



ГЛАВА 5.⁵ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ НАВИГАЦИОННЫХ ДАННЫХ СУДОВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОТОКОЛА NMEA

*ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРЕДСТАВЛЕННЯ НАВИГАЦІЙНИХ ДАНИХ СУДНОВИХ ЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОТОКОЛУ NMEA
ENSURING THE PRESENTATION OF NAVIGATION DATA OF MARINE ELECTRONIC DEVICES USING THE NMEA PROTOCOL*

DOI: 10.30888/2663-5569.2021-19-01-020

Вступ

У морській навігації необхідна точна інформація про просторове становище суден на земній поверхні та зміну параметрів їх руху в часі, тобто позиціонування суден як об'єктів спостереження, а також різноманітні дані про поточну навігаційну обстановку та технічний стан судна. Такими параметрами можуть бути координати судна, вектор швидкості його переміщення, точний час позиціонування, навантаження суднового двигуна, напрямок та швидкість вітру, глибина під кілем судна тощо.

Для обміну даними про параметри судна, що приймаються з супутників та корабельних приладів, використовується текстовий протокол зв'язку розроблений Національною Асоціацією Морської Електроніки (National Marine Electronics Association - NMEA). Стандарт був створений для зв'язку морського навігаційного обладнання, створений для задоволення широкого спектра потреб і існує в декількох версіях. Він включає систему повідомлень для обміну інформацією між навігаційними приймачами і споживачами навігаційної інформації, а також між пристроями управління руху судна. Більшість навігаційних програм, які забезпечують відображення даних у реальному часі, підтримують та «розуміють» NMEA протокол. Виготовляється морською електронною промисловістю як галузевий відкритий стандарт. Однією з важливих вимог є надання критично важливих даних із кількома пріоритетами. Ця вимога задовольняється за рахунок належного застосування кількох повідомлень із пріоритетними рівнями, що встановлюються під час сертифікації продукції. Пріоритети повідомлення відображаються у повідомленні призначення ідентифікаторів, коди класифікації пристроїв та біти пріоритету повідомлення, що залежать від програми.

Найбільш поширеними є стандарти зв'язку морського навігаційного обладнання NMEA 0183 та NMEA 2000, що представлені до розгляду у цій роботі.

5.1. Склад навігаційного обладнання на морських судах

Вимоги до мінімального складу навігаційного обладнання морських суден (залежно від їхнього тоннажу, призначення та дати будівництва) визначено

⁵ *Автори: Корякин К.С.*



Правилом 19 переглянутої Глави V «БЕЗПЕКА МОРЕПЛАВАННЯ» Міжнародної Конвенції «СОЛАС-74». Нова редакція Глави V прийнята Резолюцією MSC.99(73) від 5 грудня 2000 р. і набула чинності з 1 липня 2002 року. Керівництво за ергономічними критеріями обладнання містка та його розташування наведено у Циркулярному листі MSC/Circ.982, прийнятому 5 грудня 2000 року. Відповідно до політики Компанії, кожне судно Компанії має обладнатися сучасними та ефективними технічними засобами судноводіння та зв'язку (ТЗСЗ) відповідно до застосованих міжнародних та/або національних правил та вимог. Капітан зобов'язаний виявляти належну турботу про те, щоб судно було справді обладнане сучасними та ефективними ТЗСЗ відповідно до характеристик та призначення судна чинним законодавством та рекомендаціями, географією та особливостями району плавання судна.

Самохідні морські судна поділяються на групи з валової місткості. Склад навігаційних приладів, пристроїв та інструментів, які мають бути встановлені на судні або якими має бути забезпечене судно, визначається залежно від його валової місткості з урахуванням районів плавання та призначення судна. Визначення районів плавання наведено у нормативних документах.

Рекомендується наступне обладнання судна:

- системою єдиного часу;
- інтегрованою навігаційною системою (судна валовою місткістю понад 10000 рт);
- вимірником швидкості повороту (судна з носовим розташуванням ходового містка, а також судна, обладнані інтегрованою навігаційною системою);
- радіомаячною установкою (судна, що мають вертолітне забезпечення);
- гідрометеорологічним комплексом (судна валовою місткістю 300 рт і більше).

Склад навігаційного обладнання суден спеціальної конструкції, що не обумовлений у Правилах для окремих видів суден, є у кожному випадку предметом спеціального розгляду Реєстром судноплавства.

Усі судна з додатковими знаками в символі класу Icebreaker 6 - Icebreaker 9 (криголами), судна полярних класів МАКО, повинні бути оснащені з урахуванням вимог, наступним обладнанням:

- улаштуванням дистанційної передачі курсу (на базі Глобальної навігаційної супутникової системи (ГНСС));
- апаратурою універсальної автоматичної ідентифікаційної системи (АІС);
- лагом, що забезпечує вимірювання швидкості та пройденої відстані щодо ґрунту (допускається використання окремого прийомоіндикатора глобальної навігаційної супутникової системи (GPS, ГЛОНАСС або GPS/ГЛОНАСС), що забезпечує вимірювання та індикацію швидкості та пройденої відстані щодо ґрунту);
- ехолотом, незалежним від ехолота, встановленого відповідно конвенційних вимог;
- станції РЛС (радіолокації), що працює в діапазоні 3 ГГц (довжина хвилі - 10 см);



- засобом відображення навігаційної інформації (багатофункціональний дисплей);
- окремими індикаторами кутового положення пера руля для кожного з незалежно керованих кермів;
- приймальною апаратурою, що забезпечує отримання інформаційних льодових карт та карт погоди;
- засобом візуального відображення льодової інформації (льодової обстановки).

Навігаційне обладнання, необхідне згідно вимог може бути замінено іншим, знову винайденим, розробленим або модернізованим, за умови, що воно є рівноцінним за призначенням, має необхідні або кращі експлуатаційні та технічні характеристики та схвалено Реєстром.

Навігаційне обладнання, не передбачене цією частиною Правил, може бути допущене до встановлення на судна як додаткове за умови, що його розміщення та експлуатація не будуть створювати труднощів при роботі з основними навігаційними приладами, впливати на їх показання та знижувати безпеку мореплавання. Навігаційне обладнання, яке встановлюється на судні на додаток до основного обладнання, має бути схваленого Реєстром та має відповідати експлуатаційно-технічним вимогам, що висуваються до основного обладнання.

Якщо на судні передбачено абсолютний лаг, він повинен відповідати вимогам класу Регвстра. Повинні бути передбачені відповідні дублюючі засоби, що забезпечують навігаційну безпеку плавання судна у разі виходу з експлуатації ЕКНІС.

Такі засоби мають:

- забезпечити виконання функцій ЕКНІС у тому, щоб із виході системи з експлуатації ситуація не переросла в критичну;
- після виходу з ладу ЕКНІС забезпечити своєчасний перехід на дублюючу систему без втрати картографічної інформації та забезпечити навігаційну безпеку плавання судна на всю ділянку рейсу, що залишилася.

Засіб дублювання повинен у графічній (картографічній) формі відображати відповідну інформацію про гідрографічну та географічну обстановку, необхідну для навігаційної безпеки плавання. Засіб дублювання повинен забезпечувати можливість виконання попередньої прокладки, включаючи такі функції:

- перенесення попередньої прокладки, спочатку виконаної на ЕКНІС;
- внесення в попереднє прокладання поправок вручну або перенесення її з пристрою прокладки.

Засіб дублювання повинен забезпечувати взяття на себе функції виконання виконавчої прокладки, що спочатку виконувалася на ЕКНІС, забезпечуючи принаймні такі функції:

- прокладку на карті розташування власного судна автоматично або вручну;
- зняття з карти курсів, відстаней та пеленгів;
- відображення запланованого шляху;



- відображення лінії шляху позначок часу;
- нанесення на карту необхідної кількості точок, ліній пеленгів, маркерів відстаней тощо.

Якщо засіб дублювання є електронним пристроєм, то на власному засобі відображення картографічної інформації має забезпечуватись подання інформації, яка принаймні еквівалентна тій, яка має відобразитися на стандартному засобі відображення ЕКНІС (електронна картографічна навігаційно-інформаційна система).

Картографічна інформація, що підлягає використанню в дублюючому засобі, має бути останнього видання, оновлена офіційною коректурою, видана урядом або, за його дорученням, гідрографічною службою або іншим відповідним державним органом та має відповідати стандартам.

Має бути виключена можливість зміни змісту ЕНК.

Повинні бути вказані джерело видання картки чи картографічних даних, а також дата випуску. Картографічна інформація, що відображається засобом дублювання ЕКНІС, має бути з оновленою коректурою для майбутнього рейсу.

Якщо у складі засобу дублювання ЕКНІС використовується електронний засіб відображення, він повинен забезпечувати індикацію в тому випадку, якщо:

- інформація відображається у більшому масштабі, ніж масштаб, який міститься в базі даних;
- місце розташування власного судна перекривається картою більшого масштабу, ніж масштаб відображення, що використовується.

Якщо зображення на електронному засобі відображення дублюючої системи ЕКНІС доповнюється радіолокаційною та іншою навігаційною інформацією, то повинні виконуватись усі відповідні експлуатаційно-технічні вимоги цього розділу. Якщо використовується електронний засіб дублювання ЕКНІС, то режим відображення та відображення наступної екранної області повинні відповідати вимогам класу Регістра.

Засіб дублювання ЕКНІС повинен забезпечувати запис маршруту проходження власного судна, включаючи позиції розташування судна та відповідні позначки часу та забезпечувати надійну роботу за тих самих умов довкілля, що й основна система та відповідною точністю усіх розрахунків.

Електронний засіб дублювання ЕКНІС повинен забезпечувати відповідну аварійно-попереджувальну сигналізацію або індикацію у разі виявлення несправності засобу дублювання, має бути спроектований відповідно до ергономічних принципів, що стосуються ЕКНІС. В електронному засобі дублювання ЕКНІС для відображення картографічної інформації повинні використовуватися кольори та умовні знаки, при цьому ефективний розмір картки, що відображається, не повинен бути менше 25 0 x 25 0 мм або діаметром не менше 25 0 мм. Електричне живлення засобу дублювання ЕКНІС має бути незалежним від основної системи. Електронний засіб дублювання ЕКНІС повинен поєднуватися з системами, що забезпечують можливість безперервного визначення місцезнаходження судна, та не створювати перешкод та спотворень для роботи іншого сполученого обладнання. Якщо як елемент



дублювання використовується накладення на певні частини картографічної інформації радіолокаційного зображення, станція радіолокації повинна відповідати вимогам Регістру.

5.2. Принцип роботи системи приладів супутникової навігації (GPS)

Точність визначення місцеположення судна – це комплексна високотехнологічна система, що включає технології глобального позиціонування (GPS) і географічні інформаційні системи (GIS),

Принцип роботи системи приладів супутникової навігації (GPS) складається з мережи штучних супутників Землі (ШСЗ), що розгорнута у навколосемному просторі. Супутники поступово «покривають» всю земну поверхню. Орбіти ШСЗ визначаються з дуже високою точністю, тому у будь-який момент часу відомі координати кожного з супутників. Радіопередавачі супутників безперервно випромінюють сигнали у напрямку Землі. Ці сигнали приймаються приймачем GPS, який знаходиться в деякій точці земної поверхні, координати якої потрібно визначити. Приймач вимірює час поширення сигналу від ШСЗ та обчислює дальність «супутник-приймач» (радіосигнал, як відомо, поширюється зі швидкістю світла).

Для визначення розташування точки у просторі потрібно знати три координати (плоські координати X , Y і висоту H), отже, у приймачі повинні бути виміряні відстані до трьох різних ШСЗ). При такому методі радіонавігації (він називається беззапитовим) точне визначення часу поширення сигналу можливе лише за наявності синхронізації тимчасових шкал супутника та приймача.

У зв'язку з цим, до складу апаратури ШСЗ та приймача входять еталонні годинники (стандарт частоти), точність яких виключно висока (довготривала відносна стабільність частоти забезпечується на рівні 10^{-13} - 10^{-15} за добу). Бортовий годинник всіх ШСЗ синхронізований і прив'язаний до так званого «системного часу». Еталон часу приймача GPS менш точний, щоб надмірно не підвищувати його вартість. Цей стандарт повинен забезпечувати лише короткочасну стабільність частоти - протягом процедури вимірювань.

Насправді у вимірах часу завжди є помилка, обумовлена розбіжністю шкал часу ШСЗ і приймача. З цієї причини в приймачі обчислюється спотворене значення дальності до супутника або псевдодальність. Вимірювання відстаней до всіх ШСЗ, з якими зараз працює приймач, відбувається одночасно. Отже, всім вимірювань величину тимчасового невідповідності вважатимуться постійної. З математичної точки зору це еквівалентно тому, що невідомими є не тільки координати X , Y і H , але й виправлення годинника приймача Δt . Для їх визначення необхідно виконати вимірювання псевдодальностей не трьох, а чотирьох супутників. В результаті обробки цих вимірювань у приймачі обчислюються координати (X , Y та H) та точний час.

Якщо приймач встановлений на об'єкті, що рухається, і поряд з псевдодальностями вимірює доплерівські зрушення частот радіосигналів, то



може бути обчислена і швидкість об'єкта. Таким чином, для виконання необхідних навігаційних визначень треба забезпечити постійну видимість з неї як мінімум п'яти супутників. Після повного розгортання сузір'я ШСЗ у будь-якій точці Землі може бути видно від 5 до 12 супутників у довільний час. Сучасні GPS-приймачі мають до 12 каналів, тобто. можуть одночасно приймати сигнали від такої кількості ШСЗ. Надмірні вимірювання (понад п'ять) дозволяють підвищити точність визначення координат і забезпечити безперервність розв'язання навігаційної задачі.

До складу системи входять:

- сузір'я ШСЗ (космічний сегмент);
- мережа наземних станцій стеження та управління (сегмент управління);
- власне GPS-приймачі (апаратура споживачів).

5.3. Протокол зв'язку суднового навігаційного обладнання NMEA 0183

NMEA 0183 - це комбінована специфікація електричних параметрів та даних для зв'язку між морськими електронними пристроями, такими як ехолоти, гідролокатори, анемометри, гірокомпаси, автопілоти, GPS-приймачі та багато інших типів приладів. Стандарт замінює більш ранні стандарти NMEA 0180 та NMEA 0182, які були дуже обмежені в області застосування і, в основному, приймали повідомлення від Loran C (або іншого навігаційного приймача, у стандартах згадка тільки про Loran C) NMEA 0180 та NMEA 0182 практично ідентичні у можливостях. NMEA 0180 використовує так званий «простий» формат, який складається з одного байта даних, що передається з інтервалами від 0,8 до 5 секунд, на швидкості 1200 бод з непарним контролем парності. Біти 5-0 дають помилку перехресного відстеження в одиницях 0,1 мкс або 0,01 морська миля. Помилка дається в двійковому зміщенні з лічильником 1, що представляє помилку повної шкали вправо 32 (шістнадцяткове число 20) за курсом і 63 (шістнадцяткове число 3f) для повної шкали вліво. Для «складного» формату NMEA 0182 повідомлення складається з блоку даних розміром 37 байтів, (в основному) тексту ASCII, що читається, дається поперечна помилка, азимут до дорожньої точки, представляється широта/довгота і двійковий байт стану. Блок даних повинен передаватись з інтервалом від 2 до 8 секунд. Усі байти у складному форматі мають біт 7=1, щоб відрізнити їх від простого формату. Відправляючого пристрою дозволено відправляти як прості, так і складні дані, і навіть відправляти "прості" байти даних у середині "складного" блоку даних. NMEA 0183 залишається нормою та основним стандартом у комерційному судноплавстві та став особливо популярним у зв'язку з поширенням GPS приймачів.

Усі команди та повідомлення передаються в текстовому ASCII (American Standard Code for Information Interchange) вигляді, у якому поширеним друкованим та недрукованим символам зіставлені числові коди. Таблиця ASCII визначає коди для символів:

- десяткових цифр;



- латинського алфавіту;
- національного алфавіту;
- розділових знаків;
- керуючі символи.

Всі повідомлення NMEA 0183 складаються з послідовного набору даних, розділених комами. Кожне окреме повідомлення не залежить від інших і є повністю завершеним. NMEA повідомлення включає заголовок, набір даних, представлених ASCII символами, і поле так званої перевіркою суми (Checksum) для перевірки достовірності переданої інформації. Заголовок стандартних NMEA повідомлень складається з 5 символів, з яких два перших визначають тип повідомлення, а три - його назва.

NMEA повідомлення починається з "\$", закінчується "\n" ("переклад рядка") і обмежено довжиною 80 символів. Всі дані містяться в одному рядку і відокремлені один від одного комами. Як уже згадувалося, інформація представлена з використанням символів ASCII і не вимагає спеціального декодування. Якщо дані не вміщуються у виділені 80 символів, вони поділяються на кілька NMEA повідомлень. Що дозволяє не обмежувати точність та кількість символів в окремих полях даних. Наприклад, дробова частина координат може бути представлена 3 або 4 знаками після коми, але це ніяк не повинно вплинути на роботу програмного забезпечення, що виділяє потрібні дані з повідомлення за номером поля. Наприкінці кожного NMEA повідомлення міститься поле Checksum, відокремлене від даних символом *.

Контрольна сума (Checksum) - це число у формі двійкового чи шістнадцяткового значення, отримане з джерела даних. Контрольна сума зазвичай набагато менша, ніж джерело даних, а також практично повністю унікальна, що обумовлює вкрай малоймовірну ситуацію того, що деякі інші дані дадуть таку саму контрольну суму. Checksum використовується для перевірки цілісності та достовірності кожного прийнятого повідомлення.

Протокол NMEA використовується не тільки для вихідних, але й для вхідних повідомлень, за допомогою яких, наприклад, можна оновити або додати шляхи маршруту. Повідомлення формуються у суворій відповідності до стандарту NMEA, оскільки інакше вони будуть ігноруватися GPS приймачем. Не всі навігаційні програми та моделі приймачів підтримують режим NMEA, тому що виробники навігаційної апаратури можуть використовувати для завантаження точок та маршрутів свої фірмові протоколи. Тому використання формату NMEA як загального стандарту представлення навігаційних даних у текстовому форматі (ASCII) для передачі ГНСС-даних приймача (статус навігаційного рішення, координати, курс, кількість доступних супутників та ін.) на зовнішні пристрої, які не здатні розшифрувати навігаційне повідомлення конкретного виробника приймача застосовується для побудови системи навігації з використанням обладнання різних виробників. Таким чином, формат NMEA сприяє гнучкості побудови навігаційної системи та її модернізації при необхідності. З моменту створення, NMEA протокол зазнав кількох модифікацій, пов'язаних з додаванням нових полів та повідомлень. Поточною версією, яку підтримують більшість приймачів є версія 2.3, хоча вже



опубліковано опис нової версії 4.11. Повна специфікація NMEA повідомлень відсутня у вільному доступі, її не можна офіційно завантажити в електронному вигляді.

Як лінію передачі даних стандарту NMEA 0183 використовується двонаправлений послідовний інтерфейс RS-232C (COM-порт). Підключення проводиться за схемою нуль модему (використовуються лише 3 лінії: прийом, передача та загальний).

Для роботи необхідні наступні установки COM-порту:

- Один стартовий біт;
- біт даних 8;
- Один стоповий біт;
- перевірка на парність не провадиться;
- Управління потоком даних відсутня.

Швидкість передачі може вибиратися споживачем в межах від 150 бод до 115200 бод (Стандарт NMEA 0183 визначає швидкості обміну даними 4800 бод, а для швидкостей 38400 бод і вище існує розширений стандарт NMEA-0183-HS). Всі дані, що передаються, представлені в знаках коду ASCII (ISO 8859-1). Старший біт 8-бітного знака завжди передається як "0".

Дані передаються як пропозиції. Формат пропозицій наступний:

\$--AAA,x.x,a,c---c,...*hh <CR><LF>, де

\$ - символ початку пропозиції (код 24h);

AAAAA - П'яти-символьна адреса (ім'я) пропозиції;

x.x,a,c---c - список полів даних розділених комами (код 2Ch) "аассс": адресне поле. Для стандартних повідомлень: буквено-цифрова інформація, призначена для ідентифікації джерела та типу повідомлення. Перші два символи - преамбула, останні три символи - мнемоніка, що визначає тип наступного повідомлення; "с-с": блок даних повідомлення. Слідує за адресним полем і являє собою групу полів з даними, що передаються. Послідовність полів даних фіксована та визначається мнемонікою типу повідомлення. Поле даних може бути змінною довжиною і починається з символу ","

",": роздільник полів. Є початком кожного поля, крім адресного та поля

контрольної суми Якщо цей символ слідує за порожнім полем, це ознака того, що дані не передаються.

***** - ознака контрольної суми (код 2Ah);

hh – контрольна сума. Абсолютне значення обчислюється як "Виключає АБО" всіх 8-бітних символів, розташованих між "\$" і "*" (не включаючи ці символи). Шістнадцяткове значення старших 4-х біт та молодших 4-х біт перетворюються на два ASCII символи (0-9, A-F (верхній регістр)). Старший символ передається першим. Контрольна сума передається у всіх повідомленнях. Приклад формування контрольної суми \$GPGSV,5,5,17,77,71,048,53*43.

<CR><LF> - кінцевий обмежувач (коди 0Dh і 0Ah).

В апаратурі з використанням стандарту NMEA 0183 використовуються прийняті та правильні пропозиції. Склад прийнятих пропозицій затверджений стандартом ІЕС 61162-1. Склад правильних пропозицій визначається



виробником апаратури.

У прийнятих реченнях адреса речення складається з двох символного коду передавача та трисимвольного ідентифікатора, що вказує формат та тип даних. У правильних пропозиціях адреса складається із символу “P”, мнемоніки виробника апаратури та типу даних.

Знаки адреси пропозиції обмежені великими літерами та цифрами. Дані передаються полями. Поле – це набір алфавітно-цифрових символів постійної чи змінної довжини, обмежених роздільником. Розділювачем полів є символ коми. За відсутності даних поле має нульову довжину, тобто передається лише роздільник. Перелік типів полів наведено у Таблиці 1;

Таблиця 1 - Формат повідомлень NMEA 0183

N	Поле	Опис
1	\$	Start of sentence
2	--	Talker id
3	AAA	Mnemonic code of identifying the data type
4	,	Data field delimiter
5	x.x,a,c---c...	Data
6	*hh	Checksum field
7	<cr><lf>	End of sentence

Примітки: Пробіли можуть використовуватися лише в текстових полях довжини, що змінюється. Негативний знак "-" (код 2Dh) є першим знаком поля, якщо у ньому наводяться негативні величини. При використанні негативного знака на полях фіксованої довжини їх довжина збільшується на одиницю. За позитивних величин знак опускається.

Максимальна кількість знаків у реченні може дорівнювати 82. З них максимум 79 знаків можуть полягати між обмежувачами “\$” та <CR><LF>. Мінімальна кількість знаків у полях речення дорівнює одиниці.

Опис функціонування протоколу показано на прикладі повідомлень GPS:

Періодичні пропозиції, що передаються апаратурою, прив'язані до темпу вирішення навігаційного завдання (101 Гц). Значення широти і довготи, що містяться в пакеті N і відповідні мітці часу N, являють собою координати, отримані на попередньому циклі, тобто раніше на інтервал вирішення навігаційної задачі, або екстраполовані на даний інтервал координати, залежно від типу пропозиції. Значення складових швидкості не екстраполюються. Час реакції на запит про одноразову передачу пропозиції – не більше 100 мс за відсутності видачі інших пропозицій. Періодична видача пакетів починається після закінчення відповідного інтервалу рішення в межах 20 мс (Час затримки видачі може змінюватися в залежності від типу апаратури). Для пояснення сказаного вище, на рис. 1 показано циклограму роботи протоколу.

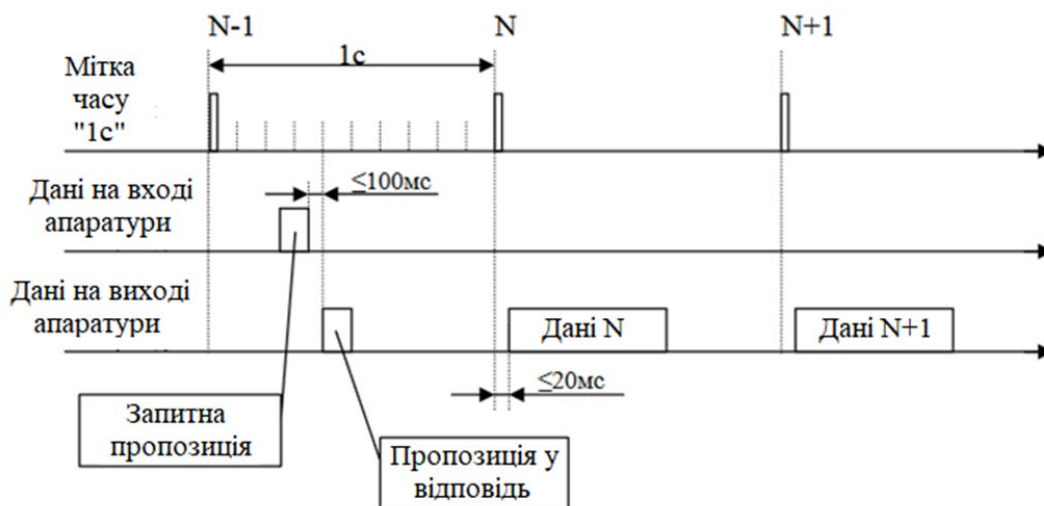


Рисунок 1 - Циклограма роботи протоколу

Пропозиції видаються у тому ж послідовності, у якій вони запросили. Загальна кількість пропозицій, що видаються, обмежена 20. Слід зазначити, якщо пакет був запитаний декількома різними способами, то результат буде визначатися останнім керуючим пакетом. Тобто за наявності періодичної видачі пакета одноразовий його запит скасовує періодичну видачу. Також користувач не повинен посилати той же запит, не отримавши відповідної реакції від апаратури.

Перемикання протоколу або швидкості лінії проводиться після видачі споживачу відповідної пропозиції з налаштуваннями порту, на які апаратура перемикатиметься. Дана пропозиція видається у порядку загальної черги. Реальне перемикання налаштувань відбудеться після закінчення внутрішнього 100 мс інтервалу, на якому закінчилася видача цієї пропозиції.

Протокол NMEA 0183 дозволяє додаткове підключення різних пристроїв. На кабелі передачі даних NMEA 0183 є чотири вбудовані входні порти (RX) і два вбудовані вихідні порти (TX). До кожного вбудованого порту RX можна підключити по одному пристрої NMEA 0183 для передачі даних на пристрій (наприклад, приймач GPS), а до кожного вбудованого порту TX можна паралельно підключити до трьох пристроїв NMEA 0183 для отримання даних, що виводяться цими пристроями.

Деякі з повідомлень NMEA можуть містити однакові поля даних, або повністю містити дані інших, менших за розміром, повідомлень NMEA. NMEA протокол описує великий список різних повідомлень, з яких повідомлення, що активно використовуються в навігаційній апаратурі, наведені в таблиці 2;

Далі зміст деяких повідомлень протоколу NMEA версії 2.1, 1995:

DBK (Depth Below Keel) – глибина води під кілем

\$--DBK, x.x1, f2, x.x3, M4, x.x5, F6*hh<CR><LF>

DPT (Depth) – глибина, містить: значення глибини, виміряної від вібратора ехолота, та значення виправлення за розташування вібратора. позитивна поправка означає відстань від вібратора до поверхні води, негативна відстань від вібратора до кіля.

\$--DPT, x.x1, x.x2, x.x3*hh<CR><LF>



Таблица 2 - Розшифровка сигналів NMEA

Датчик	Тип даних, що передаються датчиком	Повідомлення, що підтримують дані, що передаються	Канал в System Configuration Utility/Service/Sensors/Accuracy від підключеного датчика
GPS	Position (Lat. & Lon.)	GGA, GLL RMC, SNU	Pos. system 1 (Pos. system 2)
	COG & SOG	RMC, VTG	Pos. system 1 (Pos. system 2)
	Satellite information	GGA	Pos. system 1 (Pos. system 2)
	Datum	DTM	Pos. system 1 (Pos. system 2)
	UTC time	ZDA, ZLZ, ZZU, GGA, GLL	Time
	UTC date	ZDA	Time
ARPA	Targets	TTM	ARPA_A (ARPA_B)
	VRM's, EBL's, Cursor	RSD	ARPA_A (ARPA_B)
	Heading	OSD, VHW	Compass
	Speed through the water	OSD, VHW	Log
Sounder	Depth under the sounder vibrator	DBT, DPT DBK, DBS	Sounder
Compass	Heading	HDT, HDM, OSD, VHW	Compass
Speed log (dopler log)	Speed through the water	OSD, VHW VBW	Log
	SOG	VBW	Log
Digital anemometer	Wind direction speed	VWR, MWV VWT	Wind
Digital thermometer	Water temperature	MTW	Temperature
Yeoman digitizer	WP position	WPL	Yeoman

Таблица 3 - Розшифровка повідомлення DBK

N	Поле	Назва	Значення	Примітка
1	x.x	Глибина	Значення глибини	
2	f	Одиниця виміру	“f” – фути	
3	x.x	Глибина	Значення глибини	
4	M	Одиниця виміру	“m” – метри	
5	x.x	Глибина	Значення глибини	
6	F	Одиниця виміру	“F” – сажні	



Таблиця 4 - Розшифровка повідомлення DPT

N	Поле	Назва	Значення	Примітка
1	x.x	Глибина (в метрах)		
2	x.x	Виправлення (в метрах)		не обробляється
3	x.x	Максимальний діапазон використання		не обробляється

Таблиця 5 - Розшифрування повідомлення GGA

N	Поле	Назва	Значення	Примітка
1	hhmmss.ss	Час UTC обсервації	Години, хвилини, секунди	не обробляється в ns 3000 ecdis
2	llll.ll	Широта маршрутної точки	Градуси, хвилини, десяти частки хвилин	
3	a	Півкуля	“N” – північне; “S” – південне	
4	ууууу.уу	Довгота маршрутної точки	Градуси, хвилини, десяти частки хвилин	
5	a	Півкуля	“E” – східне; “W” – західне	
6	x	Індикатор якості обсервації GPS	“0” – Обсервація неможлива чи недійсна;	значення “4” не обробляється
7	xx	Кількість використовуваних	від 0 до 12	
8	x.x	Горизонтальне ослаблення		
9	x.x	Висота антени від рівня моря		не обробляється
10	m	Одиниці виміру	“M” – метри	не обробляється
11	x.x	Геоїдальна сепарація	Вертикальна різниця між еліпсоїдом “WGS-84” та	не обробляється
12	m	Одиниці виміру	“M” – метри	не обробляється
13	x.x	Вік даних дифф. gps (у секундах)		
14	xxxx	Код станції дифф. gps	від 0000 до 1023	

GGA (Global Positioning System Fix Data) – найбільш використовуване NMEA повідомлення в якому знаходяться дані про координати GPS, містить:



час, координати і супутні дані від приймача індикатора GPS.

\$--GGA, hhmmss.ss1, lll.ll2, a3, ууууу.уу4, a5, х6, хх7, х.х8, х.х9, M10, х.х11, M12, х.х13, xxxx14*hh<CR><LF>

Приклад рядка GGA:

\$GNGGA,102030.000,5546.95900,N,03740.69200,E,1,08,2.7,142.0,M,0.0,M,,*FF/r/n

Призначення параметрів рядка GGA:

1 - Час UTC у форматі "ЧЧММСС.ССС". У прикладі "102030.000" = 10ч., 20м., 30.000 с.

2 - Широта у форматі "ГГММ.МММММ". У прикладі "5546.95900" = 55 ° 46.959 ' = 55.78265 °.

3 - Напрямок широти: 'N'-північ / 'S'-південь. У прикладі 'N' – північ.

4 - Довгота у форматі "ГГГММ.МММММ". У прикладі "03740.69200" = 37 ° 40.692 ' = 37.6782 °.

5 - Напрямок довготи: 'E'-схід/'W'-захід. У прикладі 'E' – схід.

6 - Спосіб обчислення координат. У прикладі '1' – автономно.

о '0' – недоступно.

о '1' – автономно.

о '2' - диференціально.

о '3' – PPS.

о '4' – фіксований RTK.

о '5' – не фіксований RTK.

о '6' - екстраполяція.

о '7' – фіксовані координати.

о '8' - режим симуляції.

7 - Кількість активних супутників, від "00" до "12". У прикладі "08".

8 – Горизонтальний геометричний фактор погіршення точності (HDOP). У прикладі "2.7".

9,10 – Висота над рівнем моря (geoid), одиниці виміру висоти. У прикладі "142.0, M".

11,12 - Різниця між еліпсоїдом землі та рівнем моря (geoid), одиниці виміру.

13 - Кількість секунд, що пройшли з отримання останньої DGPS поправки (SC104).

14 - ID базової станції, що надає DGPS поправки (якщо включено DGPS).

Примітка: У прикладі GPS-модуль не надіслав параметрів 13 і 14.

HDT (Heading, True) – істинний курс

\$--HDT, х.х1, T2*hh<CR><LF>

Таблиця 6 - Розшифрування повідомлення HDT

N	Поле	Назва	Значення	Примітка
1	х.х	Курс (в градусах)		
2	t	Тип курсу	"Т" – істинний	



MWV (Wind Speed and Angle) – швидкість та напрям вітру, містить: напрям і швидкість вітру, статус даних.

\$--MWV, x.x1, a2, x.x3, a4, A5*hh<CR><LF>.

Таблиця 7 - Розшифрування повідомлення MWV

N	Поле	Назва	Значення	Примітка
1	x.x	Напрямок вітру	у градусах від 0 до 359	
2	a	Тип вітру	"R" - відносний; "T" - істинний	
3	x.x	Швидкість вітру		
4	a	Одиниці виміру	"K" - км/година; "N" - вузли; "M" - м/сек.	
5	a	Статус даних	"A" - дані надійні; "V" - дані ненадійні	

Однією із сучасних версій стандарту NMEA 0183 є версія 4.0. У порівнянні з першими ревізіями вона пропонує наступні доповнення для блоку тегів, які були викликані вимогами від різних організацій, зокрема SOLAS і USCG (United States Coast Guard, берегова охорона Сполучених Штатів Америки):

- Реалізація впровадження AIS (Automatic identification system, Автоматична система ідентифікації) інформації у загальнонаціональну мережу USCG;

- Розробка специфікації інформації AIS для роботи у складі мережі берегової охорони Сполучених Штатів Америки;

- Адаптація протоколу для обміну інформацією між обладнанням навігаційного містка згідно SOLAS Bridge Equipment стандарт (У стандарті визначено ряд обмежень на мережеве обладнання, які покликані забезпечити простоту інтеграції та безпеку експлуатації, що включає мостове з'єднання з іншими мережами та типи маршрутизаторів, які слід використовувати в системі.)

NMEA 0183 версії 4.0 приділяє особливу увагу помилкам TAG блоків. Внесено п'ять виправлень та уточнень, які ідентифіковані в рамках специфікацій методів їх передачі. Ці виправлення покликані забезпечити узгодженість між розділами блоку TAG, уточнити застосування кількох блоків TAG, покращити виявлення помилок та уточнити застосування лічильника ліній TAG блоку з кодом параметра «n».

NMEA 0183 версії 4.0 пропонує наступні покращення та переваги в порівнянні з більш старими версіями:

- Виправлення;
- Роз'яснення;
- Нові типи речень;
- Розширені можливості пропозиції;



- Зміни у повідомленнях від AIS;

Додано виправлення для систем виявлення пожежі, серед яких поле даних для індикатора виявлення пожежі було змінено для підтримки ширшого діапазону ідентифікаторів, альфа-уявлення покращено до альфа- та буквено-цифрового уявлення.

Наведено роз'яснення для команди маска для приймачів НАВТЕКС у використанні уточнення в описі пропозиції, для передачі багатомовного тексту в повідомленні дано роз'яснення в нотатках пропозиції та для команд управління курсом роз'яснення для прапора «статус» у реченні.

Розроблено нові типи пропозицій, які підтримують ГНСС Галілео та деякі інші супутникові навігаційні системи, відмінні від GST (goods and services tax) пропозиції для яких виправлена точність та інтеграція, а також описані нові пропозиції НВТ (Heartbeat Supervision Report, звіт про пульсацію) з можливістю вказівки статусу обладнання, зміни частоти та періодичності. Для пропозиції POS анонсовано новий тип пропозиції зі звітом про положення пристрою та зазначенням розмірів судна або командою конфігурації.

Великі зміни торкнулися області передачі інформації з супутникових навігаційних систем у межах специфікації NMEA 0183 v. 4.0. Серед них передача інформації про сигнали та ідентифікатори супутників з орбітальних угруповань GPS, ГЛОНАСС і ГАЛІЛЕО, додані індикатори S=Safe (надійний), що присвоюється для очікуваної точності в 95%, що відповідає вимогам по інтеграції відповідного режиму навігації суден та 0,5 секунди для високошвидкісних суден; C=Cautious (увага), якщо потрібна точність недоступна; U=Unsafe (ненадійно), якщо точність позиціонування нижче за потрібну точність для вибраного режиму навігації або перевищує вимоги, а також не визначена в межах 1 секунди для конвенційних суден і 0,5 секунди для високошвидкісних суден; V=Navigation invalid (Навігація недійсна) – індикація статусу навігації відсутня; P=Precise (Точно) Супутникова система використовується в режимі точність (Точний режим визначається як відсутність навмисної деградації, наприклад, вибіркова доступність та код високої роздільної здатності (P-код)) і використовується для обчислення уточнення розташування. P також використовується для супутникових систем, які використовують багаточастотний режим, SBAS (Satellite-based Augmentation System, дорожніх системах функціонального доповнення) або режим точного позиціонування точки (PPP, Precise Point Positioning).

Окремі зміни торкнулися ГНСС Галілео, у зв'язку з поширенням навігаційних приймачів, що підтримують цю супутникову систему: GLL - Geographic Position -Latitude/Longitude (Географічне положення Широта/Довгота), GMP - GNSS Map Projection Fix Data (Дані виправлення картографічної преєкції), Data (ГНСС фіксовані дані), RMC – Recommended Minimum Specific GNSS data (Рекомендовані мінімальні специфічні дані ГНСС) – для них розширено значення для індикатора P (P=Precise) та додано поле навігаційного статусу; у розробці GAL - Galileo Almanac Data (Дані альманаху Галілео).

У розробці є нові пропозиції AIS:



ABK – AIS Addressed and Binary Broadcast Acknowledgement (Адресне та бінарне ширококомвне підтвердження) з можливістю підтримки повідомлень 5 та 12;

AIR – AIS Interrogation Request (Запит на можливість опитування) можливі роз'яснення;

CBR - Configure Broadcast Rates for AIS (Конфігурування швидкості ширококомвної передачі AIS) AtoN Station Message Command з можливою підтримкою для повідомлення 26;

SSD – AIS Ship Static Data (Постійні дані судна) роз'яснення формату поля ID Data;

BBM – AIS Broadcast Binary Message (Широкомвне бінарне повідомлення) видалення некоректного посилання на повідомлення 19 та 21;

MEB – AIS Message Input for Broadcast Command (Вхід повідомлення для команди ширококомвлення) з можливою підтримкою повідомлення 26.

З версією 4.0 NMEA 0183 продовжує розвиватися, підтримує нове обладнання, працює на березі та на борту судна, підтримує покращений зв'язок з використанням TAG блоків, які масштабуються для всіх інтерфейсів.

5.4. Формат представлення даних NMEA 2000

NMEA 2000 - відносно новий стандарт зв'язку морського навігаційного обладнання, прийнятий у 2000 році. NMEA 2000 (IEC 61162-3) є мережним протоколом верхнього рівня, який використовує стандарт передачі Controller Area Network (CAN). Цей протокол на відміну від використовуваного раніше NMEA 0183 (IEC 61162-1) дозволяє об'єднати безліч приладів в одну мережу та передавати інформацію одночасно. Як лінію передачі даних NMEA 2000 передбачає застосування стандарту DeviceNet.

DeviceNet - мережне рішення, яке надає повноцінну інфраструктуру для встановлення з'єднань між пристроями з підтримкою повної взаємозамінності пристроїв різних виробників та забезпечує зв'язок між ними за технологією "Plug-and-Play", яка призначена для швидкого визначення та конфігурування технічних пристроїв. Процедура Plug and Play підтримує більшість пристроїв, інтерфейсів розширення та операційних систем. DeviceNet - відкритий стандарт, і виробники зобов'язані купувати ліцензії розробки DeviceNet сумісних пристроїв. Будь-яка компанія може стати членом ODVA (глобальна асоціація, членами якої є провідні світові компанії з автоматизації), та брати участь у робочій групі щодо подальшого вдосконалення стандарту. DeviceNet - це протокол, орієнтований на з'єднання. Перш ніж між двома вузлами мережі могли бути передані будь-які дані, має бути встановлене мережне з'єднання. Для встановлення мережних з'єднань вузол використовує або Unconnected Message Manager (UCMM - менеджер повідомлень без встановлення з'єднання), або Unconnected Port. Для обміну даними в DeviceNet використовуються два основних типи повідомлень:

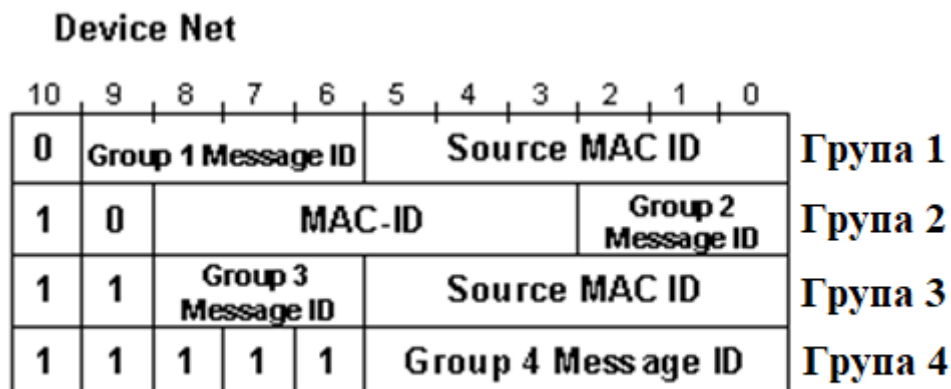
- явні повідомлення (explicit messages)



- повідомлення вводу-виводу (Input/Output messages).

Явні повідомлення є обмін запит-відповідь, що має на меті забезпечення службових функцій, наприклад, віддалена конфігурація вузла і налаштування параметрів з'єднання. Повідомлення вводу-виводу призначені для швидкого обміну даними. Повідомлення обох типів можуть обробляти дані будь-якої довжини завдяки механізму фрагментації, що підтримується (без фрагментації максимальна довжина повідомлення - 7 байт).

DeviceNet використовує поле CAN ідентифікатора кадру для підтримки схеми адресації в мережі. DeviceNet підтримує до 64 вузлів. Усі ідентифікатори поділені на групи (рис. 2).



MAC-ID - Це номер вузла (0-63)

Рисунок 2 - Поле ідентифікатора у DeviceNet.

- Група 1 – містить найпріоритетніші ідентифікатори. Усього 1024 ідентифікатори, тобто. по 16 на кожний вузол.
- Група 2 – відрізняється внутрішнім використанням бітів. Вона введена для підтримки CAN контролерів, які фільтрують повідомлення, що надходять, тільки по перших восьми бітах. Це звані Basic-CAN контролери. Деякі ідентифікатори другої групи застосовуються системою в особливих цілях.
- Група 3 – надає для кожного вузла по 7 низькопріоритетних ідентифікаторів.
- Група 4 - використовується для обробки позаштатних ситуацій, наприклад, як відновлення працездатності вузла після збою.

Для адресації вузла кожному вузлу мережі DeviceNet призначається так званий MAC ID (Media Access Control Identifier - Ідентифікатор контролю доступу до мережі). Розмір поля MAC ID становить 6 біт, тому в мережі Device Net може бути до 64 вузлів. Унікальність кожного MAC ID забезпечується процедурою перевірки унікальності MAC ID, що проходить кожен вузол мережі під час підключення. Якщо вузол при підключенні до мережі виявляє, що в мережі вже працює вузол з таким же MAC ID, він реєструє помилку і відключається від мережі.

Вузол мережі DeviceNet може бути клієнтом або сервером. Сервер і клієнт можуть або надсилати повідомлення (producer), або приймати повідомлення (consumer), або одночасно надсилати і приймати. Master є клієнтом, а Slave –



сервером. Зазвичай клієнт посилає (produce) якусь повідомлення, і приймає (consume) у відповідь нього. Сервер приймає (consume) запит і посилає (produce) у відповідь нього. Передбачено кілька варіацій цієї стандартної моделі. Деякі з'єднання в клієнті або сервері можуть приймати лише повідомлення.

Найважливіше нововведення протоколу NMEA 2000 полягає в тому, що всі прилади можуть обмінюватися даними один з одним по одній шині, тобто всі прилади передають інформацію по одному каналу зв'язку, з поділом за часом. Всі прилади, підключені до шини, мають автоматичний доступ до всіх даних, так що при розміщенні електричних з'єднань не потрібно враховувати, що від чого має харчуватися, оскільки є тільки одна магістральна шина передачі даних. Один мережевий кабель замінює безліч кабелів, які у сучасних методах з'єднання. Дані, команди та стан передаються по тому самому кабелю зі швидкістю, що в 26 разів перевищує швидкість NMEA 0183. NMEA 2000 налаштовується автоматично; не потрібно ні налаштування, ні головного контролера. Устаткування може бути додане або видалено без вимкнення мережі.

Швидкість передачі за протоколом NMEA 2000 становить 250 000 біт за секунду. При такій високій швидкості необхідно розміщувати узгоджене навантаження (термінатор), яке працює як глушник, поглинаючи хвилі і не створюючи луна, так як будь-який не заглушений кінець кабелю призводить до відображення сигналу, що призводить до спотворення даних, що передаються.

Незважаючи на порівняно високу швидкість передачі даних, протокол NMEA 2000 не призначений передачі відеосигналів, зображень радара чи карти. Для вирішення таких завдань на борту може бути створена альтернативна мережа під протоколом Ethernet, здатна обмінюватися даними з мережею, що працює під протоколом NMEA 2000.

До мережі NMEA 2000 можна підключити до 50 пристроїв. При цьому необхідно дотримуватися такого обмеження: загальна довжина ліній відгалуження не може перевищувати 78 метрів і довжина лінії відгалуження, що йде до приладів, обмежена 6 м. т.к. прилади не забезпечені узгодженим навантаженням.

Мережа NMEA 2000 на судні дозволяє різноманітним приладам обмінюватися між собою даними.

Серед цих приладів:

- ехолоти / картплотери
- радари
- контролери двигунів та силових установок
- датчики температури (води/охолоджуючої рідини/ олії тощо)
- датчики глибини
- датчики швидкості
- датчики положення керма
- датчики рівня (палива, води, олії тощо)
- датчики тиску
- GPS приймачі.



Повідомлення NMEA 2000 відправляються у вигляді пакетів, що складаються із заголовка, за яким слідує (зазвичай) 8 байтів даних. Заголовок повідомлення вказує передавальний пристрій, пристрій, який було надіслано повідомлення (це можуть бути всі пристрої), пріоритет повідомлення та PGN (Parameter Group Number, номер групи параметрів). PGN вказує, яке повідомлення надсилається, і, таким чином, слід інтерпретувати байти даних, щоб визначити значення полів даних, що містяться в повідомленні.

Групи параметрів зазвичай періодичні і представляють поточні значення параметрів. Отримання кількох повторів однієї групи параметрів від одного і того ж пристрою зазвичай позначає послідовність значень даних у часі і може використовуватися для відображення поточного стану пристрою або його контрольні дані.

Визначення групи параметрів включає таку описову інформацію:

- Frame Count (Лічильник кадрів) – чи може група параметрів утримуватися в одному 8-байтовому кадрі даних або мають бути розділені на кілька кадрів. Декілька груп параметрів кадру відправляються з використанням Fast Packet протоколом за замовчуванням.

- Priority (Пріоритет) – пріоритет за замовчуванням у системі. Групи параметрів з більш високим пріоритетом будуть мати пріоритет над групами параметрів з нижчим пріоритетом, незалежно від PGN або вихідної адреси.

- Periodic Rate (Періодична швидкість) — якщо група параметрів повинна відправлятися періодично, швидкість за промовчанням, з якою параметр буде поставлена в чергу на передачу.

- Destination (Призначення): Ви можете надсилати групу параметрів за певною адресою або завжди транслюватися на всі пристрої.

- Query Support (Підтримка запитів) — поля в групі параметрів, які можуть бути запитані, незалежно від того, чи підтримка запитів увімкнена та які вимоги до підтвердження можуть бути успішними та неуспішними.

- Field Definitions (Визначення полів) — кожне поле в групі параметрів визначається за назвою та за допомогою наступних пов'язаних посилань для визначення базового формату даних.

Кожне поле даних має опис, який визначається записом словника даних. Кожен елемент словника даних має певний формат, який зазвичай представляє фізичний параметр. Фізичні параметри є кінцевими, тому записів формату даних менше, ніж записів словника даних. Формати даних ґрунтуються на Міжнародній системі одиниць (SI). Кожен формат даних представлений одним стандартним типом даних, наприклад, символьним, цілим або беззнаковим цілим.

Визначення групи параметрів може описувати запис даних, що складається з більшої кількості даних, ніж може бути в одному кадрі CAN. Методи передачі NMEA 2000 включають передачу груп параметрів одного кадру і два методи передачі груп параметрів декількох кадрів - протокол Multi-Packet і протокол Fast Packet:

Протокол Multi-Packet передбачає передачу груп багатоканальних параметрів до 1785 байт. Протокол укладає групу параметрів транспортний



протокол або ширококомовною розсилкою, або за конкретною адресою. У разі надсилання адреси (RTS/CTS, Request To Send/Clear To Send — запит на надсилання/дозвіл відправки) приймаючий пристрій може керувати потоком даних відповідно до доступних ресурсів приймаючого пристрою. Повідомлення, що надсилається, оголошується в першому повідомленні. У разі CTS/RTS може відмовитись від повідомлення. У разі ширококомовного розсилання повідомлення може бути просто проігноровано.

Протокол Fast Packet, визначений NMEA 2000, забезпечує можливість потокової передачі до 223 байтів даних з перевагою, що полягає в тому, що кожен кадр зберігає ідентичність і пріоритет групи параметрів. Перший кадр, що передається, використовує 2 байти для ідентифікації послідовних груп параметрів Fast Packet і послідовних кадрів в межах передачі однієї групи параметрів. Перший байт містить лічильник послідовності для розрізнення послідовної передачі однакових груп параметрів та лічильник кадру, встановлений на нуль кадру. Другий байт у першому кадрі – загальний розмір групи параметрів. Послідовні кадри використовують лише один байт даних для лічильника послідовності та лічильника кадрів. Оскільки багато груп параметрів NMEA 2000 перевищують 8 байт, але не вимагають 1785-байтової ємності мультипакета, за замовчуванням для передачі груп багатоканальних параметрів в NMEA 2000 використовується протокол Fast Packet.

Незалежно від того, який протокол використовується, багатоканальні групи параметрів відправляються на покадровій основі і можуть перемежуватися з іншими групами параметрів з більш високим пріоритетом за допомогою будь-якого протоколу або навіть одноканальних груп параметрів. Кожен пристрій, включений в мережу NMEA 200, відповідає за повторне складання групи параметрів після передачі всіх кадрів для групи параметрів.

Пристрої, що проходять сертифікацію NMEA, несуть логотип "Сертифіковано NMEA 2000". Сертифікація не гарантує вмісту даних, що є обов'язком виробників, але підтверджує, що продукти різних виробників обмінюються даними сумісним чином і що вони можуть співіснувати в мережі.

Крім сертифікації стандартних автономних продуктів, NMEA 2000 містить положення для сторонніх продуктів, які не повністю відповідають вимогам сертифікації NMEA 2000.

- «NMEA 2000 Approved (Схвалено NMEA 2000)» позначає продукти, які включають необхідне обладнання для реалізації NMEA 2000 і які пройшли, як мінімум, фізичні апаратні тести в NMEA 2000.

- «NMEA 2000 Certified for use with Approved Product Name (Сертифіковано NMEA 2000 для використання з минулим сертифікацією продуктом)» позначає продукт, який може бути встановлений разом з іншим продуктом, схваленим NMEA 2000, для створення повністю функціонуючої мережі N0000 пакети слід використовувати лише з затвердженими продуктами, визначеними для пристрою. Робота з іншими схваленими продуктами, які не включені до списку, може не працювати правильно.

- «NMEA 2000 Approved for use with Certified Gateway Product Name (Схвалено NMEA 2000 для використання з сертифікованим шлюзом)» позначає



продукт, який може використовуватися разом зі шлюзом, сертифікованим NMEA 2000. визначено для пристрою. Операція з іншими незареєстрованими шлюзами може працювати неправильно.

Перші два продукти завжди використовуватися парами. Це пов'язано з тим, що правильна робота пристрою залежить від комбінованої функціональності та характеристик обох продуктів. Такі вироби можуть бути з'єднані електрично або можуть складатися з програмного забезпечення, встановленого на дисплеї або персональному комп'ютері.

Обладнання, сертифіковане NMEA 2000, яке має бути встановлене разом із продуктом, схваленим NMEA 2000, тестуються за програмою сертифікації NMEA 2000 кожної комбінації продуктів. Документація продукту ідентифікує конкретну модель та версію затверджених продуктів, з якими він був сертифікований. Ці продукти повинні встановлюватися лише кваліфікованими установниками та техніками, які гарантують, що модель та версія для кожного продукту відповідають один одному.

Сертифікація продукції надається для двох класів та двох рівнів усередині цих класів. Пристрої класу 1 мають один інтерфейс NMEA 2000, який використовується для зв'язку з іншими пристроями.

Пристрої класу 2 мають інтерфейси NMEA 2000 з подвійним резервуванням, призначені для підключення до резервних магістральних мереж NMEA 2000, в яких групи параметрів призначені для паралельної передачі обох інтерфейсів. У зв'язку з цим до пристроїв класу 2 пред'являються додаткові вимоги для забезпечення правильної ідентифікації ідентичних груп параметрів при отриманні іншим пристроєм класу 2, підключеним до двох NMEA 2000 шин. Зв'язок між двома мережами може бути сертифікований для будь-якого класу; однак, магістральні з'єднання з двома NMEA 2000 зазвичай відносяться до пристроїв класу 1, оскільки групи параметрів передаються по кожній шині незалежно одна від одної.

Необхідна надмірність може бути забезпечена двома шинами з дублюванням функцій на кожній шині, забезпечуючи тим самим резервування функцій і шин на системному рівні. Дублювання функцій на одній шині забезпечує функціональне резервування лише на рівні шини. Для резервування системи потрібно дві шини, також надмірність може бути забезпечена за рахунок наявності декількох пристроїв класу 1 на кожній шині або пристроїв класу 2 на обох шинах або комбінації пристроїв класу 1 і класу 2.

На рисунках нижче проілюстровані 2 з безлічі можливих комбінацій.

Два рівні, рівень А і рівень В були встановлені для розміщення широкого спектра пристроїв з різними ресурсами обробки. Зокрема, рівень В був створений для розміщення простих пристроїв із мінімальною обчислювальною потужністю та пам'яттю. Рівень В був додатково спрощений за рахунок виключення вимог щодо реалізації складних груп параметрів з декількома функціями, які очевидні тільки після вивчення даних, що містяться всередині кадру.

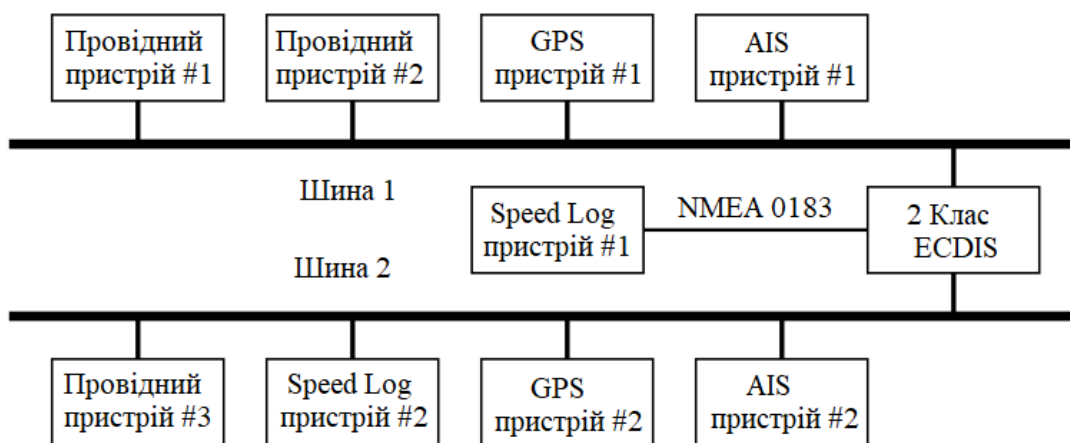


Рисунок 3 - Варіант 1 підключення пристроїв різних класів

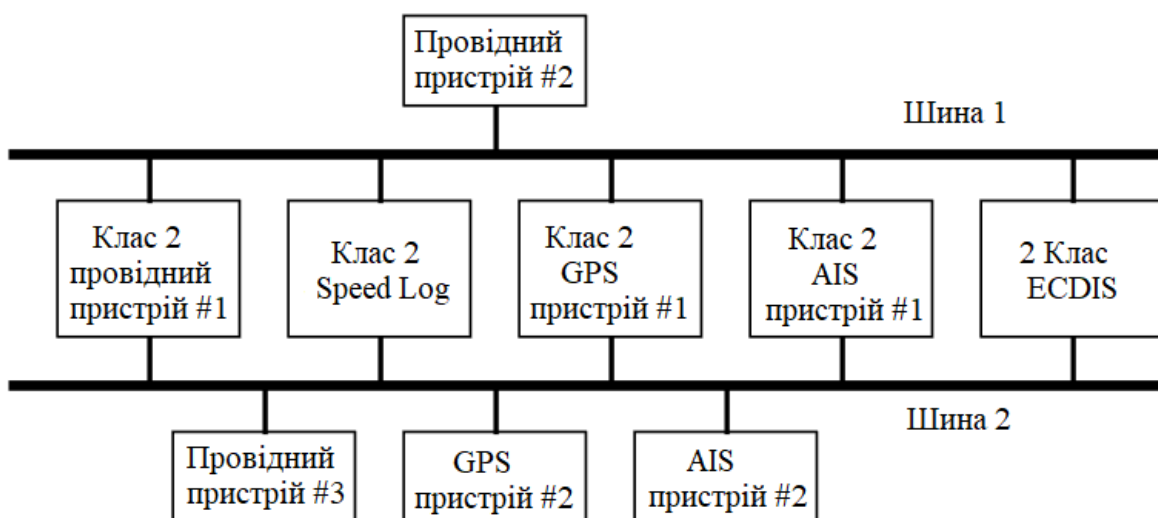


Рисунок 4 - Варіант 2 підключення пристроїв різних класів.

Протокол дозволяє проводити оновлення програмного та мікропрограмного забезпечення в мережі NMEA 2000. Для цього використовується пропрієтарний PGN для відповідних оновлень. Деякі виробники вже пройшли експериментальні етапи та реалізують оновлення через Інтернет та/або портативні пристрої віддалено.

У реальній експериментальній ситуації шина NMEA 2000 була змодельована на 98% завантаження, тоді як компанія виконувала перепрограмування (завантаження та перевірка по шині) свого програмного забезпечення. Поки все це відбувалося, комітет NMEA 2000 спостерігав через засоби діагностики NMEA 2000, що повідомлення PGN із найвищим пріоритетом були передані насамперед. Перепрограмування відбувається за допомогою мережі Інтернет, через який виробник завантажує всі останні версії прошивки/програмного забезпечення з необхідними виправленнями або покращеннями, потім запускається програма, яка ідентифікує які пристрої потребують автоматичного оновлення, і коли користувач готовий, оновлення відбувається на діючу мережу NMEA 2000.

Неповний список PGN, сумісний з NMEA 2000, наведено в таблиці 8.



Таблиця 8 - Список PGN сумісний із NMEA 2000

PGN	Опис	Tx (передача)	Rx (прийм)
126992	System Time	x	x
126998	Configuration Information	x	x
127233	Man Overboard Notification		x
127237	Heading/Track Control	x	x
127245	Rudder	x	x
127250	Vessel Heading	x	x
127251	Rate of Turn	x	x
127257	Attitude		x
127258	Magnetic Variation	x	x
128259	Speed, Water referenced	x	x
128267	Water Depth	x	x
128275	Distance Log	x	x
129025	Position, Rapid Update	x	x
PGN	Опис	Tx (передача)	Rx (прийм)
129026	COG & SOG, Rapid Update	x	x
129029	GNSS Position Data	x	x
129033	Time & Date		x
129038	AIS Class A Position Report		x
129039	AIS Class B Position Report		x
129040	AIS Class B Extended Position Report		x
129041	AIS aids to Navigation		x
129283	Cross Track Error	x	x
129284	Navigation Data	x	x
129285	Navigation - Route/WP Information	x	x
129539	GNSS DOPs	x	x
129545	GNSS RAIM Output*		x
129549	DGNSS Corrections		x
129551	GNSS Differential Correction Receiver Signal		x
129793	AIS UTC and Date Report		x
129802	AIS Safety Related Broadcast Message		x
130306	Wind Data	x	x
130576	Small Craft Status		x
130578	Vessel Speed Components	x	x

Деякі виробники створюють свій власний варіант побудови мережі обміну даними між судновими приладами в рамках стандарту NMEA 2000. Як приклад можна навести SimNet, яка використовується компанією SIMRAD, яка є одним з провідних світових виробників морських картплотерів, автопілотів, GPS та інших навігаційних пристроїв для морського транспорту.

Магістральна кабельна система SimNet відрізняється від NMEA2000. У той час як NMEA2000 допускає з'єднання кабелів від кожного пристрою до загальної магістральної шини, SimNet також пропонує послідовне підключення пристроїв, що значно спрощує встановлення та економить витрати як праці, так і матеріалів.

У таблиці 9 представлена ідентифікація деяких сертифікованих пристроїв NMEA 2000 в мережі SimNet.



Таблиця 9 - Ідентифікація пристроїв NMEA 2000 у мережі SimNet.

NMEA 2000 Клас пристрою		NMEA 2000 Функціональний код		Ім'я пристрою в SimNet
Клас пристрою	Ім'я пристрою	Код функції	Ім'я функції	
40	Steering systems	130	Follow-up Controller	FUC
		140	Mode Controller	MOC
		150	Automatic Steering Controller	APC
		160	Heading Sensor Gyro	HCS GYR
60	Navigation systems	130	Soundr, depth	EQS
		145	GNSS	GNS
		155	Speed Sensors	WSS
		160	Turn Rate Indicator	TRI
		170	Integrated Navigation	NAV
		200	Radar and/or Radar Plotting	RAD
		205	ECDIS Electronic Chart System	ECD
		210	ECS Electronic Chart System	ECS

Продукти інших виробників ідентифікуються в SimNet за коротким ім'ям пристрою в SimNet і екземпляром пристрою. Крім того, можна переглянути власну назву продукту від виробника (макс. 32 літери) на більшості виробів 1 класу. Якщо код функції невідомий продукту SimNet, ім'я пристрою SimNet для відповідного класу пристроїв буде відображатися як невідомий.

Деякі напрями розвитку стандарту NMEA 2000 такі:

- Alarms and Faults – набір інструментів для набору аварійних сигналів та відмов.
- Загальна конфігурація. Існує великий попит на пристрої виробника «А», яке може налаштовувати пристрої виробника «В» в мережі
- Інтелектуальні шлюзи — «інтелектуальні» шлюзи, які можуть обмінюватися даними та розпізнавати пристрої на одній із сторін шлюзу та мати можливість передавати станом на іншу сторону NMEA 2000. Деякі компанії сьогодні розробляють шлюзи для підключення NMEA 0183 до NMEA 2000.
- З'єднання NMEA 2000 — можливість підключення до інших мережних протоколів.
- Galileo – співпраця з робочою групою GNSS Галілео.



5.5. NMEA OneNet

NMEA OneNet - це найновіший стандарт морської мережі передачі даних на основі, який доповнить існуючі бортові мережі NMEA 2000 забезпечуючи передачу даних з високою пропускну здатністю. OneNet зародилася в 2010 році, коли група бренд-менеджерів морської електроніки попросила NMEA встановити стандартизований протокол для передачі та отримання повідомлень NMEA через Ethernet. Окремі бренди вже об'єднували багатофункціональні дисплеї з радаром в мережу за допомогою Ethernet, але клієнти мали залишатися в межах продуктів конкретного виробника, щоб користуватися цим підключенням. Сучасні морські мережі передачі мають пропускну здатність менше 1 Мбіт/с. На основі Ethernet, OneNet забезпечує пропускну здатність у сотні або тисячі мегабіт за секунду. Ця додаткова смуга пропускання необхідна для передачі необроблених даних датчиків із сонарів/радарів, а також відеострумів, наприклад, з машинного відділення. Основні функції та цілі OneNet полягають у наступному: Передача даних NMEA 2000 за протоколом IPv6 у стандартному форматі програми з високою пропускну здатністю, такі як радари, відео та інші, недоступні через NMEA 2000; Підтримка Ethernet та TCP/IP на швидкості 1 гігабіт і вище; Імплементування суворих галузевих вимог до кібербезпеки; Сумісність зі шлюзом NMEA 2000; Обов'язкова сертифікація пристрою та програми виробником з подальшою перевіркою NMEA.

Стандарт OneNet визначає механізми з'єднання мереж OneNet, NMEA 2000 і NMEA 0183 разом з використанням шлюзових пристроїв для перетворення між різними протоколами. Як і у випадку з NMEA 2000, всі продукти OneNet вимагатимуть від виробника тестування їх за допомогою NMEA OneNet Certification Tool та надсилання результатів до NMEA для перевірки та сертифікації.

Основна мета OneNet — забезпечити значно вищий рівень мережевої безпеки, а також спростити процес пошуку та додавання нових пристроїв до мережі. Власник може захистити мережу OneNet, щоб доступ до неї мали лише інструменти, сертифіковані NMEA, або мережа може бути відкрита для ширшого кола пристроїв. У всіх випадках власник мережі матиме повне право вето щодо будь-якого пристрою або програмного забезпечення, що намагається отримати доступ до мережі та її взаємозалежних систем та приладів. Крім того, коли увімкнено безпечну роботу, кожен мережевий пристрій шифрує свої вихідні повідомлення, перш ніж ділитися ними з мережею OneNet. Після отримання інші мережні пристрої аутентифікують повідомлення перед розшифруванням та використанням даних.

OneNet підтримуватиме практично необмежену кількість пристроїв, у той час як мережі NMEA 2000 обмежені 52 фізичними пристроями. Пристрої OneNet в кінцевому підсумку можуть бути задіяні в аналітиці профілактичного обслуговування, що допоможе знизити загальні витрати судновласника

Протоколи, що використовуються в OneNet, також забезпечують значно покращені можливості автоматичного налаштування мережі та багатоадресної маршрутизації (дані можуть одночасно доставлятися на кілька мережевих



пристроїв або інструментів) порівняно з іншими протоколами обміну даними, а також можливість доступу до хмарних даних.

Ще однією важливою перевагою для кінцевих користувачів є те, що OneNet була розроблена з можливістю масштабування в міру розвитку нових технологій та програм на базі Ethernet. Наприклад, OneNet вже підтримує сучасну інтернет-архітектуру і була розроблена для розвитку в міру того, як волоконно-оптичні кабелі та роз'єми наступного покоління з'являтимуться як при нових зборках, так і при модернізації. Щоб встановити OneNet, потрібні комутатори Ethernet, які підтримують мережеві служби OneNet, та пристрої, сертифіковані OneNet.

Те, що часто ускладнює великі мережі NMEA 2000 — це реалізація живлення цих мереж. Пристрої з високою потужністю (споживання великого струму) повинні живитись незалежно, у той час як пристрої з малою потужністю можуть отримувати живлення безпосередньо від магістралі. У великих мережах це може призвести до досягнення межі потужності мережі, що вимагатиме додавання додаткових ізольованих джерел живлення до магістралі. Навпаки, пристрої OneNet можуть отримувати живлення безпосередньо від комутатора OneNet з використанням PoE (Power over Ethernet, Живлення через кабель, яким передаються дані), тому більшість виробників вибере цей метод. Такий підхід дозволить розподілити потужність пристрою до 25,5 Вт на пристрій, який можна просто збільшити, додавши додаткові комутатори або модулі PoE.

Приклад обмеження мережі OneNet разом із протоколами NMEA 0183 і NMEA 2000 представлений рисунку 5.

Основна мета комітету NMEA в даний час полягає у стандартизації архітектури формату повідомлень OneNet для передачі всіх поточних та майбутніх NMEA 2000 повідомлень, і ця мета в основному досягнута. Крім того, щоб гарантувати, що повідомлення NMEA 2000 можуть бути реалізовані в мережі NMEA OneNet, розроблені вимоги до шлюзу для забезпечення безпечного двонаправленого з'єднання.

Існують також дві інноваційні стандартизовані концепції, необхідні для надійного функціонування NMEA OneNet:

- Стандартна веб-сторінка пристрою містить базову інформацію про продукт.
- Простий протокол SSDP (Simple Service Discovery Protocol) дозволяє пристроям OneNet оголошувати про наявність інших SSDP-сумісних пристроїв у мережі.

Інтеграція бортових систем, виявлення та управління всередині систем, обмін інформацією та збір даних поточна тенденція розвитку електроніки на борту судна. Ці операції відбуваються в багатьох частинах судна від машинного відділення до містка, до адміністративного персоналу і навіть поза кораблем до офісу власника каналами супутникового зв'язку. У різній мірі ці програми існують на кораблях, прибережних судах, рибальських судах і прогулянкових судах, і з них вимагають стандартизованої передачі з різними можливостями.

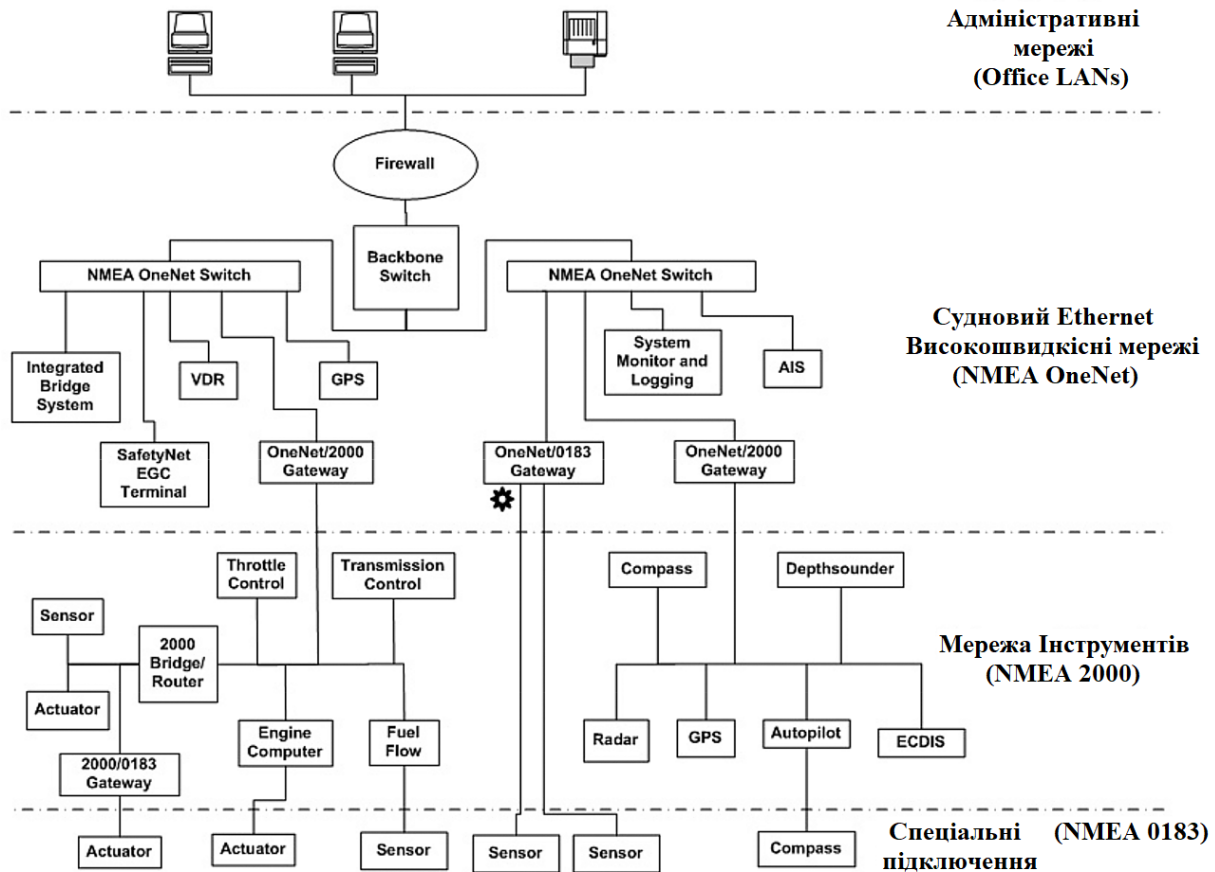


Рисунок 5 - Обмеження мережі OneNet разом із протоколами NMEA 0183 та NMEA 2000

Висновки

Таким чином без використання загального відкритого мережевого стандарту, що забезпечує інтеграцію даних, розробники обладнання повинні використовувати кілька ввідів даних, що пов'язано з додатковими витратами та проводкою, що додає вартість та вагу, або використовуються пристрої, які зливають дані в один канал. Окремі системи на судні, такі як головний двигун, машини та механізми або навігаційні системи, виконують відносно спеціалізовані функції, часто в режимі реального часу вимоги вимірюються в мілісекундах, і потрібно менше підключених вузлів. Ці системи, як правило, менші за розміром і більш автономні порівняно з іншими судами, складніші мережі та несуть менше обсягу даних. Рішення, що впливають на експлуатацію судна та пов'язані з безпекою корабля, екіпажу, пасажирів, вантажу та навколишнього середовища, як правило, навігаційний місток або інші центри управління як частина інтегрованих мостових систем, вимагають ефективно приймати рішення та для їх виконання потрібен доступ до інформації багатьох бортових систем. Ці системи можуть включати навігацію, виробництво електроенергії, двигуни і механізми, пожежну сигналізацію і управління і т. д. Унікальний морський характер, безпека, доступність, надмірність і вимоги до затримки цих з'єднань виключають використання готових мережевих рішень офісного типу і передбачає подальший розвиток спеціалізованих мережевих рішень.