

АДАПТИРУЕМЫЙ КОМПЛЕКС МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРЫ И ГИДРОСФЕРЫ

*д-р геогр. наук Е.У.МИРОНОВ, канд. геогр. наук И.М.АШИК,
начальник ЦЛГМИ С.В.БРЕСТКИН, канд. физ.-мат. наук В.Г.СМИРНОВ*

ГНЦ РФ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, e-mail: vgs@aari.nw.ru

Рассматривается разработанный в ААНИИ адаптируемый комплекс мониторинга и прогнозирования состояния атмосферы и гидросферы (АКМОН), позволяющий оптимизировать технологический процесс специализированного гидрометеорологического обеспечения (ГМО) мореплавания в арктических и замерзающих морях. Комплекс включает взаимосвязанные модули, обеспечивающие сбор, автоматизированную обработку и архивирование исходной гидрометеорологической информации, подготовку информационной продукции с использованием тематических АРМов. Управление технологическими процессами и доведение информационной продукции до рабочего места потребителя (мостик судна, буровой платформы, штаб морских операций, диспетчерский пост управления и т.д.) осуществляется с использованием специального программного обеспечения «Диспетчер событий», в наиболее удобной для него форме.

Ключевые слова: технология сбора, обработки, анализа, распространения гидрометеорологической информации; автоматизированное рабочее место (АРМ); мореплавание в арктических и замерзающих морях.

ВВЕДЕНИЕ

Рост деловой активности в освоении шельфовых нефтегазовых месторождений и быстрое увеличение объемов транспортировки углеводородного сырья в арктических и замерзающих морях России определяют необходимость дальнейшего совершенствования технологии гидрометеорологического обеспечения морских операций с учетом конкретных физико-географических условий и, что особенно важно, ледового режима районов морских операций.

Основной целью гидрометеорологической информационной поддержки морской деятельности является обеспечение ее безопасности и эффективности. Эта цель достигается за счет повышения качества информационной продукции и оперативности ее передачи потребителям, а также за счет усовершенствования формы ее представления с учетом специфики работы конечного пользователя. Все это требует создания и использования в оперативной практике современных технологий сбора, обработки, анализа, распределения информации и информационной продукции.

В 2006 г. в Арктическом и антарктическом научно-исследовательском институте (ААНИИ) была завершена НИОКР по созданию адаптируемого комплекса мониторинга и прогнозирования состояния атмосферы и гидросферы (АКМОН) для обеспечения морской деятельности в арктических и замерзающих морях России [3, 5]. Эта работа стала развитием автоматизированной ледово-информационной системы для Арктики, которая была разработана в ААНИИ и начала эксплуатироваться с середины 80-х гг. XX в. [1, 2].

Адаптируемый комплекс предназначен для сбора, обработки и анализа данных, создания и доведения до конечного потребителя информационной продукции. Комплекс адаптируется к региональным географическим условиям, возможностям

поставщика информации и специализированным задачам конкретных потребителей путем выбора оптимальной конфигурации комплекса в целом и его отдельных модулей.

При разработке комплекса были использованы методы обработки данных и модельных расчетов, ранее созданные в ААНИИ. Важнейшую роль при определении структуры АКМОН и при выборе основных технологических решений сыграло наличие в ААНИИ многолетнего опыта информационного обеспечения различных видов морской деятельности.

Комплекс успешно используется для специализированного гидрометеорологического обеспечения морских транспортных систем в рамках проектов «Сахалин-1» и «Сахалин-2». Информационная продукция комплекса используется для обеспечения ледового плавания контейнеровозов ГКМ «Норильский никель» осуществляющих транспортировку по трассе Мурманск–Дудинка, а также танкеров «СОВКОМФЛОТ» по трассе Мурманск–Варандей. Дальнейшее развитие такой технологии информационного обеспечения потребителей будет сопровождаться расширением списка предоставляемой информации, повышением качества и оперативности ее доставки потребителям.

ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ КОМПЛЕКСА

АКМОН имеет модульное строение, что позволяет при необходимости изменять его конфигурацию для адаптации к различным географическим районам с учетом специфических запросов различных потребителей. Комплекс включает:

- базовый модуль, обеспечивающий сбор и усвоение информации, создание и передачу информационной продукции;
- удаленные модули, предназначенные для доведения информационной продукции до потребителей, в виде АРМов конечных пользователей, расположенных на различных объектах морских транспортных систем (суда и ледоколы, морские терминалы и платформы, портовые комплексы и др.).

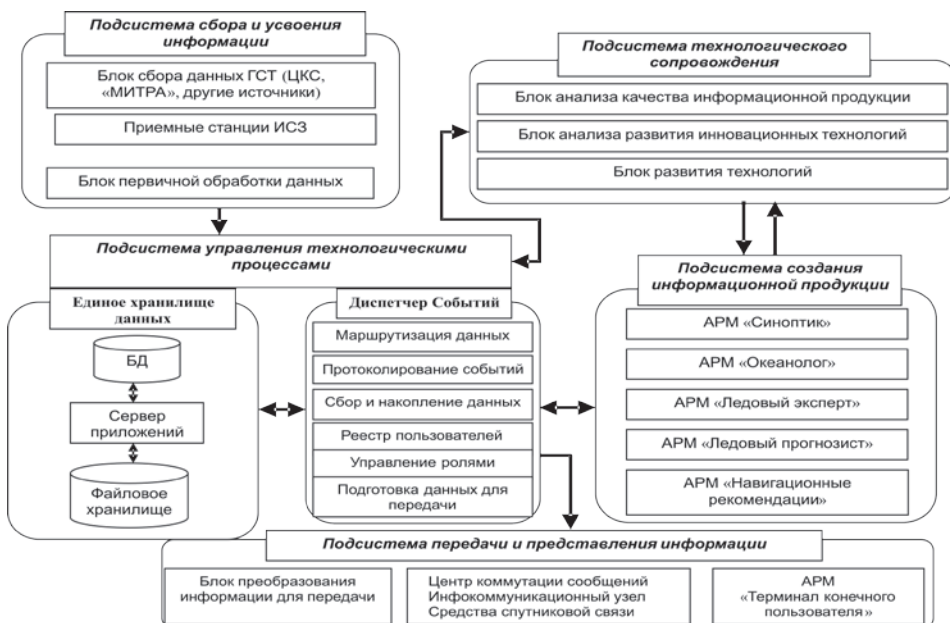


Рис. 1. Структурная схема комплекса АКМОН

Комплекс снабжен полным комплектом технической и рабочей документации, включая описание используемых моделей, документацию программного обеспечения и документацию по организационному обеспечению. В соответствии с общими требованиями по управлению качеством информационных систем на базе стандартов ISO разработано «Руководство по системе качества комплекса АКМОН».

На рис. 1 представлена структурная схема комплекса АКМОН. Базовый модуль комплекса функционирует в ААНИИ с использованием локальной вычислительной сети. Администрирование и диспетчеризация информационных потоков осуществляются с использованием специализированного программного пакета «Диспетчер событий», который обеспечивает контроль регламента конвейерной обработки информации и формирование пакетов информационной продукции в соответствии с требованиями конкретных групп потребителей.

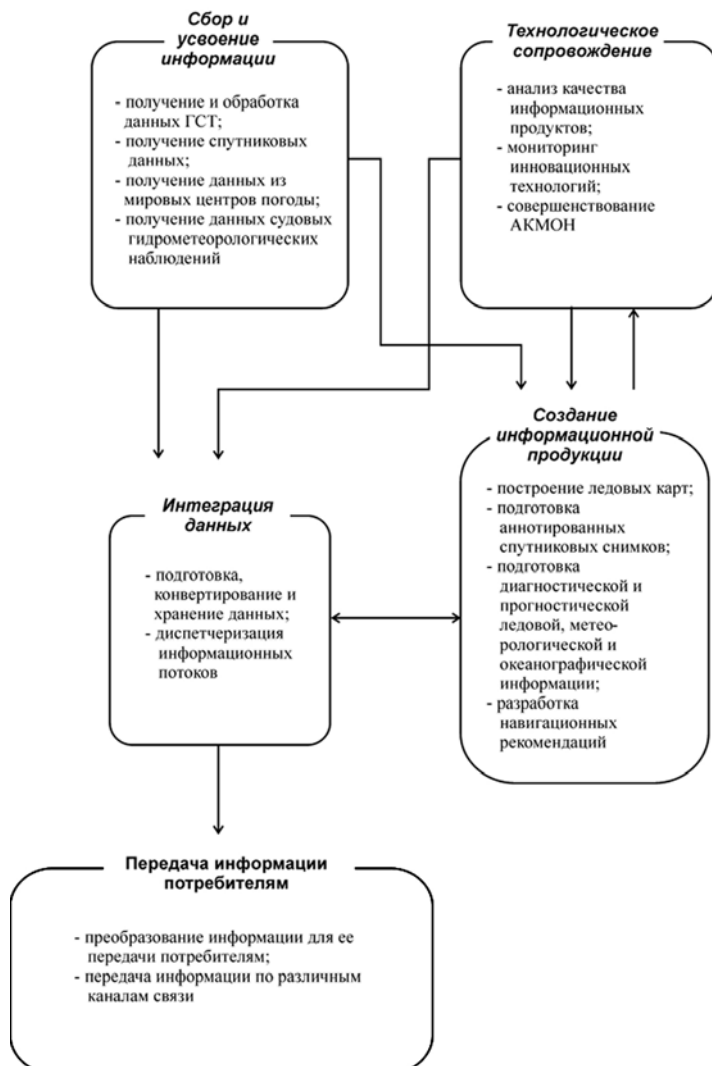


Рис. 2. Функциональная схема комплекса АКМОН

Алгоритм функционирования базового модуля АКМОН состоит в выполнении последовательных операций: прием входной информации – предварительная обработка – передача обработанных данных в специализированные АРМы – создание информационной продукции – преобразование информационной продукции в обменные форматы – передача информационной продукции на удаленные объекты.

Алгоритм построен на основе обращений (запрос–ответ) подсистем АКМОН и потребителей информационной продукции к единому хранилищу данных. Функциональная схема комплекса представлена на рис. 2.

ОПИСАНИЕ ПОДСИСТЕМ

Подсистема сбора и усвоения информации обеспечивает получение исходной информации из различных источников (АСПД, приемные станции ИСЗ, Интернет), включая данные, генерируемые отечественными и зарубежными информационными центрами, обработку и усвоение разнородной информации (декодирование, контроль, коррекция и географическая привязка изображений), архивацию обработанных данных, передачу обработанных данных в АРМы и единое хранилище данных. Основными функциями подсистемы являются:

- сбор и обработка гидрометеорологических данных, распространяемых по каналам глобальной сети телесвязи ВМО (ГСТ);
- получение данных о состоянии атмосферы из мировых и региональных центров погоды;
- получение и усвоение данных стандартных судовых гидрометеорологических наблюдений, а также специализированных ледовых попутных наблюдений, полученных на судах;
- сбор спутниковой информации о состоянии ледяного покрова и поверхности океана с использованием собственных станций приема спутниковой информации, а также снимков, получаемых по каналам связи от других центров приема и обработки.

Подсистема создания информационной продукции состоит из автоматизированных рабочих мест (АРМ «Синоптик», АРМ «Океанолог», АРМ «Эксперт ледовой карты», АРМ «Ледовый прогнозист», АРМ «Навигационные рекомендации») и обеспечивает подготовку текущей и прогностической ледовой и гидрометеорологической информационной продукции для ее последующей передачи потребителям. Информационный обмен подсистемы с другими подсистемами, а также между АРМами внутри подсистемы осуществляется через единую базу данных.

В АРМах реализованы следующие функции:

АРМ «Синоптик»

- а) усвоение метеорологических данных, поступающих по каналам ГСТ;
- б) формирование входного потока для региональной модели;
- в) преобразование метеорологической информации (создание графических слоев и матриц);
- г) создание информационной продукции (таблицы метеорологических характеристик, фактические, диагностические и прогностические метеорологические карты, аэрологические диаграммы, среднесрочные и долгосрочные метеопрогнозы);
- д) оценка оправдываемости прогнозов.

АРМ «Эксперт ледовой карты»

- а) усвоение спутниковой информации;
- б) обработка спутниковых изображений;
- в) автоматизированная оценка некоторых ледовых характеристик;
- г) усвоение ледовой информации, получаемой из дополнительных источников (стационарные и дрейфующие гидрометеорологические станции, суда и ледоколы);
- д) усвоение данных диагностических расчетов;
- е) комплексный анализ информации, создание информационной продукции (аннотированные спутниковые изображения, ледовые карты).

АРМ «Океанолог»

- а) усвоение гидрологических данных, поступающих по каналам ГСТ;
- б) усвоение метеорологической информации от АРМ «Синоптик» и ледовой информации от АРМ «Эксперт ледовой карты»;
- в) создание информационной продукции (диагностические и прогностические расчеты колебаний уровня моря, морских течений, ветрового волнения);
- г) оценка оправдываемости прогнозов.

АРМ «Ледовый прогнозист»

- а) усвоение ледовых данных, поступающих по каналам ГСТ;
- б) усвоение метеорологической информации от АРМ «Синоптик», ледовой информации от АРМ «Эксперт ледовой карты», гидрологической информации от АРМ «Океанолог»;
- в) создание информационной продукции (диагностические и прогностические расчеты дрейфа льда, распределения сплоченности, возраста и торосистости льда, положения зон сжатий и разрежений, характеристик разрывов);
- г) оценка оправдываемости прогнозов.

АРМ «Навигационные рекомендации»

- а) усвоение данных о параметрах транспортной системы, поступающих по каналам связи;
- б) усвоение ледовой информации от АРМ «Эксперт ледовой карты» и от АРМ «Ледовый прогнозист»;
- в) создание информационной продукции (оптимальные варианты и маршруты плавания, скорости движения и общие затраты времени на плавание, прогноз сроков начала и окончания безледокольного плавания);
- г) оценка оправдываемости рекомендаций.

Подсистема управления технологическими процессами осуществляет информационный обмен между составными частями системы. В ее состав входят Единое хранилище данных и программный пакет «Диспетчер событий».

В специальном хранилище данных, работающем под управлением реляционного СУБД, сохраняется вся информация для внутреннего обмена и выходная информационная продукция. Хранилище данных включает базу данных, сервер приложений и файловое хранилище. Все события, происходящие в системе, протоколируются специальной программой – «Диспетчер событий», что обеспечивает контроль прохождения информации на всех этапах обработки. «Диспетчер событий» позволяет в реальном времени осуществлять мониторинг и управление информационными потоками в системе. Основные функции «Диспетчера событий»: маршрутизация данных, протоколирование событий, сбор и накопление данных, ведение реестра пользователей, управление ролями и подготовка данных для передачи.

Подсистема передачи и представления информации обеспечивает передачу информационной продукции на удаленные объекты пользователей с использованием современных телекоммуникационных средств, представление и визуализацию информационной продукции на удаленных объектах с использованием специализированных АРМов. Подсистема предназначена для:

- своевременной доставки информации на удаленные объекты пользователей;
- автоматизации процесса доставки информации на удаленные объекты;
- передачи различных видов данных по оптимальной схеме с точки зрения сроков доставки и затрат;
- выполнения установленных процедур контроля качества передачи информации на различных уровнях;
- реализации механизма управления сегментами СПДУ различной ведомственной подчиненности;
- обеспечения информационной безопасности.

Задачу доставки информации на удаленные объекты пользователей можно решить двумя путями: с использованием только систем персональной спутниковой связи или с использованием систем широкополосного цифрового спутникового вещания для передачи больших массивов данных.

При этом непосредственная передача информации на объект (вариант 1) или на сервер центра оператора широкополосного спутникового вещания (вариант 2) может быть осуществлена либо из центра телесвязи комплекса АКМОН, либо из центра телесвязи головной организации потребителя (пароходства, компании и т.д.).

Таким образом, подсистема должна включать в себя:

- систему связи и передачи данных на удаленные объекты с использованием средств мобильной спутниковой связи;
- систему передачи данных на удаленные объекты с помощью средств широкополосного цифрового спутникового вещания;
- часть системы телесвязи и инфокоммуникаций центра АКМОН как совокупности технических и программных средств и сетевых ресурсов, задействованных в технологиях доставки информации на удаленные объекты;
- часть системы телесвязи и инфокоммуникаций потребителей как совокупности технических и программных средств и сетевых ресурсов, задействованных в технологиях доставки информации на удаленные объекты;
- систему Интернет в качестве средства общения;
- систему технологической связи с удаленным объектом для резервирования передачи критически важной информации и управления компонентами СПДУ.

Общая схема функционирования подсистемы передачи и представления информации представлена на рис. 3. Все компоненты подсистемы должны работать в рамках единых процедур, протоколов и форматов обмена.

Подсистема технологического сопровождения обеспечивает развитие существующих и разработку новых технологий мониторинга текущего состояния атмосферы и гидросферы, анализа и прогнозирования ледовых и гидрометеорологических процессов и явлений, в том числе:

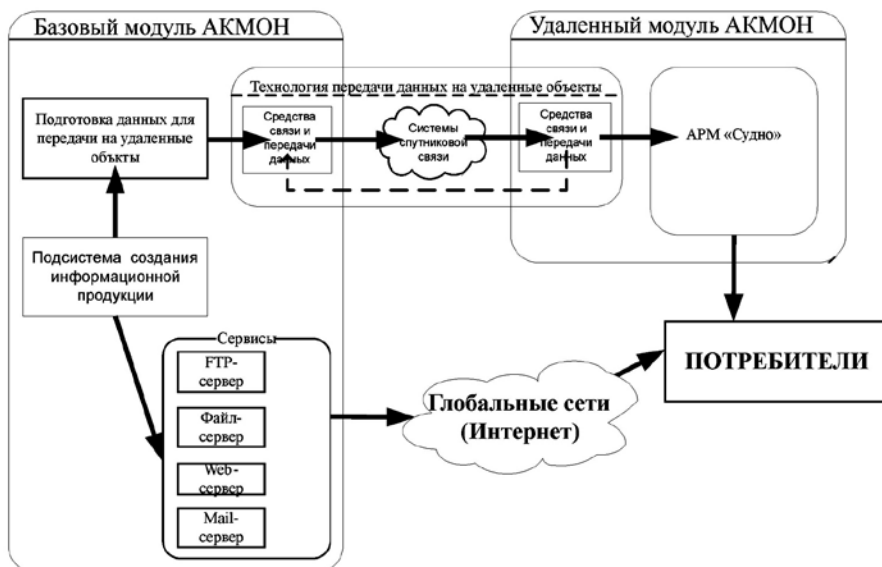


Рис. 3. Функциональная структура подсистемы передачи и представления информации

- развитие существующих технологий спутникового мониторинга ледяного покрова, атмосферы и состояния морской среды на основе информации от отечественных и зарубежных ИСЗ;
- разработку автоматизированных технологий усвоения оперативных данных с использованием современных ГИС и формирования баз и банков данных о состоянии атмосферы и гидросферы;
- развитие существующих технологий прогнозирования метеорологических, ледовых и гидрологических процессов и явлений различной заблаговременности на основе современных термодинамических и статистических моделей;
- развитие существующих технологий составления навигационных рекомендаций, учитывающих технико-эксплуатационные характеристики судов и тактику избирательного плавания во льдах;
- разработку новых оценок качества прогностической продукции, ориентированных на запросы конечных потребителей;
- разработку технологий создания гидрометеорологических обзоров и бюллетеней различного уровня обобщения и представления их на специализированных веб-сайтах;
- интеграцию передовых технологий мониторинга текущего состояния в гидросфере, атмосфере, результатов анализа и прогнозирования ледовых и гидрометеорологических процессов и явлений различной заблаговременности в единый технологический комплекс для применения в высокоэффективных системах гидрометеорологического обеспечения сложных пространственно распределенных технических систем, функционирующих в условиях замерзающих морей.

АРМЫ НА УДАЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Особое внимание при разработке комплекса АКМОН было уделено созданию удаленных автоматизированных рабочих мест (АРМ), предназначенных для получения, визуализации и анализа информационных продуктов непосредственно на различных уровнях управления морскими операциями. Терминалы конечного пользователя могут размещаться на стационарных или подвижных объектах, подключенных к различным телекоммуникационным системам.

АРМ «Судовой терминал» устанавливается на ледоколах и судах и обеспечивает совместный анализ навигационной и гидрометеорологической информации при обеспечении морских операций в арктических и замерзающих морях [4]. АРМ «Судовой терминал», построенный на базе электронных картографических систем dKart Explorer и dKart Navigator (разработка компании «МОРИНТЕХ»), выполняет функции получения информации из внешних источников, ее хранения и визуализации, а также передачи данных судовых наблюдений в информационный центр АКМОН.

Совмещение электронных навигационных карт с ледовыми картами позволяет точно и оперативно учитывать текущие и ожидаемые ледовые условия при решении различных штурманских задач.

В АРМ «Судовой терминал» поступает следующая информация:

- данные GPS, AIS в виде сообщений в стандарте NMEA-0183;
- спутниковые изображения представляются в виде растра с географической привязкой;
- ледовые карты (диагностические и прогностические) содержат информацию о фактическом и прогностическом положении границ припая, сплоченных льдов, зон сжатий и торосистости;
- гидрологическая информация (краткосрочные прогнозы ветрового волнения, уровня моря, течений) представляется в цифровом формате, а также в виде текстовых сообщений и табличной форме;

– диагностические и прогностические синоптические карты представляются в виде обзорных и кольцевых синоптических карт для района плавания, диагностические и прогностические поля ветра в виде векторов в узлах регулярной сетки;

– рекомендуемые маршруты плавания представляются в цифровом формате;

– штурманские метеорологические наблюдения и специализированные ледовые наблюдения обрабатываются непосредственно в «dKart Ice Navigator» с использованием специализированных программных модулей.

Используя АРМ «Судовой терминал», судоводитель может одновременно с навигационной обстановкой визуализировать и анализировать гидрометеорологическую информацию, например спутниковые изображения ледяного покрова и поле дрейфа льда. При этом возможно использование режима прозрачных слоев, когда разные информационные слои накладываются друг на друга с обозначением местоположения судна.

В настоящее время АРМ «Судовой терминал» установлен на ледоколах «Красин» и «Адмирал Макаров» (Дальневосточного морского пароходства), «Ямал» (Атомфлот), на танкерах судоходных компаний PRISCO и UNICOM, выполняющих челночные рейсы в Татарском проливе, танкерах СОВКОМФЛОТ, работающих на трассе Мурманск – Варандей, контейнеровозах «ГМК «Норильский никель» на трассе Мурманск – Дудинка [3, 4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Реализованная в АКМОН высокая степень автоматизации работы экспертов и прогнозистов позволяет существенно сократить время, необходимое для создания информационной продукции, что весьма важно при высокой изменчивости состояния морского ледяного покрова.

2. Использование в АКМОН единого хранилища данных и диспетчера событий существенно повышает надежность оперативной системы, сводя к минимуму вероятность сбоев и опозданий с подготовкой информационной продукции.

3. Представление и совместный анализ в квазиреальном масштабе времени навигационной и гидрометеорологической информации в единых проекциях и масштабах на дисплее АРМ «Судовой терминал», установленном на ходовом мостике судна, позволяет принимать оптимальные навигационные решения в сложных условиях ледового плавания.

4. Разработанные и предлагаемые к практическому использованию технологии специализированного гидрометеорологического обеспечения ледовой навигации на базе комплекса АКМОН позволяют существенно повысить эффективность и безопасность функционирования морских транспортных систем.

5. Используемые в оперативной практике АРМы «Судовой терминал» имеют положительные отзывы от капитанов, являются перспективными и рекомендуются к дальнейшему распространению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Миронов Е.У., Лавренов И.В., Бресткин С.В., Смирнов В.Г. Адаптируемый комплекс мониторинга и прогнозирования состояния атмосферы и гидросферы. Патент РФ № 59844.
2. Миронов Е.У., Бресткин С.В., Смирнов В.Г. Адаптируемый комплекс мониторинга и прогнозирования состояния атмосферы и гидросферы для обеспечения судоходства в замерзающих морях // Морская биржа. 2007. № 1 (19). С. 56–58.
3. Бушуев А.В., Волков Н.А., Гудкович З.М., Новиков Ю.Р., Прокофьев В.А. Автоматизированная ледово-информационная система для Арктики (АЛИСА) // Тр. ААНИИ. 1977. Т. 343. С. 29–47.
4. Бушуев А.В., Волков Н.А., Грищенко В.Д. Наблюдения за морскими льдами и их исследование, создание автоматизированной ледово-информационной системы // Проблемы Арктики и Антарктики. 1995. Вып. 70. С. 104–119.

5. Миронов Е.У., Клячкин С.В., Фролов С.В., Щербаков Ю.А. Ледовые прогнозы и навигационные рекомендации для плавания судов на шельфе Сахалина // Oil&Gas Journal Russia. 2008. № 8 (21). С. 47–53.

YE.U.MIRONOV, I.M.ASHIK, S.V.BRESTKIN, V.G.SMIRNOV

ADAPTABLE COMPLEX FOR MONITORING AND FORECASTING THE STATE OF THE ATMOSPHERE AND HYDROSPHERE

An adaptable complex for monitoring and forecasting of the state of the atmosphere and hydrosphere (AKMON) developed at the AARI is considered. It allows us to optimize the technological process of specialized hydrometeorological support (HMS) for shipping in the Arctic and ice-covered seas. The complex includes interrelated modules providing for collection, automated processing and archiving of initial hydrometeorological information, preparation of the information products using subject AWP. Management of the technological processes and dissemination of the information products to the user's work place (conning bridge, drilling platform, headquarters of marine operations, dispatcher's control panel, etc.) is by using a special software package «data handling system» in the most convenient form for user.

Keywords: technology for the collection, processing, analysis, dissemination and delivery of hydrological information; automated working place; navigation in the Arctic and ice covered seas.