

КАРТОГРАФИЯ В СОВРЕМЕННОЙ НАВИГАЦИИ

С.С. Губернаторов («С-МАР»)

В 1979 г. окончил арктический факультет (гидрография) Ленинградского высшего инженерного училища им. адмирала С.О. Макарова. Работал на кафедре гидрографии и в НИС училища, принимал участие в гидрографических и морских геофизических экспедициях в Арктику, на Дальний Восток, Балтийское, Черное море. Один из разработчиков серийного океанографического комплекса «Лидер», а также первого проекта геоинформационной системы управления недвижимостью Санкт-Петербурга (1993–1994). С 1994 г. — генеральный директор ЗАО «С-МАР».



Маленький символ — «затонувшее судно», которым усеяны навигационные карты, зачастую является единственным памятником погибшему кораблю. А если место кораблекрушения неизвестно, то остается только запись в архивах национального регистра — «пропал без вести»...

Миллионы человеческих трагедий связаны с морем, и все же моряки ежедневно оставляют берег, каждый раз надеясь, что не навсегда. Причины морских трагедий разные: военные действия, ошибки проектирования и строительства судов, недостаточная точность или отсутствие карт, нередко — преобладающая сила стихии. Но до сих пор основной причиной остается то, что обобщенно классифицируется как «человеческий фактор» —

объективно существующий предел индивидуальных возможностей конкретного человека по управлению техническими или социальными системами определенной совокупной мощности.

Именно глубокое изучение философских аспектов проблемы управления (в отношении систем автоматического управления стрельбой) в свое время привело Н. Винера к формулировке основных законов кибернетики, которая стала теоретической базой технического прогресса практически во всех отраслях человеческой деятельности.

С возрастанием тоннажа и размеров судов, а также интенсивности движения на морских путях экономическая оценка риска аварии возрастает многократно. Без непрерывного развития технологии навигации современное судоходство было бы вообще невозможно, как невозможно ручное управление атомным реактором.

▼ **Организационное обеспечение технологии судоходства**

Навигация судов, как важнейший элемент судоходства, регулируется документами, выпускаемыми Международной морской организацией (ИМО — International

Maritime Organization), и национальными правилами, издаваемыми Морской администрацией флота. Основные технические средства навигации, выпускаемые промышленностью, должны быть сертифицированы на соответствие эксплуатационным стандартам, одобренным ИМО, и техническим стандартам, разрабатываемым Международной электротехнической комиссией (ИЕС). Контроль за соблюдением международных и национальных правил, включая комплектацию судна, осуществляется морскими администрациями портов.

Международная организационная и законодательная поддержка является исключительно важным элементом современной технологии мореплавания, цель которой предельно четко отражена в названии ее основополагающего документа — конвенции SOLAS (Safety Of Life At Sea).

▼ **Технический прогресс**

В последние три десятилетия XIX века произошла очередная (после радиолокации) революция в технологии навигации, которая затронула и судоходство, и авиацию, и автотранспорт.

Впервые мечта моряков о надежном способе определе-

ния местоположения стала реальностью, когда ненастной ночью 1944 г. английские корабли незаметно высадили в Нормандии массированный десант второго фронта, используя первую радионавигационную систему.

Вплоть до конца 1980-х гг. радионавигационные системы DECCA (Англия), LORAN-C (США), OMEGA (США), MAPC-75 (СССР), РСДН (СССР) и другие активно использовались как моряками, так и авиаторами, успешно конкурируя со спутниковыми системами первого поколения. Гидрографические радионавигационные системы вместе с современными многолучевыми эхолотами и тралами позволили выполнить колоссальный объем высокоточной гидрографической съемки, уточнить старые навигационные карты и открыть для безопасного плавания новые районы.

Следующей значительной вехой по праву считается ввод в широкую эксплуатацию спутниковых навигационных систем TRANSIT (США) и «Цикада» (СССР). Даже на трансокеанских переходах штурманы вспоминали о секстане только по требованию капитана. Несмотря на сравнительно высокую стоимость и большую, по нынешним меркам, дискретность наблюдений (определение местоположения судна, от англ. — observation), практически каждое судно оснащалось приемниками системы TRANSIT.

Выполнив свою миссию, TRANSIT уступил место новой системе NAVSTAR (США).

В первую очередь, благодаря очень малой дискретности наблюдений и низкой стоимости малогабаритные и надежные приемники GPS в течение короткого времени стали основным навигационным инструментом каждого судна, почти

всех самолетов и уже не являются экзотикой на автомобильном транспорте.

Для повышения надежности определения места приемники GPS системы NAVSTAR часто объединяют с приемниками спутниковой системы ГЛОНАСС. Для многих ответственных применений это является обязательным, несмотря на текущее состояние группировки спутников и стоимость аппаратуры потребителя.

Параллельно с развитием технических средств определения местоположения интенсивно развивались другие навигационные инструменты. Качественно улучшилась радиолокация, стандартом стала цифровая обработка радиолокационных сигналов. Наряду с такими традиционными приборами, как магнитный компас, гирокомпас, лаг, эхолот, конвенция SOLAS вводит принципиально новые: систему автоматической идентификации судна (AIS), «черный ящик» (VDR), систему управления судном по траектории (для крупных судов), систему экстренной связи (GMDSS) и, наконец, электронную картографическую информационную систему (ECDIS —

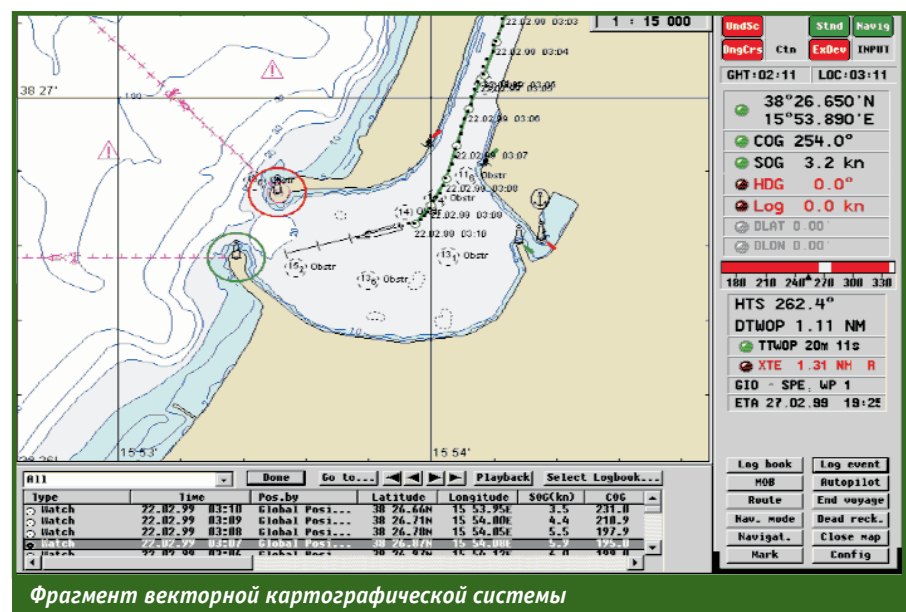
Electronic Chart Display and Information System).

Опережающее развитие электроники, вычислительной техники и связи, с одной стороны, и настоятельная необходимость в повышении безопасности судоходства, защиты жизни людей, дорогостоящих грузов и охраны окружающей среды с одновременным сокращением экипажей, с другой стороны, стимулировали создание промышленной технологии навигации нового века.

▼ Новое качество — признак технологической революции

Ядро и интегрирующий центр современного мостика — электронная картографическая система. Помимо отображения электронных карт эта система ведет непрерывную прокладку местоположения судна, автоматически контролирует исполнение заданного маршрута, отображает радиолокационные цели, проигрывает маневр, выдает команды управления авторулевому для движения по заранее проложенному и автоматически проверенному маршруту.

На рисунке демонстрируется возможность векторных



Фрагмент векторной картографической системы

картографических систем определять безопасные курсовые сектора (красная шкала справа — безопасный курс 270°).

▼ За кулисами ECDIS

В отличие от большинства других навигационных инструментов эффективная и надежная эксплуатация картографических систем требует развитого и непрерывного берегового сервиса.

Отдельные наборы электронных карт до использования на борту судна должны быть включены в мировую коллекцию, обеспечивающую непрерывное картографическое покрытие на всем протяжении перехода судна с учетом возможных отклонений от маршрута.

Данные одного масштабного ряда от разных поставщиков могут перекрывать друг друга, поэтому каталог коллекции, по которому ECDIS выбирает карты для отображения, должен устанавливать приоритеты для наборов данных и содержать дополнительную информацию с целью исключить обработку перекрывающихся фрагментов.

Все данные перед включением в коллекцию проходят верификацию (формальная проверка данных на соответствие правилам кодирования) и компиляцию (конвертирование во внутренний формат системы) независимыми программами, которые до этого были тщательно проверены и одобрены сертификационным органом. Технически эту операцию можно произвести на судне, но в случае отрицательного результата верификации судоводитель, заплатив за набор данных, может оказаться в море без нужных карт.

Ключевым моментом навигационной картографии всегда была своевременная корректу-

Уникальная функция ECDIS, которой не обладают ни бумажные карты, ни какое-либо другое техническое средство навигации, заключается в автоматическом предупреждении судоводителя об опасном курсе и вычислении безопасных курсовых секторов на основе постоянной обработки базы данных векторных электронных карт.

ра. В отношении ECDIS этот элемент технологии включает подготовку извещений мореплавателям, корректуру исходной базы данных, генерацию корректурного набора и передачу его на судно, верификацию средствами ECDIS, регистрацию и применение корректуры в процессе отображения карты.

Существенным отличием навигационных карт от географических карт общего назначения является наличие большого числа договорных и физических объектов, призванных регулировать движение транспорта, а также разгрузка карты от изображения объектов реального мира, не влияющих на обеспечение логистики и безопасности движения.

Несмотря на общность предметной области, эффективная и безопасная навигация различных транспортных средств: маломерного флота, морских и речных судов различных классов, автомобилей, магистральных самолетов и летательных аппаратов, работающих на малых высотах, — требует различной нагрузки и объектового состава карт. Важными объединяющими факторами являются метод «абсолютной» навигации с использованием спутниковых систем определения места (в отличие от «относительной» навигации по береговым ориентирам) и по-

требность в постоянном обновлении карт непосредственно на транспортных средствах (в основном это касается судов всех классов, но в будущем будет актуально и для автотранспорта).

Глобальная природа современного судовождения, дальней авиации, в определенной мере — автоперевозок требует развитого картографического покрытия. Для решения задач, связанных с логистикой грузоперевозок, мониторинга различных транспортных средств и грузов в контейнерах необходимы совмещенные морские и топографические карты, а также дополнительные базы данных по паромным переправам, пропускной способности судоходных каналов, таможенных переходов, грузовых терминалов, портов, климатические карты, прогноз погоды и т. п. В ближайшей перспективе электронные навигационные карты будут включать помимо собственно карт множество дополнительной информации, необходимой штурману для своевременного принятия решений по безопасному и рациональному управлению судном.

Принимая во внимание, что национальные гидрографические и картографические службы являются наиболее надежными источниками картографической информации в их зоне ответственности, для создания мировой базы электронных карт целесообразно использовать именно эти карты и сопутствующие публикации. Одной из наиболее сложных проблем при этом является гармонизация исходных данных без их редактирования — создание непрерывного унифицированного картографического покрытия на основе карт раз-

личных масштабов, с различающейся нагрузкой, текстовой информацией на национальном языке, отнесенных к различным эллипсоидам, с различными картографическими школами и, порой, с неизвестными источниками съемки. Задача усложняется, если требуется объединить, скажем, морские и топографические карты с подгрузкой речных навигационных карт, обладающих также своей спецификой. Необходимо отметить, что исторически крупные национальные коллекции морских навигационных карт формировались на основе международного соглашения о безвозмездном паритетном обмене картами между гидрографическими службами, достигнутого в рамках Международной гидрографической организации (ИНО — International Hydrographic Organization). Принято считать, что условно мировыми коллекциями обладают Военно-топографическая служба США (NIMA — National Imagery and Mapping Agency), Английская гидрографическая служба (UKHO — United Kingdom Hydrographic Office) и Главное управление навигации и океанографии Министерства обороны РФ (ГУНиО МО РФ). Однако в реальности ни одна из этих коллекций не обеспечивает полностью мировое покрытие, необходимое для безопасного мореплавания. К тому же зачастую уровень корректуры и точность многих карт, заимствованных ранее из других источников либо выпущенных на основе собственной съемки в районах, не входящих в зону ответственности национальной гидрографической службы, не позволяют использовать их в целях «абсолютной» навигации.

▼ Международная стандартизация электронных навигационных карт

Перечисленные выше проблемы не имеют приемлемого решения без комплекса международных стандартов, определяющих минимальный функционал бортовых картографических систем и спецификацию картографических продуктов, а также международных и билатеральных соглашений об использовании данных и справедливой компенсации затрат производителя.

Прежде всего, отметим, что согласно конвенции SOLAS юридическим аналогом бумажной навигационной карты признается не база данных электронных карт, а техническое средство ECDIS, имеющее сертификат одобрения типа и укомплектованное официальной базой электронных карт, поддерживаемых автоматической корректурой. Минимальные требования к ECDIS определяются Резолюцией Ассамблеи IMO A.817(19) (1995) с дополнениями и изменениями Комитета по безопасности мореплавания IMO (1999). В частности, стандарт оговаривает, что электронные карты поставляются в унифицированном формате обмена ENC, а для использования конвертируются на борту в системный формат ECDIS — SENC, определяемый разработчиком системы.

Официальные электронные карты должны производиться уполномоченной Правительством гидрографической службой или иным государственным институтом и поддерживаться автоматической корректурой. При этом предполагается, что государство будет нести ответственность за последствия аварии, произошедшей в связи с недостоверной картографической информа-

цией (на практике это условие не выполняется, что существенно снижает ценность «официальных» карт для судовладельцев — *Прим. автора*). Требования к картам определяются стандартом ИНО S-57 третьего издания. Стандарт предусматривает цепочно-узловую топологию данных, определяет каталог объектов и атрибутов, формат записей, а также полную спецификацию выходного набора данных для основного и корректурных наборов. Корректурные электронные карты поставляются в виде файлов команд, в соответствии с которыми ECDIS корректирует исходный набор данных при отображении. Электронные навигационные карты не содержат каких-либо сведений о способах отображения карт.

Отображение морских электронных карт унифицировано и регулируется стандартом ИНО S-52, обязательным для применения разработчиками ECDIS.

Обязательная сертификация ECDIS выполняется уполномоченными сертификационными обществами, такими как Морской и Речной регистры РФ (в части проверки функционала — «Морсвяз-спутник»), DnV (Норвегия), BSH (Германия), German Lloyd (Германия) и т. д.

Перечисленные выше стандарты не затрагивали существенную часть технологии ECDIS — доведение электронных карт и корректуры до потребителя. В 2002 г. ИНО приняла важное решение о возможности поставки карт и корректуры в системном формате производителя ECDIS — SENC. Это техническое решение позволяет вовлечь специализированные картографические компании в процесс распространения официальных данных и снять

нерешенные вопросы о защите карт от несанкционированного доступа, формирования мировой коллекции данных, предоставления необходимого сервиса конечному пользователю и своевременной оплаты поставленных карт.

Работа по совершенствованию стандартов S-52 и S-57/3 ведется непрерывно, но их текущие версии «заморожены» решением ИНО с целью стабилизировать процесс производства данных в гидрографических службах и, соответственно, стимулировать внедрение ECDIS на морском флоте. В то же время продвижение данной технологии на рынок речного флота потребовало учета специфики речной навигации при отображении электронных карт и, естественно, модификации каталога объектов и атрибутов.

С этой целью Рейнская комиссия разработала собственный стандарт Inland ECDIS Standard (IES), являющийся расширением S-57/3, который впоследствии был одобрен Европейским экономическим советом ООН. Детальный анализ объектового состава навигационных карт российских внутренних водных путей (ВВП) показал, что для корректного кодирования ряда объектов и их графического представления каталог объектов должен быть расширен. Такое предложение было направлено в рабочую группу по поддержанию стандарта и в целом принято как дополнение для России. Тем же путем пошли Италия, США и Канада, не входящие в Комиссии по судоходству на ВВП Западной Европы, но посчитавшие целесообразным использовать этот опыт и гармонизировать национальные стандарты для ВВП с IES.

В перечне международных стандартов для навигационных карт нельзя не упомянуть исключительно важный для массового рынка стандарт ISO 19379 для коммерческих баз данных навигационных карт и бортовых электронных картографических систем (ECS — Electronic Chart Systems), поддержанный Россией. Появление данного стандарта вызвано двумя причинами. Во-первых, потребностью в международных и национальных требованиях к картографическим системам и базам данных для маломерного флота, на который не распространяются положения SOLAS. Во-вторых, неспособностью гидрографических служб в ближайшее время обеспечить покрытие детальными электронными картами, удовлетворяющее потребности маломерного флота, по численности в сотни раз превосходящего состав мирового флота SOLAS-класса.

▼ Производство данных гидрографическими службами

Резолюция ИМО А.817(19), утвердившая в 1995 г. эксплуатационный стандарт на ECDIS, придала мощный импульс разработкам новой технологии навигации во всем мире. Однако, ряд причин, в основном субъективных, не позволили, по признанию ИНО, гидрографическим службам выполнить в настоящее время их миссию по обеспечению мореплавателей современным картографическим сервисом. В 2002 г. покрытие официальными электронными картами нужных масштабов соответствовало не более 3–10% (на Балтийском море — около 50%) усредненного ходового времени судна в стесненных водах. В результате судовладельцы не считают

оправданными крупные инвестиции в ECDIS и покупают, в основном, не конвенционные, более дешевые системы ECS, выполняющие те же функции. Требования SOLAS в этом случае удовлетворяются параллельным использованием бумажных карт.

С другой стороны, компании, специализирующиеся в навигационной картографии, создали и поддерживают регулярной корректурой подлинно мировые базы данных, а также поставляют технологии и производят данные для гидрографических служб при их согласии.

В последние два года ситуация начала постепенно меняться в пользу более тесного сотрудничества картографической промышленности и гидрографических служб, результатом которого стало появление достаточно представительных национальных коллекций (Эстония, Латвия, Норвегия, США, Канада, Англия, Греция, Италия). Япония была первой страной, официально выпустившей электронные карты своей зоны ответственности.

К сожалению, российская гидрография (ГУНиО МО РФ), во второй половине 1990-х гг. имевшая все шансы стать мировым лидером в области электронной картографии, в настоящее время предлагает на рынок только 30 экспериментальных наборов электронных карт.

Это тем более досадно, что технологические центры двух ведущих мировых компаний по электронной навигационной картографии находятся в Санкт-Петербурге, который безусловно занимает первое место в мире по концентрации специалистов высшей квалификации в этой области.

В то же время Гидрографи-

ческое предприятие Минтранса и ГБУ «Волго-Балт» при поддержке «С-MAP» смогли в короткий срок подготовить собственных специалистов и наладить серийное производство и корректуру электронных карт на свои зоны ответственности.

▼ Что впереди?

Опыт работ по созданию и ведению крупнейшей в мире коллекции электронных карт, а также технической поддержке клиентов компании — фирм-разработчиков бортовой аппаратуры, и обслуживания пользователей, среди которых Секретариат Международной Морской Организации, национальные морские администрации, судоходные компании, военноморские силы и береговая охрана, национальные гидрографические службы, спасательные координационные центры и многочисленные шкиперы маломерного флота, — позволяет предположить оптимистический сценарий развития электронной картографии в морской навигации на ближайшее время.

Более тесная кооперация гидрографических и картографических служб и промышленности в совершенствовании технологии, производства и распространения электронных карт. Необходимость этого признана на уровне Международной гидрографической организации.

Специальный международный проект под эгидой ИЮ для оценки и мониторинга гидрографической изученности Мирового океана, отнесенный к модели транспортной системы. Результатом проекта должен стать постоянно корректируемый объединенный каталог национальных коллекций бумажных и электронных карт со

сведениями о подробности и точности съемки, а также районирование акватории Мирового океана по степени адекватности гидрографической и картографической изученности в соответствии с современными требованиями судоходства, с учетом геоморфологии данного района и приливного режима. Российские ученые имеют уникальный научный задел в этой области и могут внести весомый вклад в систематизацию и оценку глобальных знаний о навигационном картографировании Мирового океана. Практические результаты этой работы позволят обоснованно планировать приоритетность создания и ведения Мировой базы официальных электронных карт силами гидрографических служб и картографических компаний, сфокусировать международные инвестиции в съемку на наиболее чувствительных для судоходства районах, решить проблему справедливой компенсации затрат малым гидрографиям за использование их карт в мировой базе данных и в крупных национальных коллекциях.

Акцент на информационную составляющую бортовых навигационных картографических систем. В настоящее время в рамках НАТО создается глобальная база данных так называемых «дополнительных военных объектов» — информационных слоев, которые предполагается отображать вместе с навигационными картами в системах военного назначения. Кроме того, существует информация, которая при использовании в ECDIS позволяет существенно расширить ее функциональные возможности и повысить безопасность и эффективность мореплавания. Это климатические

и ледовые карты, метеопрогноз, юридический режим отдельных акваторий, зоны обязательных докладов, районирование морей и океанов для плавания судов определенных классов, по признаку вероятности получения помощи в заданное время и т. д.

Появление принципиально нового функционала навигационных картографических систем на основе неразрывного картографического покрытия и специальных баз данных. В качестве примера можно привести разработанную «С-MAP» функцию автоматической проработки оптимального перехода судна между любыми портами мира, проливами и местами укрытия с учетом динамически формируемой зоны безопасности судна, его размерений (основных размеров корпуса, осадки и высоты мачт), схем разделения движения, районов со специальными условиями плавания, рельефа, сезонных метеорологических факторов и т. п.

Включение обязательного канала глобальной связи в ECDIS или наличие локальной сети для подключения к бортовому терминалу глобальной связи с целью передачи автоматической корректуры карт, метеопрогноза и целеуказания при спасательных операциях (сейчас это требование стандартом не предъявляется). В дальнейшем такой канал связи может быть использован для доступа к береговым информационным ресурсам, а также задействован для мониторинга флота.

Список добрых дел по развитию современного картографического сервиса в навигации этим, безусловно, не исчерпывается. Это только малая доля того, что предстоит сделать.