

Литература

1. www.embedded.com/internet
2. www.telemed.ru
3. www.realtex.meteo.ru
4. www.vbank.ru/partners/telekom
5. **Воробьев В. И., Грибунин В. Г.** Теория и практика вейвлет-преобразования. — ВУС, 1999. — 208 с.
6. www.wavelet.org
7. www.bell-labs.com/who/wim/papers/papers.html
8. **Компьютерные сети.** Книга 1: High Performance Networking. Энциклопедия пользователя: Пер. с англ. / Марк А. Спортак и др. — Киев: ДиаСофт, 1998. — 432 с.
9. **Фейт Сидни** TCP/IP: Архитектура, протоколы, реализация (включая IP версии 6 и IP Security) / 2-е изд. — СПб: Лори, 2000. — 424 с.
10. **Kravotta Nicholas** Embedded TCP/IP: a smorgasbord of options // EDN. — 2001. — N 1. — P. 75–80.
11. **Mitaque Larry** Internet device interaction control // Internet appliance design. — N 01. — 2001. — P. 61–66.
12. **Опыт** использования информационно-управляющих сетевых систем для передачи видеоизображений / Астапкович А. М., Востриков А. А., Касаткин А. А. и др. / В кн.: Информационно-управляющие системы для подвижных объектов. Семинары ASK Lab 2001 / Под общ. ред. М. Б. Сергеева. — СПб: Политехника, 2002. — С.180–197.

УДК 629.783.05:629.1.053

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПУТНИКОВЫХ И ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ НАВИГАЦИОННО-ГИДРОГРАФИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ

В. А. Катенин,*д-р воен. наук, старший научный сотрудник***А. В. Катенин,***старший инженер**Государственный научно-исследовательский**навигационно-гидрографический институт Министерства Обороны**Российской Федерации (ГНИНГИ МО РФ)*

Рассматриваются преимущества комплексного использования спутниковых и ГИС-технологий в автоматизированных информационно-управляющих системах береговых подразделений Гидрографической службы и на морских подвижных объектах.

Статья предназначена для специалистов, занимающихся вопросами построения информационно-управляющих систем, сетевыми технологиями, системным анализом и обработкой информации.

Современный этап развития навигационно-гидрографического обеспечения (НГО) морских подвижных объектов характеризуется значительным увеличением потоков разнородной информации, необходимой для принятия оптимальных управленческих решений, в том числе и в экстремальных ситуациях.

Для охвата всего объема информации она должна быть представлена в удобном и обозримом виде, позволяющем из всего множества данных выбирать только важные и необходимые. Кроме того, обоснованность управленческих решений во

многом зависит от применения для этих целей математических методов оптимизации, реализованных в виде машинных методик, что в целом дает возможность автоматизировать этот процесс и существенно повысить производительность труда.

Решение указанных проблем становится уже невозможным без привлечения автоматизированных информационно-управляющих систем (АИУС) с использованием геоинформационных технологий. Одним из основных средств геоинформатики являются географические информационные системы (ГИС), под которыми понимается совокупность ком-

пьютерного оборудования, программного обеспечения, географических данных и произвольного проектирования пользователем хода работ для накопления, хранения, видоизменения, обработки, анализа и визуализации всех форм информации [1].

Основой любой ГИС является цифровая карта. ГИС позволяет создавать карты в разных масштабах и проекциях с разнообразной окраской, определять пространственные связи между объектами карты. При этом ГИС позволяет создать любую нужную географическую картину, удовлетворяющую требованиям потребителя. Таким образом, главное назначение ГИС — оперативное представление пользователю достоверной и обработанной пространственно-распределенной информации, необходимой для решения управленческих задач, что делает ее незаменимым аналитическим инструментом в повседневных и экстремальных условиях.

Успешность функционирования ГИС во многом обусловлена соблюдением следующих основных требований, предъявляемых к ним. ГИС должна быть:

— *полной*, т. е. охватывать все стороны информационного, программного и технологического обеспечения, которые встречаются в процессе эксплуатации системы;

— *комплексной*, т. е. иметь возможность совместного анализа больших групп параметров в их взаимосвязи;

— *открытой*, т. е. обеспечивать легкость модификации и переназначивания с целью поддержания ее на уровне современности, что необходимо как для обеспечения эволюционности, так и для решения разнообразных задач;

— *защищенной*, т. е. обеспечивать защиту информации, предназначенной для различных уровней управления.

Дополнительные требования к ГИС приведены ниже. ГИС должна обеспечить решение следующих частных задач:

— создание и ведение баз пространственно-распределенных данных;

— создание и редактирование цифровых карт в различных проекциях и масштабах;

— отображение различных данных в виде карт, графиков, диаграмм и т. п.;

— анализ картированных данных;

— измерение геометрических характеристик природных объектов, расстояний от географических точек до районов с теми или иными условиями и т. д.;

— изменение масштабов отображения, форм и вида представления графической и картированной информации;

— привязка информации из баз данных к географическим объектам на цифровых картах;

— интерполяция и построение векторных и скалярных полей по информации из баз данных;

— выполнение запросов на многообразные выборки из баз данных; на отображение и пространственный анализ картированных данных (по параметрам, периодам времени, районам и т. д.);

— документирование информационной продукции;

— применение приложений для выполнения специальных видов обработки, хранения информации и др.

Одной из сложнейших проблем в ГИС-технологии является оперативный сбор и хранение исход-

ных данных, съемка которых представляет собой трудоемкий и дорогостоящий процесс. В настоящее время наибольшее распространение в качестве основы для создания цифровых карт получили традиционные морские навигационные карты. Однако при их отсутствии или при необходимости получить оперативную информацию большого пространственного охвата представляется целесообразным использовать дистанционные средства. Особая роль здесь отводится спутниковой информации в ГИС, где результаты дистанционного зондирования поверхности Земли (океана) из космоса являются регулярно обновляемыми источниками данных, необходимых для формирования информационных слоев электронных карт в широком спектре масштабов (от 1:10 000 до 1:10 000 000). При этом информация от дистанционных средств зондирования позволяет не только оперативно оценивать, но главным образом производить обновление и корректуру используемых графических слоев. Также отметим, что в ГИС важны не только слои информации, но и точная привязка объектов на них к географической системе координат.

С учетом изложенного, для формирования графических слоев может быть полезной комплексная информация от следующих спутниковых систем:

— навигационных (ГЛОНАСС, GPS, ГЛОНАСС + GPS);

— освещения обстановки;

— океанографической;

— метеорологической;

— топогеодезической и др.

При этом для осуществления связи между морским подвижным объектом и пользователями различного уровня предусматривается использование спутников-ретрансляторов.

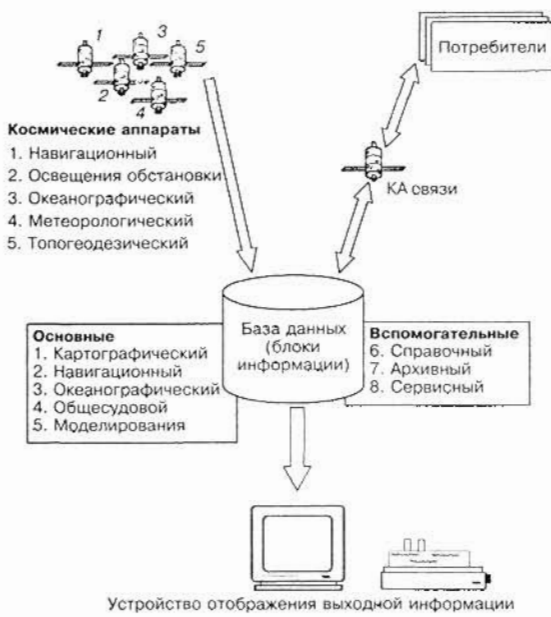
В последнее время в стране и за рубежом все больше внимания уделяется применению малых (массой до 500 кг) космических аппаратов (МКА) для решения задач аналогичного назначения. Основная идея применения МКА — сделать их обычным рабочим инструментом, пускаемым в дело по мере возникновения в этом необходимости. Это связано в первую очередь с необходимостью увеличения оперативности обновления данных путем наращивания орбитальной группировки спутников того или иного назначения. К положительным сторонам МКА также следует отнести:

— относительно большую живучесть за счет малой заметности, мобильности средств запуска и возможности оперативного восполнения или наращивания группировки;

— относительно низкую стоимость запуска МКА, в том числе и за счет размещения на одном ракетносителе нескольких МКА.

МКА с продолжительностью функционирования 3–6 месяцев могут быть быстро выведены на орбиту в случае возникновения кризисных ситуаций с помощью штатных средств запуска подвижного морского объекта. Подобные спутники нашли широкое коммерческое применение за рубежом. Большой интерес использование МКА вызывает у подразделений МЧС для обследования труднодоступных районов, подвигшихся воздействиям внешней среды, и их контролю.

Схема взаимодействия спутниковых систем с базами данных носителя и командованием различного уровня приведена на рис. 1.



■ Рис. 1. Схема информационного взаимодействия морского подвижного объекта со спутниками и пользователями различного уровня

Основными системами, обеспечивающими сбор данных для ГИС, являются спутники с дистанционными средствами зондирования, работающими в оптическом диапазоне. Для оперативности передачи спутниковой информации предлагаются качественно новые подходы, которые предусматривают применение векторного квантования изображений [2] или непосредственное преобразование изображений в цифровой вид на борту космического аппарата для дальнейшей передачи их потребителю.

Симбиоз комплексной спутниковой информации и ГИС-технологий открывает принципиально новые возможности в создании автоматизированных информационно-управляющих систем. Новая технология обладает следующими достоинствами, которые выводят ее в лидеры:

- комплексность информации;
- оперативность ее получения и представления в компактном виде;
- наглядность представления;
- анализ совокупной разнородной информации и выработка обоснованных управленческих решений;
- мобильность системы.

Рассмотрим возможность использования новой технологии в автоматизированных информационно-управляющих системах (АИУС) в береговых подразделениях гидрографической службы (ГС) и на судах.

С учетом изложенного можно выделить следующие функции АИУС-ГС [3]:

- информационное обеспечение руководства ГС различного уровня;
- информационное взаимодействие с источниками и потребителями гидрографической информации;
- ведение специализированных баз данных, классифицированных по территориальному (с гео-

графической привязкой) и предметному признакам;

- организация интерфейса с абонентами системы;

- поддержка подсистем моделирования и прогноза на основе информации, циркулирующей в системе;

- создание и модификация топографо-геодезической основы и представления на ней мест дислоцирования частей и подразделений ГС, обеспечиваемых ими площадей суши и акваторий океана (моря);

- отображение информации баз данных, результатов моделирования, анализа и прогноза на картографической основе в графическом и символьном виде;

- пространственно-временной анализ информации;

- подготовка рекомендаций для принятия управленческих решений;

- автоматизированное формирование документов.

Исходя из функций, принципы построения АИУС-ГС определяются следующим образом:

- многоуровневое построение системы на базе локальных вычислительных сетей (ЛВС);

- информационное взаимодействие между ЛВС;

- разграничение функций ЛВС по видам задач, решаемых различными структурами и уровнями управления;

- наличие центральной ЛВС на уровне управления ГС (первого уровня), организующей информационное взаимодействие между элементами системы одного уровня, межуровневое взаимодействие, формирование единого информационного поля каждого уровня, а также информационное взаимодействие с внешними автоматизированными системами и абонентами;

- единство методологических, технологических и организационных принципов построения системы;

- открытость системы, обеспечивающая возможность ее структурного и функционального наращивания (открытая архитектура системы);

- модульный принцип построения системы;

- использование геоинформационной технологии в качестве интегрирующего ядра системы;

- построение системы на базе ПЭВМ типа IBM PC с возможностью поэтапного наращивания ее мощности за счет подключения более производительных вычислительных платформ, используя совместимость сетевого и специализированного программного обеспечения;

- максимальное использование коммерческих программно-технических средств;

- соблюдение международных стандартов в области информационно-вычислительных сетей и средств связи;

- поэтапное создание АИУС-ГС;

- распределенный сбор и первичная обработка исходной информации;

- унификация и стандартизация циркулирующей информации, методов ее учета и форм представления, а также базовых программных средств обработки;

- возможность конвертации информации;

- централизованное ведение классификаторов и кодификаторов информации;

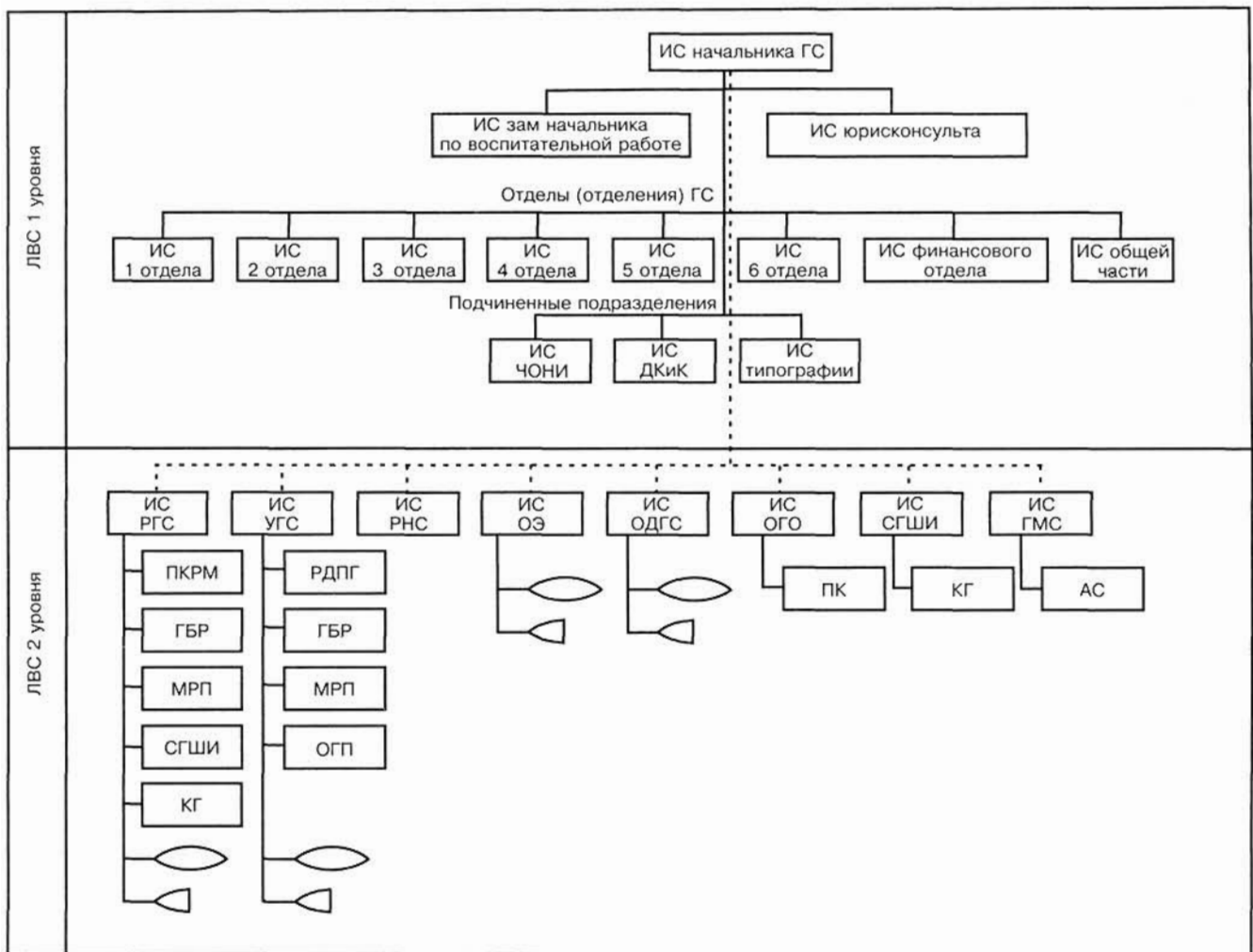
— разграничение реестродержателей;
 — многоуровневая защита информации;
 — регламентированное предоставление информации командованию, частям и подразделениям ГС.
 Структура создаваемой АИУС-ГС должна соответствовать структуре гидрографической службы (рис. 2). Здесь ИС — информационная система руководителя, построенная на основе ГИС-технологий.

Что же касается морских подвижных объектов, то рассмотрим возможность использования спутниковых и ГИС-технологий в автоматизированной информационно-управляющей системе судна (АИУС-С) [4]. Система предназначена для автоматизированной подготовки обоснованных управлен-

ческих решений по повседневной деятельности судов при решении свойственных им задач.

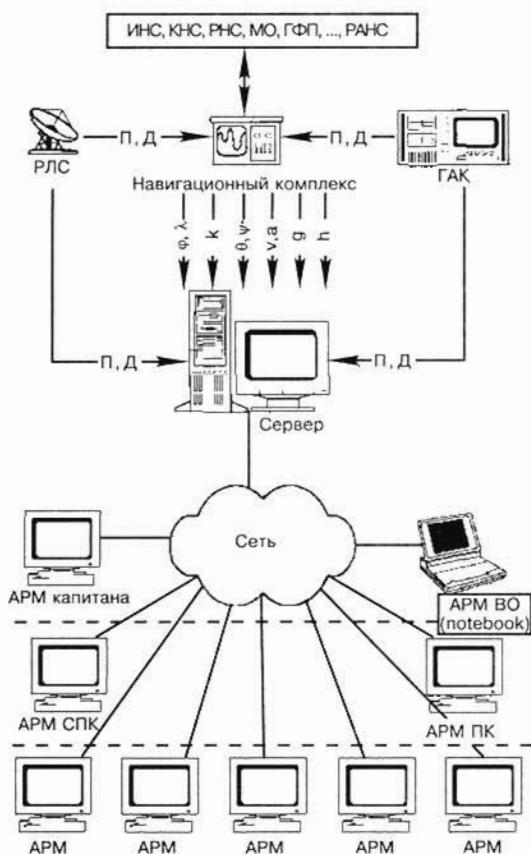
Структура АИУС-С, как и в первом случае, должна соответствовать штатной структуре судна (рис. 3).

При этом АИУС-С строится на базе ЛВС, которая обеспечивает информационную поддержку принятия управленческих решений в рамках компетенции различных звеньев командования судна, включая вахтенного на мостике. В такой системе должны быть предусмотрены алгоритмы ввода-вывода, фильтрации, анализа и корректуры данных, а также возможность наращивания числа рубрик, удаления ненужных и переименования имеющихся. Доступ к информации осуществляется по технологии «Клиент-сервер».



■ Рис. 2. Типовая схема организации гидрографической службы флота: ИС — информационная система; ГС — гидрографическая служба; РНС — радионавигационная система; ЧОНИ — часть оперативной навигационной информации; ДКиК депо карт и книг; РГС — район гидрографической службы; УГС — участок гидрографической службы; ОЭ — океанографическая экспедиция; ОДГС — отдельный дивизион гидрографических судов; ОГО — отдельный гидрографический отряд; СГШИ — склад гидрографическо-штурманского имущества; ГМС — гидрометеорологическая служба; ПКРМ — пункт контроля радионавигации маневренный; ГБР — гидрографическая база по ремонту и подготовке к постановке средств навигационного оборудования; МРП — маячно-ремонтная партия; КГ — корректорская группа; РДПГ — радиодальномерная партия гидрографическая; ОГП — отдельная гидрографическая партия; ПК — пункт контроля; АС — аэрологическая станция:

— — — — — связь с подразделениями, находящимися на территории ГС; - - - - - связь с частями и подразделениями ГС, находящимися на периферии



■ Рис. 3. Локально-вычислительная сеть судна: ИНС — инерциальная навигационная система; КНС — космическая навигационная система; РНС — радионавигационная система; МО — маяк-ответчики; ГФП — геофизический полигон; РАНС — радиоастронавигационная система; РЛС — радиолокационная станция; П, Д — пеленг и дистанция; АРМ — автоматизированное рабочее место; ВО — вахтенный офицер; СПК — старший помощник капитана; ПК — помощник капитана

Основным элементом любой АИУС является автоматизированное рабочее место (АРМ) специалиста. Типовое АРМ состоит из персонального компьютера с источником бесперебойного питания, программного обеспечения с базами данных и использует текущую информацию от различных датчиков.

Одной из проблем при создании АРМ конкретного пользователя (в нашем случае — штурмана) является разработка интерфейса. Среди существующих наиболее удобным для непрофессиональных (с точки зрения специалистов в области компьютерных технологий) пользователей является интерфейс типа иерархического меню, который предоставляет схему обработки информации по принципу «смотри и выбирай». Это значительно упрощает взаимодействие пользователя с компьютером, поскольку использование меню не требует изучения языка общения с системой.

Принцип построения интерфейса целесообразно осуществлять в соответствии с функциональными обязанностями штурмана. По нашему мнению, система должна оперировать с восемью груп-

пами данных, структурно объединенных в основные (картографический, навигационный, океанографический, тактический, моделирования) и вспомогательные (справочный, архивный, сервисный) блоки. Рассмотрим их более подробно.

1. Картографический блок. Предназначен для выработки электронных карт различных масштабов и проекций, являющихся ядром ГИС. Содержит рубрики (разделы):

- электронные карты;
- специальные карты;
- справочные карты;
- вспомогательные карты.

Блок позволяет:

— осуществлять выбор нужной карты, автоматическую ее загрузку и перемещение карты по экрану;

— управлять масштабом и нагрузкой карты (базовой, стандартной, полной);

— осуществлять просмотр карты на любой географический район с увеличением (уменьшением) изображения в целом или отдельной области;

— выбрать объект на карте и выдать по нему справку;

— выбрать нужные информационные слои (локальные места) и составить из них мозаику;

— произвести смену экранной палитры.

2. Навигационный блок. Предназначен для ведения навигационных прокладки и журнала (документирования обстоятельств плавания). Включает следующие рубрики:

— средства навигационного оборудования;

— навигационные расчеты;

— предварительная прокладка;

— исполнительная прокладка;

— автоматическое документирование текущих навигационных параметров и обстоятельств плавания;

— выработка сигналов предупреждений.

Блок позволяет:

— обосновать выбор и отобразить основной и резервный маршруты перехода корабля в назначенные районы действий; наложить на них слои географической, океанографической, справочной и др. информации;

— вести исполнительную прокладку, производить навигационные и тактические расчеты;

— формировать «мозаику» из различных информационных слоев или их фрагментов;

— вести оперативную обстановку на генеральных, путевых и частных картах с отображением своих сил и противника, средств навигационного оборудования, геомагнитного и гравитационного полей, а также другой необходимой информации;

— моделировать различные ситуации при нарастании степеней угрозы, развертывании корабля и в ходе ведения боевых действий; оценивать последствия от противодействия противника.

3. Блок океанографических данных. Предназначен для сбора, хранения, анализа данных о внешней среде в интересах обеспечения применения оружия, технических средств и безопасности плавания. Включает:

— гидрографические сведения;

— океанографические данные;

— метеорологические данные.

Блок позволяет:

— подготавливать исходные данные для машин-

ных методик блока моделирования по оценке воздействия внешней среды на эффективность выполнения задач корабля;

— прогнозировать состояние внешней среды и учесть ее влияние на безопасность и скрытность плавания подводной лодки;

— использовать информацию для предварительной оценки возможности применения радионавигационных средств и различных полей Земли в интересах подводной навигации;

— выдавать океанографическую информацию другим пользователям.

4. Общесудовой блок. Предназначен для:

— учета состояния судна (личного состава, наличия и состояния механизмов, груза, топлива, запасов пресной воды, ЗИПа и др.);

— планирования общесудовых мероприятий и работ и проведения общесудовых и других расчетов;

— учета требований руководящих документов по действиям судна в различных ситуациях и др.

Блок позволяет:

— создать оперативно-тактический фон, на котором будут разворачиваться события;

— выдавать полную информацию, необходимую для ведения карты обстановки;

— подготавливать исходные данные для проведения общесудовых расчетов в блоке моделирования по использованию своих технических средств и уклонения от встречных судов.

5. Блок моделирования. Предназначен для оперативного принятия обоснованных управленческих решений за счет автоматизации процесса и применения математических моделей, основанных на аппарате исследований операций, математической статистике, теории игр, имитационного моделирования и др.

Важным достоинством блока является то, что он позволяет производить оценки действий судна в динамике, а также в реальном времени или с использованием временного масштаба. Кроме того, блок позволяет моделировать различные экстремальные и повседневные ситуации для различных видов действий.

В состав вспомогательных входят следующие блоки:

6. Блок справочной информации. Предназначен для поддержки функционирования основных блоков информацией долгосрочного хранения, которая имеет вспомогательное значение. Содержит следующие рубрики:

- руководства для плавания;
- наставления и правила;
- справочные и вычислительные пособия;
- правовые вопросы;
- приказы и директивы.

Блок позволяет оперативно найти и использовать в различных целях нужную разноплановую информацию.

7. Архивный блок. Предназначен для архивации информационных ресурсов и их описаний, потерявших свою актуальность. Блок позволяет вести архив и предоставлять доступ к сохраненной информации для ее восстановления или осуществления выборки данных. В блоке могут содер-

жаться материалы, которые не входят в состав информационных ресурсов штурмана.

8. Блок сервисных функций. Предназначен для предоставления штурману различных услуг, в том числе электронной почты и автоматического секретаря. Поддерживает администрирование системы и реализует доступ к любым материалам, входящим в состав информационных ресурсов АИУС-С. Блок обеспечивает подключение и доступ к информационным ресурсам общего пользования или открытым ресурсам других пользователей, позволяет выполнить выборку собственных информационных ресурсов и их отправку по электронной почте.

В блоке предусмотрены рубрики, содержащие необходимые сведения и формы для составления заявок на ремонт и получение со складов технических средств, карт, ЗИПа, а также для их учета и списания. Отдельная рубрика включает вопросы делопроизводства.

Для осуществления ежемесячного, недельного и суточного планирования деятельности штурмана предусматривается использование специальной программы [5], которая позволяет отслеживать технические и организационные мероприятия и вести документооборот в электронном виде.

Учитывая вышеизложенное, нам представляется, что оснащение кораблей подобными системами с возможностью получения разнородной информации в реальном времени от спутниковых навигационных и других систем с одновременным использованием математических моделей для оценки эффективности действий носителя позволит осуществлять управление действиями корабля самым эффективным образом. По предварительным оценкам, производительность работы штурмана может вырасти на порядок и более. При этом резко повышается обоснованность принятых им решений и отпадает необходимость в выполнении рутинной работы по ручному оформлению карт, составлению пояснительных записок, ведению документов и переписки.

Литература

1. **Тихунов В. С.** Моделирование в картографии. — М.: Изд-во МГУ, 1997. — 405 с.
2. **Катенин А. В.** Применение векторного квантования изображений оптического диапазона в интересах глобальных морских коммуникационных систем. *Materialy na XI Miedzynarodowa Konferencje Naukowo-Techniczna.* — AMW: Gdynia, 1998. — S. 265–274.
3. **Анохин В. Н., Катенин В. А.** Перспективы использования геоинформационных систем в гидрографии. *Materialy na X Miedzynarodowa Konferencje Naukowo-Techniczna.* — AMW: Gdynia, 1996. — S. 105–104.
4. **Katenin V., Katenin A.** The complex use of the satellite and GIS-technologies in submarine navigation. — *Annual of Navigation.* — N 2000. — P. 69–79.
5. **Катенин А. В.** Программа для ЭВМ «Система поддержки организационного планирования и управленческой деятельности». Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 980145 (РОСАПО), 06.03.1998.