



Навигационно-информационная система ЭКНИС

Анна Клекот, Александр Иванов

В современных условиях человек всё чаще находит применение вычислительной технике в различных областях деятельности для создания комфортных условий и облегчения своего труда. Одной из таких сфер стала морская навигация. В статье описываются возможности пригодной для применения на большинстве современных судов электронно-картографической навигационно-информационной системы ЭКНИС и её аппаратная реализация на базе продукции корпорации iEi Technology.

Любому человеку, даже далёкому от моря, ясно, что морская навигация и судовождение является сложной и ответственной задачей: ведь на бескрайних голубых просторах нет ни указателей, ни постоянных ориентиров. Такая задача требует от экипажа судна высокой квалификации и большого опыта, а также неустанного и непрерывного наблюдения за меняющейся обстановкой. От успешности выполнения этой задачи зависит многое: безопасность судоходства, дорогостоящих грузов, охрана окружающей среды и главное – сохранность жизни людей.

Рубеж XX–XXI веков примечателен непрерывным и бурным развитием электроники, вычислительной техники и связи, повлёкшим революционные изменения во всех сферах человеческой жизни. Не стала исключением и область морского судоходства, использовавшая вместе с тем достижения навигации и радиолокации. Органичным применением компьютерных технологий здесь стало создание электронных «справочников» современного судна. Их принято разделять на три группы.

К первой группе относится ЭКНИС (Electronic Chart Display and Information System, ECDIS) – электронно-картографическая навигационно-информационная система. Предоставляя судоводителю на дисплее справочные данные и характеристики картографических объектов, такие как ориентиры, опасные изобаты (изолиния, соединяющая точки одинаковых глубин на карте [1]), запрет-

ные или ограниченные для плавания районы, данные об условиях плавания и опасности на маршруте следования судна, ЭКНИС в реальном времени сопоставляет их с текущим местоположением судна по данным от GPS и DGPS. Система также учитывает и предоставляет информацию с других систем и датчиков, расположенных на судне, данные магнитного и гирокомпаса, лага, эхолота, АИС/РЛС, видеокамер и имеет дополнительные, не характерные ранее для средств картографии функции.

ЭКНИС официально признаётся Международной морской организацией (International Maritime Organization, ИМО – специализированное учреждение ООН для организации сотрудничества и обмена информацией по техническим вопросам, касающимся международного морского судоходства) и юридически является эквивалентом современных бумажных навигационных карт в рамках требований конвенции SOLAS (SOLAS – Международная конвенция по охране человеческой жизни на море, впервые принятая 1 ноября 1974 года в Лондоне). При этом система должна быть дублированной и использовать официальные карты последнего издания, обновлённые официальной корректурой и изданные правительством, гидрографической службой или другим соответствующим государственным органом, а также отвечать стандартам Международной гидрографической организации (International Hydrographic Organization, ИНО – меж-

дународная организация, координирующая гидрографическую деятельность государств-членов) [2].

Если же ЭКНИС не имеет официальных карт (например, карты от коммерческого производителя, не имеющего на их изготовление поручения правительства), или система отображения не отвечает требованиям стандарта ИНО S-52 «Технические требования к содержанию карты и отображения аспектов ЭКНИС», или же компьютер системы выполнен не в морском исполнении и не имеет сертификата Национального Регистра, то система относится ко второй группе – ЭКС (Electronic Chart System, ECS) – электронные картографические системы. Не на всех судах имеется возможность установки системы, отвечающей требованиям для ЭКНИС. Для некоторых судов она имеет слишком большие габариты, для других – слишком сложна в эксплуатации или просто дорога. Возможности ЭКС часто сокращены по сравнению с ЭКНИС и адаптированы к задачам небольших судов, а также судов, осуществляющих плавание в ограниченном районе. Вместе с тем достоверность отображаемой электронной карты в таких системах соответствует общим требованиям и помогает судоводителю эффективно решать стоящие перед ним задачи. Однако если она не является официальной, то не может отвечать требованиям SOLAS и полностью заменить бумажные карты. Чаще всего такие электронные карты используются как вспомогательные.

К третьей группе картографических систем относятся РКДС (Raster Chart Display System, RCDS) – растровые картографические дисплейные системы. РКДС представляют собой растровые навигационные карты, получаемые путём сканирования обычных бумажных навигационных карт, в совокупности со средствами электронного позиционирования. Отсканированные файлы с матрицами пикселей различного цвета и плотности привязываются к соответствующему референц-эллипсоиду (приближение формы поверхности Земли – геоида – эллипсоидом вращения, используемое для нужд геодезии на некотором участке земной поверхности [3]) для возможности определения программным обеспечением координат объектов на изображении карты. Файлы дополняются метаданными.

На собрании рабочей группы NAV-54 в 2008 году Международная морская организация приняла решение об обязательном оборудовании системой ЭКНИС всех судов свыше 3000 регистровых тонн (мера объёма при измерении вместимости торговых судов, равная 2,83 м³ [4]), для пассажирских судов – свыше 500 регистровых тонн, с периодом перехода на неё до июля 2018 года. Продолжим рассмотрение ЭКНИС как наиболее функциональной системы.

Выполнение предварительной прокладки маршрута

Нетипичным ранее для средств картографии является возможность оценки ЭКНИС навигационной безопасности плавания. В отличие от традиционных методов прокладки предварительных маршрутов электронные методы имеют расширенные возможности и позволяют создавать маршрут разными способами:

- графически с использованием встроенного редактора. Это метод поэтапной прокладки по участкам карты от точки отхода до точки назначения с визуальным анализом глубин, опасностей, систем разделения движения и рекомендованных путей на карте;
- с использованием стандартизированной процедуры заполнения таблицы маршрута. Данные для таблицы могут заполняться из внешних рекомендованных источников при условии дальнейшего визуального отображения в графическом виде для контроля возможных ошибок;
- методом последовательного переноса поворотных точек с ранее созданного

маршрута на бумажной карте с помощью дигитайзера. Этот метод обычно применяется на судах, где уже имеется отработанный маршрут на бумажной карте;

- загрузкой полученного по каналам электронной связи файла маршрута;
- созданием маршрута с помощью программных средств работы с базами данных по системам разделения движения, рекомендованным маршрутам, запретным районам и т.д.

Для каждого участка маршрута определяется безопасный коридор, выход за пределы которого возможен только в случаях возникновения нештатных ситуаций, требующих принятия решения для такого манёвра.

После создания и сохранения маршрута желательна его проверка средствами ЭКНИС на возможные ошибки. Такая процедура проводится встроенным редактором проверки благодаря использованию в системе векторных карт. В отличие от растровых карт, представляющих собой лишь визуально воспринимаемый набор пикселей, векторные карты являются совокупностью прямых и изогнутых линий, имеющих координаты и математическое описание, а значит, поддающихся анализу.

Основная проверка проводится на предмет поиска опасностей в зафиксированном безопасном коридоре, поэтому наиболее важно определение ширины этого коридора на всех участках маршрута. Судоводитель после проверки удостоверяется, что найденные редактором возможные ошибки в действительности не представляют опасности.

Навигационные задачи

В процессе плавания в режиме мониторинга ЭКНИС может автоматически информировать о приближении к поворотным точкам загруженного реального маршрута и выдавать рекомендации по дальнейшему пути следования. Такие данные доступны без ввода какой-либо информации со стороны судоводителя. При этом для пользователя доступно управление составом отображаемой картографической информации с возможностью врезки и масштабирования карт для организации удобного персонального интерфейса. По запросу проводятся расчёты времени прихода в точку с заданными координатами по планируемой скорости движения судна или же, наоборот, рассчитывается скорость по заданному времени прихода в указанную точку маршрута.

Одним из основных требований к ЭКНИС является ведение исполнительной прокладки. При этом судоводитель должен контролировать работу ЭКНИС и систему позиционирования с помощью вторичного источника данных о положении корабля. Одной из наиболее частых причин несовпадения координат судна с реальными является неправильная настройка приёмоиндикатора GPS. Он бывает настроен на выдачу местоположения в системе, отличной от координат WGS 84 (всемирная система геодезических параметров Земли 1984 года, в число которых входит система геоцентрических координат [5]). В этом случае необходима либо перенастройка приёмоиндикатора на принятую в ЭКНИС систему координат, либо введение дифференциальной поправки к координатам с использованием правил перехода из одной системы координат к другой [6]. Для этого в ЭКНИС предусмотрен соответствующий редактор.

Корректурa электронных карт

Указанная необходимость внедрения ЭКНИС в практику судовождения требует автоматизации процессов корректуры электронных навигационных карт и наличия требований к ручной корректуре.

Корректурa электронных карт подразделяется на автоматическую, полуавтоматическую и ручную.

Автоматическая корректурa подразумевает внесение данных корректуры в ЭКНИС непосредственно дистрибьютором без какого-либо вмешательства оператора. Это может быть достигнуто через передачу по беспроводным каналам связи в автоматическом режиме. Руководствуясь процедурами подтверждения или приёма, ЭКНИС автоматически производит корректурa. Судоводитель при этом не участвует, а только отслеживает дату последней корректуры карт судовой коллекции и убеждается в её успешном применении.

Полуавтоматическая корректурa подразумевает вмешательство человека для установления связи между техническими средствами передачи информации по корректуре и ЭКНИС. Карты корректируются с помощью сервера дистрибьютора по каналам системы связи INMARSAT (международная система спутниковой связи) либо через Интернет. Также корректировка электронных карт возможна с помощью носителя

информации с обновлённой коллекцией, полученного через агента или у производителя карт. Откорректированные карты с носителя полностью заменяют имеющуюся коллекцию.

Ручная корректура основана на неформатированной информации, например, на голосовых сообщениях по радио. Она производится с помощью графического редактора электронной картографической системы и напоминает корректуру обычной навигационной карты. Созданные корректурные файлы нумеруются и хранятся в определённой последовательности. При наложении корректурной информации на основную карту на экране монитора формируется откорректированная карта. Ручная корректура возможна даже при регулярной поставке автоматической или полуавтоматической корректуры.

При выполнении ручной корректуры могут возникать ошибки за счёт несоответствия систем координат бумажной и электронной карты или их проекций, пересчёта чисел в градусах, минутах и секундах с десятными долями в числа в градусах и минутах с десятными и сотыми долями, как того требуют правила ввода в ЭКС, или при использовании отечественных извещений мореплавателям для корректуры электронных карт, изготовленных по бумажным аналогам иностранных карт.

Электронный судовой журнал

Ведение электронного судового журнала теперь не занимает время экипажа судна. На протяжении всего периода плавания в судовом журнале фиксируются время, координаты, курс, скорость судна, данные по электронной карте и её корректура. Все данные заносятся автоматически в соответствии с установленными судоводителем пара-

метрами ведения журнала. Впоследствии по этой информации на электронных картах можно восстановить траекторию движения судна, что бывает необходимо при анализе прошедшего рейса или при повторном заходе в порт. Помимо автоматических записей имеется возможность записи в электронный журнал необходимых событий. Предусмотрена обязательная возможность мгновенного фиксирования местоположения судна с указанием отметки на электронной карте на случай возникновения чрезвычайных происшествий.

Сигнализация

Важной отличительной чертой ЭКНИС является возможность своевременной сигнализации о наступлении определённых событий. Параметры сигнализации устанавливаются перед рейсом и корректируются в его процессе. Среди важных сигналов при движении по заданному маршруту можно выделить предупреждения об отклонении от маршрута, о приближении к очередной точке поворота, выходе за пределы безопасного коридора и приближении к конечной точке маршрута. Наиболее важными сигналами являются предупреждения о приближении к опасным глубинам и изобатам, надводным и подводным опасностям, запретным для плавания районам и т.д. При формировании сигнала используется информация о местоположении, скорости, курсе и размерах судна — длина, ширина, осадка [7].

Аппаратное обеспечение

Как любая сложная система, ЭКНИС строится из различных взаимодействующих аппаратных частей. Основные элементы ЭКНИС показаны на рис. 1, где АИС — автоматическая идентификационная система, РЛС — радиолокационная система.

Сегодня над производством высокотехнологичных систем и оборудования работают разные компании, и системы ЭКНИС представлены различными моделями и марками. Одним из мировых лидеров в области оборудования для промышленной автоматизации стала корпорация iEi Technology. Основным направлением её деятельности является производство комплектующих для промышленных компьютеров и мониторов, промышленных и панельных рабочих станций, встраиваемых и компактных компьютеров.

Имеет iEi и продукцию для применения на море. Здесь стоит отметить встраиваемый компьютер SBOX-100-QM87 (рис. 2).

Высокая производительность процессора Intel Core i5-4400E 2,7 ГГц четвёртого поколения сочетается с возможностью расширения оперативной памяти до 16 Гбайт DDR3, что позволяет удовлетворять запросам ЭКНИС по быстродействию и объёму памяти. Напомним, что преимуществом векторных карт является малый занимаемый объём по сравнению с растровыми картами, но их использование влечёт за собой существенную нагрузку на центральный процессор. SBOX-100-QM87 в безвентиляторном исполнении помогает в плавании избежать отказов вследствие неисправностей системы охлаждения. Отсутствие сопутствующего шума позволяет размещать компьютер в помещении с длительным присутствием персонала. Три независимых алюминиевых радиатора дают возможность эффективно рассеивать тепло и обеспечивают широкий рабочий температурный диапазон —15...+55°С. Два 2,5" SSD-накопителя с функцией чередования и зеркалирования (RAID 0/1) надёжно хранят судовую журнал и вмещают свежие обновления электронных карт. Широкий диапазон напряжений

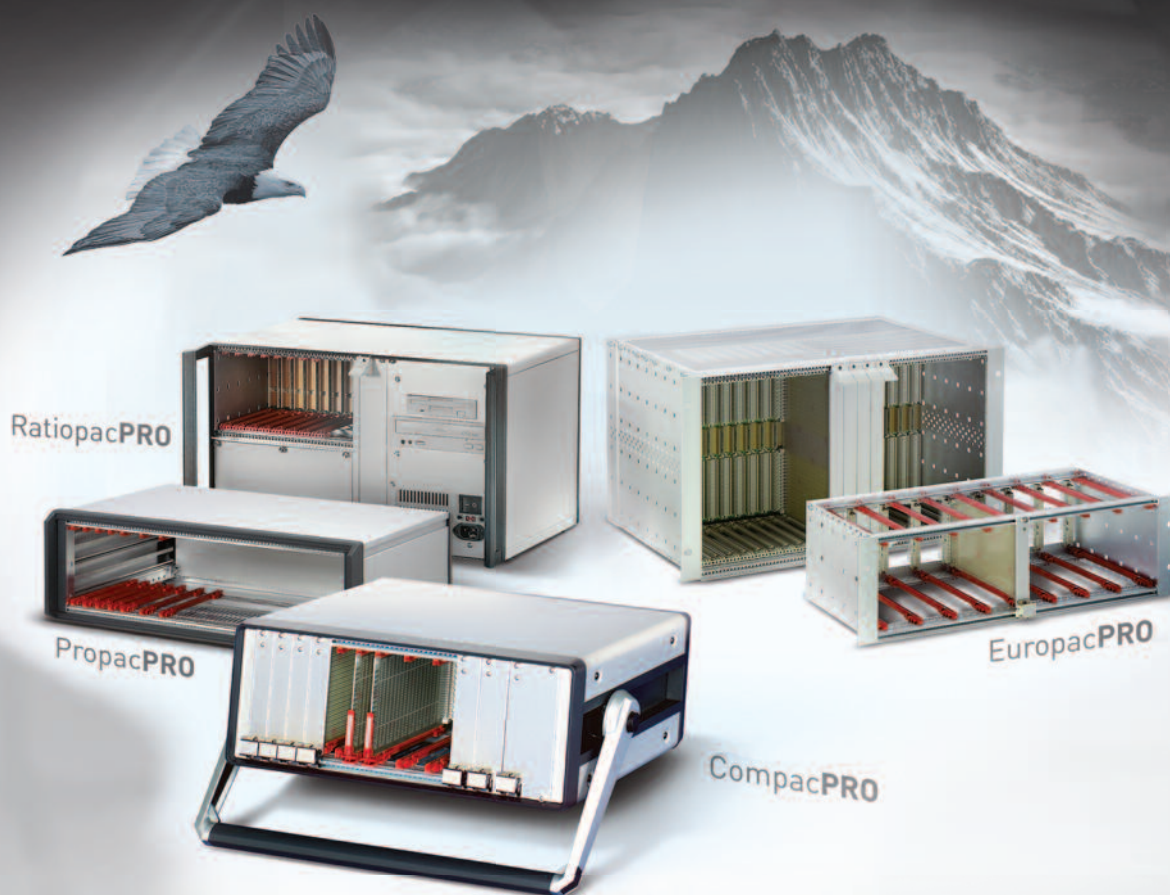


Рис. 1. Общая структура ЭКНИС



Рис. 2. Встраиваемый компьютер SBOX-100-QM87

Платформа EuropacPRO — евромеханика высокого полёта



PROгрессивные блочные каркасы и приборные корпуса

- Безграничное разнообразие конфигураций из унифицированных компонентов
- Современный промышленный дизайн
- Высокая прочность и надёжность
- Доработка под индивидуальные требования



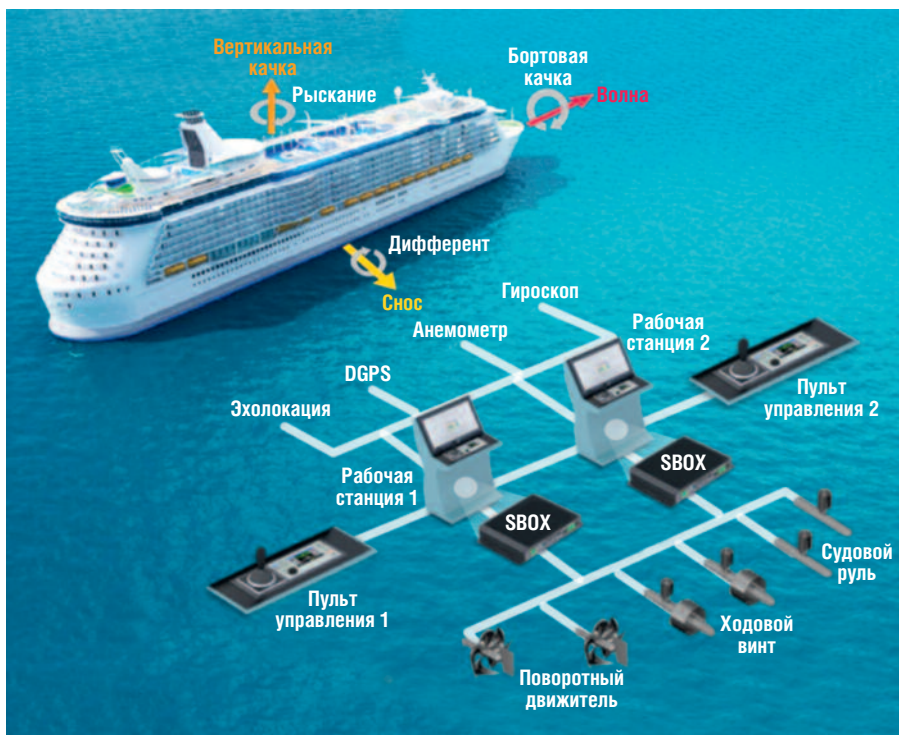


Рис. 3. Система динамического позиционирования DSP на встраиваемых компьютерах SBOX-100-QM87

электропитания +9...+36 В постоянно-го тока делает возможным работу как от бортовой сети, так и от резервных источников бесперебойного питания различного номинала.

Помимо системы электронного картографирования на современном судне часто используется система динамического позиционирования (DPS) с обратной связью, управляющая исполнительными системами корабля для противодействия окружающим воздействиям, таким как ветер, волны и океанские течения, что позволяет кораблю сохранять своё положение или придерживаться заданного курса. Такая стабилизация бывает необходима при выполнении подводных инженерных работ, спасательных работ, морской добыче ископаемых, прокладке кабелей по дну и поддержании глубоководных погружений. DPS состоит из измери-

тельных систем, систем управления, энергетических систем, силовых установок и других компонентов. Несложно представить объём анализируемых и обрабатываемых данных в такой системе с учётом того, что большинство частей дублируются на случай отказа основного оборудования. Плавная стабилизация положения судна достигается за счёт применения регуляторов с пропорциональной, интегральной и дифференциальной составляющими, реализация которых требует высокой вычислительной мощности. С такой задачей SBOX-100-QM87 справляется успешно (рис. 3).

Компьютеру в системе сбора данных для присоединения множества полевых датчиков должна быть присуща богатая оснащённость портами ввода-вывода, и здесь мы находим четыре последовательных порта RS-232/422/485 и два независимых канала CAN-bus 2.0В. На корабле электрические помехи, генерируемые различными электронными устройствами, часто проходят через последовательные линии к компьютеру



Рис. 4. Промышленный монитор для морского применения S24M

и вызывают серьёзные неисправности. Благодаря гальванической изоляции портов ввода-вывода SBOX-100-QM87 защищён от любых посторонних электрических сигналов других устройств. Также имеются два порта USB 2.0, два USB 3.0 для подключения периферийного оборудования и два порта LAN RJ-45 GbE для организации сетевого взаимодействия по Ethernet. Вывод графической информации доступен по трём имеющимся видеointерфейсам: HDMI, DVI и VGA [8]. Это делает доступным использование устаревших дисплеев, которыми уже могут быть укомплектованы суда, и организацию мультимониторного вывода, необходимого, например, на мостике.

Говоря о мониторах, нужно отметить модели дисплеев морского исполнения iEi. Это сенсорные панели S19M и S24M с диагональю 19 и 24" соответственно и степенью защиты IP66 (рис. 4). Как и SBOX-100-QM87, панели имеют диапазон рабочих температур $-15...+55^{\circ}\text{C}$. Сочетание широких углов обзора $178^{\circ}/178^{\circ}$ с понижением яркости 0–100% (рис. 5) в условиях различной освещённости делает их удобными для эксплуатации и не приводит к усталости экипажа при длительном наблюдении за информационной системой. Опционально исполнение может включать дополнительный заполняющий слой между верхним защитным слоем и непосредственно дисплеем. Это значительно снижает светотражение и на 400% увеличивает контрастность при засветке изображения в условиях высокой освещённости (рис. 6).

В случае резервированной работы вычислителей информационной системы изображение может селективно выводиться на один дисплей благодаря наличию двух портов VGA, двух портов DVI и одного BNC. Также возможно транслирование видеосигнала на другой дисплей через выходной порт VGA или BNC. Стабильная работа дисплея обеспечивается гальванически развязанным вводом электропитания, резервированным от автономного источни-

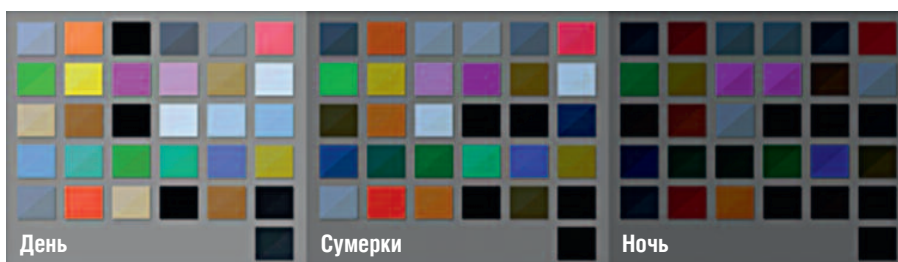
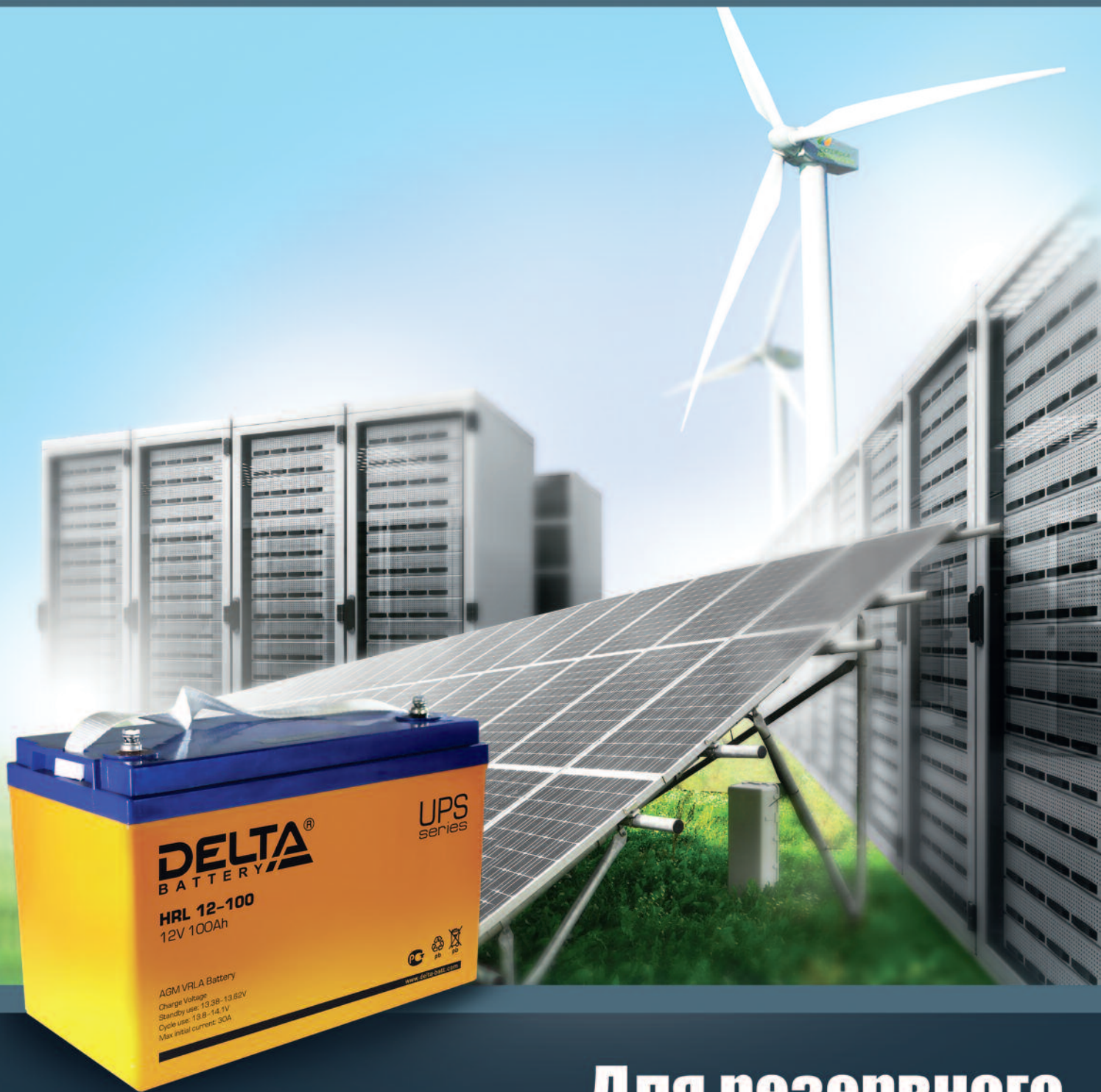


Рис. 5. Палитра ЭКНИС при различном освещении

DELTA
BATTERY

**Промышленные
аккумуляторы**



**Для резервного
питания, оборудования связи, ЦОД**

PROSOFT®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU

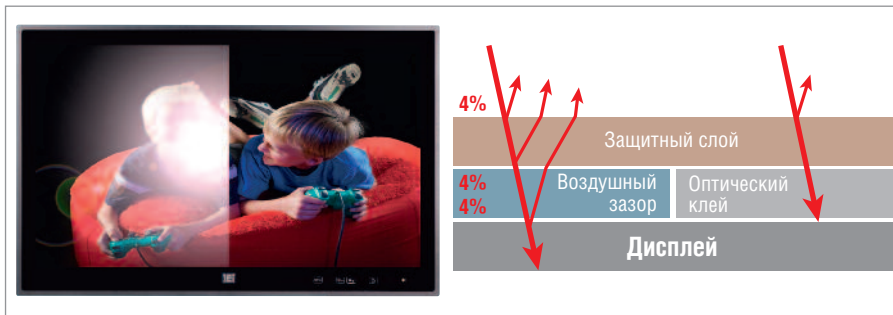


Рис. 6. Улучшение видимости изображения с использованием склеивающего слоя

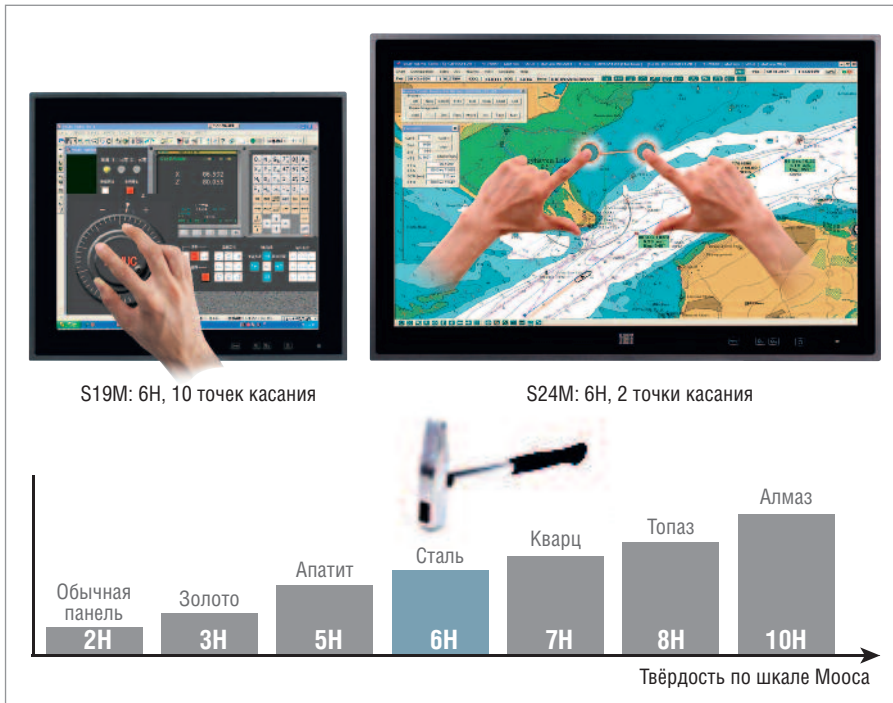


Рис. 7. Твёрдость поверхности проекционного ёмкостного сенсорного экрана монитора S24M

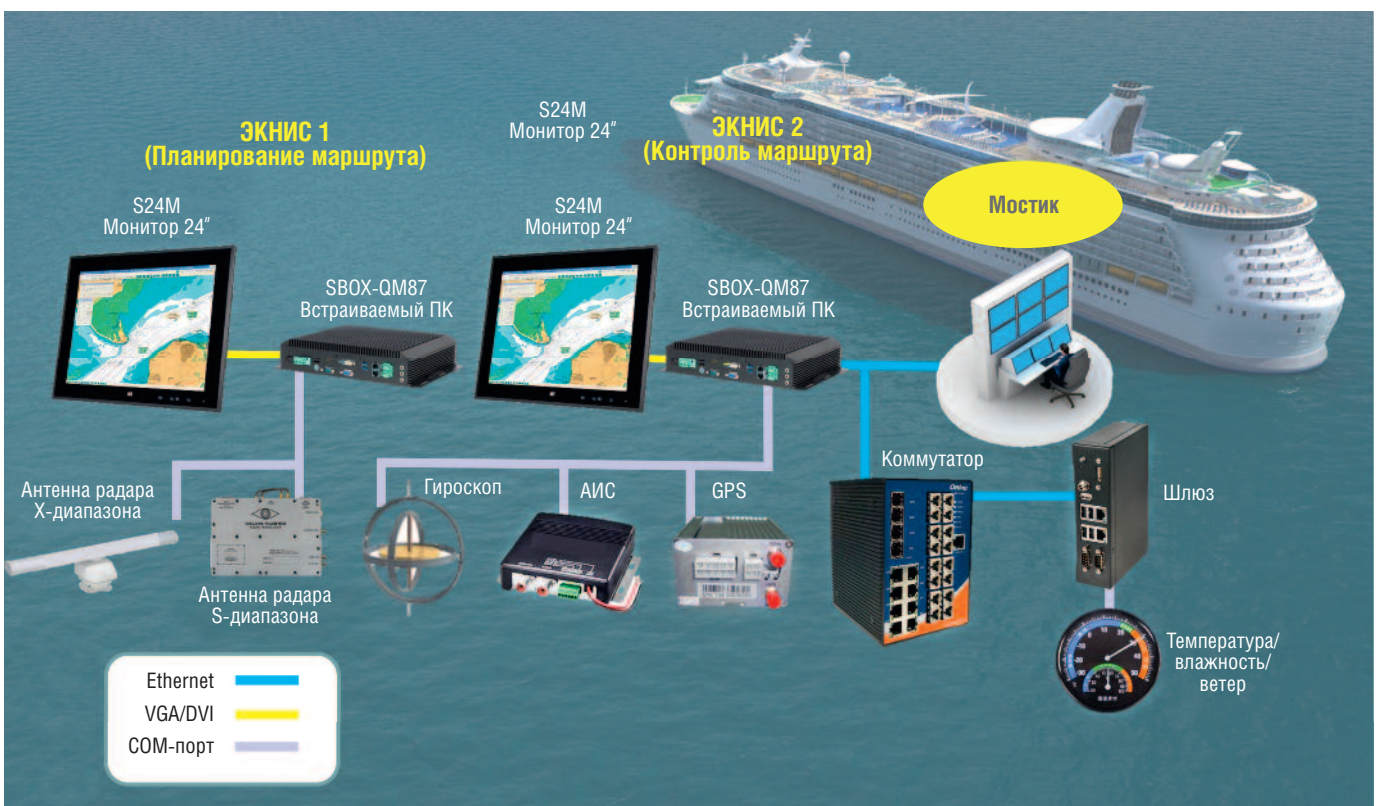


Рис. 8. Пример реализации ЭКНИС на базе продукции iEi

ка. Специфические условия эксплуатации диктуют высокие требования и к прочности исполнения дисплея [9]. Твёрдость поверхности его экрана составляет 6H по шкале Мооса, что говорит о повышенной стойкости к царапанию – рис. 7 (десятибалльная шкала, созданная для ориентировочной оценки относительной твёрдости материалов методом царапания. Разбиение шкалы по баллам основано на твёрдости эталонных минералов [10]).

У iEi имеются и совмещённые модели сенсорных дисплеев и встраиваемого компьютера SBOX-100-QM87 – модели S19A-QM87 и S24A-QM87.

Пример реализации системы ЭКНИС с применением оборудования iEi на современном судне представлен на рис. 8.

iRIS

Отличительной особенностью применения оборудования iEi является возможность комплектования его модульным решением iRIS (рис. 9). iRIS – это продукт iEi, совместимый с интеллектуальным интерфейсом управления платформой IPMI 2.0 (Intelligent Platform Management Interface). Интерфейс IPMI предназначен для внешнего удалённого управления компьютерными системами, а также для мониторинга и контроля их работы, причём управление осуществляется через функции, встроены непосредственно в аппа-

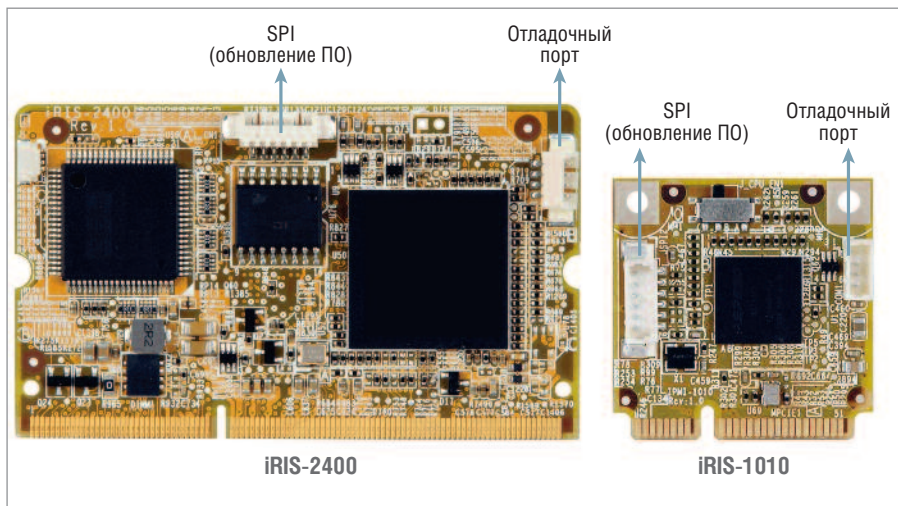


Рис. 9. Модули iRIS iEi

ратное и микропрограммное обеспечение вычислительных платформ. Мониторинг, восстановление функций управления, журналирование доступны независимо от процессора, BIOS и операционной системы и могут быть доступны, даже если система находится в выключенном состоянии [11]. Функции IPMI могут работать, когда система выключена, до загрузки или после сбоя ОС и не зависят от её типа, обеспечивая тем самым кросс-платформенность.

В отличие от традиционного способа устранения неполадок iRIS позволяет экономить время на их обнаружение и сократить трудовые и дорожные расходы, так как более 80% нарушений работы систем происходит из-за сбоев про-

граммного обеспечения, а не оборудования. Большинство возникающих проблем становится возможным решить через Интернет, выполнив удалённую перезагрузку, удалённое обновление ПО или операционной системы.

iRIS помогает пользователям управлять несколькими устройствами через единый интерфейс, что повышает эффективность работы. Решение iRIS требует только наличия модуля и подключение к сети Интернет (рис. 10) [12].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанные очевидные преимущества ЭКНИС на базе решений iEi делают её исключительно эффективным информационным средством навигации, со-

кращающим нагрузку на вахтенного помощника и позволяющим уделять максимум времени наблюдению за окружающей обстановкой и принятию оптимальных обоснованных решений по управлению судном. Бумажная морская навигационная карта, параллельная линейка, транспортир, штурманский циркуль уходят в прошлое, уступая место электронной навигации. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Изобата [Электронный ресурс] // Режим доступа : ru.wikipedia.org/wiki/Изобата.
2. Навигационная информационная система ECDIS на водном транспорте [Электронный ресурс] // Режим доступа : <http://sea-man-sea.ru/upravlenie-sudnom/551-elektronnaya-kartograficheskaya-navigacionnaya-informacionnaya-sistema-eccdis.html>.
3. Референц-эллипсоид [Электронный ресурс] // Режим доступа : ru.wikipedia.org/wiki/Референц-эллипсоид.
4. Регистровая тонна [Электронный ресурс] // Режим доступа : ru.wikipedia.org/wiki/Регистровая_тонна.
5. WGS 84 [Электронный ресурс] // Режим доступа : ru.wikipedia.org/wiki/WGS_84.
6. Найман В.С., Самойлов А.Е., Ильин Н.Р., Шейнис А.И. Всё о GPS-навигаторах. Устройство, применение, выбор. – НТ Пресс, 2005.
7. Электронная картографическая навигационная информационная система (ECDIS) [Электронный ресурс] // Режим доступа : <https://sea-man.org/korrektura-elektronnyh-kart.html>.
8. SBOX-100-QM87 Maritime Embedded System [Электронный ресурс] // Режим доступа : <https://www.ieiworld.com/ru/product/model.php?II=294>.
9. S24M 24" IP66 Marine Monitors [Электронный ресурс] // Режим доступа : <https://www.ieiworld.com/ru/product/model.php?II=244&event=3>.
10. Шкала Мооса [Электронный ресурс] // Режим доступа : ru.wikipedia.org/wiki/Шкала_Мооса.
11. Intelligent Platform Management Interface [Электронный ресурс] // Режим доступа : ru.wikipedia.org/wiki/Intelligent_Platform_Management_Interface.
12. IPMI Remote Management in IEI Solution [Электронный ресурс] // Режим доступа : https://www.ieiworld.com/ru/innovations/con_show.php?op=showone&cid=1.

**Авторы – сотрудники АО «НИИВК им. М.А. Карцева» и фирмы ПРОСОФТ
Телефон: (495) 234-0636
E-mail: info@prosoft.ru**



Рис. 10. iRIS IPMI 2.0