

11. Воронин А.М. Многокритериальный синтез динамических систем / А.Н. Воронин отв ред. Павлов В.В.: АН України, Ін-т кібернетики ім.В.М. Глушкова. – Киев: Наук.думка,1992. – 160с.
12. Мушик Э. Методы принятия технических решений /Э.Мушик, П.Мюллер: пер с нем. – М.:Мир. 1990 – 208с.

G.L. Baranov, V.L. Mironova, V.I. Tarasyk.

THE ROUTING TECHNOLOGY IN THE LIABILITY OF NAVIGATION AND TRAFFIC OF THE HIGH SPEED VEHICLE

A method of target orientation and determination of the vehicles route with the comprehensive evaluation of the operational local states areas of the transport complex is developed. The characteristics of algorithmic software that uses the database are updated to the environment and land transport network is given. The phase space area solving transport problems reflects the sampled graph-lattice.

Keywords: technology, navigation, control, shipping, path, multi-factor influences, the restrictions on movement, route.

Г.Л. Баранов, В.Л. Миронова, В.И. Тарасюк

ТЕХНОЛОГИЯ МАРШРУТИЗАЦИИ В ЗОНЕ ОТВЕТСТВЕННОСТИ СИСТЕМ НАВИГАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Разработана технология определения маршрута транспортных средств с учетом комплексной оценки оперативных локальных состояний участков акваторий внутреннего водного пути в пределах зоны ответственности существующих систем навигации и управления движением. Дана характеристика алгоритмического обеспечения и базы данных по состояниям окружающей среды. Фазовое пространство зоны решения задач отражают квадраты дискретизованной граф-решетки.

Ключевые слова: технология, навигация, управление, судоходство, траектория, многофакторность влияний, ограничения на движение, маршрут.

УДК 656.61.052.1

Тихонов И.В.

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ НАВИГАЦИИ “E-NAVIGATION” НА МИРОВОМ ФЛОТЕ В ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ СУДОХОДСТВА

В статье рассматриваются предпосылки и этапы создания системы комплексной электронной навигации e-Navigation в современном морском судоходстве, направленной на повышение безопасности мореплавания и предотвращения загрязнения окружающей среды, составные части этой системы и основные преимущества для мирового судоходства при ее внедрении.

Ключевые слова: безопасность, системы управления, навигация, электронная картография, радиосвязь, навигационный комплекс, подготовка персонала.

Судоходство является самым интернациональным среди всех мировых индустрий. В то же время оно является и наиболее опасным и связано со значительным риском для моряков, а также с большой вероятностью нанесения существенного ущерба окружающей среде и сторонам морского бизнеса.

По данным статистики аварийности в 2010 г. в мире погибло 172 судна общим тоннажем 810 тыс. тонн. На 119 судах был полностью утрачен груз общим тоннажем 780 тыс. тонн. Полную информацию о частичной утрате или порче груза на судах во всем мире собрать практически невозможно. Но это многомиллионные цифры в количественном и финансовом исчислении.

Однако эти статистические цифры не показывают полной картины ущерба. Потерю человеческой жизни и здоровью, ущерб окружающей среде очень трудно оценить. По этим причинам оправданы любые затраты, направленные на уменьшение риска таких инцидентов.

За последние 40 лет судовая индустрия была направлена на улучшение конструкции и надежности судов, их систем и механизмов для уменьшения аварийности и увеличения эффективности и продуктивности судоходства. Очевидно отмечается улучшение конструкций корпусов судов, их остойчивости, энергетических установок и навигационного оборудования. Современное оборудование технологически совершенно и очень надежно. Тем не менее, уровень морской аварийности по-прежнему высок. Почему же это происходит?

В последнее десятилетие отмечается значительное развитие технологий систем навигации и связи. Использование цифровых технологий дает практически неограниченные возможности для радиосвязи в современных условиях.

В морской индустрии ожидается увеличение размеров судов, насыщение их современным оборудованием и комплексами, повышение скоростей, предстоит активное портовое развитие, развитие новых правил, особый акцент делается на повышение общественной ответственности.

Производители и разработчики выпускают навигационное и радиооборудования для различных целей, ориентированное на различных пользователей морской индустрии.

Однако для того, чтобы полноценно использовать все это оборудование и обеспечить надежную связь, пользователям необходимо иметь и использовать одинаковые структуры использования морских навигационных данных. Для этого необходимы координированные и унифицированные системы.

Кроме того, надежность судовых механизмов и аппаратуры является только частью безопасности. Морские системы – это системы, в которых ключевым фактором является человек, и действия человека являются в доминирующей степени решающими в аварийной ситуации, а человеческая ошибка может иметь значительные последствия.

Статистические данные уже много лет свидетельствуют, что порядка 70-80% морских аварий, как минимум частично, связаны с человеческой ошибкой.

Несмотря на активное развитие технологических возможностей на сегодняшний день отсутствует необходимая полноценная взаимосвязь между технологиями, процедурами, людьми и их подготовкой.

Учитывая это обстоятельство, на 81-й сессии Комитета по безопасности на море (КБМ) Международной морской организации (ИМО) в мае 2006 года рядом стран было высказано беспокойство по поводу недостатка координации в сфере морской электронной навигации и необходимости соответствующего развития международных требований.

Комитетом было определено, что для решения этих вопросов главной задачей является выработка стратегического подхода к комплексному использованию как уже существующих, так и новых навигационных средств, в частности, электронных средств.

e-Навигация должна способствовать уменьшению числа ошибок и связанных с ними аварий и несчастных случаев посредством разработки стандартов для точной и экономически эффективной системы, что соответствует стратегии ИМО, направленной на повышение безопасности и эффективности судоходства, а также сохранение чистоты вод мирового океана.

Комитет дал поручення включити ці питання в робочі програми Підкомітета по безпеці мореплавання (NAV) і Підкомітета по радіосв'язі і пошуку і спасенню (COMSAR), працюючих в структурі КБМ, з метою розробки стратегії е-Навігації і о результатах доповісти 85-ю сесію КБМ в 2008 році.

В травні 2006 року в Шанхаї на конференції МАМС (Міжнародна Асоціація маячних служб, IALA) Генеральним секретарем ІМО було відзначено, що в даний час ІМО наблизилось до вирішального етапу розробки того, що позначається загальним терміном "e-Navigation". Велика частина базових компонентів уже готова, однак все ще в зачатковому стані залишається розробка глобального стратегічного підходу, який повинен забезпечити комплексне об'єднання навігаційних засобів нового покоління, які вже використовуються або будуть введені в експлуатацію в найближчий час, або, іншими словами, єдиною комплексною системою.

В липні 2006 року Підкомітет NAV-52 створив спеціальну Координаційну групу ІМО (Correspondence Group) для вирішення питань e-Navigation. В роботі цієї групи брало участь багато національних і міжнародних груп і організацій,

В липні 2007 року на Підкомітеті NAV-53 були визначені основні цілі концепції е-Навігації:

- підтримувати безпечне рухання судів, враховуючи гідрографічну, метеорологічну і навігаційну інформацію і ризики;
- підтримувати, по мірі можливості, контроль і управління руханням судів засобом берегових служб;
- підтримувати систему зв'язу, включаючи передачу інформації між судами, судном і берегом, між береговими службами і іншими користувачами;
- забезпечувати можливість підвищення ефективності перевезень і логістики;
- підтримувати високий рівень реакції на аварійні ситуації, а також роботи пошукових і рятувальних служб;
- продемонструвати певний рівень точності, цілісності і неперервності, що відповідає системам з особливими вимогами до безпеки;
- об'єднувати і виробляти інформацію бортових і берегових систем засобом інтерфейсу оператора, що дозволить максимально підвищити рівень безпеки судноплавства і мінімізувати ризик виникнення неточного трактування інформації користувачем;
- об'єднувати і виробляти інформацію бортових і берегових систем для управління робочим навантаженням користувачів, а також забезпечувати роботу користувача і процес прийняття рішень;
- вводити вимоги до навчання і освоєння, пред'являються користувачам, на всьому протязі процесу розробки і реалізації;
- підтримувати глобальне покриття, узгоджені стандарти і заходи, а також сумісність і здатність до взаємодії обладнання, систем, символіки/обозначень і експлуатаційних методик з тим, щоб уникнути можливості виникнення конфлікту між користувачами;
- забезпечувати можливість нарощування функцій і бути доступною для всіх потенційних морських користувачів.

Підкомітет NAV-53 відзначив, що стратегія e-Navigation повинна бути не технічно орієнтованою, а розроблятися, в цілому, в відповідності з вимогами користувачів, з урахуванням їх потреб, включаючи розробку стандартних режимів для морських користувачів.

Підкомітет поручив Координаційній групі встановити всіх потенційних користувачів e-Navigation і визначити вимоги користувачів до e-Navigation.

В липні 2007 року Підкомітетом NAV-53 був прийнятий проект Стратегії по розробці і впровадженню e-Navigation.

В грудні 2008 року КБМ-85 представив бачення і визначення e-Navigation:

«e-Navigation – гармонизированный сбор, интеграцию, обмен, представление и анализ морской информации на борту судов и на берегу с помощью электронных средств для обеспечения безопасного прохода судов от причала до причала и всех необходимых услуг для обеспечения безопасности судоходства, морской охраны и защиты морской окружающей среды.».

e-Navigation состоит из сегментов навигационной безопасности на борту судов, на берегу и радиосвязи.

Конструкция этой системы ожидается следующей:

- бортовой сегмент включает навигационные системы, получающие сигналы от интегрированных внешних судовых сенсоров, поддерживающие информацию, стандартное использование интерфейсов, всесторонние системы управления охранными зонами и сигналами тревог. Ключевые элементы такой системы будут включать активное вовлечение моряка в процессе навигации для выполнения его обязанностей наиболее эффективным способом, в то же время предотвращая отвлечение и перегрузки;
- береговой сегмент включает управление движением судов и соответствующие услуги, улучшенные путем повышения качества их предоставления, координации и передачи всесторонних данных в форматах, которые могли бы наиболее легко поняты и обработаны береговыми операторами для поддержания безопасности и эффективности работы судов;
- сегмент связи включает непосредственно цифровую радиосвязь, создания инфраструктуры, обеспечивающей непрерывную передачи информации на борту судна, между судами, между судами и берегом, а также между береговыми властями и другими сторонами для различных целей в интересах судоходства.

Ключевой фактор успеха e-Navigation будет в возможности интеграции технологии, удобстве использования и человеческом факторе в навигации.

Очень важно, чтобы основным принципом для гармонизации морских информационных систем было проектирование аппаратуры таким образом, чтобы способствовать уменьшения возможности аварии происходящей от "ошибки отдельного человека/ошибки отдельного прибора", особенно на борту. Это потребует создание систем, позволяющих уменьшить основные ошибки в восприятии, общении и принятии решений, которые могут произойти на борту судна или на берегу.

Еще один ключевой элемент системы – стандартизация. Развитие стандартизированного, построенного на базе отдельных модулей мостика должно быть адаптировано к функциям каждого индивидуального судна. Это ключ к облегчению ознакомления с аппаратурой моряками, которые переходят с одного судна на другое.

В отношении персонала стратегия e-Navigation направлена на тренинг, компетентность, языковые упражнения, рабочую загрузку и мотивацию.

В июне 2009 года КБМ-86 одобрил предложения по скоординированному подходу к имплементации стратегии e-Navigation, описывая совместную работу на его трех подкомитетах: NAV, COMSAR, STW (Подкомитет по подготовке моряков и несению вахты). Специально созданная Рабочая группа координировала работу этих трех подкомитетов.

За следующие три года был достигнут значительный прогресс в создании такого подхода, покрывающего безопасность судоходства и радиосвязь, включая разные ее составляющие, поиск и спасение, человеческий фактор и соответствующие аспекты подготовки.

Создание архитектуры Плана имплементации глобальной стратегии e-Navigation было завершено в 2011 году. Анализ существующих неувязок и рисков затрат-выгод будет подготовлен в 2012 году, что должно привести к завершению Плана имплементации стратегии в 2014 году.

После этого ИМО предпримет все меры для того, чтобы стратегия была реализована в соответствии с этим планом. Это приведет к тому, что все страны, имеющие флот и поставляющие моряков должны будут уже в ближайшие годы переходить на новые методы и принципы работы – внедрение современного высокотехнологичного оборудования, а также уверенное пользование им.

В состав судовых и береговых средств и систем обеспечения безопасности мореплавания, входят: электронные картографические навигационно-информационные системы (ЭКНИС - ECDIS), автоматические идентификационные системы (АИС - AIS), спутниковые навигационные системы ГЛОНАСС/GPS/Galileo, интегрированные навигационные системы (ИНС - INS), интегрированные системы управления навигационным мостиком (ИСУМ - IBS), радиолокационные станции (РЛС - RADAR), средства автоматической радиолокационной прокладки (САПП - ARPA), средства Глобальной морской системы связи при бедствии и для обеспечения безопасности (ГМССБ - GMDSS), регистраторов данных рейса (РДР - VDR), система дальней идентификации и слежения за судами (СДИ - LRIT), судовые системы аварийного оповещения на мостике (САОМ - BNWAS), системы управления движением судов (СУДС - VTS), широкий спектр тренажеров для подготовки морских специалистов, и т.д.

Все средства и системы соответствуют Стратегии e-Navigation и фактически являются ее компонентами.

На рис. 1 приведена схема интегрированной системы управления навигационным мостиком морского судна.

Следует понимать, что существующие в настоящее время и применяемые на морском флоте технологии обмена навигационной и другой информацией, касающейся безопасности мореплавания, не смогут обеспечить своевременный, качественный и эффективный обмен информацией в рамках e-Navigation.

Проблемы касаются ограниченностью пропускной способности каналов передачи данных, стоимости трафика, зависимости от беспроводной технологии и пр.

Эти вопросы обсуждались при разработке Стратегии. При этом было отмечено, что при внедрении новых технологических решений система ГМССБ в целом сможет обеспечить решение задач связи, в том числе и при поиске и спасании в контексте Стратегии e-Navigation.

Для реализации Стратегии e-Navigation будут внедряться новые технологические решения, связанные с обменом информацией.

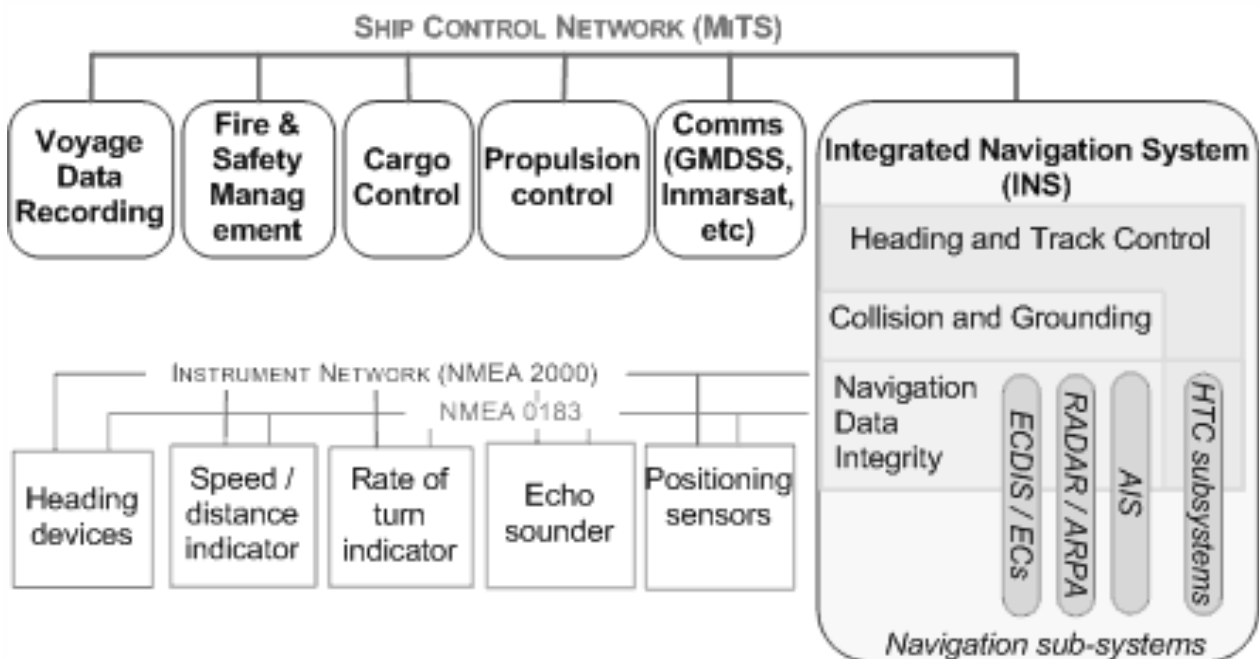


Рис. 1. Схема интегрированной системы управления навигационным мостиком морского судна

В частности для обмена информацией в e-Navigation может быть применима новая технология беспроводного доступа Wi-Max, которая позволит обеспечить качественную цифро-

вують зв'язь в напрямленні "судно-берег", "берег-судно", "судно А - берег - судно В" при нахожденні судів в зоні діяння берегових станцій. На рисунку 2 приведена схема інформаційного обміну в рамках e-Navigation.

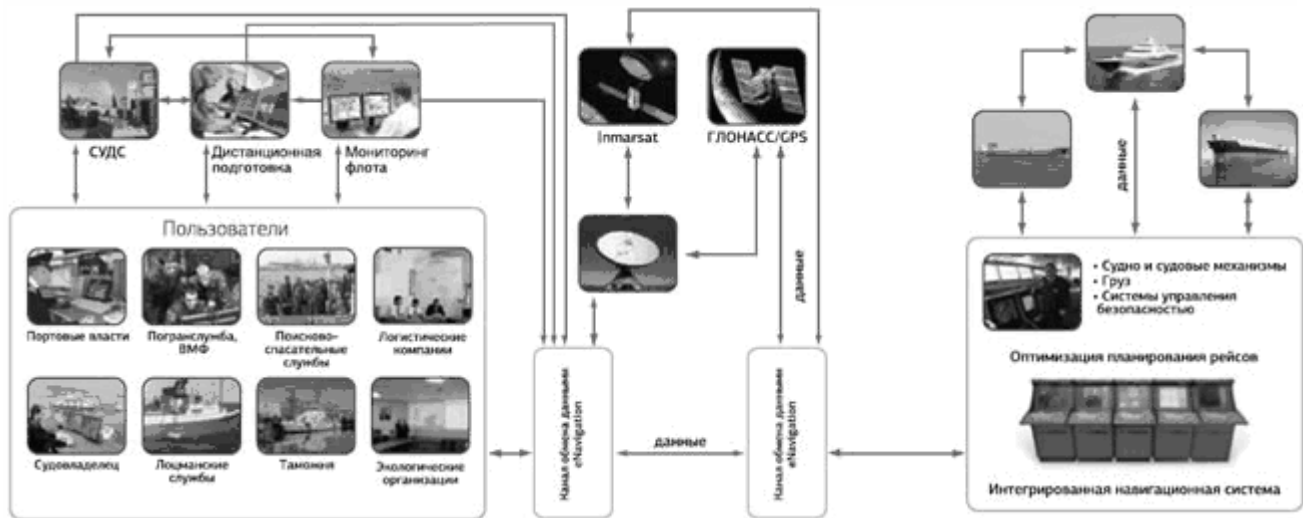


Рис. 2. Схема інформаційного обміну в рамках e-Navigation.

Применение технологии Wi-Max открывает широкие возможности для передачи на суда различной информации, относящейся к навигации (СУДС, АИС, метеорологической и т.д.), а также позволяет осуществить доступ экипажа судна к сети Интернет, IP-телефонии, телефонной сети общего пользования и т.д.

Береговые службы при этом также смогут получать необходимую навигационную информацию с судна практически в реальном масштабе.

Одной из новых и интересных разработок, выполняемых в рамках концепции e-Навигации в отношении учета требований пользователей, является проект Морского института под названием Режим-S (S-Mode). В соответствии с этим проектом все навигационные индикаторы, независимо от производителя, должны быть снабжены отдельной четко различимой кнопкой, при нажатии которой все индикаторы переводятся в стандартный формат, поддерживающий стандартную систему управления с меню, стандартный интерфейс (например, клавиатура/джойстик и т.д.) и базовые функции.

Например, при использовании дисплея в любом режиме может возникнуть необходимость в быстром принятии решений (маневр для предупреждения столкновения или опасной ситуации), понятным всем участникам ситуации. Одним нажатием клавиши текущий дисплей может быть преобразован в индикатор 12-мильной зоны радара, отображающей цели/объекты, векторы относительного положения и, рекомендовано, изобаты, обозначающие опасные зоны (на основе данных векторной карты). Индикация зоны обзора будет стандартизирована и, таким образом, станет понятной для всех моряков и лоцманов. Управление зоной обзора осуществляется через стандартную систему управления с меню, поддерживающую ограниченные, но отвечающие стандартным требованиям функциональные возможности.

При этом можно выделить следующие преимущества S-Mode:

- обучение работе с S-Mode может быть стандартизировано для всех стран мира;
- любой судоводитель или лоцман может без затруднений перейти к S-Mode и использовать схему и функциональные возможности системы независимо от производителя;
- капитаны или компании могут использовать только S-Mode до тех пор, пока не удостоверятся, что судоводители уже обладают достаточным опытом и подготовкой и могут перейти к использованию дополнительных функций, которые предоставляются дополнительными функциями отдельных производителей;

- S-Mode может быть использован в тех случаях, когда вахтенной команде, состоящей из нескольких человек, необходимо иметь доступ к дисплею, чтобы принять решение.

Для унификации и стандартизации судового оборудования ИМО разработало эксплуатационный стандарт на интегрированный навигационный дисплей, предусматривающий интеграцию информации от РЛС, АИС и ЭКНИС.

По инициативе ИМО Международная электротехническая комиссия (МЭК) разработала стандарт на береговое оборудование АИС (ранее МЭК разрабатывала стандарты только на судовое оборудование).

Обсуждаются предложения об обязательном оснащении всех морских судов электронными картографическими системами, без которых возможности эффективного применения современных средств навигации существенно ограничены, а создание интегрированной системы электронной навигации невозможно в принципе.

Однако, на сегодняшний день существуют определенные разногласия, связанные с обязательным внедрением на судах ЭКНИС. В основном эти разногласия связаны с экономическими причинами, так как установка оборудования ЭКНИС, в полной мере соответствующего конвенционным требованиям, приведет к существенным затратам.

Еще одна проблема - на сегодня не существует единой глобальной полноценной коллекции морских электронных навигационных карт и пособий, доступных всем пользователям и не решены проблемы, связанные с их распространением и своевременным обеспечением корректуры.

Тем не менее, Подкомитет НАВ-54 подчеркнул, что реализация Стратегии e-Navigation невозможна без широкомасштабного внедрения электронных навигационных карт, создания их мировой коллекции, и рекомендовал Международной гидрографической организации (МГО) и Правительствам - членам ИМО приложить дополнительные усилия для увеличения районов покрытия ЭНК и повышения их качества.

Поправками 2009 г. к Правилу 19 Главы V Конвенции СОЛАС обязательное оснащение конвенционных судов аппаратурой ЭКНИС предполагается произвести в период с 2012 по 2017 годы (в зависимости от типов судов и их валовой вместимости).

Итак, что же мировая морская индустрия может ожидать от внедрения e-Navigation?

Основное назначение e-Navigation – обеспечение безопасного в плане навигации и охраны, а также эффективного рейса судна от причала до причала, без загрязнения окружающей среды, используя глобальные расширенные системы навигации и связи с человеческим фактором в фокусе.

С учетом этого назначения, в связи со стратегией e-Navigation, разработанной ИМО, мореплавателям и другим участвующим сторонам следует ожидать следующих изменений:

- Ознакомление с оборудованием будет интуитивным, по символам, требования к интерфейсу, конфигурации и расположению рабочей станции будут стандартными.
- Моряк будет иметь доступ ко всей доступной навигационной информации, кроме того, по умолчанию, настройка опций стандартного интерфейса доступна в одно касанием (S-mode).
- Надежность навигационного оборудования будет постоянно проверяться посредством встроенных интегрированных тестов. Ряд процессов будут автоматизированы и автономны для уменьшения рабочей нагрузки и административных функций на оператора.
- Электронные навигационные карты и публикации для мореплавателей будут автоматически обновляться.
- Возможности обнаружение целей и интеграция с доступной информацией на навигационном графическом дисплее будут расширены (например, интеграция обмена информацией, включая информацию о собственном судне в реальном времени, карты, АИС, охранные зоны, показания РЛС, информацию по окружающей среде, требования к швартовке и т.д.).
- Нагрузка на оператора по докладам и передаче информации (reports and information) будет уменьшена путем автоматического ввода судовых данных, стандартизации форматов, одного ввода информации для доклада, более эффективном распределении информации для доклада и гармонизации национальных требований о докладах и процедурах.

- При использовании e-Navigation предполагается улучшение уровня услуг по навигационному обслуживанию, предоставляемых ПРДС мореплавателям.
- ПРДС будет в состоянии обеспечить расширенные услуги по организации движения, путем автоматической рассылки планов по потокам движения судов, координации и обмена надежными данными в расширенном формате для судов и заинтересованных береговых служб.
- Береговые власти будут обеспечены навигационными данными, скорректированными в реальном времени, виртуальными навигационными средствами, обновленной информацией о погоде и движении судов с использованием символов и автоматической передачей информации.
- Улучшение общей картины в районе плавания в реальном времени расширит возможность принятия решений и наблюдения для национальных властей, портовых властей, ПРДС, САР, и судовладельцев.
- Береговые власти будут способны дистанционно инспектировать навигационное оборудование и качество бортовой навигации путем определения производителя и модели навигационного оборудования и тестирования его работоспособности.
- e-Navigation позволит расширить возможности связи при поисково-спасательных операциях путем автоматической связи, приоритетом связи в аварийных случаях, сбора информации и координации данных.

В зависимости от возможностей морской индустрии и администраций некоторые изменения могут быть осуществлены в относительно короткие сроки, другие - в более долгосрочной перспективе. При этом следует понимать, что проект e-Navigation не может быть полностью реализован с участием только ограниченного количества стран, организаций, учреждений или частных структур. Необходима широкая скоординированная работа в мировом масштабе.

Роль ИМО в реализации этого проекта будет очень весомой. ИМО имеет уникальное положение, обладает значительной политической силой и авторитетом, необходимыми для благополучной реализации программы e-Navigation на берегу.

В итоге основными положительными следствиями реализации e-Navigation являются:

- унификация и стандартизация всего навигационного судового и берегового оборудования;
- повышение степени информационной и системной интеграции судовых и береговых навигационно-информационных систем, а также эффективность анализа информации за счет оперативного получения и применения единой универсальной методики ее обработки;
- разработка единых правил и руководств по управлению движением судов;
- возможность подготовки судовых и береговых специалистов по единым требованиям и правилам;
- снижение степени влияния человеческого фактора на принятие решение за счет повышения уровня автоматизации процессов получения и обработки информации, значимой для обеспечения безопасности мореплавания.

Все это будет способствовать более безопасному судоходству, уменьшению вероятности человеческой ошибки, снижению нагрузки на операторов, комплексному использованию современных судовых и береговых средств и систем.

Предполагается, что в результате внедрения e-Navigation, за счет унификации, стандартизации, системной и информационной интеграции навигационного оборудования сократятся общие расходы по применению такого оборудования. Вероятно, это не приведет, по крайней мере, в ближайшем будущем, к значительному сокращению численности экипажей. Тем не менее, в более далекой перспективе, когда уровень автоматизации и надежности судовых механизмов возрастет настолько, что присутствие человека будет излишним, возможно, определенные судовые должности исчезнут, как это произошло в последнее десятилетие с судовыми радиооператорами, функции которых сегодня уверенно выполняются судоводителями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доронин В.В. Радионавигационные приборы и системы. Учебное пособие. – К: КГАВТ, 2006.– 472 с.
2. International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974. – London. International Maritime Organization. – 2008. 428 с.
3. SOLAS amendments 2008 and 2009. – London. International Maritime Organization. – 2010. 78 с.
4. John Eric Hagen. Why e-Navigation. – Seaways. The International Journal of the Nautical Institute.– March 2012. – p.p. 14-16.
5. <http://docs.imo.org/Category.aspx?cid=3>
6. http://www.e-nav.no/?page=73&parent_text=84
7. <http://www.internavigation.ru/news.phtml?n=103>.
8. <http://www.itsnorge.no/maritim/IMOЕ-Navigationstrategy.html>

У статті розглядаються передумови та етапи створення системи комплексної електронної навігації e-Navigation в сучасному морському суднопластві, яка направлена на підвищення безпеки мореплавства та запобігання забруднення навколишнього середовища, а також складові частини цієї системи та основні переваги для світового суднопластва у разі її впровадження.

The article considered prerequisites and stages of creating a comprehensive electronic navigation system e-Navigation in the modern maritime industry aimed at improving maritime safety and pollution prevention, the segments of this system and the main advantages for the world shipping on its implementation.

УДК 629.035

Осовский Д.И., Шаратов А.С.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУЙНО-МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ВИНТОВОЙ
НАСАДКИ ПО ВИХРЕВОЙ ТЕОРИИ

Предложен способ повышения гидродинамических характеристик винтовой направляющей насадки. Рассмотрена вихревая модель струйно-механизированной насадки. Выбран единый критерий оценки влияния струйной механизации. Произведена оценка изменения гидродинамических характеристик за счет струйной механизации. Приведены результаты численного моделирования струйно-механизированной винтовой насадки по вихревой теории.

Ключевые слова: вихрь, насадка, гидродинамические характеристики, струя, критерий, модель.

1. **Постановка задачи.** Винт с насадкой – обычный винт, установленный в коротком сопле, – изобретен немецким инженером Л.Кортом, который обобщил результаты исследований гребных винтов в трубе и существенно усовершенствовал конструкцию: он превратил трубу в короткое сопло, а форму выполнил соответственно аэродинамическому профилю. Конструктивно насадка может быть подвижно соединена с корпусом судна или выполнена с ним как одно целое.