

УДК 656.052.4

**THE ECDIS MODERNIZATION FOR INTERACTION WITH VHF
RADIO COMMUNICATION SYSTEM****МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭКНИС ДЛЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
С СИСТЕМОЙ УКВ РАДИОСВЯЗИ**

Koshevoy V.M., DSc, professor, Shishkin A.V., PhD, associate professor
Кошевой В.М., д.т.н., профессор, Шишкин А.В., к.т.н., доцент

Odessa National Maritime Academy, Ukraine
Одесская Национальная Морская Академия, Украина

ABSTRACT

The ECDIS supporting the bidirectional interface for VHF DSC installation is designed. Issues of standard family NMEA interface selection and graphical displaying of AIS marks on electronic chart are considered. The designed system allows to eliminate the manual operations for calls forming, provides smart situational analysis of navigational environment under VHF DSC radio communication employment.

Keywords: Electronic Chart Display and Information System, Digital Selective Call, Automatic Identification System, interface.

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

Электронная картографическая навигационная информационная система (ЭКНИС) является одним из главных навигационных инструментов в оснащении современного судна. Это стало возможным благодаря подключению разнообразных источников навигационной информации и созданию глобального банка электронных навигационных карт. Интеграция ЭКНИС с такими навигационными системами как автоматическая идентификационная система (АИС) и радиолокационная станция (РЛС) с функциями автоматической радиолокационной прокладки обеспечила синергетический эффект, когда результирующий эффект от объединения превосходит простое сложение возможностей отдельных систем. Интеграция систем и обрабатываемых данных является одним из ключевых направлений развития концепции е-навигации (e-navigation), развиваемой Международной морской организацией. Следующим шагом в интеграции является подключение к ЭКНИС ультракоротковолновой (УКВ) радиостанции с контроллером цифрового избирательного вызова (ЦИВ). Однако на сегодняшний день ЭКНИС не предусматривает подключения к ней УКВ ЦИВ.

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

Вопросам построения и эксплуатации ЭКНИС посвящены многочисленные статьи, учебники, монографии, например, [1, 2]. Стратегическая концепция e-navigation [3] предполагает упорядоченное развитие и внедрение в морской транспорт бурно развивающихся современных инфокоммуникационных технологий. Ясно, что взвешенный, обдуманный подход в выработке эксплуатационных требований к судовому оборудованию радиосвязи и навигации позволяет обеспечить стабильный рост безопасности мореплавания с учетом всех реальностей практической эксплуатации этого оборудования.

Обоснование полезности дополнительной интеграции УКВ ЦИВ – ЭКНИС/АИС для повышения эффективности УКВ радиосвязи и навигационной безопасности представлена, например, в статьях [4, 5]. Однако для реального внедрения предложенной разработки необходима модернизация ЭКНИС и выработка соответствующих требований к ней, которые обеспечили бы конвенционное использование такой интеграции.

Формулирование целей статьи (постановка задачи)

Целью данной статьи является разработка ЭКНИС с поддержкой двунаправленного интерфейса аппаратуры УКВ ЦИВ, проведение системного анализа возможностей новой ЭКНИС на навигационную безопасность в условиях активного использования УКВ радиосвязи и влияния «человеческого фактора». В статье также проведен сравнительный анализ имеющихся на сегодняшний день морских интерфейсов NMEA 0183/2000, а также даны предложения в части графического отображения символов АИС для вызывающих судов в системе ЦИВ.

Изложение материала исследования с обоснованием полученных научных результатов

Современная ЭКНИС, учитывая ее возможности наложения на электронную карту АИС-отметок и радиолокационного изображения, бесспорно, является важнейшим навигационным инструментом судоводителя. Восприятие одновременно на одном экране АИС-отметок и радиолокационной информации позволяет компенсировать собственные недостатки АИС и РЛС при их раздельном использовании. Так, не все суда могут иметь АИС (или она может быть отключена) и тогда соответствующая реальная цель не будет зафиксирована. В то же время РЛС присущи мертвые и теневые зоны, невозможность наблюдать цели за препятствием или на фоне мешающих отражений. АИС же свободна от этих недостатков и позволяет получить АИС отметки судов, которые не «видит» РЛС.

АИС является судовой навигационной системой, так как ее основное предназначение – это решение именно навигационных задач. Однако принцип ее действия основан на методах и технологиях радиосвязи. Эта система использует УКВ диапазон, выделенный для морской подвижной службы связи (156 МГц – 174 МГц); применяются методы обмена данными, модуляция и кодирование информации, которые являются типичными для систем

радиосвязи; в АИС предусмотрено использование режима ЦИВ на 70-канале для назначения рабочих каналов береговой станцией.

В УКВ радиосвязи цифровой избирательный вызов является одной из основных процедур, применяемых для радиосвязи со всеми приоритетами. Тем не менее, как показал многолетний практический опыт, аппаратура ЦИВ в ее сегодняшнем исполнении имеет существенные недостатки. Корректное применение ЦИВ вахтенным офицером-судоводителем сопряжено с выполнением большого числа ручных операций, требующих затрат времени и отвлекающих от решения основной задачи по навигационной безопасности. Причины нарушения процедур радиосвязи с ЦИВ и частое игнорирование его при установлении УКВ радиотелефонного обмена проанализированы в статьях [4, 5].

Интегрированная система УКВ ЦИВ – ЭКНИС/АИС [6-8] позволяет исключить ручную процедуру формирования вызова и заменить ее практически действием click-to-talk (кликни для разговора) АИС отметки судна на электронной карте. В существующих ЭКНИС взаимодействие с УКВ ЦИВ в таком виде не предусмотрено. Поэтому для осуществления двустороннего взаимодействия в ЭКНИС введены функции автоматического формирования вызова в формате ЦИВ и выделения АИС отметки вызываемого судна на электронной карте. Схема ЭКНИС с разработанными модулями (обведены пунктиром) представлена на рис. 1.

Принцип двустороннего взаимодействия ЭКНИС – ЦИВ поясняется следующим образом. Вахтенный офицер при необходимости УКВ радиосвязи с каким-либо судном должен первоначально сделать вызов на 70-м канале ЦИВ. Для этого он должен набрать на контроллере ЦИВ как минимум 9-тизначный ИМПС вызываемого судна и номер рабочего канала для последующей голосовой связи, нажать другие функциональные кнопки. В целом вся процедура формирования вызова в существующей системе практически включает в себя три операции, каждая из которых требует определенное время:

- 1) T_1 - время определения ИМПС вызываемого судна. Время T_1 обусловлено переключениями ЭКНИС в режим отображения ИМПС и возможным изменением масштаба электронной карты при большой плотности объектов на карте. Альтернативно ИМПС может быть определен на мини-дисплее АИС или по специальным справочникам.

- 2) T_2 - время переноса ИМПС с электронной карты для набора на контроллере ЦИВ. Время T_2 необходимо для записи вахтенным офицером ИМПС на бумагу для того, чтобы затем набрать его на контроллере ЦИВ.

- 3) T_3 - время ручного формирования вызова, включая ввод ИМПС, номера рабочего канала, других данных на контроллере ЦИВ. Время T_3 затрачивается собственно на ввод данных с панели управления контроллером ЦИВ. При этом всего требуется порядка 20-ти элементарных ручных нажатий тех или иных клавиш (или сенсорных элементов) на пульте управления контроллера ЦИВ.

Суммарное время, затрачиваемое на формирование ЦИВ при использовании существующей ЭКНИС, составляет:

$$T_{\text{ЦИВ}} = T_1 + T_2 + T_3 . \quad (1)$$

Таким образом, весь процесс формирования вызова даже при наиболее рациональных и безошибочных действиях занимает порядка нескольких минут. Следует принимать во внимание риск «человеческого фактора», связанного с ошибками, особенно в критических ситуациях.

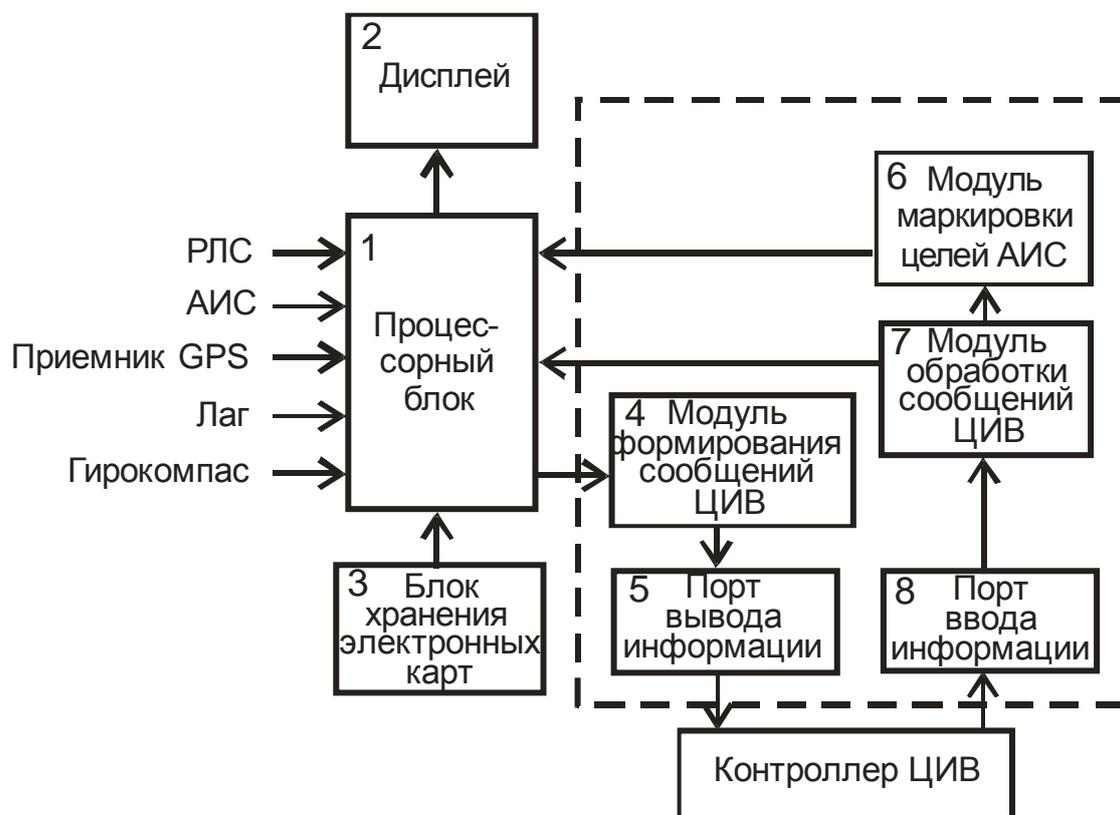


Рис. 1. ЭКНИС с модулями взаимодействия УКВ ЦИВ

Судно, принявшее вызов, подтверждает его также с помощью ЦИВ и готовится к радиотелефонному обмену на указанном рабочем канале. Для подтверждения вызова вахтенный офицер этого судна должен просмотреть содержание вызова на контроллере ЦИВ, оценить текущую навигационную ситуацию, используя ИМПС вызывающего судна и сформировать вызов подтверждения. Формирование вызова подтверждения также требует выполнения ручных операций на контроллере ЦИВ. Общее время, затрачиваемое на подтверждение складывается из временных затрат, аналогичных формуле (1).

Только после получения подтверждения вызывающее судно начинает радиотелефонный обмен на рабочем канале. Таким образом, общая задержка от момента принятия вахтенным офицером решения о необходимости УКВ радиотелефонной связи до ее фактического начала измеряется в лучшем случае несколькими минутами. При этом длительность передачи собственно вызова в стандартном формате ЦИВ занимает всего лишь десятые доли секунды, что несопоставимо с задержкой оператора.

Следует отметить, что последовательность действий вызов – отклик – общение является общей процедурой в любой системе голосовой связи. Однако в системах с автоматической процедурой вызова, например, в спутниковых каналах или мобильной телефонии пользователь совершенно не участвует в

процедуре установления связи, а сразу получает доступ для голосового общения. К сожалению, морская УКВ радиотелефония с ЦИВ оставляет всю рутинную процедуру коммутации каналов обмена человеку – вахтенному помощнику, который не является профессиональным радиоспециалистом.

В разработанной ЭКНИС оператор избавлен от всех рутинных операций формирования ЦИВ. Для подачи вызова он должен выбрать с помощью трекбола и кликнуть нужное судно. Рабочий канал может быть запрограммирован по умолчанию. ИМПС вызываемого судна уже известен в системе по данным АИС. Заметим, что поскольку АИС и УКВ ЦИВ работают в одном частотном диапазоне и на одинаковых мощностях, то они полностью совпадают по дальности действия. Формирование последовательности данных в формате ЦИВ осуществляется в модуле 4 (рис. 1) и далее сообщение передается в контроллер ЦИВ через порт вывода информации 5.

При получении судном ЦИВ его содержимое обрабатывается в модулях 6 и 7. В принятом сообщении ЦИВ содержится в качестве адреса ИМПС вызываемого судна. В результате программной обработки принятый по каналу ЦИВ ИМПС судна сопоставляется с АИС отметкой на экране ЭКНИС. Модуль 6 маркировки целей АИС обеспечивает мигание отметки судна. При вызове с приоритетом бедствия АИС отметка должна быть красного цвета. Отображение дополнительной информации о содержании принятого вызова и мигание АИС отметок выполняется в отдельном графическом слое путем наложения на имеющуюся электронную карту и никак не влияет на структуру векторных карт.

Выделение судна, от которого получен ЦИВ позволяет штурману немедленно сделать анализ навигационной ситуации, не выполняя каких-либо действий по просмотру содержания вызова и поиска этого судна на электронной карте.

Разработанные приложения к ЭКНИС не влияют на работу других функций системы. Также сохраняется выполнение всех функций управления контроллером ЦИВ в штатном режиме. При необходимости формирование вызова ЦИВ может быть выполнено вручную с его панели управления. Все процедуры радиосвязи с использованием ЦИВ также сохраняются в полном объеме.

Таким образом, реализация ЭКНИС с поддержкой взаимодействия с контроллером УКВ ЦИВ требует разработки дополнительного программного и аппаратного обеспечения. Разработка дополнительного программного обеспечения требуется в любом случае. Что же касается аппаратной части, то в случае, если контроллер ЦИВ уже имеет возможность управления, например, посредством интерфейса NMEA (National Maritime Electronic Association), то дополнительное аппаратное обеспечение упрощается до разработки портов ввода/вывода информации.

Интерфейс NMEA является интерфейсом приборного уровня, на котором осуществляются подключения к ЭКНИС различных приборов и датчиков морского электронавигационного и связного назначения. В настоящее время в качестве такого интерфейса, как правило, используется стандарт, известный под названием NMEA 0183 или его идентичная версия Международной

Электротехнической Комиссии IEC 61162-1. Однако по своим характеристикам и возможностям он уже не может в полной мере удовлетворять требованиям к информационному обмену в реальном времени на ходовом мостике судна.

Следующим поколением морских интерфейсов является NMEA 2000 (IEC 61162-3). Этот интерфейс уже широко применяется в основном на прогулочных и малоразмерных судах, объединяя не только навигационные приборы, но и датчики пропульсивной системы и судовой автоматики. Сравнительные характеристики интерфейсов из различных литературных источников, например, [9, 10] представлены в табл. 1.

Таблица 1. Сравнительные характеристики интерфейсов NMEA 0183/2000

NMEA 0183	NMEA 2000
Скорость 4,8 кбит/с (38,4 кбит/с в версии NMEA 0183HS)	Скорость 250 кбит/с (на длине общей магистрали 200 м)
Однонаправленный, один передатчик и несколько (до 10) приемников информации	Двунаправленный
Не предъявляет каких-либо требований к конструкции разъемов	Использует унифицированные, влагозащитные разъемы морского исполнения
Требует дополнительной активации на программном уровне	Реализует функцию plug-and-play (подключи и работай, дословно играй)
Реализует подключение типа точка – точка, что требует многочисленных проводных соединений между приборами особенно при необходимости дублирования	Использует общую магистраль для подключения к ней всех приборов сети, что минимизирует количество кабельных соединений

В интерфейсе NMEA 0183 передача данных осуществляется посредством информационных пакетов, называемых предложениями. В перечень официально одобренных [10] входят 4 предложения:

DSC - Digital Selective Calling Information,

DSE - Expanded Digital Selective Calling,

DSI - DSC Transponder Initialize,

DSR - DSC Transponder Response.

Анализ состава данных, входящих в эти предложения, позволяет сделать вывод о том, что они содержат всю необходимую информацию, необходимую для двустороннего информационного обмена между ЭКНИС и контроллером ЦИВ. К сожалению, стандарт NMEA 2000 является закрытым и сделать какие-либо выводы о разработке интерфейса со стороны ЭКДИС под этот стандарт не представляется возможным. В целом же из сравнительного анализа таблицы 1 следует отдать предпочтение NMEA 2000.

В поддержку актуальности проводимых исследований следует отметить, что ряд мировых производителей морского оборудования уже выпускают интегрированные УКВ/ЦИВ/АИС радиостанции [11], (например, IC-M506, GX2100), предназначенные в первую очередь для яхт и прогулочных судов. Такая радиостанция в одном блоке объединяет три устройства: УКВ радиотелефон, контроллер ЦИВ и АИС транспондер. На рис. 2 показана радиостанция типа GX2100 Standard Horizon. Кроме своих обычных функций радиотелефонии и ЦИВ на канале 70 станция благодаря встроенному АИС транспондеру позволяет сделать индивидуальный вызов в формате ЦИВ без традиционного ручного набора ИМПС вызываемого судна. Для этого в режиме индикации АИС судов следует выделить нужное судно в сопровождающем списке АИС целей и инициализировать вызов кнопкой "CALL". Данных о реализации функции выделения АИС целей при получении от них ЦИВ на канале 70 не приводится.



Рис. 2. Радиостанция GX2100

Однако такая радиостанция не имеет возможностей для вызова/индикации судов с использованием ЭКНИС. Расположение судов отображается на минимальном дисплее с ограниченными графическими возможностями, что сужает зону использования активного вызова судов по АИС целям. К тому же отсутствует функция отображения вызываемого судна на дисплее. Оперативность вызовов также не обеспечивается, так как работа с таким прибором связана с обязательными переключениями режимов дисплея, который используется для управления всеми тремя функционалами устройства: УКВ радиотелефония, ЦИВ и АИС.

Как уже говорилось, в разработанной системе вся графическая информация взаимодействия с контроллером ЦИВ отображается в отдельном слое. Отображение АИС отметок на экране ЭКНИС жестко регламентировано. На рис. 3 представлено графическое отображение АИС целей в соответствии с требованиями Циркуляра 217 ИМО. На дисплее ЭКНИС АИС суда отображаются треугольной отметкой зеленого цвета.

Для выделения на экране вызываемого судна его АИС отметки должна быть каким-то образом отличаться от остальных отметок. Предложено маркировать АИС судно посредством мигания треугольного контура символа отметки. При вызовах с приоритетом бедствия АИС отметка должна быть красного цвета. Вахтенный офицер судна, которое приняло вызов, должен просмотреть содержание вызова на экране и, если необходимо, сделать подтверждение непосредственно с места оператора ЭКНИС. После этого мигание отметки прекращается.

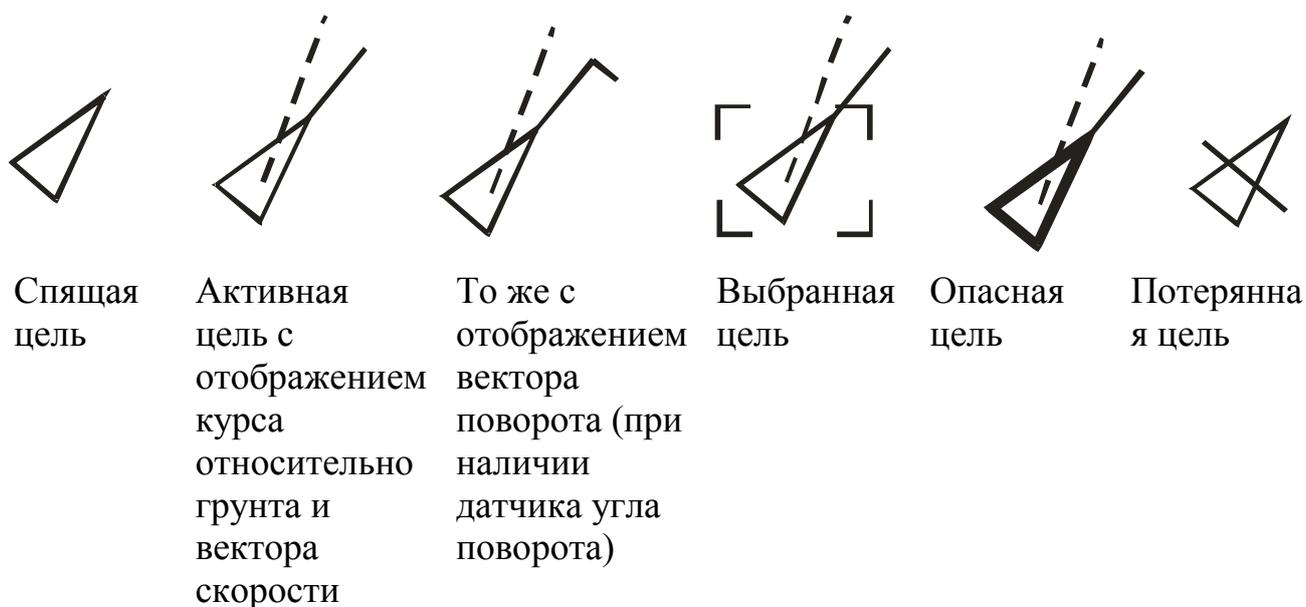


Рис. 3. Символы для отображения АИС целей (SN/Circ.217 11 July 2001)

Выводы и перспектива дальнейшей работы по данному направлению

Реализация концепции интегрированной системы УКВ ЦИВ – ЭКНИС/АИС на уровне международных конвенционных требований к судовой навигационной аппаратуре выдвигает задачу модернизации ЭКНИС в направлении учета двустороннего взаимодействия с аппаратурой ЦИВ.

Разработан экспериментальный образец интегрированной системы УКВ ЦИВ – ЭКНИС/АИС, в которой используется описанная выше модернизированная ЭКНИС с поддержкой двустороннего взаимодействия с контроллером УКВ ЦИВ.

Проведенные исследования разработанной ЭКНИС с дополненными программными модулями поддержки интерфейса контроллера ЦИВ полностью подтвердили возможность практической реализации обсуждаемой интеграции. Разработанная функция взаимодействия с ЦИВ не влияет другие функции ЭКНИС, т.к. вся информация, относящаяся к ЦИВ, располагается в отдельном графическом слое, который может быть при необходимости отключен.

Предложенная модернизация не сужает возможностей функционирования аппаратуры УКВ ЦИВ в обычном режиме. Все функции по управлению ЦИВ контроллером могут выполняться также в ручном режиме на соответствующем приборе. Эксплуатационные процедуры УКВ радиосвязи также сохраняются в полном объеме.

Разработанная ЭКНИС особенно эффективна при использовании ее в системах управления движением судов (СУДС) и морских спасательно-координационных центрах (МСКЦ). Оператор СУДС или МСКЦ имеет возможность управления радиосвязью непосредственно с одного места за дисплеем ЭКНИС и быстро сделать ситуационный анализ навигационной обстановки с учетом вызовов на канале 70 УКВ ЦИВ. При этом функционирование новой ЭКНИС на береговом центре обеспечивается в

полном объеме и без соответствующей модернизации на судах в зоне мониторинга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вагущенко Л.Л. Интегрированные системы ходового мостика. – Одесса: Латстар, 2003. - 169 с.
2. Weintrit A. The Electronic Chart Display and Information System (ECDIS): An Operational Handbook. - CRC Press/Balkema, 2009. - 895 p.
3. Patraiko D., Wake P., Weintrit A.: e-Navigation and the Human Element. TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 4, No. 1, pp. 11-16, 2010
4. Кошевой В.М., Шишкин А.В. Повышение эффективности УКВ радиосвязи в интегрированной судовой системе радиосвязи и навигации // Судовождение: Сб. научн. трудов / ОНМА, Вып. 21. – Одесса: «ИздатИнформ», 2012 – С. 129-137
5. M.V. Miyusov, V.M. Koshevoy & A.V. Shishkin “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, Volume 5 Number 2 June 2011, pp. 159 – 161.
6. Патент 78762 (Україна). Пристрій для цифрового вибіркового виклику з підвищеною оперативністю / Кошевий В.М., Шишкін О.В., Заїчко В.С. Опубл. в бюл. № 5, 2007 р.
7. Патент 90497 (Україна). Інтегрована система цифрового вибіркового виклику / Шишкін О.В., Кошевий В.М., Заїчко В.С. . Опубл. в бюл. №9, 2010 р.
8. Patent No. : DE 11 2007 003 617 T5 (Germany). Integriertes System eines digitalen Selektivrufs und einer elektronischen nautischen Seekartographie / Shishkin O., Koshevyy V., Zaichko V. Date of Patent : 03.12.2007.
9. Rodseth O.J., Christensen M.J., Lee K. Design challenges and decisions for a new ship data network, ISIS 2011. -23 p. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.mits-forum.org/resources/lwe-paper-isis-v9.pdf>
10. NMEA 0183. Standard for Interfacing Marine Electronic Devices. Version 4.00 November, 2008. – 236 p. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://http://www.plaisance-pratique.com/IMG/pdf/NMEA0183-2.pdf>
11. GX2000 and GX2100 Owner’s Manual – Standard Horizon – 2012. - 103 p. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.standardhorizon.com>