

е-НАВИГАЦИИ – ДЕСЯТЬ ЛЕТ

В статье приводятся краткие сведения по истории возникновения концепции е-Навигации, её определение, современный взгляд на её основные положения и первые результаты их внедрения.

Ключевые слова: е-Навигация, навигационная безопасность плавания, системы управления движением судов, облако моря, координатно-временное обеспечение, S-режим, портфолио морских сервисов.

1. Введение

Годом официального предъявления морской общественности идеи е-Навигации следует считать 2005-й. В декабре этого года в адрес готовящейся 81-й сессии Комитета по безопасности мореплавания (КБМ, MSC^{*}) Международной морской организации (MMO, IMO) представители Японии, Маршалловых Островов, Нидерландов, Норвегии, Сингапура, Великобритании и США направили доклад о необходимости разработки стратегии е-Навигации (далее – е-Н), призванной обеспечить капитанов судов и береговые службы надёжными средствами навигации и связи, по возможности исключающими ошибки мореплавания, и прежде всего те из них, которые приводят к человеческим жертвам, загрязнению окружающей среды и чрезмерным коммерческим потерям. При этом предполагалось, что без е-Н разработка морских навигационных систем будет затруднена в силу отсутствия единых стандартов взаимодействия береговых и бортовых систем, а также несовместимости бортового оборудования судов.

Основанием для такого предложения послужили в том числе исследования, проведенные в 2002–2005 гг. Отделом изучения морских инцидентов Департамента транспорта Великобритании [1], приведшие к обескураживающему выводу – несмотря на предпринимаемые усилия по совершенствованию навигационных средств на море и на суше ситуация с аварийностью на море не претерпела существенных изменений. К этому времени, например, уже нашли широкое применение автоматические идентификационные системы (АИС, AIS), представляющие как мореплавателям, так и береговым службам исчерпывающие данные о судне, на котором они установлены, электронные картографические навигационные информационные системы (ЭКНИС, ECDIS), интегрированные мостиковые и интегрированные навигационные системы (ИНС, INS), средства автоматической радиолокационной прокладки (САРП, ARPA), глобальная морская система связи при бедствии (ГМССБ, GMDSS) и службы управления дви-

Ривкин Борис Самуилович. Кандидат технических наук, первый заместитель главного конструктора по навигации АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», сотрудник кафедры Университета ИТМО (С.-Петербург). Действительный член международной общественной организации «Академия навигации и управления движением».

* Здесь и далее вместе с русскими приводятся и соответствующие широко употребляемые английские аббревиатуры, традиционно не расшифровываемые в англоязычной литературе.

жением судов (СУДС, VTS). И тем не менее ошибки судоводителей и отказы аппаратуры в 50% случаев приводили к катастрофическим последствиям.

Упомянутое обращение семи стран нашло живейший отклик у заинтересованных сторон, к которым в первую очередь относятся судоводители, судовладельцы, государства, под чьим флагом плавают суда, и государства – владельцы портов, производители навигационного и связного оборудования, лоцманы, гидрографические организации, фрахтователи и страховщики. Уже в мае 2006 г. в Шанхае состоялась проходящая раз в 4 года конференция Международной ассоциации маячных служб (МАМС, IALA), где с докладом по е-Н выступил генеральный секретарь ММО Э.Митропулос [2]. Объявив основной целью е-Н повышение уровня безопасности на море, он констатировал, что разработка глобального стратегического подхода, обеспечивающего эффективное интегрирование навигационных средств нового поколения, находится в зачаточном состоянии.

В целях преодоления этого недостатка на конференции был создан международный Комитет МАМС по е-Н, который провозгласил её поэтапной, динамически развивающейся концепцией, дорабатываемой по мере того, как появляются новые задачи и требования пользователей, а также технологические возможности для их решения. В свою очередь, состоявшаяся в июле 2006 г. 81-я сессия КБМ поручила разработку концепции е-Н своему Подкомитету по навигационной безопасности (NAV), которая широко обсуждалась на его 52-й сессии в августе того же года [3]. Результатом этих обсуждений явилось решение об учреждении Координационной группы ММО по е-Н во главе с Великобританией, в работе которой принял участие целый ряд национальных и международных организаций.

Примечательно, что уже в ту пору проводились исследования, направленные на решение отнюдь не традиционных задач. Например, изучалось, поможет ли применение е-Н сократить при плавании объём выброса судном углерода за счёт более эффективной прокладки маршрута и возможно ли использование е-Н в качестве финансового инструмента для расчёта исков о компенсации ущерба, понесенного в результате навигационной аварии[4].

Важнейшую роль в развитии концепции е-Н сыграла 85-я сессия КБМ, состоявшаяся в декабре 2008 г. [5]. В приложении 20 к решению сессии, где излагалась стратегия развития и внедрения е-Н, последняя была определена как «согласованные сбор, комплексирование, передача, воспроизведение и анализ информации о ситуации на море на борту судна и на берегу с использованием электронных средств в целях совершенствования процесса плавания “от причала к причалу” и функционирования соответствующих служб для обеспечения надёжности и безопасности мореплавания, а также защиты окружающей морской среды». Это определение однозначно разъяснило смысл префикса «е» в названии «е-Н».

Ранее трактовка этого префикса была неоднозначна, и многие исследователи предпочитали говорить о е-Н как об «электронной навигации». В России, например, термин «е-Н» был использован А.В.Елагиным для обозначения навигации, опирающейся в решении задач повышения безопасности на море на достижениях Интернет-технологий [6]. Чтобы умерить пыл спорящих, Д.Патрайко, возглавляющий рабочую группу МАМС по е-Н, предложил считать «е-Н» фирменным названием наряду с «iPod» и не сосредоточиваться на смысле префикса [4]. Теперь же трактовка стала однозначной: в приведенном

выше определении в оригинальной версии целью ставится «to enhance» – «усовершенствовать, расширить возможности» навигации.

Кратко осветив историю разработки концепции е-Н, целесообразно перейти к современному её изложению, а также к рассмотрению тех основных проектов и продуктов, которые были созданы для её воплощения за прошедшее десятилетие.

2. Стратегический план внедрения е-Н

Современный взгляд на е-Н был сформирован на 94-й сессии КБМ в ноябре 2014 г. и изложен в принятом сессией Стратегическом плане внедрения (СПВ, SIP) е-Н [7], излагающем проблемы, которые должны быть решены в 2015–2019 годах, что в том числе обеспечит промышленность необходимыми данными, позволяющими начать проектирование продуктов и сервисов, удовлетворяющих требованиям е-Н.

Основными проблемами являются следующие:

S1 – совершенствование проектирования мостиков, включая:

- стандартизацию диалога и руководств по эксплуатации ;
- соответствие оборудования мостика требованиям оповещения о всех возникающих неисправностях;
- индикацию информации, отображающей текущие точность функционирования и надёжность оборудования;

S2 – стандартизация и автоматизация процедур составления обязательных докладов береговым и портовым властям, в том числе:

- автоматический сбор всей имеющейся на борту информации;
- представление документации с использованием режима «одного окна»;
- приведение национальных требований к отчётной документации в соответствие с согласованным международным стандартом, разрабатываемым ММО;

S3 – повышение надёжности и целостности мостикового оборудования, а также способности к восстановлению как оборудования, так и навигационной информации за счёт:

- внедрения в оборудование встроенного теста контроля целостности;
- разработки стандартной процедуры контроля срока службы;
- повышения надёжности выработки и восстановления аппаратуры координатно-временного обеспечения (КВО, РНТ) за счёт комплексирования и резервирования средств;

S4 – комплексирование и представление на графических дисплеях информации, получаемой с использованием средств связи, с учётом:

- вывода на многофункциональный графический дисплей ИНС данных по безопасности мореплавания (MSI), АИС, цифровой карты, радара и т.д.;
- внедрения единой морской структуры данных (ЕМСД, CMDS), используя универсальную модель гидрографических данных S-100, разработанную Международной гидрографической организацией (МГО, ИНО);
- применения стандартизованного интерфейса передачи данных из связного в навигационное оборудование. В связном оборудовании сейчас используется один из последовательных интерфейсов IEC61162 Международной электротехнической комиссии (МЭК, IEC), но, по мнению МЭК, в обсуж-

даемом случае должен использоваться интерфейс, разработанный в рамках модели S-100;

- выдачи береговыми службами на борт судна гарантированно достоверных данных на район его действия;
- автоматического выбора для использования соответствующего средства связи с учётом полосы пропускания, передаваемого контента, целостности и стоимости трафика;

S9 – совершенствование передачи на борт данных СУДС. Решение этой проблемы должно быть направлено на то, чтобы выявить возможные методы и средства передачи данных, выбор которых должен быть подтвержден результатами тестовых испытаний для различных районов плавания.

Решение этих проблем должно сопровождаться разработкой применительно к е-Н нормативов по:

- 1) проектированию, ставящему человека в центр решаемой задачи;
- 2) тестированию и аттестации аппаратуры;
- 3) обеспечению качества разрабатываемого программного обеспечения.

Предполагается, что решение проблем S1, S3 будет способствовать повышению качества разработки судовой аппаратуры и её использования на борту, а проблем S2, S4, S9 – повышению эффективности передачи данных между судами и между судном и береговыми службами.

В обеспечение решения проблем и создания упомянутых нормативов необходимо решить конкретные задачи Т1-Т18. Приведём те из них, формулировка которых не проистекает автоматически из приведенных выше формулировок проблем:

T3 – разработка унифицированного по системам облика электронных руководств, упрощающего ознакомление судоводителя с той или иной системой;

T4 – разработка концепции стандартизованных режимов работы на аппаратуре, включая внедрение S-режима (см. об этом далее);

T7 – выяснение, могут ли существующие ИНС выступать в роли системного интегратора е-Н, для чего установить, какие для этого необходимы доработки, прежде всего в части многофункционального дисплея, связного порта и модуля КВО;

T10 – ревизия стандарта IEC 60945, предъявляющего общие требования к разрабатываемой аппаратуре, дополнив его требованием по контролю целостности;

T15 – разработка предложений по интеграции всего связного оборудования и способов его использования, определив перечень используемых в е-Н систем, с учётом характеристик HF, VHF, 4G, 5G и спутниковых систем связи применительно к различным районам плавания.

Следующий вопрос, который ставится разработчиками СПВ, – это обеспечение судна необходимыми данными при плавании, в том числе :

- 1) на акватории порта и подходах к нему;
- 2) в прибрежных водах и районах стеснённого судоходства;
- 3) в открытом море;
- 4) в приполярных районах.

Для этого должны быть разработаны специальные «портфолио морских сервисов» (ПМС, MSP):

MSP1 – обеспечиваемых СУДС и содержащих на район их ответственности:

- идентификационные данные, координаты и порты назначения судов;

- метео- и гидрологические данные;
- извещения мореплавателям;
- данные, касающиеся безопасности мореплавания;
- корректуры ранее переданных данных;

MSP2 – в помощь осуществления навигации в критических ситуациях:

- при наличии риска посадки на мель;
- в случае возникновения проблем с местоопределением;
- при плохой видимости и сильном ветре;
- при угрозе столкновения со встречным судном;

MSP3 – в помощь организации маршрута движения, например:

- для судна, требующего принятия особых мер по обеспечению навигационной безопасности;
- для судна, несущего опасный груз, что может повлиять на движение окружающих судов;

MSP4 – обеспечиваемых портовыми службами, в том числе:

- данными по швартовке;
- расписанием движения судов;
- метео- и гидрологическими данными;

MSP5 – информационного обеспечения морской безопасности, включая:

- навигационные предупреждения и корректуру карт;
- данные о погоде и её прогноз;
- ледовую обстановку;
- ограничения по мореплаванию;

MSP6 – в помощь лоцманской проводке;

MSP7 – по буксировке судна;

MSP8 – по передаче на берег обязательных докладов с обеспечением минимальной загрузки штурмана ;

MSP9 – по дистанционной медицинской помощи, которая должна осуществляться 24 часа в сутки;

MSP10 – по организации помощи на море, устанавливая связь между вахтенным, запросившим о помощи, и судовладельцем, службой спасения, портовыми властями, брокером и т.д.;

MSP11 – в части навигационных карт, включая:

- данные о береговой черте и глубине;
- таблицы приливов и отливов;
- данные о наличии и типах систем обеспечения судовождения;

MSP12 – в части публикации навигационных документов с обновлением данных по приливным течениям, навигационным системам, буям, системам связи, картографическим символам, терминам и аббревиатурам;

MSP13 – обеспечивающих плавание во льдах с регулярной корректурой карт ледяных полей, а также, например, выдачей данных о направлении их дрейфа и ледовой обстановке;

MSP14 – обеспечивающих судоводителя метеорологическими данными;

MSP15 – обеспечивающих судоводителя текущими гидрографическими данными, включая спутниковые эфемеридные данные и высоты звёзд;

MSP16 – обеспечивающих поиск и спасение пострадавших.

Одновременно в СПВ продвигается мысль о том, что важнейшим элементом e-Н является связь. Именно связь обеспечивает решение проблем S9, передавая

на судно соответствующие ПМС, и S2, доставляя береговым службам отчётную судовую документацию. При этом передачу данных при бедствии предлагается возложить на ГМССБ, данные по безопасности мореплавания – на АИС, а для передачи остального трафика использовать такие доступные коммерческие системы, как спутниковые INMARSAT, IRIDIUM и VSAT, а также наземные телефонные сети и GSM/3G/4G. Связные системы будущего, по мнению разработчиков СПВ, должны строиться с использованием IP- и «облачных» технологий.

В целом предлагаемый обмен данными между абонентами е-Н, в соответствии с СПВ, описан в [7], где акцентируется внимание на двух элементах – тотальном использовании ЕМСД и необходимости создания глобальной радионавигационной системы ММО, опирающейся на глобальные спутниковые системы и их дополнения и использующей в качестве резерва наземные радионавигационные системы.

Не вдаваясь в детали остальных предложений, изложенных в СПВ, можно утверждать, что с его принятием удалось:

- 1) определить круг задач, подлежащих решению для реализации концепции е-Н;
- 2) установить сроки решения каждой из задач, создав тем самым своеобразную «дорожную карту»;
- 3) разработать перечень подлежащих разработке ПМС;
- 4) выявить необходимость постоянного уточнения нужд потребителей;
- 5) определить перечень ключевых элементов, продвигающих концепцию е-Н.

Одновременно выяснилось следующее:

- 1) необходимо поставить задачу разработки системы оценки соответствия предлагаемых новых технологий требованиям нужд потребителей на перспективу;
- 2) должны быть приняты меры по повышению заинтересованности в е-Н у потенциальных потребителей;
- 3) важнейшей задачей является изыскание потенциальных источников финансирования проводимых работ, особенно в развивающихся районах.

Подводя итоги изложенному, попытаемся выяснить, какие основные разработки в обеспечение концепции е-Н были выполнены к сентябрю 2015 г.

3. S – режим

Одно из первых предложений по реализации концепции е-Н, направленное на решение задачи S1, было сделано сотрудниками базирующегося в Лондоне Морского института, представляющего собой некоммерческую организацию и объединяющего специалистов 110 стран. Они предложили ввести при работе с аппаратурой, установленной на мостице, специальный S-режим, предназначенный для унификации процесса использования однотипных изделий различных производителей [4]. Известно, например [8], что ЭКНИС, выпускаемые более чем тридцатью фирмами, реализуют одни и те же процедуры, регламентированные стандартом МГО, однако все они имеют оригинальный человеко-машинный интерфейс, что приводит к необходимости его освоения при переходе штурмана на судно, оснащённое отличным от известного ему изделием, и отнюдь не способствует повышению безопасности плавания.

В соответствии с упомянутым предложением каждое навигационное средство должно иметь чётко различимую кнопку, по нажатию которой оно переходит в унифицированный для данного средства режим работы, поддерживающий стандартные процедуры включения изделия, ввода данных, изменения режимов работы, реализации набора базовых функций и т.д. При этом капитаном судна может быть принято решение, что до момента освоения всей вахтенной командой S-режима работы установленной аппаратуры только он и используется на судне, после чего допускается использование оригинальных сервисов производителей. Важно, что при этом резко упрощается обучение управлению работой конкретной навигационной аппаратуры в различных регионах Земли, что всегда было головной болью ММО, а также безболезненным оказывается для судоводителя переход с одного судна на другое.

Надо отметить, что некоторые усилия по внедрению обсуждаемого режима предпринимаются уже сегодня. В частности, например, резолюцией MSC.232 внесены соответствующие изменения в стандарт ММО по ЭКНИС, однако впереди предстоит кропотливая работа по всем навигационным средствам. Связано это ещё и с тем, что одно и то же средство подчас по-разному используется в открытом море, при подходе к порту и швартовке. Вот почему 95-я сессия КБМ, состоявшаяся в июне 2015 г. и уточнившая сроки выполнения различных работ по СПВ, установила окончательным сроком внедрения S-режима 2019 г. [9]. Впрочем, Д.Патрайко, возглавляющий в Морском институте разработку основных проектов, считает, что это произойдёт не ранее 2020 года [8].

4. Морской электронный хайвей

Одним из первых практических шагов по внедрению концепции e-H явился проект «Морской электронный хайвей»(МЕН), направленный прежде всего на развитие морских сервисов, обеспечивающих навигационную безопасность плавания и защиту окружающей среды при плавании в Малаккском и Сингапурском проливах [10, 11]. Проливы эти имеют общую протяжённость 1000 км и ширину 200 км у северо-западного входа в проливы и 12 км у юго-восточного. Они мелководны, с узкими проходами, нерегулярным течением и резкими подъёмами дна, что в целом губительно для крупнотоннажных судов. Тем не менее – это кратчайший путь из Индийского океана в Южно-Китайское море для танкеров, курсирующих между Персидским заливом и странами юго-восточной Азии.

В роли исполнителя проекта выступило ММО, а финансирование работ шло через Международный банк реконструкции и развития, выделившего на демонстрационную стадию проекта, которая должна была подтвердить его экономическую эффективность, 6, 86 млн. долларов на разработку и 1,44 млн. долларов для размещения в районе проливов дифференциальных станций GPS, обеспечивающих позиционирование судна с погрешностью 1-5 м, станций АИС, а также аппаратуры по изучению течений.

Старт проекту был дан в июне 2006 г. Разработка его велась в рамках соглашения между прибрежными Индонезией, Малайзией и Сингапуром при партнёрстве с Южной Кореей. Целью его разработки, согласно концепции e-H, было увязать навигационные и коммуникационные возможности береговых систем с возможностями аналогичных систем на борту судна. Проект был поддержан МГО, Международной ассоциацией владельцев танкеров и Международной палатой судоходства. Демонстрационная его часть была завершена в августе

2012 г., когда ММО передала систему Индонезии, отвечающей за её функционирование и обслуживание. В дальнейшем предполагалось в дополнение к существующему центру управления системой в Батаме (Индонезия) создать аналогичные центры в Сингапуре (в настоящее время он введён в действие) и в Малайзии, чтобы создать региональную сеть.

Система имеет два модуля – навигационной безопасности и охраны окружающей среды. Модуль навигационной безопасности, в частности, обеспечивает суда данными о прохождении судов по проливам, ветре и течениях, а также на специальных слоях электронной навигационной карты (ЭНК) передаёт данные о мангровых зарослях, коралловых рифах и т.д., которые в традиционной ЭНК отсутствуют. Модуль охраны окружающей среды может определять, например, скорость и направление движения нефтяных пятен, а также предназначен для идентификации и слежения за судами, которые нелегально сбрасывают нефтяные отходы.

5. MonaLisa

Следующим крупным проектом е-Н, достойным внимания, является *MonaLisa* [12], выдвинутый в 2010 г. Морской администрацией Швеции в рамках разработки концепции «Автострады моря», рассматриваемой как морская составляющая Трансевропейской транспортной сети (TEN-T) – ещё одного проекта Еврокомиссии. Целью этого проекта было внедрение инновационных сервисов е-Н для повышения безопасности плавания на Балтике и оптимизации маршрутов судов в этом регионе. Проект этот был поддержан Администрацией по морской безопасности Дании и Агентством транспорта Финляндии, выделившими совместно со Швецией на его реализацию 22,4 млн. евро со сроком завершения 2013 г.

Сам проект основан на четырёх идеях:

1) введение процедуры динамического планирования маршрута судна, используя данные ЭНК и АИС. При этом маршрут каждого судна должен быть доступен всем окружающим судам и специальным центрам управления движением судов (ЦУДС, STC), формируемым в рамках проекта. Существенно, что эта процедура должна выполняться при плавании в открытом море, до того никем не контролировавшемся, вне зоны действия СУДС;

2) создание автоматической системы контроля за наличием у вахтенного помощника капитана сертификата на выполнение соответствующих функций и контроля его физического состояния, для чего необходимо разработать специальную идентификационную карту, данные которой должны сличаться с данными, хранящимися в ЦУДС. Предполагалось, что это в том числе позволит избежать навигационных аварий, вызываемых по большей части утомляемостью вахтенного;

3) необходимость дополнительного гидрографического обследования всех основных маршрутов, включая подходы к портам, на рассматриваемой акватории в целях обеспечения плавания крупнотоннажных судов;

4) целесообразность глобального обмена данными, обеспечивающими мореплавание.

С точки зрения концепции е-Н, рассматриваемой в данной статье, наибольший интерес представляет процедура планирования маршрута, которая позволяет для каждого судна спроектировать оптимальный «зелёный маршрут». Создание «зелёных маршрутов» опирается на следующие принципы:

1) их проектирование ведётся в отдельном Центре управления движением и морских сервисов (VTMIS) с учётом данных о судне, собственнике груза, возможностях портовых служб, погоде, интенсивности движения и геопространственных данных. Сам маршрут передаётся на судно и выводится на навигационный дисплей в соответствии со специально разработанным в рамках проекта протоколом передачи универсальных данных;

2) положение судна на маршруте непрерывно контролируется и при отклонении от него в ЦУДС вырабатывается сигнал тревоги и принимаются оперативные меры по коррекции маршрута;

3) предоставляется информация о маршруте вблизи идущих судов, что резко снижает опасность столкновения.

В результате в рамках проекта была разработана концепция управления движением судов (УДС, STM), объединившая усилия судоводителей, береговых служб и производителей необходимой аппаратуры и программного обеспечения в повышении эффективности морских перевозок [16].

Результаты, полученные в рамках проекта *MonaLisa*, были столь впечатляющими, что в 2015 году был запущен проект *MonaLisa 2.0* (далее – М 2.0) с бюджетом 24 млн. евро и сроком завершения 2015 г., поддержанный уже 39 организациями и фирмами 10 европейских стран [14]. И это неудивительно, если учесть, что в водах Евросоюза ежедневно перемещается свыше 17000 судов, осуществляя, с учётом речных судов, до 29000 заходов в порт и выполняя при этом до 580000 операций. В среднем при этом случается 500-600 инцидентов в год [15].

В рамках М 2.0 предполагается не только усовершенствовать процедуры, разработанные на предыдущем этапе, но и с использованием информационно-связных технологий обеспечить:

1) разработку программ для тренажёров в целях повышения квалификации персонала, занятого операциями поиска и спасения пострадавших (SAR);

2) подтверждение соответствия разработанной на первом этапе УДС-технологии существующим требованиям по безопасности плавания (FSA). Последняя задача была поставлена перед разработчиками проекта ММО, которая без этого отказывала в глобальном внедрении М 2.0.

Говоря об УДС-технологии, центральным элементом которой является «зелёный маршрут», следует иметь в виду, что, как было показано в рамках проекта *MonaLisa*, её внедрение позволяет сократить маршрут судна до 12%. Даже если сократить его на 2%, то только на Балтике удаётся сэкономить в год 200000 тонн нефти и уменьшить на 600000 тонн выброс CO₂, а для Европы в целом эту цифру можно смело увеличить в 10 раз. УДС-технологию образно описал генеральный менеджер проекта М 2.0 М. Сундстрём: «Это – как смартфон. Вначале никто не понимал, зачем он им нужен, а затем выяснилось, что они не могут без него жить» [14].

Для решения поставленной ММО задачи в рамках проекта М 2.0 была разработана концепция создания европейской сети морских тренажёров (ECMT, EMSN), объединяющей в единое целое ряд тренажёрных центров Европы [17]. Как показали исследования, только в рамках функционирования такой сети удаётся смоделировать все процессы, возникающие как при проектировании «зелёных маршрутов» для группы судов в реальных навигационно-гидрографических условиях, так и при их реализации в условиях конкретного плавания. Важнейшими элементами разработок по ECMT явились проектирование (на основе сетевого протокола IEEE 1278) протокола обмена данными между тренажёрами

центрами и использование идеи распределённого интерактивного моделирования окружающей обстановки.

Всего в рамках проекта предполагается объединить до 11 тренажёрных центров с 45 мостиками [18], и первая успешная стыковка тренажёрных центров в Испании и Швеции была произведена в ноябре 2014 г., в процессе которой основной объём работ был выполнен фирмами «Рейнметалл», «Конгсберг» и «Транзас» [19]. Наконец, в апреле 2015 г. в течение недели проходило тестирование M 2.0, в рамках которого тестиировалась и ECMT [20]. Эти испытания подтвердили как высокую эффективность УДС-концепции по оптимизации маршрутов плавания судов, обеспечению безопасности плавания и охране окружающей среды, так и важнейшую роль ЕМСН в решении этой задачи. Примечательно, что упоминание о проекте M 2.0 содержится в 25% докладов международной конференции по е-Н, проходившей в январе 2015 г.[21].

Несмотря на то, что проект M 2.0 завершается только в декабре 2015 г., уже в середине года было объявлено, что воспоследует его продолжение, посвящённое практическому подтверждению эффективности УДС-концепции [22]. Проект этот с совокупным бюджетом в 43 миллиона евро поддержан 39 участниками из 13 стран и рассчитан на 2015–2018 гг. В соответствующих испытаниях планируется участие 300 судов, 10 портов и 3 ЦУДС.

6. «Облако моря»

Как отмечалось в докладе ММО MSC 85/26 [5], для реализации концепции е-Н необходимо наличие информационной инфраструктуры, обеспечивающей передачу авторизованной и, что немаловажно, целостной информации на борт судна, между судами, между судном и берегом и т.д. С этой целью специалистами Дании была предложена основанная на хорошо отработанных облачных технологиях Интернета концепция «Облако моря» (далее – ОМ) [23].

Предназначенное прежде всего для решения проблем S2, S4, ОМ является главным элементом не только береговой, но и судовой компоненты е-Н, реализуя все сложности физической связи между абонентами и обеспечивая функциональную связь с системой соответствующего человеко-машинного интерфейса. При этом ОМ автоматически:

- идентифицирует суда, центры СУДС, офисы судовладельцев и т.д.;
- выбирает наилучшую из доступных линий связи и обеспечивает безопасную связь;
- обеспечивает информацию о местонахождении соответствующих информационных служб;
- обеспечивает роуминг.

Ядром ОМ являются следующие три компоненты:

- 1) морской реестр идентификации (MRI, MIR);
- 2) реестр портфолио морских сервисов (РПМС, MSPR);
- 3) морская служба передачи сообщений (МСПС, MMS).

MRI и РПМС обеспечивают передачу динамической цифровой информации в виде так называемого «альманаха», выполняющего функцию цифровых «жёлтых страниц» для зарегистрированных в ОМ морских субъектов и информационных служб.

Идентификация судна обычно осуществляется в виде наименования судна или его ММО-номера. В морских системах связи в зависимости от технологии

при этом используются радиопозывные судна или номер судна в Морской мобильной службе идентификации (MMSI). В любом случае мы имеем дело с неким числом, передаваемым по радиосвязи. Однако далеко не все субъекты e-Н являются судами и имеют радиостанцию (например, судовладельцы). Для решения этой проблемы и создаётся МРИ, который выдаёт всем абонентам специальный цифровой сертификат, информацию о котором можно найти в альманахе . Одновременно при этом открывается путь к передаче криптографированной информации и введению электронной подписи, что способствует решению проблеме S2.

Значимость последнего момента для ОМ, хранящего огромный объём ценной информации, чрезвычайно высока. Именно поэтому на международной конференции «*e-Навигация на марше 2015*», проходившей в январе 2015 г., был поставлен доклад К. Ли [24], посвящённый проблемам уязвимости систем связи, в том числе и в части ОМ. В этой работе можно найти информацию о новейших технологиях защиты от кибератак и соответствующих аппаратно-программных средствах.

Большую роль в ОМ играет РПМС, где каждый может зарегистрировать свой информационный сервис. Так, портовые власти могут указать адрес своей страницы в Интернете, центр СУДС может привести данные о сервисе, обеспечивающем автоматическую выдачу информации о погоде, движении судов и т.д. без использования голосовой связи, требующей знания языка.

Наконец, МСПС обеспечивает связь по самым различным каналам. Например, данные, переданные судном через INMARSAT, могут быть приняты на другом судне с использованием VSAT-терминала и на третьем с использованием HF-канала и обработаны с помощью Интернета в центре СУДС. В любом случае будет использован наилучший способ передачи данных с учётом доступной ширины полосы пропускания, размера передаваемых пакетов, задержки в передаче информации и т.д. Если вдруг в данный момент на данном судне нет ни одной функционирующей линии связи, МСПС реализует функцию хранения и приоритетной передачи данных при восстановлении связи. Механизм МСПС требует, чтобы каждый субъект ОМ поддерживал непрерывную связь (или регулярно периодически выходил на связь), передавая данные о том, какие каналы у него задействованы, а также данные о своём местоположении, чтобы можно было оптимальным образом выбирать каналы передачи данных. Регулярная связь судна с МСПС, обеспечивающая периодическое уточнение его местоположения, наталкивает на мысль о введении в ОМ сервиса глобальной идентификации и мониторинга положения судов. Для этого потребуется увеличить частоту связи судно – МСПС и использовать данные установленного на нём приёмника АИС, передавая их через спутниковую связь.

Итак, что нового привнесёт ОМ в e-Н? Прежде всего следует говорить о связи, где предполагается использовать как существующие, так и перспективные каналы. Например, сегодня данные по безопасности мореплавания передаются с помощью сервисов NAVTEX и SafetyNet, основанных на телекс-технологии, которая не поддерживает передачу данных, структурированных в соответствии со стандартами S-100. В принципе, такие данные, вырабатываемые СУДС, могут передаваться с использованием АИС, но последние имеют ограниченные возможности по передаче требуемых при этом дополнительных данных. В связи с этим в ОМ делается ставка на систему VDES (VHS-система передачи данных), которая превосходит канал АИС по мощности в 20-30 раз. VDES, кстати, будет иметь и спутниковую двухстороннюю связь, обеспечив её глобальность.

В итоге ОМ обеспечит аутентификацию, целостность и конфиденциальность передачи информации. При этом автоматически будет определяться, имеет ли передающая сторона возможность передачи данных в нужных стандартизованных форматах.

Надо сказать, что технологию ОМ предполагается использовать при реализации не только крупных региональных проектов, но и достаточно локальных. Примером может служить разработка [25], осуществляемая Японией для района Внутреннего Японского моря, находящегося между островами Хонсю, Кюсю и Сикоку. Этот регион характеризуется обилием узких проливов с сильным течением и «слепых углов», сильно усложняющих навигацию судов, большинство из которых в силу малости тоннажа не подпадают под действие Международной конвенции по охране человеческой жизни на море (SOLAS) и не имеют на борту приёмника АИС. В силу этого японские специалисты предполагают создать систему, опирающуюся на ОМ-технологию, что позволит принимать на обычный смартфон всю необходимую для плавания информацию, включая карты.

7. EfficienSea

MonaLisa не была единственным проектом, призванным усовершенствовать мореплавание на Балтике. Вызвано это было прежде всего теми исследованиями, которые проводились в этом регионе в начале 2000-х годов. Так, выяснилось [26], что с 2000 по 2008 год на Балтике произошло 910 инцидентов, 61% из которых сопровождался загрязнением окружающей среды, причём 32% – это столкновения судов, а 45% – посадки на мель. При этом из 135 инцидентов 2008 года 48% были вызваны человеческим фактором и лишь 13% – отказом аппаратуры.

Не желая более терпеть происходящее, Еврокомиссия в 2009 году запускает проект EfficienSea (эффективный, безопасный и экологический морской транспорт) [27] со сроком завершения в 2012 году. Бюджет проекта, который считался стратегическим для Балтики, составил 8 млн. евро, финансировался он Евросоюзом, Норвегией и 17 участниками проекта, представлявшими Швецию, Норвегию, Финляндию, Данию, Эстонию и Польшу. Головным исполнителем проекта была Морская администрация Дании.

Всего в рамках проекта исследования велись по шести направлениям, в том числе и по е-Н, причём было заявлено, что Балтика будет pilotным районом по внедрению технологий е-Н. В процессе работ было предложено сосредоточить усилия на том, чтобы уточнить, какие именно сервисы необходимы при плавании:

- в районе, оборудованном центром СУДС;
- в районах интенсивного судоходства;
- в открытом море.

Разработанные при этом продукты, многие из которых аналогичны обсужденным ранее, прошли тщательное тестирование с помощью как моделирования, так и средств, размещенных на судах, и береговой инфраструктуры. При этом наиболее эффективными, по мнению принимавшей работу комиссии, были следующие технологии:

1) передача по запросу на борт судна метео- и океанографических данных по маршруту с использованием специально созданной службы МЕТОС, выдающей такие данные каждые 15 минут. При этом можно получить данные о направле-

нии и силе ветра, высоте волны и её направлении, скорости и направлении течения, а сами данные автоматически выводятся на навигационный дисплей, на котором отображается маршрут судна;

2) вывод на электронную карту вырабатываемых СУДС данных по безопасности мореплавания с использованием, чтобы не перегружать карту, специального фильтра, учитывающего местоположение судна и отсекающего избыточную информацию;

3) передача через АИС своего маршрута окружающим судам и береговым службам. И здесь маршруты встречных судов, чтобы не перегружать карту, выводятся на неё лишь в том случае, если время (или расстояние) до кратчайшего сближения с соответствующим судном будет меньше некоторого порога;

4) передача на судно корректур маршрута, выработанных СУДС.

И в этом случае, как и в случае с проектом *MonaLisa*, в январе 2015 г. было объявлено [28], что начинается финансирование в объеме 11 млн. евро проекта *EfficienSea 2*. Участниками проекта, который должен быть завершён в 2017 г., являются 32 представителя 12 стран, в число которых вошли дополнительно Германия, Франция, Австрия, Мальта, Великобритания и Латвия, в силу чего он превратился из регионального в европейский. В рамках этого проекта предполагается, в том числе, внедрить в практику предложенные ранее е-Н-технологии, снижающие риск инцидентов, создать сервисы для обеспечения плавания в труднодоступных районах, и прежде всего в Арктике, и разработать стандарты для соответствующих процедур. Важнейшим элементом проекта является внедрение в практику и тестирование элементов ОМ-концепции, рассмотренных в разделе 6 настоящей статьи, без чего они не могут быть рекомендованы ММО для повсеместного использования [29].

8. ACCSEAS

Если проекты *MonaLisa* и *EfficienSea* были призваны способствовать внедрению е-Н-технологий на Балтике, то для Северного моря Еврокомиссией был предназначен проект *ACCSEAS*. В проекте с объемом финансирования 5,6 млн. евро, выполнявшимся с апреля 2012 года по февраль 2015, принимали участие 11 партнёров, представлявших Данию, Германию, Швецию, Норвегию, Нидерланды и Великобританию[30].

При этом ММО и МАМС рассчитывали, что по завершении проекта будут:

1) проведены практические испытания прототипов судовой аппаратуры и береговой инфраструктуры, реализующих предложенные в рамках проекта е-Н-решения;

2) создана географическая информационная система (ГИС, GIS) на район Северного моря;

3) разработана конструкторская документация на необходимые продукты;

4) сформированы предложения по разработке тренажёров для отработки е-Н-процедур. Эти результаты должны были продвинуть решение поставленных в СПВ проблем S2, S3, S4 и S9.

Следует заметить, что при внедрении в практику е-Н придётся пересмотреть существующие подходы к тренажёрстроению. Предполагается [31], что при этом удастся решить проблему переоценки судоводителями возможностей аппаратуры, а повышение уровня стандартизации самой навигационной аппаратуры, включая S-режим, и электронных руководств по её использованию позволит повысить и стандартизацию тренажерного обучения. Лишь тогда мечта о том,

что достигнуто в автомобилестроении, где водитель без проблем пересаживается с модели на модель, станет явью и на флоте.

По замыслу разработчиков проекта ACCSEAS, стратегической его целью являлось внедрение e-H-процедур, обеспечивающих:

- повышение интенсивности судоходства в стеснённых водах;
- уменьшение зоны, требуемой для маневрирования судна;
- снижение риска столкновения судов и посадки на мель.

Тактически предполагалось достичь этого за счёт:

- совершенствования процедур, предложенных при выполнении проектов MonaLisa и EfficienSea;
- повышения надёжности решения задачи КВО;
- разработки предложений по повышению безопасности плавания при переходе от порта к порту.

При этом целый ряд исследований проводился в части КВО, что прежде всего связано с подверженностью аппаратуры глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) воздействию как естественных, так и поставленных помех. Исследовались следующие три варианта резервирования решения задачи КВО в моменты отсутствия сигналов ГНСС [32]:

- 1) позиционирование судна по данным радиолокационной станции (РЛС);
- 2) применение R-режима ;
- 3) использование системы e-Лоран.

В первом случае использовались радиомаяки. Оказалось, что позиционирование по пеленгу и дальности до радиомаяков (испытания проводились на судне у берегов Великобритании) осуществимо на дальностях до 10 миль до маяка. В том случае, если линии положения пересекались под прямым углом, погрешность определения координат места судна не превышала 5-10 м, что соответствует погрешностям ГНСС. При плохом геометрическом факторе и использовании сигналов одного маяка погрешность увеличивалась до 50-100 м.

Следует отметить, что описанный способ позиционирования судна был реализован ещё 40 лет назад в рамках отечественного навигационного комплекса (НК) «Бриз» для крупнотоннажных судов разработки ЦНИИ «Электроприбор» и НИИ «Квант». В этом НК при прибрежном плавании с использованием РЛС «Бриз-Е» осуществлялось автоматическое определение пеленга и дальности до наземных ориентиров, на основании которых эффективно корректировалось счислимое место судна [33].

R-режим предназначен для определения дальности до радиомаяков, устанавливаемых МАМС для передачи дифференциальных поправок ГНСС. При этом в канале MF-передачи поправок к стандартному РТСМ-сигналу были добавлены два специальных CW-сигнала, которые принимались специально разработанным приёмником, снабжённым рубидиевым таймером. В процессе испытаний, проводившихся в Нидерландах, была подтверждена возможность работы этого режима на дальностях до 100 км, причём погрешность измерения дальности не превышала 5 м, что открывает перспективы его применения при прибрежном плавании и использовании для местоопределения судна минимум двух радиомаяков.

Эффективное резервирование высокоточного решения задачи КВО, как показано в проекте ACCSEAS, может быть осуществлено только с использованием радионавигационной системы e-Лоран, отличающейся по сравнению с ГНСС повышенной помехоустойчивостью. Если ГНСС работают в гигагерцовом ди-

пазоне частот и их сигнал не превышает 500 Вт (для отечественной системы ГЛОНАСС), то е-Лоран работает на частоте 100 кГц и излучает сигнал мощностью 250 кВт, в силу чего невозможно поставить такой системе эффективную помеху [34]. Лишь е-Лоран обеспечивает требование ММО по точности выработки координат при подходе к порту – погрешность не должна превышать 10 м в 95% случаев, но для этого, как показали испытания, необходимо:

- 1) иметь сеть станций, определяющих поправку в показания системы, вносимую ASF-фактором, влияющим на распространение сигнала над поверхностью суши;
- 2) организовать службу, транслирующую дифференциальные поправки для системы;
- 3) создать канал высокоскоростной передачи поправок.

В итоге был разработан прототип интегрированного КВО-приёмника, принимающего сигналы ГНСС, РЛС при работе по радиомаякам, МАМС-радиомаяков и системы е-Лоран, прошедший испытания на борту парома «*Pride of Hull*». Испытания, подтвердившие заявленные характеристики КВО, проводились в зоне ответственности СУДС Роттердама, для чего там же был установлен опытный образец контрольной станции системы е-Лоран для выработки дифференциальных поправок. При этом на выходе приёмника вырабатывается не только вероятнейшее место судна с оценкой точности, но и в соответствии с требованием S3 – оценка целостности навигационного решения.

Из других оригинальных сервисов, разработанных в рамках проекта, следует упомянуть следующие:

- 1) отображение на электронной карте очертаний областей, не рекомендованных для плавания, параметры которых определяются, исходя из осадки судна, батиметрических данных и характеристик течения;
- 2) вывод на прототип е-Н-дисплея информации по безопасности мореплавания и извещений мореплавателям;
- 3) динамическое планирование маршрута, обмен данными о нём между судном и берегом и графическое отображение его на карте;
- 4) реализация требований, предъявляемых к режиму «одного окна» при передаче на берег обязательных докладов, содержащих план рейса, данные о судне и грузе, таможенные и иммиграционные формы и т.д., на что ранее уходило до двух часов, причём в самый напряжённый момент – при подходе к порту;
- 5) хранение в ГИС на Северное море данных по:
 - моделям топологии маршрутов;
 - оптимизации маршрутов в открытом море;
 - береговой инфраструктуре;
 - зонам, где обеспечивается высокоточное резервированное КВО;
 - районам, обеспеченным специальными сервисами.

Следует отметить, что эти продукты, а также эффективное использование в проекте ACCSEAS ОМ-технологии как надёжного стандартизованного средства доступа к необходимым данным были высоко оценены представителем МАМС А.Уильямсом [35].

9. е-Н в России

Россия, которая представлена в ММО и МАМС, тем не менее не участвует ни в одном международном е-Н-проекте. Если в Австралии, Швеции,

Норвегии, Канаде, Японии и Южной Корее е-Н является элементом национальных программ по безопасности мореплавания, а в США существует даже национальная программа по созданию инфраструктуры е-Н, координируемая специально созданным Комитетом по морской транспортной системе, то в России не существует подобных структур. В рамках федеральных целевых программ (ФЦП) «Мировой океан», «Поддержка, развитие и использование системы ГЛОНАСС», «Развитие гражданской морской техники» и «Развитие транспортной системы России» и ряде других финансировалась разработка отдельных научно-исследовательских работ (НИР), но не более того [36].

В силу этого, очевидно, невелико и число российских публикаций по е-Н. Ряд из них носит чисто информационный характер, ставя своей целью лишь ознакомить читателя с концепцией е-Н и не предлагая каких-либо свежих идей [37–40], другие же [41, 42] представляют собой просто перевод работ, опубликованных за рубежом.

Единственным серьёзным российским игроком на поле е-Н является компания «Транзас», об участии которой в проекте MonaLisa упоминалось ранее. Она, в частности, выполнила комплекс работ по НИР «Подход» в рамках ФЦП «Развитие гражданской морской техники» на 2009–2016 годы, по результатам которой предполагается создание прототипа е-Н-мостика [43]. В рамках этой НИР обсуждается архитектура е-Н, учитывающая потоки информации между судном и берегом, взаимодействие навигационных приложений и пользовательские интерфейсы, а также приводится предлагаемая компанией подробная архитектура бортового сегмента е-Н.

Уже сегодня [44] «Транзас» может обеспечить:

- обмен между судном и берегом с использованием бинарных АИС-сообщений с последующим графическим предоставлением («беспереговорная» навигация) судоводителям данных по гидрометеообстановке и целям СУДС и операторам СУДС – по опасным грузам и количеству людей на борту;
- удалённый заказ и корректуру карт с сервера компании через мобильную широкополосную связь;
- передачу на борт судна спутниковых снимков, цифровых ледовых карт и рекомендованных маршрутов.

Наконец, представитель «Транзаса», являющегося мировым лидером по поставкам ЭКНИС (занимая 40% мирового рынка, компания поставила около 10000 электронно-картографических систем [45]), А. Ридлингер считает [46], что настало время превратить ЭКНИС из «информационной» в «интегрированную» систему, сделав её своеобразным хабом е-Н, для чего в настоящее время разрабатываются предложения по корректировке стандарта IEC 61174 на ЭКНИС.

10. Ближайшие планы

Стратегический план внедрения е-Н, принятый в 2014 г., не только сформировал задачи Т1–Т18, необходимые для его реализации, но и определил сроки их решения и ответственные за это организации. Состоявшаяся в июне 2015 г. 95-я сессия КБМ признала первоочередными задачами, подлежащими решению, следующие [9]:

- ревизия существующих стандартов на ИНС с включением требований на согласованную разработку мостиков и информационных дисплеев;

- разработка нормативов и критериев по стандартизации процедур составления обязательных докладов береговым и портовым службам с опорой на автоматический сбор с использованием электронных средств всей необходимой информации;
- разработка нормативов для отображения навигационной информации, полученной по связным каналам.

Решение этих задач должно быть завершено в 2017 г.

Ещё две задачи из числа приоритетных отнесены к задачам второй очереди, и они должны быть решены в 2019 г. О первой из них (внедрение S-режима) речь шла в разделе 3, а вторая задача касается внедрения в аппаратуру процедуры контроля целостности, причём прежде всего это должно касаться ГМССБ и электронных навигационных средств.

11. Заключение

Автор данной статьи не ставил перед собой задачи описать все продукты, полученные в процессе выполнения работ, проводимых в интересах е-Н (достаточно сказать, что, набрав в поисковике Yahoo «e-Navigation», читатель получит 861000 ссылок). Тем более, что, как отмечалось в работе [36], принципиальным отличием е-Н от других программ является скрупулёзное исследование потребностей различных групп пользователей и выявление пробелов в существующих навигационных технологиях. Последнее привело к разработке целого класса инновационных процедур, которые 10 лет назад было трудно себе представить. Ставилась задача ознакомить широкий круг специалистов в области навигации, не обязательно морской, с последними достижениями в навигации торгового флота.

В любом случае очевидно, что е-Н привносит свежие идеи в процесс не только судовождения как такового, но и в принципы как разработки навигационной аппаратуры, так и её использования, а сама концепция е-Н привлекает внимание всё большего числа профессионалов. Достаточно сказать, что к концу 2014 г. число зарегистрированных членов группы, обсуждающей проблемы е-Н в Интернете на сайте www.linkedin.com/grp/home, достигло 4000 человек [47].

При этом в результате решения поставленных СПВ задач [7] на глобальном уровне удастся:

- стандартизовать разработку мостиковых систем, что позволит снизить их стоимость и повысить эффективность обучения штурманов;
- уменьшить влияние торговых барьеров, вызванных существующими сегодня региональными подходами к решению задач навигации;
- снизить риски навигационных аварий.

В свою очередь морская администрация прибрежных государств и государств, под чьим флагом плавают суда, сможет:

- повысить осведомлённость в обстановке на борту судна за счёт упрощения доступа к стандартизованной, а главное надёжной, информации;
- повысить эффективность обучения и сертификации СУДС-персонала и использования СУДС-сервисов.

Судовладельцев и судоводителей ожидают следующие возможности:

- повышение гибкости при ротации экипажа в связи с унификацией мостиков;

- упрощение составления обязательных докладов береговым и портовым службам, что снизит нагрузку на штурмана;
- повышение безопасности плавания, прежде всего в зоне действия СУДС;
- более углублённое освоение навигационной аппаратуры в связи с её унификацией.

Наконец, производители аппаратных средств получат требования к их разработке, согласованные с потребителями.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.gov.uk/maib-reports
2. **Patraiko D.J.** IMO e-Navigation Concept//European Journal of Navigation, vol.5, №5, 2007
3. www.uscg.mil/imo/nav/docs/nav52-report.pdf
4. **Patraiko D.J.** Introducing the e-Navigation Revolution//www.ifsma.org/tempanounce/aga33/Enav.pdf
5. www.uscg.mil/imo/msc/docs/msc85-report.pdf
6. **Елагин А.В.** E-navigation: научно-практический прогноз//Навигация и гидрография.- 2002.- №15.- С.9-20.
7. www.imo.org/en/OurWork/Safety/Navigation/Documents/enavigation/SIP.pdf
8. **Laursen W.** IMO Prioritizes e-Navigation// The Maritime Executive, 26.06.15.
9. www.uscg.mil/imo/msc/docs/msc-95-report.pdf
10. **The Marine Electronic Highway**//MarineLinc.com, June26, 2006/
11. **Marine Electronic Highway IT System Handed to Indonesia**// Digital Ship, 10August2012.
12. www.monalisaproject.eu/wp-content/uploads/MONALISA_BROSCHUR.pdf
13. www.monalisaproject.eu/concept-for-activity-1-dynamic-proactive-routes-or-green-routes
14. www.monalisaproject.eu
15. www.monalisaproject.eu/monalisa-2-0-enhanced-maturity-in-information-and-communication-technology-ict
16. **Lind M., et all.** Digital Infrastructures for Enabling STM// www.e-navigation-net/
17. **Burmeister H-Ch, et all.** The European Maritime Simulation Network: planned and possible future// www.e-navigation-net
18. www.monalisaproject.eu/monalisa-2-0-at-the-e-navigation-underway-conference-a-key-project
19. www.monalisaproject.eu/connection-of-different-civil-maritime-simulators-marks-breakthrough
20. **SiweU.** EMSN-establishing the baseline of the future//www.monalisaproject.eu/emsn- establishing-the- baseline -of- the -future.
21. www.monalisaproject.eu/monalisa-2-0-strong-influence-of-e-navigation
22. **SiweU.** EU grants 21 million Euro to New Sea Traffic Management Validation Project// www.monalisaproject.eu/eu-grants-e21million-to-new-sea-traffic-management-validation-project.
23. **An Overview** of the Maritime Cloud -Input to the IMO e-Navigation CG by Denmark// www.csun.edu/c/document-library/get-file.
24. **Lee K.** Cyber Security for e- Navigation// www.e-navigation.net
25. **Fukuto J., et all.** Development of a Pilot Small Sea Area Ship information System Using Maritime Cloud and Smart Phones//www.e-navigation.net
26. www.efficiensea.org/files/mainoutputs/wp4/efficiensea_wp_5.pdf
27. www.efficiensea.org/default.asp
28. www.efficiensea2.org/#
29. **Christensen T.** The Road for the Maritime Cloud// www.e-navigation.net
30. www.accseas.eu/content/download/2232/20814/ACCSEAS_A4_2pp_final_leaflet.pdf
31. **Baldauf M.** e-Navigation and Training// www.e-navigation.com
32. **Williams A., et all.** The Innovative North Sea e-Navigation Demonstration//www.espace-ftp.cborg.info/1504ENC/fullpaper/FP_ENC-081.pdf
33. **Гольдин Ю.Д.** Математические методы обработки навигационной информации в судовых автоматизированных комплексах/ Ю.Д.Гольдин, А.Н.Каяндер, Б.С.Ривкин, Е.В.Якшевич// Автоматизация технических средств морских судов, сборник НТО им.акад. А.Н.Крылова.- 1977.-выпуск 247.
34. **Ривкин Б.С.** Европейская конференция по навигации ENC-GNSS 2014// Гирокопия и навигация.-2014.-№ 2.-С.151-160.

35. **Williams A.** ACCSEAS: Demonstrating e-Navigation in the North Sea Region// www.e-navigation.net
36. **Губернаторов С.С.** Навигация будущего – стратегическая программа e-Navigation// Наука и транспорт.- 2014.- №8.- С.52-56.
37. **Малеев П.И.** Особенности, состояние и перспективы развития e-Навигации морских объектов/ П.И.Малеев, Н.И.Леденёв//Навигация и гидрография.- 2012.- №33.- С.16-20.
38. **Гарнагин Ю.С.** Базовые принципы, развитие и внедрение концепции e-Навигации// www.mino.esrae.ru/pdf/2013/2Sm/1268.doc
39. **Лентарёва А.А.** Проблемы реализации концепции E-Навигации// [www.rudocs/ exdat.com/docs/index-498853.html?page=10](http://www.rudocs/exdat.com/docs/index-498853.html?page=10)
40. **Миляков Д.** Шаг сделан. Системы мониторинга судов в концепции e-Navigation/ Д.Миляков, Г.Панамарёв//Navigation & Communication.- 2011.- №4.- С.66-70.
41. **Прогноз на будущее.** Размышления об эволюции системы e-Navigation// Navigation & Communication.- 2011.- №6.- С. 62-66.
42. **E-NAVIGATION.** Преодоление препятствий// Navigation & Communication.- 2012.- №1.- С. 48-57.
43. **Ефимов В.В.** Предложения по реализации принципов e-Навигации при комплексном использовании цифровых информационных технологий в отечественной судовой аппаратуре и береговых комплексах для обеспечения судоходства / В.В.Ефимов, А.В.Рогожников, С.В.Черепанов// www.mir-forum.ru/files/materials/tranzas.pdf
44. **Модеев Р.** Е- навигация и РИС. Анализ технологий и примеры возможных реализаций проектов береговых систем// www.ftp/ftp.marsat.ru/Forum 2011/modeev_transas.doc
45. www.transas.ru/marine
46. www.monalisaproject.eu/monalisa-2-0-a-strong-influencer-of-e-navigation
47. www.e-navigation.com

Rivkin B.S. (Concern CSRI Elektropribor, JSC)

Tenth Anniversary of E-Navigation // Giroskopiya i Navigatsiya. 2015. № 4(91). P. 173-191.

Abstract. The article presents brief information on the historical background of the e-Navigation concept, its definition, modern outlook of its fundamentals and the first results of their implementation.

Key words: e-Navigation, navigation safety, vessel traffic services, Maritime Cloud, PNT, S-mode, Marine Service Portfolio

Материал поступил 17.09.15