

УДК 004.514: 654.165

DOI: 10.31653/2306-5761.29.219.116-125

INTERFACE STANDARDIZATION OF THE INTEGRATED RADIO COMMUNICATION SYSTEM

СТАНДАРТИЗАЦІЯ ІНТЕРФЕЙСА ІНТЕГРИРОВАНОЇ СИСТЕМИ РАДІОСВЯЗИ

V. Koshevyu, *Doctor of Science, professor*, **M. Kovalev**, *PhD, associate professor*,
O. Shyshkin, *PhD, associate professor*

В.М. Кошевой, *д.т.н., професор*, **Н.И. Ковалев**, *к.т.н., доцент*,
А.В. Шишкин, *к.т.н., доцент*

National University "Odessa Maritime Academy", Ukraine
Національний університет «Одеська Морська Академія», Україна

ABSTRACT

Maritime terrestrial communication employs Digital Selective Calling (DSC) to establish subsequent radiotelephone / telex messaging. DSC is a core subsystem of the Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS) but its practical operation has revealed shortcomings, which have led to the fact that DSC procedures are practically not used in address radio communications. DSC imperfections appear especially in the emergency situations and may adversely affect the safety of navigation. An unfriendly interface causes the navigators to ignore DSC procedures and provokes the voice call on distress and safety channel 16 that doesn't accelerate the information exchange, but only creates communication uncertainty.

The article proposes an approach to improve the user DSC interface based on the integration of DSC controllers and Automatic Identification System (AIS) transponder installations and standardization of the DSC interface that implies unified presentation of information and control operations for VHF/MF/HF communications regardless of the equipment from different manufacturers.

Taking into account the practical needs of navigators an experimental integrated VHF DSC-AIS system with the remote control in the NMEA-0183 standard and graphical user interface were developed. In the integrated DSC - AIS system there is no need to manually entering the maritime mobile service identity (MMSI) of the called vessel. To establish a connection with the vessel required, the officer must: 1) select the AIS mark of the vessel to be called on the information display to automatically entering the MMSI into the DSC controller; 2) receive a DSC acknowledgement from the called vessel by a blinking AIS mark, and 3) start an exchange of information without wasting time identifying who is who. The working channel (frequency) can be set by default (or can be selected manually, if necessary, using the standard user menu).

The standardized interface provides the unification of the transceivers' handling in the integrated radio communication system, regardless to the specifics of the radio communication equipment of different manufacturers and increases the efficiency of radio communication.

Keywords: graphical User Interface, Automatic Identification System, Digital Selective Calling, Very High Frequency, microcontroller, NMEA-0183

РЕФЕРАТ

Наземний морській радіозв'язок використовує цифровий вибіркового виклик (ЦВВ) для встановлення подальшого радіотелефонного/телексового обміну повідомленнями. ЦВВ є основною підсистемою глобальної морської системи для випадків лиха і забезпечення безпеки (ГМЗЛБ), проте її практична експлуатація виявила недоліки, які призвели до того, що процедури ЦВВ практично не використовуються в адресному радіозв'язку. Недоліки ЦВВ проявляються особливо в надзвичайних ситуаціях і можуть негативно вплинути на безпеку мореплавання. Недружній інтерфейс змушує судноводіїв ігнорувати процедури ЦВВ і провокує голосовий виклик на каналі 16 лиха і безпеки, який не прискорює обмін інформацією, а тільки створює невизначеність зв'язку.

У статті пропонується підхід до поліпшення користувальницького інтерфейсу ЦВВ, заснований на інтеграції контролерів ЦВВ і транспондерів автоматичної ідентифікаційної системи (АІС), а також стандартизації інтерфейсу ЦВВ, який передбачає уніфіковане подання інформації і операцій управління для зв'язку в УКХ / ПХ / КХ діапазонах незалежно від обладнання різних виробників.

Експериментальна інтегрована система УКХЦВВ - АІС з дистанційним управлінням в стандарті NMEA-0183 і графічним користувальницьким інтерфейсом була розроблена з урахуванням практичних потреб судноводіїв. В інтегрованій системі ЦВВ - АІС немає необхідності вручну вводити ідентифікатор морської рухомої служби (ІМРС) судна, що викликається. Щоб встановити з'єднання з потрібним судном, офіцер повинен: 1) вибрати позначку АІС судна, що викликається на інформаційному дисплеї для автоматичного введення ІМРС в контролер ЦВВ; 2) отримати підтвердження ЦВВ від судна, що викликається у вигляді миготливої АІС-відмітки і 3) почати обмін інформацією, не витрачаючи час на ідентифікацію, хто є хто. Робочий канал (частота) може бути встановлений за замовчуванням (або може бути обраний вручну, якщо необхідно, використовуючи стандартне меню користувача).

Стандартизований інтерфейс забезпечує уніфікацію управління прийомопередавачами в інтегрованій системі радіозв'язку незалежно від специфіки обладнання радіозв'язку різних виробників і підвищує ефективність радіозв'язку.

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими задачами

Концепция е-навигации [1], развиваемая Международной морской организацией, основывается на развитии бортовых и береговых систем радиосвязи и навигации с первостепенным учетом требований судоводителей к созданию удобного пользовательского интерфейса представления информации и управления средствами навигации и радиосвязи. В глобальной морской системе связи бедствия и безопасности (ГМССБ) в диапазонах ультракоротких

волн (УКВ) и промежуточных/коротких волн (ПВ/КВ) используется цифровой избирательный вызов (ЦИВ) для первоначального вызова судна (береговой станции) и установления рабочего канала. Тем не менее, на практике процедуры радиосвязи с использованием ЦИВ постоянно нарушаются как в случае бедствия, так и при связи с другими приоритетами. Установлено [2], что одной из главных причин нарушения эксплуатационных процедур радиосвязи является сложный, «недружественный» приборный интерфейс управления аппаратурой ЦИВ и разнообразие интерфейсов различных фирм-производителей радиооборудования. Интерфейс управления существующей аппаратуры ЦИВ радиосвязи ориентирован на ввод цифровой и символьной информации через кнопочную панель прибора. Такой способ требует неоправданно больших затрат времени и усилий оператора, сопряжен с ошибками и потому вызывает неприятие у пользователей. Подобный тип интерфейса отвлекает судоводителя от решения задач, связанных с безопасным управлением судна.

Анализ последних достижений и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и выделение нерешенных ранее частей общей проблемы

В работах [3 - 5] для устранения сложностей практической эксплуатации аппаратуры ЦИВ и повышения оперативности установления УКВ радиотелефонной связи судно-судно обоснована идея интеграции систем радиосвязи и автоматической идентификационной системы (АИС). Для формирования вызовов предложено реализовать графический интерфейс пользователя (ГИП) на дисплее электронной картографической навигационной информационной системе (ЭКНИС). Однако современная ЭКНИС перегружена навигационными функциями и широкое внедрение этого решения достаточно проблематично.

В качестве альтернативы для создания ГИП интегрированной системы УКВ ЦИВ – АИС предложено использовать специальный информационный дисплей/процессор (конинг дисплей) [6]. Полагается, что представление всей информации, полученной по каналам радиосвязи, и управление аппаратурой УКВ и ПВ/КВ диапазонов должно осуществляться вахтенным офицером непосредственно с конинг дисплея. При этом решается задача стандартизации интерфейса, поскольку визуализация всей информации и управление трансиверами систем радиосвязи может быть реализовано программным способом через информационный дисплей. Унификация, единообразие экранного интерфейса позволяет снять проблему адаптации судоводителя к аппаратуре радиосвязи с различными панелями управления. Тем не менее, остается проблема подключения трансиверов радиосвязи с ЦИВ к информационному дисплею, поскольку соответствующий интерфейс отсутствует в аппаратуре радиосвязи. В технико-эксплуатационных требованиях к аппаратуре радиосвязи требование по реализации обмена данными для дистанционного наблюдения и управления не заложены.

Целью статьи является развитие и обоснование концепции стандартизированного ГИП систем радиосвязи УКВ/ПВ/КВ диапазонов и разработка программно-аппаратного интерфейса обмена данными в стандарте NMEA-0183 для мониторинга/управления аппаратурой радиосвязи.

Изложение материала исследования с обоснованием полученных научных результатов

Стандартный режим (S-Mode) для приборов навигации

На современных морских судах представление навигационных данных и управление приборами осуществляется в компьютеризированной форме. Большое количество мировых производителей судовой навигационной аппаратуры порождает разнообразие интерфейсов взаимодействия судоводителя с навигационными приборами, в частности, с ЭКНИС и судовой РЛС. Приобретение навыков эксплуатации новой системы требует от моряка времени для обучения работе с иным интерфейсом.

Концепция стандартного режима в навигации (S-Mode) предполагает унификацию, единообразие представления информации и процессов управления оборудованием [7, 8]. Идея S-Mode гармонично вписывается в стратегическую концепцию е-навигации (e-navigation), активно продвигаемую ИМО в отношении развития морских систем навигации и радиосвязи. Стандартный режим характеризуется тремя отличительными чертами [7]:

- представление стандартного меню нажатием одной кнопки;
- стандартная структура меню на дисплее с реализацией всех существенных операций одинаковым образом вне зависимости от производителя оборудования;
- стандартный набор интерфейсных устройств (мышь, трекбол, джойстик, т.п.).

Реализация стандартного, одинакового для всех судов интерфейса ЭКНИС и РЛС не создает у вахтенного офицера каких-либо трудностей при переходе на другое судно. В то же время стандартный режим вовсе не исключает возможности настройки интерфейса под индивидуальные пользовательские запросы судоводителя. Имплементация стандартного режима в бортовом оборудовании судна является одной из ключевых задач развития е-навигации. ИМО поставлена задача разработки соответствующих руководств высокого уровня (т.е. без детализации технических деталей) для реализации стандартного режима в 2019 году [9].

Стандартный режим управления приборами радиосвязи

По аналогии с навигацией концепция стандартного управления приборами может быть применена и в радиосвязи. В наземной морской радиосвязи, особенно после внедрения ЦИВ, существует проблема оперативного установления адресной радиосвязи. С одной стороны, система ЦИВ была разработана и внедрена в ГМССБ для повышения эффективности связи, с другой стороны разнообразие панелей управления и представления информации на судовых радиостанциях различных производителей не позволяют реализовать все преимущества радиосвязи с использованием ЦИВ.

Необходим единый «дружественный» интерфейс управления аппаратурой радиосвязи.

Рекомендация Международного Союза Электросвязи [10] устанавливает протокол передач ЦИВ, однако не регламентируют вид пользовательского интерфейса аппаратуры. Поэтому производители оборудования имеют полную свободу в реализации формы представления информации и панели управления радиостанцией с ЦИВ. Это приводит к разнообразию приборной панели аппаратуры и требует надлежащей практической подготовки судоводителя для правильной и эффективной эксплуатации оборудования радиосвязи. При этом чисто радиотелефонная связь без использования ЦИВ, особенно в УКВ диапазоне, не претерпела каких-либо изменений для пользователя и не вызывает особых проблем в отличие от новой подсистемы связи цифрового вызова, появившейся с вступлением в силу ГМССБ.

Радиостанция на судне может рассматриваться как информационный датчик или transducer – преобразователь одного вида энергии в другой. В нашем случае энергия электромагнитного поля преобразуется в электрический сигнал и наоборот. В судовых навигационных системах аналогичными датчиками являются такие устройства как приемник GPS, гирокомпас, лаг, эхолот. Эти датчики интегрированы в ЭКНИС по локальной сети инструментального уровня [11], как показано на рис. 1а). Причем представление полученной через сенсоры информации осуществляется на дисплее ЭКНИС. Вахтенный офицер получает с дисплея информацию о текущей навигационной обстановке не в «сыром» представлении в виде набора абстрактных данных от датчиков, а в виде удобном для восприятия и принятия решений по управлению судном. Притом интегрирование данных от разных навигационных датчиков позволяет получить дополнительный эффект целостного представления навигационной обстановки. Взаимодействие человек – машина с ЭКНИС происходит на уровне более высоком, чем получение данных от отдельных навигационных приборов.

Для радиосвязи информационными датчиками являются УКВ и ПВ/КВ радиостанции со своими контроллерами ЦИВ. Вахтенный офицер работает непосредственно с этими приборами радиосвязи на уровне ниже инструментального уровня объединения приборов (рис 1 б)). Поэтому в процессе радиосвязи ему приходится оперировать с достаточно абстрактными данными (например, вызывные, рабочие частоты и номера каналов, цифровые опознаватели судна), не имея при этом наглядного представления о текущей навигационной обстановке. В интегрированной системе радиосвязи (ИСП) на рис. 1 б) за счет подключения автоматической идентификационной системы (АИС) судоводитель на информационном дисплее наблюдает АИС-цели с отображением параметров движения судна (курс, скорость), а также идентификацию судна, от которого получен вызов. Это позволяет оперативно разобраться в текущей навигационной обстановке, избегая ошибочного определения передающего судна.

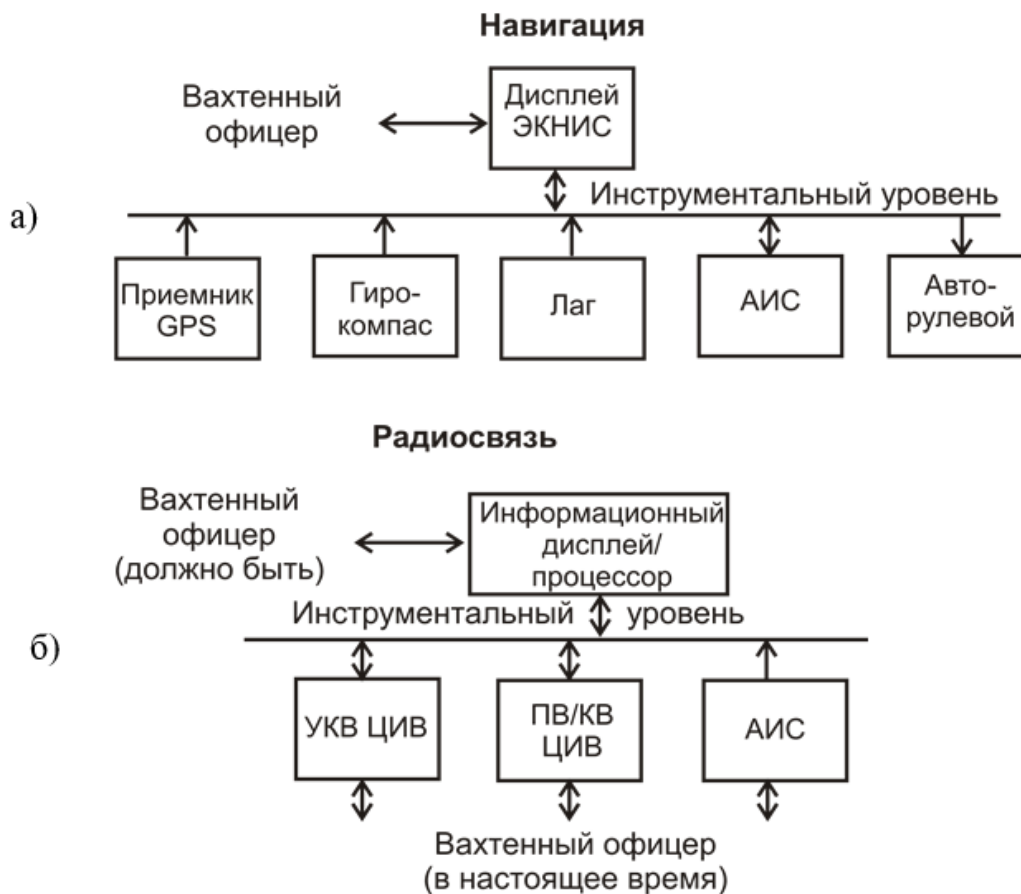


Рис. 1. Интегрирование аппаратуры навигации а) и радиосвязи б) на инструментальном уровне

При необходимости установления УКВ радиосвязи с каким-либо судном вахтенный офицер должен выполнить стандартные действия на информационном дисплее, одинаковые для всех типов радиооборудования различных производителей, а именно:

- выбрать кликом манипулятора нужное судно,
- просмотреть на дисплее формуляр параметров вызывной последовательности (при необходимости задать рабочий канал радиотелефонной связи, например, 77) и
- активировать передачу ЦИВ выбранному судну.

Таким образом, при переносе управления радиосвязью с приборного уровня взаимодействия на более высокий уровень управления через информационный дисплей с унифицированным ГИП решается проблема разнообразия аппаратуры радиосвязи различных производителей. В ИСР с подключением АИС затраты времени на формирование вызова сокращаются до минимума т.к. не требуется вводить вручную 9-тизначный идентификатор судна (MMSI).

Реализация интерфейса обмена данными в стандарте NMEA-0183

Основной проблемой при реализации ИСР является отсутствие возможности дистанционного управления контроллером ЦИВ с информационного дисплея. Следует отметить, что некоторые УКВ радиостанции яхтенного типа, например, IC-M506, GX2100, с встроенным

контроллером ЦИВ и транспондером АИС имеют возможность управления в стандарте NMEA-0183. Однако, такие радиостанции работают в режиме ЦИВ класса В с ограниченными функциями, как требуется для радиооборудования малоразмерных судов до 300 рег. тонн. Оборудование ЦИВ судов большего водоизмещения должно иметь аппаратуру класса А с полным набором функций цифрового вызова. Поэтому для реализации дистанционного управления аппаратурой ЦИВ класса А, которая должна быть установлена на морских судах по требованиям ГМССБ, необходима разработка специального контроллера, обеспечивающего обмен данными по стандарту NMEA-0183. В стандарте NMEA-0183 предусмотрены команды-предложения для управления контроллерами ЦИВ. Например, посредством предложения DSC обеспечивается двусторонняя передача данных формата ЦИВ в/из контроллера ЦИВ.

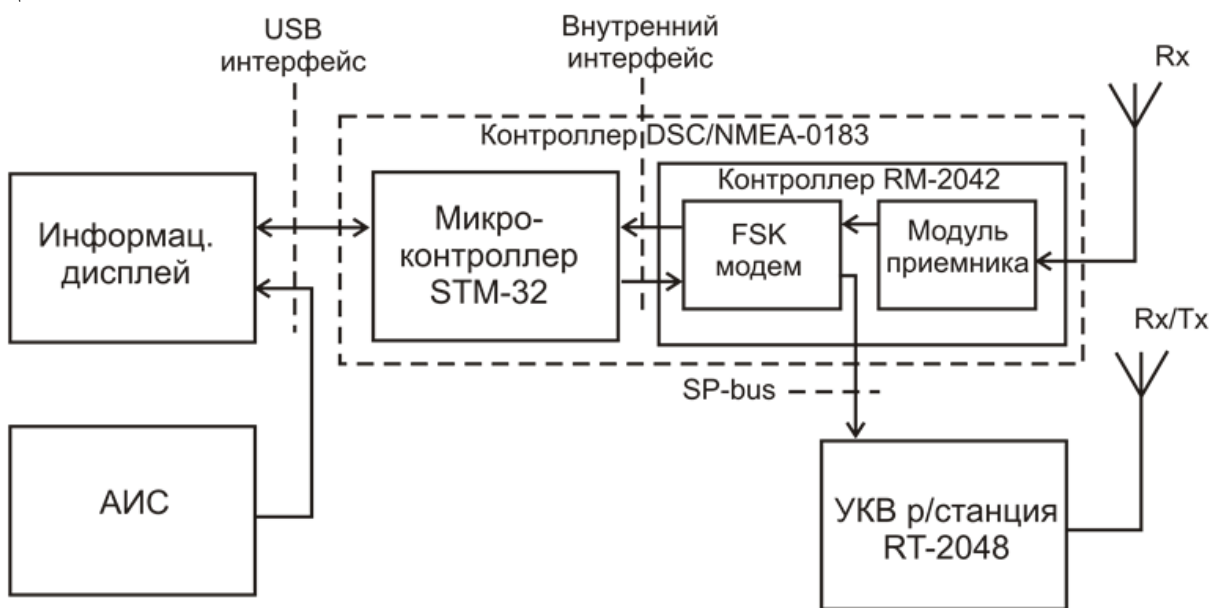


Рис. 2. Структурная схема аппаратно-программного комплекса

Новый стандарт на оборудование ЦИВ [12] специально предусматривает реализацию в аппаратуре подключения по протоколу NMEA-0183 для реализации дистанционного управления. Отсутствие в настоящее время промышленных радиостанций с ЦИВ класса А и возможностью дистанционного управления в стандарте NMEA-0183 обусловило необходимость разработки соответствующего контроллера для решения основной задачи разработки стандартного программно-аппаратного интерфейса для удаленного мониторинга/управления аппаратурой радиосвязи.

Аппаратно-программный комплекс интегрированной системы УКВ ЦИВ – АИС с дистанционным управлением в стандарте NMEA-0183 (рис. 2) построен на основе устройства АИС Transas М-3 и УКВ/ЦИВ радиостанции Sailor-2000. Данная радиостанция в составе радиотелефонного блока RT-2048 и контроллера ЦИВ RM-2042 обеспечивает визуализацию данных и управление непосредственно с передней панели прибора. Контроллер RM-2042 реализован на микросхемах средней интеграции и позволяет использовать имеющийся радиочастотный тракт и некоторые функциональные узлы. Микроконтроллер

(МК) STM-32 осуществляет преобразование команд формата NMEA-0183 в последовательность данных ЦИВ и обратно. Таким образом, новый контроллер DSC/NMEA-0183 посредством соответствующего внутреннего подключения МК STM-32 к модему FSK (Frequency Shift-Keying) получает функцию управления в стандарте NMEA-0183 по USB интерфейсу. При этом контроллер ЦИВ RM-2042 сохраняет возможность ручного управления с панели контроллера в штатном режиме.

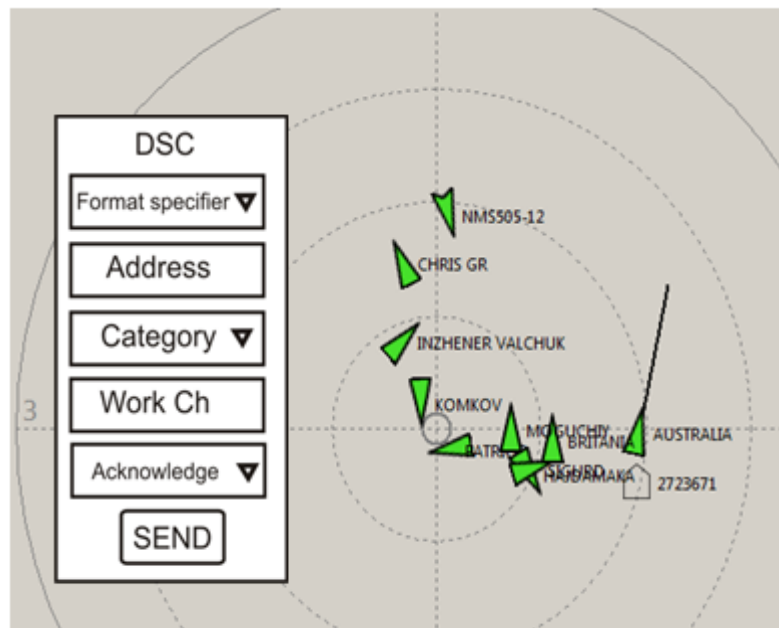


Рис. 3. Окно управления УКВ/ЦИВ на информационном дисплее

Управление разработанным контроллером осуществляется с информационного дисплея на базе персонального компьютера посредством стандартизованного графического интерфейса пользователя. На рис. 3 представлен пример реализации ГИП. Благодаря подключению к информационному дисплею АИС на экране отображаются АИС-цели судов в зоне действия УКВ связи. Для формирования вызова, если АИС-цель нужного судна присутствует на экране, судоводителю достаточно выбрать трекболом цель, чтобы идентификатор (MMSI) вызываемого судна отобразился в поле адреса. При необходимости параметры ЦИВ могут быть скорректированы. После нажатия кнопки SEND команда NMEA DSC с выбранными параметрами подается на контроллер DSC/NMEA-0183, преобразуется в двоичную последовательность и далее вызов излучается в эфир на канале 70 УКВ.

В случае приема вызова соответствующая АИС-цель будет сопровождаться миганием (при бедствии – выделяться красным цветом) и при выборе этой цели судоводитель получит полную информацию о вызове в окне ЦИВ.

Аналогичным образом реализуется управление ЦИВ в ПВ/КВ диапазонах с тем отличием, что АИС-отметки здесь отсутствуют и судоводителю необходимо вводить MMSI вызываемого судна вручную.

Выводы и перспектива дальнейшей работы по данному направлению

Наземная радиосвязь, особенно в УКВ диапазоне, играет существенную роль в обеспечении безопасности и эффективности судоходства. Для организации радиосвязи в телефонном (телексом) режиме используется система ЦИВ. Правильное использование ЦИВ обеспечивает надежную идентификацию судна и быстрое установление адресного радиоконтакта. Тем не менее, разнообразие приборных панелей трансиверов различных производителей приводит к затруднениям оперативного выполнения судоводителем процедур ЦИВ и, как следствие, - к игнорированию цифровым вызовом, заменяя его голосовым вызовом на каналах бедствия и безопасности.

Реализация стандартного графического интерфейса пользователя на базе информационного дисплея позволяет решить проблему разнообразия приборных интерфейсов подобно применению режима S-mode для ЭКНИС и РЛС. Унифицированный ГИП для частотных диапазонов УКВ, ПВ/КВ радиосвязи обеспечивает «дружественный» характер управления судоводителем трансиверами в интегрированной системе радиосвязи. Подключение к ИСР судовой АИС позволяет получить дополнительный эффект в виде отсутствия необходимости ручного ввода MMSI вызываемого судна, заменив его выбором с помощью трекбола требуемой АИС-цели на экране дисплея.

Разработанный экспериментальный аппаратно-программный комплекс интегрированной системы УКВ ЦИВ – АИС с дистанционным управлением в стандарте NMEA-0183 позволит оптимизировать графический интерфейс пользователя с учетом практических запросов судоводителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вагущенко Л.Л. Современные информационные технологии в судоходстве: Электронное учебное пособие/ Одесса ОНМА, 2013. – 135 с.
2. Simplification of DSC equipment and procedures. Submitted by Finland / Subcommittee on Radiocommunications and Search and Rescue 8/4/1, 27 November 2003.
3. Miyusov M.V., Koshevoy V.M., Shishkin A.V. “Increasing Maritime Safety: Integration of the Digital Selective Calling VHF Marine Radiocommunication System and ECDIS, TransNav – International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, 2011, Vol. 5, No. 2, pp. 159 – 161.
4. Koshevoy V.M., Shishkin A.V. Enhancement of VHF Radiotelephony in the Frame of Integrated VHF/DSC – ECDIS/AIS System / Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. Navigational Problems. Editor A.Weintrit. CRC Press/Balkema, 2013.
5. Кошевой В.М., Шишкин А.В. Модернизация ЭКНИС для взаимодействия с системой УКВ радиосвязи / В. М. Кошевой, А. В. Шишкин // Судоходство. - 2014. - Вып. 24. - С. 92-100.

6. Koshevy V., Shyshkin O. Standardization of Interface for VHF, MF/HF Communication Using DSC within Its Integration with INS in the Framework of e-Navigation Concept / Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. Navigational Problems. Editor A. Weintrit. CRC Press/Balkena, 2019.
7. Patraiko D. What is S-Mode and why does it matter? The Navigator. 2017, February. pp. 4 – 5.
8. Patraiko D., Wake P., Weintrit A. E-Navigation and the Human Element. TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. 2010. Vol. 4, No. 1. pp. 11 – 16.
9. Weintrit A. Guidelines on the Display of Navigation-Related Information Received by Communication Equipment at Sea. Archives of Transport System Telematics. 2018, vol. 11, No 3, pp. 57 – 62.
10. Recommendation ITU-R M.493-15 (01/2019). Digital selective-calling system for use in the maritime mobile service.
11. Rodseth O.J., Christensen M.J., Lee K. Design challenges and decisions for a new ship data network, ISIS 2011. 23 p. URL: <http://www.mits-forum.org/resources/lwe-paper-isis-v9.pdf>.
12. International standard IEC IEC 61097-3. 2017. Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS) – Part 3: Digital selective calling (DSC) equipment – Operational and performance requirements, methods of testing and required testing results.