хоча ця мережа переважно призначена для персонального мобільного супутникового зв'язку і не є виключно частиною ГМЗЛБ, вона ефективно доповнює її, надаючи можливості для визначення географічного положення. Система складається з 66 основних низькоорбітальних супутників (плюс резервні) на висоті близько 780 км, розташованих на квазіполярних орбітах, що забезпечує повне глобальне покриття, включаючи океани та полярні регіони. Завдяки низькій затримці сигналу та стільниковій структурі з спрямованими променями, Iridium підтримує передачу даних на швидкостях до 9,6 кбіт/с, роблячи її корисною для додаткової локалізації та комунікації в умовах, де традиційні системи обмежені.

У цілому, супутникові системи формують багатошарову інфраструктуру для оповіщення про лихо: INMARSAT забезпечує активний двосторонній зв'язок у зонах АЗ, тоді як COSPAS-SARSAT гарантує універсальне сповіщення та точну локалізацію АРБ у всіх районах. Інтеграція таких технологій, як Iridium, посилює стійкість ГМЗЛБ, дозволяючи оперативно реагувати на надзвичайні події, зменшувати час пошуку та підвищувати шанси на порятунок екіпажів і пасажирів у відкритому морі. Цей підхід не тільки відповідає міжнародним стандартам, але й адаптується до викликів сучасного судноплавства, роблячи морські операції безпечнішими в глобальному масштабі.

РОЗДІЛ 4. Наземні комплекси зв'язку та спеціалізовані методи

Наземні комплекси комунікації, що застосовують класичні методи радіозв'язку в спектрах УКХ, ПХ/КХ та СВ:

- Морська мобільна служба в діапазоні 156-174 МГц (УКХ), яка забезпечує сповіщення про лихо в режимі цифрового селективного виклику (ЦИВ) та телефонний зв'язок на коротких відстанях;
- Морська мобільна служба в діапазоні 4-27,5 МГц (КХ), що гарантує сповіщення про лихо в режимі ЦИВ та комунікацію в режимах телефонії та буквенного друку на великих дистанціях;
- Морська мобільна служба в діапазонах 415-535 кГц (СВ) та 1605-4000 кГц (ПХ), яка надає сповіщення про лихо в режимі ЦИВ та зв'язок у режимах телефонії та буквенного друку на середніх відстанях.

4.1 Цифровий селективний виклик

Цифровий селективний виклик (ЦИВ) (Digital Selective Calling - DSC) є видом комунікації, що застосовується для первинного виклику суднових та берегових станцій з різними рівнями пріоритету з метою подальшого радіозв'язку через радіотелефон або радіотелекс.

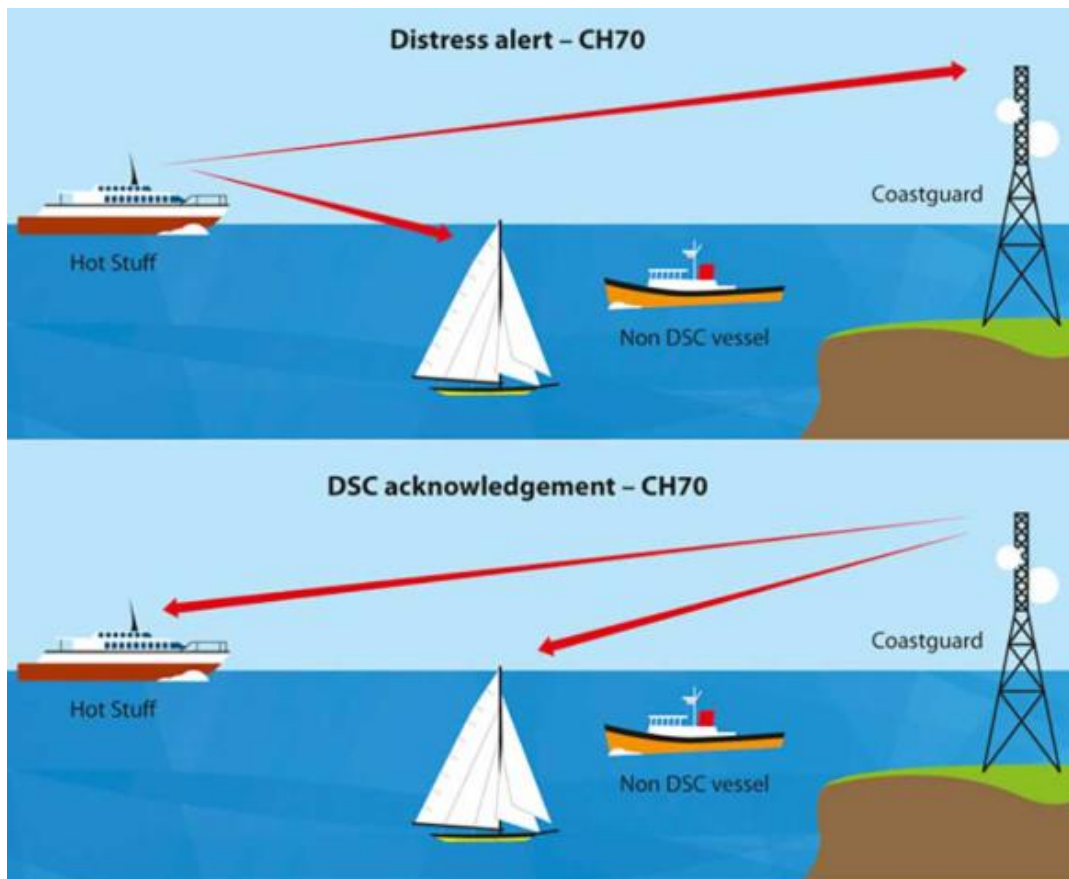


Рисунок 14 – схема виклику DSC:

4.2 Радіотелекс

Радіотелексний зв'язок застосовується в системі ГМЗЛБ у спектрах середніх, проміжних та коротких хвиль. Кожен символ, що передається, кодується сімома двійковими елементами – бітами, при цьому задіяні лише комбінації з трьома "одиницями" та чотирма "нулями". У теорії кодування такий підхід відомий як код з фіксованою вагою, що дорівнює трьом.

У реальних цифрових каналах помилки схильні до накопичення в пачки, а всередині однієї пачки спотворення зазвичай односторонні – нулі перетворюються на одиниці або навпаки. Для подібних асиметричних каналів зв'язку виявлення помилок відбувається практично в усіх випадках. Невиявлені помилки, за яких співвідношення 3/4 лишається незмінним, трапляються надзвичайно рідко.

Для корекції виявлених помилок у радіотелексі впроваджено такі підходи:

1. Активний спосіб через повторення символів з помилками (режим ARQ);
2. Дублювання кожного символу з інтервалом у чотири символи (аналогічно до цифрового селективного виклику), без будь-якого запиту на повторну передачу блоку з помилкою (режим FEC).

Режим ARQ (Automatic Repetition reQuest – Автоматичний запит на повторення) передбачає retransмісію блоку символів у разі виявлення помилки на приймальній стороні. Повідомлення надсилаються блоками по три символи в кожному. Станція, що передає повідомлення, вважається провідною (Master), а та, що приймає, – підпорядкованою (Slave) станцією.

Режим FEC (Forward Error Correction – Пряма корекція помилок) функціонує без запитів на повторну передачу. Передавачем є одна станція, тоді як приймачів може бути довільна кількість, тобто FEC представляє собою метод широкомовної трансляції даних.

4.3 УКХ радіоустановка

УКХ радіоустановка забезпечує радіотелефонний зв'язок і цифровий виборчий виклик (ЦВВ) на відстані 20-30 морських миль і включає в себе;

- Приймач-передавач з антеною, мікротелефонною трубкою і вбудованим або виносним гучномовцем (далі по тексту радіостанція),
- Пристрій ЦВЗ,
- Спеціальний приймач для несучі безперервної вахти на 70 каналі в режимі ЦВЗ, Радіостанція працює на міжнародних частотах в діапазоні морської рухомої служби 156-174 МГц. Таблиця частот передачі станцій морської рухомої служби в даній смузі наведена в Додатку 18 Регламенту Радіозв'язку.

Антенa радіостанції має вертикальну поляризацію і кругову діаграму спрямованості. Радіостанція працює в режимі фазової модуляції G3E. З пульта управління радіостанції забезпечуються, як мінімум, наступні функції:

- Включення/виключення радіостанції.
- Встановлення необхідного каналу зв'язку або спостереження.
- Регулювання підсвічування.
- Ручне регулювання гучності.
- Встановлення порогу придушення шумів ефіру при відсутності сигналу в каналі.
- Зниження вихідної потужності передавача до величини в межах 0,1-1 Вт (номінальна вихідна потужність передавача знаходиться в межах від 6 до 25 Вт)

З пульта управління пристрою ЦІВ забезпечуються, як мінімум, такі функції:

- Увімкнення/вимкнення пристрою,
- Складання повідомлення ЦІВ
- Перевірка підготовленого повідомлення до його передачі.
- Запуск сигналів лиха і виклику з використанням ЦІВ.
- Ручне введення координат судна і часу, на яке були визначені ці координати.
- Відображення інформації, що міститься в прийнятому виклику, в незашифрованому вигляді.
- Перевірка пристрою ЦІВ без випромінювання сигналів.

- Регулювання підсвічування.
- Ручне скидання звукової та світлової сигналізації про прийом сигналу лиха або терміновості або сигналу, що вимагає присутності оператора,

Експлуатаційні вимоги до суднових УКХ радіоустановок, що забезпечують радіотелефонний зв'язок і ЦІВ, викладені в Резолюції А.609(15) ІМО.

4.4 ПХ радіоустановка

ПХ радіоустановка забезпечує радіотелефонний зв'язок і ЦІВ на відстані до 100 морських миль і включає в себе:

- Приймач-передавач з антеною, пультом управління, мікротелефонною трубкою і вбудованим або виносним гучномовцем (далі по тексту - радіостанція) .
- Пристрій ЦІВ (вбудований або окремий),
- Приймач для несучі безперервної вахти ЦІВ на частоті лиха-2187,5 кГц.

Радіостанція працює на виділених для морської рухомої служби частотах в діапазоні 1605-4000 кГц і використовує наступні класи лікування: J3E, H3E в режимі телефонії; J2B або F3B в режимі ЦІВ.

J3E - режим односмугової телефонії з пригніченою несучою.

H3E - режим односмугової телефонії з повною несучою.

J2B - режим букводрукуючої телеграфії з використанням частотно-маніпульованої піднесучої, передача на одній бічній смузі з пригніченою несучою.

F1B - режим букводрукуючої телеграфії з частотною модуляцією.

З пульта управління радіостанції забезпечується, як мінімум, виконання наступних функцій:

- Включення/виключення радіостанції.
- Встановлення частоти приймача і частоти передавача.
- Встановлення каналу зв'язку.
- Встановлення класу випромінювання.
- Ручне регулювання підсилення по радіочастоті.
- Ручне регулювання гучності.
- Включення/виключення автоматичного регулювання підсилення (APУ),
- Регулювання підсвічування.
- Зменшення/збільшення вихідної потужності передавача.
- Оперативне налаштування на радіотелефонну частоту лиха 2182 кГц.
- Запуск радіотелефонного сигналу лиха.
- Комутація виходу передавача на вбудований еквівалент антени.

З пульта управління пристрою ЦІВ забезпечується, як мінімум, виконання наступних функцій:

- Включення/виключення пристрою ЦІВ.
- Складання повідомлення ЦІВ.
- Перевірка підготовленого повідомлення до його передачі.

- Запуск сигналів лиха і виклику з використанням ЦІВ.
- Ручне введення координат судна і часу, на яке були визначені ці координати.
- Відображення інформації, що міститься в прийнятому виклику, в незашифрованому вигляді.
- Перевірка пристрою ЦІВ без випромінювання сигналів.
- Регулювання підсвічування.
- Ручне скидання звукової та світлової сигналізації про прийом сигналу лиха або терміновості сигналу, що вимагає присутності оператора.

Експлуатаційні вимоги до суднових ПХ радіоустановок, що забезпечують радіотелефонний зв'язок і ЦІВ, викладені в Резолюції А. 610(15) ІМО.

4.5 ПХ/КХ радіоустановка

ПХ/КХ радіоустановка забезпечує радіотелефонний зв'язок, вузькосмугове друкування літер і ЦІВ на великих відстанях і включає в себе:

- Приймач-передавач з антеною, пультом управління, мікротелефонною трубкою і вбудованим або виносним гучномовцем (далі по тексту - радіостанція).
- Пристрій ЦІВ (вбудований або окремий).
- Приймач для несучі безперервної вахти ЦІВ на частотах лиха 2187,5 кГц, 4207,5 кГц, 6312 кГц, 8414,5 кГц, 12577 кГц 16804,5 кГц.
- Пристрій вузькосмугового друку букв (УБПЧ).
- Автоподавач радіотелефонних сигналів тривоги.

Радіостанція працює на виділених для морської рухомої служби частотах в діапазоні 1605-27500 кГц і використовує такі ж класи випромінювання, як ПХ радіоустановка. Для використання оператором повинні бути готові, як мінімум, наступні частоти:

- Для радіотелефону: 2182, 4125, 6215, 8291, 12290 і 16420 кГц
- Для УБПЧ: 2174,5; 41777,5; 6268; 8876,5, 12520 і 16695 кГц
- Для ЦІВ: 2187,5, 4207,5; 6312, 8414,5; 12577 і 16804,5 кГц.

З пульта управління радіостанції та з пульта управління ЦІВ забезпечується виконання всіх функцій, перерахованих у розділі «ПХ радіоустановка».

Пристрій УБПЧ відповідає Рекомендації 625 Міжнародного консультативного комітету з радіо (МККР) «Букводрукарське телеграфне обладнання з автоматичним розпізнаванням у морській рухомій службі». Воно передбачає використання позивних морської рухомої служби відповідно до Додатка 43 до Регламенту радіозв'язку.

Пристрій УБПЧ включає в себе:

- Засоби кодування і декодування повідомлень.
- Засоби складання та перевірки повідомлень, призначених для передачі (як правило, виконані на базі персонального комп'ютера).
- Засоби забезпечення запису прийнятих повідомлень (принтер).

Експлуатаційні вимоги до суднових ПХ/КХ радіоустановок, що забезпечують радіотелефонний зв'язок, вузькосмугове друкування літер і ЦІВ, викладені в Резолюції А.613(15) ІМО.

4.6 Приймач розширеного групового виклику

Приймач розширеного групового виклику (РГВ) являє собою одноканальний приймач з пристроєм обробки повідомлень і друкуючим пристроєм. Він забезпечує роботу в режимі постійного прийому повідомлень, пов'язаних з безпекою мореплавства:

- Сигнали лиха, ретрансльовані БЗС суднам в районі лиха.
- Повідомлення, пов'язані з координацією пошуку і рятування.
- Навігаційні та метеорологічні попередження, прогнози погоди, термінові повідомлення.
- Приймач РГВ може бути виконаний:
- У вигляді окремого приймача, що працює на власну антену.
- У вигляді приймача, що підключається до станції Інмарсат Стандарт-А (або Стандарт-В) і використовує антену цієї станції.
- У вигляді пристрою, що входить до складу станції Інмарсат Стандарт-С (див. розділ «Судова земна станція Інмарсат Стандарт-С»).

Інформація з безпеки на морі в системі РГВ передається тільки англійською мовою. Плата не стягується. Щоб можна було прийняти районні групові виклики, передбачається ручне або автоматичне введення координат судна і коду району. При прийомі викликів лиха або терміновості або виклику, що має категорію лиха, спрацьовує звукова і світлова сигналізація, яка відключається тільки вручну. У приймачі РГВ передбачена індикація, що вказує, що воно неправильно налаштоване на несучу частоту РГВ або синхронізація відсутня.

Оператор може виключити з друку наступні повідомлення: льодові зведення, метеопрогнози, повідомлення лоцманської служби, повідомлення систем Декка, Лоран, Омега, супутникової навігаційної системи та інших навігаційних систем. Навігаційні та метеорологічні попередження, повідомлення з пошуку та рятування, а також окремі спеціальні попередження, що направляються в географічний район, в межах якого знаходиться судно, не можуть бути виключені з друку.

Будь-яке повідомлення виводиться на друк незалежно від коефіцієнта помилок при прийомі. Якщо знак прийнятий із спотворенням, замість нього друкується знак підкреслення. Повідомлення, прийняте без помилок, при повторному прийомі не виводиться на друк.

Експлуатаційні вимоги до обладнання розширеного групового виклику викладені в Резолюції А.664(16) ІМО.

4.7 Цифровий вибіркового виклику та його основні елементи

За останні роки порядок ведення морського радіозв'язку зазнав суттєвих змін. Приймання та передавання сигналів лиха стало автоматизованим завдяки впровадженню цифрового вибіркового виклику (ЦВВ). При цьому традиційна телеграфна азбука Морзе поступово відійшла в минуле, поступившись більш сучасним аналоговим і цифровим методам передавання інформації. Також спостерігається скорочення використання радіостанцій середніх і коротких хвиль, які дедалі частіше замінюються супутниковими системами зв'язку.

Поява нових технологій радіозв'язку спричинила оновлення та модернізацію засобів зв'язку на флоті. Спочатку цифровий вибіркового виклику реалізовувався у вигляді окремих приставок (DSC-модемів), що підключалися до наявних УКХ та ПХ/КХ радіостанцій професійного морського флоту. Згодом, у процесі мініатюризації електронної елементної бази, ці модеми були

інтегровані безпосередньо в корпуси радіостанцій, у тому числі призначених для прогулянкових та маломірних суден.

Перед тим як перейти до практичного застосування, доцільно розглянути сутність і принципи роботи цифрового вибіркового виклику, оскільки в популярних яхтових виданнях цей вид зв'язку тривалий час залишався недостатньо висвітленим.

4.8 Цифровий вибіркового виклик та його застосування

Цифровий вибіркового виклик (ЦВВ), або DSC (Digital Selective Calling) у міжнародній термінології, являє собою міжнародну морську систему автоматизованого виклику суднових і берегових радіостанцій, яка забезпечує можливість передавання та приймання повідомлень лиха, терміновості й безпеки.

Основу системи ЦВВ складають УКХ та ПХ/КХ радіостанції, обладнані спеціальними пристроями (DSC-модемами), здатними автоматично формувати, передавати та приймати цифрові повідомлення. Повноцінна робота системи забезпечується за наявності щонайменше двох радіостанцій, які можуть здійснювати автоматичний обмін інформацією.

Для функціонування в системі кожній радіостанції присвоюється унікальний ідентифікаційний номер MMSI (Maritime Mobile Service Identity).

Формат номера має вигляд:

MIDXXXXXX, де **MID** — цифровий код держави прапора судна, а **XXXXXX** — індивідуальний номер конкретного судна або станції.

Цей ідентифікатор зберігається в пам'яті DSC-модема та автоматично включається до всіх переданих і прийнятих повідомлень. За допомогою системи цифрового вибіркового виклику забезпечується:

- передавання і приймання повідомлень про лихо, терміновість і безпеку;
- індивідуальні та групові виклики;
- виклики всім суднам або станціям у визначеному районі;
- обмін інформацією для вибору робочих каналів голосового зв'язку;
- передавання координат судна та запити на їх отримання;
- встановлення з'єднання через берегові станції з телефонними мережами загального користування.

Для коректної взаємодії між модемами обмін інформацією здійснюється за стандартизованим форматом, який за логікою нагадує порядок встановлення телефонного з'єднання. Формат виклику та повідомлення складається з низки послідовних блоків.

Послідовність синхронізації	Служить для активації DSC-модема та синхронізації приймальної і передавальної станцій.
Ідентифікатор формату	Визначає тип виклику: лихо (Distress); всім суднам / всім станціям (All Ships / All Stations); груповий виклик (Group); виклик у географічному районі (Geographical Area); індивідуальний вибіркового виклик суднової або берегової станції; виклик берегової станції з автоматичним виходом у телефонну мережу (Dial Phone).
Адреса	MMSI суднової або берегової радіостанції, що викликається. Для

	викликів типу «лихо» та «всім суднам» адреса не зазначається.
Пріоритет зв'язку	Визначає категорію терміновості: «Лихо» (Distress); «Терміновість / Безпека» (Urgency / Safety); «Службовий» (Ship's Business); «Звичайний» (Routine).
Ідентифікатор передавальної станції	MMSI радіостанції, яка надсилає повідомлення.
Інформаційні блоки (до 4 повідомлень)	Містять дані про характер лиха, координати, порядок подальшого зв'язку та іншу службову інформацію.
Ознака завершення повідомлення (EOS)	Має два варіанти: RQ — потрібне підтвердження прийому; BQ — підтвердження не вимагається.
Контрольний код	Призначений для перевірки правильності прийому повідомлення та виявлення помилок.

Таблиця 5 – Формат виклику та повідомлення DSC

Застосування системи ЦВВ

Система цифрового вибіркового виклику використовується:

- для подання сигналів лиха, підтвердження та ретрансляції аварійних викликів;
- для інформування суден про майбутню передачу термінових повідомлень;

- для передавання навігаційної та службової інформації;
- для запиту координат суден;
- для встановлення робочого голосового каналу;
- для організації телефонного з'єднання через берегову станцію.

Під час надсилання повідомлення про лихо до його складу автоматично або вручну включаються:

- тип аварійної ситуації;
- координати судна;
- час визначення координат;
- вид подальшого зв'язку.

Координати можуть вводитися вручну або надходити автоматично з навігаційних систем, зокрема GPS. За наявності картплотера отримані через ЦВВ координати можуть відображатися на електронній карті у вигляді умовного символу судна та його траєкторії руху. У складних умовах видимості ця функція частково компенсує відсутність радіолокатора.

Для роботи цифрового вибіркового виклику виділено спеціальні частоти:

- 70-й канал УКХ;
- 2187,5 кГц у діапазоні проміжних хвиль.

На цих частотах під час перебування в морі ведеться безперервна автоматична вахта. У професійних суднових радіостанціях для цього передбачено окремий приймач. У радіостанціях прогулянкового флоту контроль може здійснюватися паралельно з голосовою вахтою або в спрощеному режимі.

Передавання сигналу лиха виконується натисканням спеціальної кнопки, після чого радіостанція автоматично переходить на необхідний канал і передає цифрове повідомлення в ефір.

Висновок по розділу

Розділ 4 розглядає наземні радіокомплекси та стандартизовані протоколи, які забезпечують швидкий і ефективний обмін даними в Глобальній морській системі зв'язку в разі лиха та для забезпечення безпеки (ГМЗЛБ). Ці елементи працюють у діапазонах ультракоротких (УКХ), проміжних (ПХ) та коротких (КХ) хвиль, фокусуючись на автоматизації процесів для підвищення надійності комунікації під час надзвичайних ситуацій. Основними технологіями тут виступають цифровий селективний виклик (ЦСВ), радіотелекс і вузькосмугова букводрукуюча телеграфія (УБПЧ), які разом формують основу для оперативного сповіщення та координації.

Підсумовуючи, ми тут бачимо, як наземні комплекси ГМЗЛБ поєднують автоматизацію (через ЦСВ) зі стандартизованими методами передачі (радіотелекс, УБПЧ), створюючи багаторівневу систему охоплення — від локального до глобального. Спеціалізоване обладнання (УКХ, ПХ, ПХ/КХ) та пристрої на кшталт РГВ не тільки підвищують ефективність зв'язку, але й мінімізують людський фактор у критичних ситуаціях, сприяючи загальній безпеці морських операцій і відповідності міжнародним нормам. Цей комплексний підхід робить ГМЗЛБ стійкою до викликів відкритого моря, де швидкість і точність інформації можуть врятувати життя.

РОЗДІЛ 5. Система АІС

5.1 Оцінка функціонування автоматичної системи ідентифікації (АІС)

Зростання обсягів міжнародного судноплавства, поява сучасних високовартісних кораблів, збільшення їх габаритів та швидкісних характеристик висувають нові вимоги до гарантії безпеки на морі. Одним з ефективних рішень є впровадження автоматизованих комплексів, що інтегрують засоби комунікації, комп'ютерні технології та навігаційні пристрої. Завдяки поєднанню можливостей глобальних супутникових навігаційних систем (ГНСС), автоматизованого цифрового радіозв'язку та електронних картографічних інструментів виникли умови для застосування інноваційних інформаційних рішень, які дозволяють оперативно вирішувати завдання з управління рухом суден, обміну даними між кораблями та між ними і береговими структурами.

Така інфраструктура, відома як АІС (Автоматична ідентифікаційна система, Automatic Identification System – AIS), забезпечує автоматизований обмін ключовими навігаційними даними між суднами та береговими пунктами в ультракороткохвильовому (УКХ) спектрі, що суттєво доповнює класичні суднові навігаційні системи на базі радіолокаторів (РЛС). Відповідно до правила V/19 Міжнародної конвенції про безпеку життя на морі SOLAS-74 з доповненнями, усі судна з тоннажем понад 300 тонн, що виконують міжнародні перевезення, та всі пасажирські судна незалежно від розмірів зобов'язані мати АІС. Базові вимоги до функціональності суднової АІС закріплено в ключовій Резолюції ІМО MSC.74(69) від 1998 року. Технічні норми для АІС визначено в Рекомендації ІТУ RM.1371 від 1998 року. Інструкції щодо експлуатації суднової АІС наведено в Резолюції ІМО 917(22) від 2001 року. Судна та яхти з меншим тоннажем можуть оснащуватися обладнанням класу В.

Функціональність АІС, або універсальної автоматичної ідентифікаційної системи (УАІС), представляє собою передову морську технологію для

підвищення безпеки судноплавства. Вона створена для посилення захисту на відкритому морі та в прибережних зонах шляхом автоматизованої трансляції навігаційних, статичних та рейсових даних між суднами та береговими службами. Авіаційні пристрої для моніторингу суден також здатні відстежувати сигнали УАІС на спеціалізованих бортових електронно-картографічних комплексах.

АІС призначена для:

- Здійснення нагляду за суднами з боку берегових служб у прибережних акваторіях;
- Обміну навігаційними даними між суднами, а також між ними та береговими структурами (надсилання інформації про судно, його вантаж, склад пасажирів, маршрут, порт призначення та прогнозований час прибуття).

Автоматична ідентифікаційна система є комплексом взаємопов'язаних станцій АІС, встановлених на суднах, в берегових центрах та на навігаційних об'єктах.

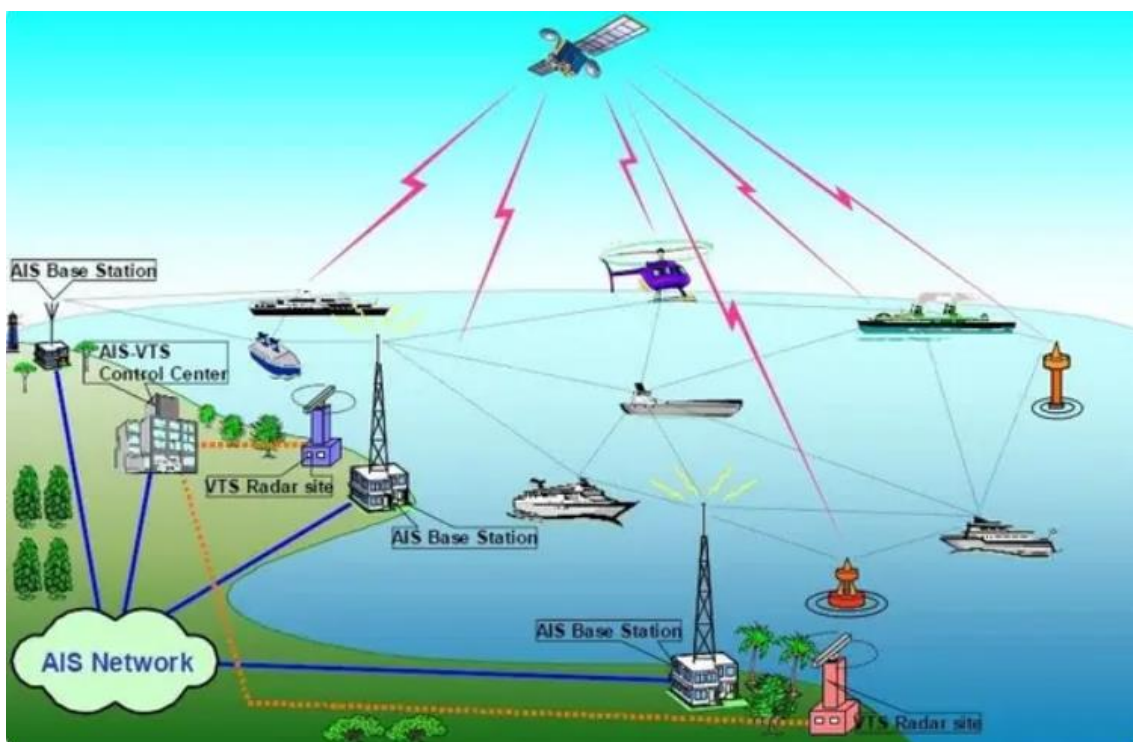


Рисунок 15 – система АІС

Кожна станція АІС самостійно здійснює низку завдань: – автоматичне розпізнавання суден (включаючи номер ІМО, ММСІ, позивний сигнал та назву);

На рисунку 20 показано, що у АІС є сучасна універсальна система автоматичної ідентифікації – приймає та надсилає через радіоканали АІС дані про навігацію (координати, напрям руху, швидкість, темп повороту тощо), рейс (пункт призначення, прогнозований час прибуття, вид вантажу) та статичні характеристики (назва та позивний судна, розміри, осадка, розташування антени), після чого ці дані візуалізуються на екрані АІС та електронних картах; – отримує дані про позицію судна та параметри його руху від зовнішніх пристроїв (наприклад, GNSS, лаг, компас чи інтегрованої системи на кшталт ECDIS); – самостійно обчислює координати судна за допомогою вбудованого приймача GNSS, у тому числі в диференціальному режимі.

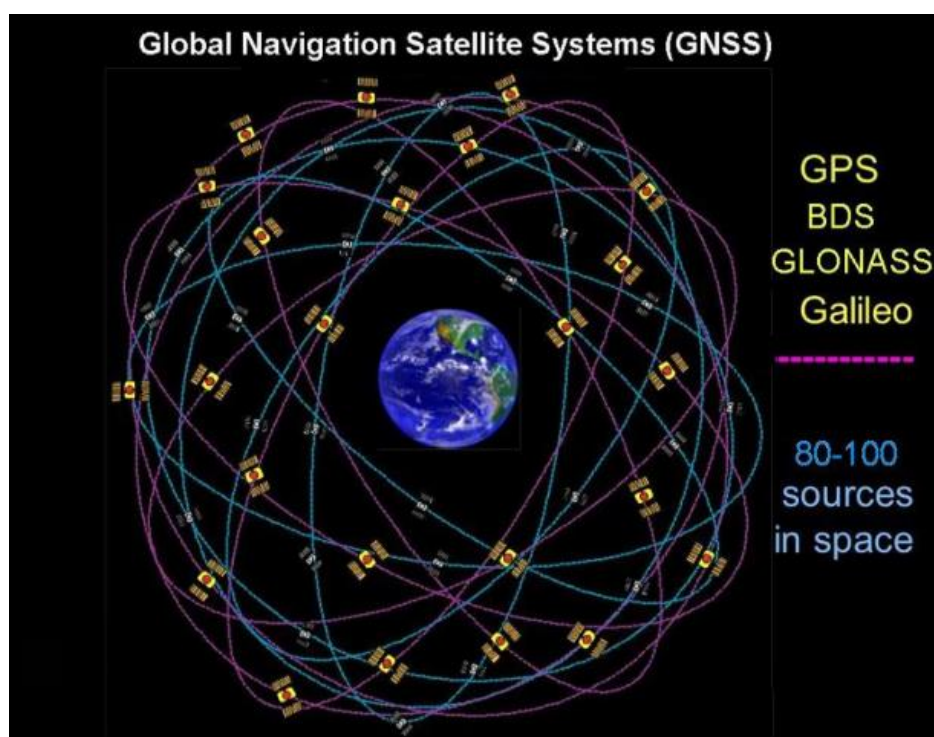


Рисунок 16 – GNSS system

Обмін інформацією між станціями АІС відбувається на двох каналах ультракороткохвильового діапазону з використанням часового поділу сигналів (TDMA): 87В (161,975 МГц) та 88В (162,025 МГц). Усі пристрої АІС працюють на однакових TDMA-каналах, розділяючи трансляції за часом. Як джерело точного часу застосовуються вбудовані приймачі GPS або ГЛОНАСС/GPS. Окрім TDMA-каналів, станція АІС паралельно функціонує на каналі DSC (канал 70).

5.2 Види станцій АІС

Обладнання АІС встановлюється на мобільних та нерухомих об'єктах. До мобільних належать: – суднові пристрої класу А; – суднові пристрої класу В; – авіаційні станції на пошуково-рятувальних літаках; – станції на навігаційних спорудах. Стаціонарні включають базові станції та симплексні ретранслятори.

Поділ сигналів Трансляції від станцій АІС відбуваються в строго визначені часові проміжки за принципом самоорганізованої множинної доступності з часовим розподілом (SOTDMA – Self Organizing Time Division Multiple Access). Синхронізація всіх станцій АІС здійснюється за допомогою сигналів супутникових навігаційних систем. Перед першим входом у мережу кожне судно прослуховує ефір і оцінює зайнятість слотів. Хвилинний проміжок (фрейм) поділено на 2250 коротких слотів. Тривалість одного слота – 26,6 мс, за яку можна передати 256 біт даних. Загальна пропускна здатність АІС на двох УКХ-каналах сягає 2×2250 слотів за хвилину.

5.3 Часові проміжки між послідовними трансляціями в АІС класу А

Інтервали між сусідніми надсиланнями сигналів від судна з обладнанням АІС класу А визначаються його швидкістю руху та характером маневрів (деталі наведено нижче).

Динамічний стан судна	Інтервал між повідомленнями
Судно на якорі, швартовці або рухається зі швидкістю менше 3 вузлів	3 хв

Динамічний стан судна	Інтервал між повідомленнями
Судно на якорі, швартовці або рухається зі швидкістю більше 3 вузлів	10 хв
Судно на ходу (0–14 вузлів)	10 хв
Судно на ходу (0–14 вузлів) зі зміною курсу	10 хв
Судно на ходу (14–23 вузлів)	3,33 хв
Судно на ходу (14–23 вузлів) зі зміною курсу	6 хв
Судно на ходу (більше 23 вузлів)	2 хв
Судно на ходу (більше 23 вузлів) зі зміною курсу	2 хв

Таблиця 6 – Інтервали надсилання динамічних даних

5.4 Інформація, яку надсилає та отримує АІС

Статичні дані, що передаються та приймаються системою АІС, включають:

- Номер судна за класифікацією ІМО (за наявності);
- Ідентифікатор морської мобільної служби ММСІ;
- Позивний сигнал та найменування судна;
- Габаритні розміри судна (довжина та ширина);
- Категорія судна;
- Позиція антени GNSS на борту. (Усі статичні параметри вводяться під час встановлення обладнання).

Динамічні дані, що обмінюються через АІС, охоплюють:

- Координати судна з індикатором точності та статусом цілісності (автоматично поновлюються; індикатор точності вказує, чи менше 10 м);
- Час за UTC (години, хвилини, секунди; автоматичне оновлення);
- Курс відносно дна (COG; автоматичне поновлення, може бути відсутнім);
- Швидкість відносно дна (SOG; автоматичне поновлення, може бути відсутнім);
- Курс за гірокомпасом (автоматичне поновлення);

- Навігаційний статус судна (на якорі, без керування тощо; встановлюється вручну);
- Темп повороту (ROT; автоматичне поновлення, може бути відсутнім);
- План маршруту (маршрутні точки; вводиться перед рейсом, за потреби коригується);
- Короткі повідомлення щодо безпеки судноплавства (текстові нотатки в довільній формі, адресовані конкретному отримувачу чи всім станціям; вводяться вручну).

5.5 Режими функціонування АІС

Система АІС може працювати в кількох режимах:

- Автоматичному неперервному режимі для використання в усіх акваторіях;
- Заданому режимі для зон, що перебувають під контролем берегових служб управління рухом суден (СУРС), де адміністрація визначає інтервали трансляції, робочі частоти, потужність сигналу, номери слотів та синхронізуючі послідовності для конкретних районів;
- Режимі запиту, коли дані надсилаються як відповідь на запит від іншого судна чи берегової СУРС.

Для підвищення ефективності забезпечення безпеки на морі берегові базові станції АІС інтегруються в єдину мережу. Це дозволяє формувати повну картину руху суден, накопичувати та аналізувати дані на центральному сервері, а також надавати доступ до інформації всім задіяним службам та установам.

Висновок по розділу

Автоматична ідентифікаційна система (АІС) представляє собою передовий радіонавігаційний комплекс, розроблений для значного підвищення рівня безпеки в судноплавстві. Вона забезпечує автоматизований обмін критично важливими даними між суднами, а також з береговими службами, використовуючи ультракороткохвильовий (УКХ) діапазон на спеціальних каналах 87В та 88В. Ця технологія не тільки полегшує моніторинг руху, але й допомагає запобігати колізіям, оптимізуючи координацію в щільних акваторіях і відкритих морях.

У підсумку, АІС виступає як інтегрований радіонавігаційний інструмент, що революціонізує морську безпеку шляхом автоматичного розпізнавання суден, обміну точними даними про їх рух і сприяння ефективному управлінню трафіком у прибережних водах та відкритих океанах. Завдяки їй зменшуються ймовірність зіткнень, полегшується координація рятувальних операцій і підвищується загальна ефективність судноплавства, роблячи її ключовим елементом сучасної ГМЗЛБ. Ця система не тільки відповідає міжнародним вимогам, але й адаптується до зростаючих викликів глобального морського транспорту, сприяючи збереженню людських життів і ресурсів.

РОЗДІЛ 6. Сучасні радіостанції GMDSS

6.1 Сучасні морські радіостанції

Кожне судно, що виходить у море, повинно бути оснащено засобами морського радіозв'язку для забезпечення безпеки екіпажу та судна, отримання метеорологічної й навігаційної інформації, підтримання зв'язку з береговими службами та подання сигналів лиха. Зазвичай на борту встановлюються дві радіостанції: суднова (стаціонарна) та носима.

Стаціонарна радіостанція потужністю до 25 Вт із зовнішньою (виносною) антеною забезпечує надійний радіозв'язок на значні відстані. Носима радіостанція з вбудованою антеною використовується як резервний засіб зв'язку у разі аварійної ситуації, виходу з ладу основної радіостанції або бортової електромережі, а також під час перебування екіпажу на рятувальному плоту чи шлюпці.

На світовому ринку морських радіостанцій для прогулянкового та маломірного флоту представлено багато виробників, однак провідні позиції за номенклатурою продукції та обсягами продажів займають дві японські компанії — **Standard Horizon** та **Icom**. Аналогічна ситуація спостерігається і на ринках країн пострадянського простору.

6.2 Суднові (стаціонарні) радіостанції

Сучасні суднові радіостанції, перш за все, характеризуються наявністю модему цифрового виборчого виклику (ЦВВ/DSC), а також широким набором додаткових функцій, що значно розширюють їх експлуатаційні можливості. Водночас у лінійках виробників зберігаються прості та недорогі моделі без підтримки ЦВВ, орієнтовані на невеликі судна.

Усі суднові радіостанції мають стандартизовані характеристики, встановлені Міжнародною морською організацією (ІМО):

- 55 міжнародних морських каналів;
- 10 американських та канадських каналів для метеорологічної інформації;
- потужність випромінювання 1 та 25 Вт.

Відмінності між моделями полягають переважно у наборі додаткових функцій, таких як робота в режимі інтеркому, можливість інтеграції з навігаційними приладами, наявність окремого чергового каналу ЦВВ, режими подвійної та потрійної «вахти» тощо.

До стандартного комплекту постачання зазвичай входять приймач, мікрофон і монтажний кронштейн. Антени, кабелі, роз'єми та виносні пульти управління підбираються та постачаються окремо залежно від вимог судновласника.

Радіостанції без підтримки ЦВВ

Серед найпростіших моделей без цифрового виборчого виклику варто відзначити радіостанцію **Standard Horizon GX-1250S**. Ця компактна модель (64×150×134 мм), яка тривалий час користувалася популярністю, і сьогодні залишається затребуваною серед власників невеликих катерів і яхт. Незважаючи на простоту, радіостанція оснащена такими функціями, як пріоритетне сканування, пам'ять попередніх налаштувань, таймер обмеження часу передачі та режим подвійного прийому.



Рисунок 17 – модель GX-1250S

Радіостанції з цифровим виборчим викликом

До нового покоління суднових радіостанцій з підтримкою ЦВВ для малих суден належать моделі **GX-1255S** та **GX-1256S** компанії *Standard Horizon*, а також одна з найпопулярніших моделей — **IC-M402** фірми *Icom*. Усі ці радіостанції підтримують роботу в режимі цифрового виборчого виклику у форматі DSC, автоматично приймають координати від GPS-приймача та дозволяють передавати повідомлення про лихо, виклики й координати судна.

Модель **GX-1256S** оснащена режимом гучного оповіщення та функцією прийому і ретрансляції GPS-даних. Радіостанція **IC-M402**, у свою чергу, має виносний пульт керування з кабелем довжиною до 10 м та підтримує режим інтеркому.



Рисунок 18 - модель GX-1255S

6.3 Радіостанції для великих суден і яхт

Для великих моторних і вітрильних яхт застосовуються радіостанції з розширеним функціоналом. Характерними представниками цього класу є **IC-M602** (Icom) та **GX-3500S** (Standard Horizon).

Ці моделі оснащені великими дисплеями та цифровими клавіатурами, що значно спрощує введення та обробку повідомлень у режимі ЦВВ, а також керування параметрами роботи радіостанції. Вони забезпечують передачу, прийом і ретрансляцію повідомлень про лихо, індивідуальних та групових викликів, а також координат судна, які можуть вводитися автоматично з GPS або вручну. Для забезпечення конфіденційності телефонних переговорів передбачено режим скремблювання.

Радіостанція **IC-M602** підтримує режими подвійної та потрійної «вахти» під час чергового прийому на 16-му каналі, має функцію інтеркому та можливість підключення двох виносних пультів управління.

Модель **GX-3500S** відрізняється підвищеною стійкістю до впливу несприятливих умов експлуатації та зберігає працездатність навіть при повному зануренні у воду. Вона оснащена багаторядковим рідкокристалічним дисплеєм, що відображає номер каналу, координати GPS та службову інформацію. Важливою особливістю є наявність окремого приймача для постійного контролю каналу ЦБВ (70 канал).

Крім цього, **GX-3500S** підтримує підключення двох пультів керування, режим інтеркому та має вбудований 30-ватний зовнішній гучномовець із функцією зворотного прослуховування і набором програмованих звукових сигналів (сигнал лиха, сирена, туманний горн тощо).



Рисунок 19 - модель IC-M602

6.4 Характеристики переносних радіостанцій

Морські переносні УКХ-радіостанції поділяються на дві основні групи: радіостанції загального призначення та радіостанції для аварійно-рятувальних засобів.

Радіостанції загального призначення широко використовуються для внутрішнього зв'язку між членами екіпажу на судні, для зв'язку зі шлюпками, а також для підтримання радіообміну між судном і берегом. Крім того, вони можуть застосовуватися як резервний засіб зв'язку у разі виходу з ладу стаціонарної суднової радіостанції. Такі пристрої, як правило, виконуються у

бризко- та вологозахищеному корпусі, що дозволяє експлуатувати їх у складних морських умовах.

Переносні радіостанції зазвичай мають два або три рівні вихідної потужності передавача — **1,0; 2,5 та 5,0 Вт** — з можливістю швидкого перемикання залежно від дальності зв'язку та умов роботи. Живлення здійснюється від вбудованого акумулятора. У ряді моделей до штатного комплекту входить кабель з адаптером для живлення від бортової мережі постійного струму напругою 12 В, який підключається до стандартного роз'єму прикурювача.

Сучасні переносні морські радіостанції за функціональними можливостями практично не поступаються стаціонарним судновим станціям. Вони підтримують усі 55 міжнародних морських каналів, забезпечують швидкий перехід на аварійний **16-й канал** та робочий **9-й канал**, мають режими подвійного прийому, сканування каналів і автоматичного збереження налаштувань. В окремих моделях передбачена можливість підключення скремблера для захисту мовних переговорів.

Типовими представниками даного класу є переносні радіостанції НХ-270S виробництва компанії *Standard Horizon* та ІС-М32 компанії *Icom*. Обидві моделі працюють у міжнародному морському діапазоні частот 156–163 МГц. Радіостанція НХ-270S підтримує 55 міжнародних та 10 додаткових каналів, тоді як ІС-М32 має 22 програмовані канали. В обох пристроях реалізовані енергозберігаючий режим роботи та функція самотестування, що підвищує надійність експлуатації.



Рисунок 20 - модель IC-M32

Останніми роками простежується тенденція до створення багатодіапазонних переносних радіостанцій, які поєднують у собі функції морського та додаткових видів радіозв'язку. Прикладом такого пристрою є модель НХ-471S виробництва *Standard Horizon*. Це компактна, водозахищена дводіапазонна радіостанція, призначена для двостороннього зв'язку. Вона підтримує міжнародні, американські та погодні канали, а також має аварійний **16-й канал**, що викликається миттєво натисканням окремої кнопки. Важливою особливістю даної моделі є можливість оснащення її модулем цифрового вибіркового виклику (ЦВВ), що значно розширює функціональні можливості переносних радіостанцій у системі морського зв'язку.

Окремі моделі переносних радіостанцій здатні працювати не лише на обов'язкових морських каналах, але й у додаткових частотних діапазонах. Зокрема, передбачена можливість зв'язку в побутових радіодіапазонах, у смузі

загального користування 460 МГц, а також прийом радіомовних сигналів у діапазонах АМ та FM. Це суттєво розширює сферу застосування таких пристроїв.

Радіостанції аварійно-рятувального призначення використовуються безпосередньо на засобах порятунку — надувних рятувальних плотах, шлюпках та малих суднах, що зазнали аварії й не обладнані штатними системами зв'язку. До цієї категорії апаратури висуваються підвищені вимоги щодо водонепроникності, механічної надійності та постійної готовності до експлуатації в екстремальних умовах.

Такі радіостанції повинні зберігати працездатність після короткочасного занурення у воду на глибину до 3 метрів тривалістю не менше п'яти хвилин, а також після ударного навантаження, зокрема падіння на металеву поверхню з висоти до одного метра. Живлення пристроїв здійснюється або від акумуляторних батарей із можливістю підзарядки, або від літєвих елементів тривалого зберігання, які рекомендується використовувати виключно в аварійних ситуаціях. Кількість робочих каналів жорстко не нормується, однак обов'язковою умовою є наявність міжнародного аварійного 16-го каналу.

Одним із найбільш вдалих представників цього класу є радіостанція IC-GM1500 (рис. 3, г), яка поєднує функціональні можливості стандартної переносної морської радіостанції та спеціалізованого аварійно-рятувального засобу. Пристрій підтримує роботу на 55 морських каналах, має вихідну потужність 2 Вт і може працювати як від вбудованого акумулятора, так і від додаткової літєвої батареї ємністю 3,6 А·год. Завдяки цьому радіостанція придатна як для повсякденного використання на судні, так і для застосування в надзвичайних умовах. Для підвищення ударостійкості корпус виконаний із м'якого пластику яскравого жовтого кольору, що забезпечує добру помітність на воді та зменшує ризик пошкодження при падінні.

Висновок по розділу

Розділ 6 присвячено аналізу сучасних морських радіостанцій, які є фундаментальною складовою Глобальної морської системи зв'язку в разі лиха та для забезпечення безпеки (ГМЗЛБ). Ці пристрої еволюціонували в складні інтегровані системи, поділені на стаціонарні (встановлені на судах) та переносні (носимі) варіанти, що поєднують традиційний голосовий зв'язок з цифровими технологіями для оперативного сповіщення про надзвичайні ситуації. Вони не тільки підтримують щоденну комунікацію, але й гарантують надійність у критичних умовах, відповідаючи строгим стандартам Міжнародної морської організації (ІМО).

Підсумовуючи, сучасні морські радіостанції трансформувалися з базових засобів комунікації в багатофункціональні цифрові платформи, де інтеграція ЦСВ відіграє центральну роль у ГМЗЛБ. Вони забезпечують не лише щоденний обмін інформацією, але й критичну підтримку в надзвичайних ситуаціях — від автоматизованого сповіщення до координації рятувальних операцій. Незалежно від типу (стаціонарний чи переносний), це обладнання підвищує загальну стійкість морських систем, відповідаючи вимогам безпеки в динамічному середовищі сучасного судноплавства та сприяючи мінімізації ризиків для екіпажів і суден.

Загальні висновки

Ця робота представляє комплексний огляд ключових елементів морського радіозв'язку, з акцентом на механізми, що гарантують безпеку судноплавства в рамках Глобальної морської системи зв'язку в разі лиха та для забезпечення безпеки (ГМЗЛБ). Вона охоплює теоретичні основи, технічні стандарти, супутникові технології, наземні комплекси, навігаційні системи та сучасне обладнання, демонструючи, як ці компоненти взаємодіють для оперативного реагування на надзвичайні ситуації та мінімізації ризиків на морі.

Основи ГМЗЛБ (Розділ 1): ГМЗЛБ функціонує як глобальна платформа для миттєвого сповіщення пошуково-рятувальних органів і суден про аварійні події, забезпечуючи ефективний обмін сигналами тривоги, координаційними даними та інформацією про морську безпеку. Світовий океан поділений на чотири зони (A1, A2, A3, A4), кожна з яких вимагає адаптованого набору радіобладнання залежно від віддаленості від берега та доступності технологій. Надійність системи підтримується строгими нормами щодо резервного живлення — акумулятори повинні заряджатися за 10 годин і забезпечувати роботу ключових пристроїв щонайменше на одну чи шість годин. Для суден у зонах A3 та A4 передбачено комбіноване обслуговування: дублювання обладнання, технічне утримання на березі чи ремонт у відкритому морі, що мінімізує простой та підвищує стійкість до поломок.

Принципи морського радіозв'язку (Розділ 2): Фундаментом комунікації є використання діапазонів ультракоротких (УКХ), проміжних (ПХ) та коротких (КХ) хвиль, де дальність залежить від фізичних властивостей поширення сигналів. УКХ підходить для близьких дистанцій (до 30 морських миль) через пряму видимість, тоді як КХ забезпечує глобальний зв'язок завдяки відбиттю від іоносфери. Спеціальні частоти для лиха, такі як канал 70 УКХ (156,525 МГц) та 2187,5 кГц ПХ для цифрового селективного виклику (ЦСВ), захищені охоронними інтервалами від сторонніх перешкод. Стандарти модуляції,

наприклад J3E для голосової телефонії в ПХ/КХ чи F1B/J2B для цифрових даних, забезпечують ефективність і сумісність сигналів у різних умовах.

Супутникові системи (Розділ 3): Для глобального покриття в Морській рухомій супутниковій службі (MPCC) застосовуються передові супутникові технології. INMARSAT на базі геостаціонарних супутників пропонує двосторонній зв'язок: станції Стандарт-А для телефонії та факсу, а Стандарт-С для цифрового телексу. COSPAS-SARSAT спеціалізується на локалізації аварійних радіобуїв (АРБ) на частоті 406 МГц за допомогою доплерівського ефекту, з потенційною затримкою до 1,5 години, яку усувають геостаціонарні супутники GEOSAR для миттєвої ретрансляції. Iridium, з мережею з 66 низькоорбітальних супутників, забезпечує повне охоплення Землі, включаючи полярні області, і слугує додатковим засобом для мобільного зв'язку та визначення позиції.

Наземні комплекси та спеціалізовані методи (Розділ 4): Автоматизований обмін реалізується через ЦСВ (DSC), що використовує унікальні ідентифікатори MMSI для сигналів лиха, терміновості та безпеки. Текстові повідомлення передаються за допомогою радіотелексу з корекцією помилок ARQ та FEC, що гарантує точність у шумних середовищах. Приймач розширеного групового виклику (РГВ/EGC) інтегрується з INMARSAT для безперервного отримання метеорологічних, навігаційних і рятувальних даних, де ключові повідомлення обов'язково фіксуються без можливості ігнорування.

Автоматична ідентифікаційна система (AIC) (Розділ 5): AIC є обов'язковою для суден понад 300 тонн і пасажирських лайнерів, забезпечуючи автоматичний обмін статичними (MMSI, габарити), динамічними (координати, швидкість, курс) та рейсовими даними в УКХ-діапазоні на каналах 87В та 88В. Протокол SOTDMA організовує часові слоти для передачі, адаптуючи інтервали до швидкості та маневрів, що доповнює радіолокацію та сприяє уникненню колізій у щільних акваторіях.

Сучасні радіостанції (Розділ 6): Сучасне обладнання ГМЗЛБ поєднує стаціонарні та переносні моделі з інтеграцією ЦСВ для автоматичної трансляції координат і сигналів лиха. Стаціонарні станції, як IC-M602 чи GX-3500S, оснащені окремими приймачами для вахти на 70-му каналі, гучномовцями та функціями конфіденційності. Переносні пристрої витримують занурення до 3 метрів, підтримують аварійний канал 16 і живляться від акумуляторів чи літієвих елементів для тривалої автономності.

У цілому, робота підкреслює, що сучасна морська безпека базується на синергії традиційних радіодіапазонів з цифровими інноваціями, такими як ЦСВ, супутникові мережі та AIS. Ця інтеграція, підкріплена строгими вимогами до резервування, обслуговування та постійного моніторингу, створює стійку систему, здатну оперативно реагувати на загрози, зменшувати час на порятунок і підвищувати ефективність глобального судноплавства. У контексті зростаючої інтенсивності морських перевезень, така структура не тільки відповідає міжнародним нормам, але й адаптується до нових викликів, роблячи океани безпечнішими для всіх учасників.

Перелік використаної літератури

1. Конвенція СОЛАС-74: (консолідований текст конвенції СОЛАС-74 від 01.11.1974 р.) [Електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.fe-mida.info/12/ktksoolas74london1n1974g009.htm>
2. Міжнародна конвенція МАРПОЛ 73/78: (Міжнародна конвенція по запобіганню забрудненню з суден 1973 року і протокол до неї 1978 року) [Електронний ресурс] - Режим доступу http://sea-law.ucoz.ru/index/konvensija_marpol_72_78/0-50.
3. Пятаков Е. М. Електронна навігація і картографія. [Текст]: Пятаков Е. М., Плющ В. М., Чижов В. Д.– Херсон: «Олді-плюс», 2005. – 396 с.
4. Вагущенко Л. Л. Системи автоматичного керування рухом судна. [Текст]: Вагущенко Л. Л., Цимбал М. М. – 3-є вид., перероб. і доп. – Одеса: Фенікс, 2007. – 328 с.
5. Вагущенко Л. Л. Електронні системи відображення навігаційних карт. [Текст]: 2-е вид., перероб. і доп. Вагущенко Л. Л., Данцевич В. А., Кошовий А. А Одеса, ОГМА, 2000. – 120 с.
6. А.А. Волошин, В.Н. Семьянинов С.А., навчальний посібник «Технические средства охраны судов и портовых средств, Одесса – 2011».
7. Демиденко П.П. Конспект лекцій по дисципліні «Радионавигационные приборы и системы». – Одесса, 2010.
8. www.electroengineer.ru/2014/12/ship-telephony-telegraphy.html
9. Морська навігаційна техніка. Довідник. [Текст] Під ред.. Є. Л. Смірнова. – СПб.: «Елмор». 2002. –224 с.
10. Тубальцев, А. М. Виробниче освітлення та його розрахунок [Текст] / А. М. Тубальцев. – М.:УДМТУ, 2001. – 84 с.

11. <https://www.cospas-sarsat.int>

12. http://crew-help.com.ua/stati_out.php?id=91

13. <http://www.trans-service.org>