

С.В.ФРОЛОВ, А.В.ЮЛИН

ГНЦ РФ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫСОКОШИРОТНЫХ РЕЙСОВ НЭС «АКАДЕМИК ФЕДОРОВ» В 2000, 2004–2005 ГГ.

В работе описывается система специализированного гидрометеорологического обеспечения (СГМО), организованного Арктическим и антарктическим НИИ специально для высокоширотных рейсов НЭС «Академик Федоров» в Арктическом бассейне в последние годы. Представлены организация и структура системы, виды информационной продукции, оценка ее качества. Показано, что СГМО морских операций в Арктическом бассейне и замерзающих морях должно носить системный характер, реализацию которого осуществляет единый информационный центр – АНИИ.

ВВЕДЕНИЕ

Опыт снабжения дрейфующих станций «Северный полюс» показал, что наиболее эффективным и экономичным способом их обеспечения является доставка личного состава и необходимых грузов с помощью ледоколов и судов активного ледового плавания. За один рейс ледокол может обеспечить коллектив станции всем необходимым для работы на дрейфующем льду в течение 1–3 лет. С помощью ледоколов были организованы и снабжены дрейфующие станции СП-10, 18, 22, 24, 29–31, 33, 34, эвакуирован личный состав, приборы и материалы наблюдений станций СП-1, 27–31, 33. В этих морских операциях принимали участие как дизельные («Владивосток», «Ленинград», «Адмирал Макаров»), так и атомные («Ленин», «Сибирь», «Россия», «Арктика») ледоколы, а также транспортные суда-снабженцы класса УЛА («Амгуэма», «Капитан Кондратьев», «Витус Беринг», «Владимир Арсеньев», НЭС «Академик Федоров»).

Многолетний опыт реализации морских операций по обеспечению дрейфующих станций, а также научных и круизных рейсов ледоколов в приполюсный регион Арктического бассейна позволил сформулировать определенные требования к специализированному гидрометеорологическому обеспечению (СГМО) плавания в высоких широтах Арктики, от эффективности которого во многом зависит конечный результат этих операций.

Важным звеном системы СГМО нестандартных (высокоширотных) морских операций является научно-оперативная группа (отряд) на борту судна. В состав группы входят научные работники высокой квалификации с большим опытом работы в системе научного гидрометеорологического обеспечения.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ СГМО

СГМО морских операций во льдах является одним из основных условий безопасного и эффективного выполнения работ.

Целью СГМО высокоширотных рейсов НЭС «Академик Федоров» являлось своевременное и полное информирование капитана судна и руководства экспедиции о фактической и прогностической гидрометеорологической и ледовой обстановке в районе плавания для принятия научно обоснованных решений при проведении морской операции по организации, эвакуации персонала и оборудования дрейфующих станций СП-33, 34 и проведении научных исследований и геофизических работ.

Указанной цели соответствовали стоящие перед СГМО задачи.

По обеспечению морской операции и геофизических работ:

- оперативный сбор, обработка, анализ и хранение фактической информации (гидрометеорологической и ледовой);
- разработка метеорологических и ледовых прогнозов, навигационных рекомендаций;
- обеспечение безопасности проведения научных исследований и геофизических работ на льду;
- сравнительный анализ достоверности разработанной прогностической гидрометеорологической и ледовой продукции с реально наблюдающимися условиями.

По выбору ледяного поля для организации дрейфующих станций СП-33, 34:

- определение перспективного района для организации дрейфующих станций;
- мониторинг ледяного покрова в предполагаемом районе организации станций;
- выбор потенциальных объектов (ледяных полей) для организации станций.

СОСТАВ РАБОТ

Одним из основных принципов организации СГМО рейсов стал его комплексный характер. Это нашло выражение в оптимальном сочетании методов активного наблюдения за ледяным покровом (использование информации искусственных спутников Земли (ИСЗ), данных авиаразведки, судовых наблюдений) и

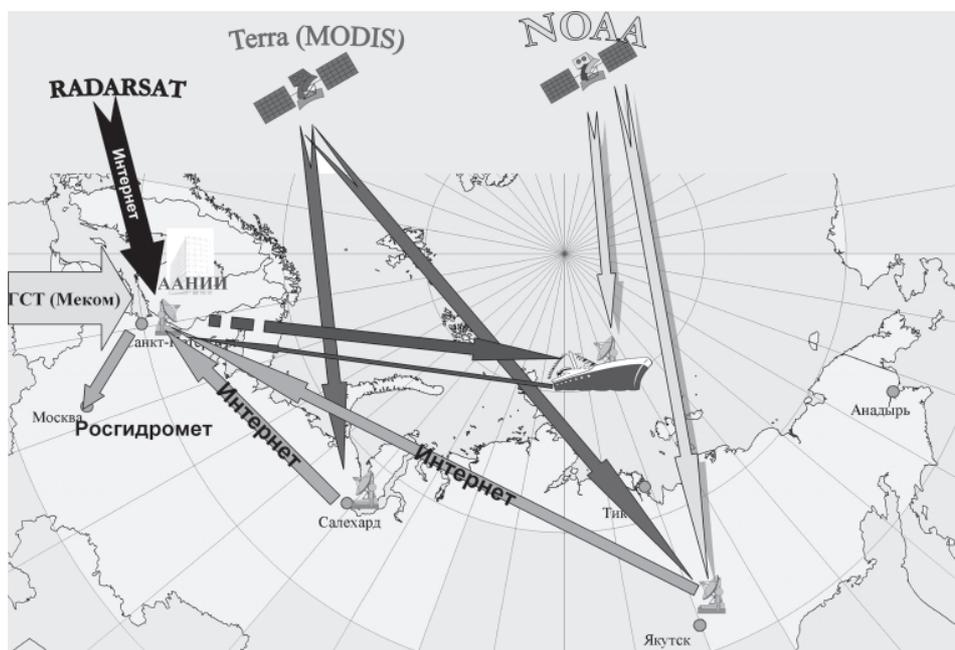


Рис. 1. Организация СГМО высокоширотных рейсов НЭС «Академик Федоров»

использования различных аналитических методов, позволивших моделировать метеорологические и ледовые процессы. Кроме принципа комплексности как основного, были использованы принципы дублирования (организация дублирования наиболее важной информации) и использования дополнительных источников информации в виде данных зарубежных ледовых центров (рис. 1).

Основными мероприятиями по организации СГМО являлись:

- организация отряда СГМО на борту судна, выполняющего функции по основному СГМО, с привлечением в группу сотрудников научно-технической службы НЭС «Академик Федоров»;

- организация в ААНИИ научно-оперативной группы, которая осуществляла прием и сбор всей необходимой исходной информации, ее обработку и анализ, составление ледовых карт и разработку метеорологических прогнозов, а также передачу информации на борт судна;

- предварительная адаптация численных моделей ледовых прогнозов для района работ;

- предварительная адаптация эмпирической модели движения судна типа НЭС «Академик Федоров» во льдах;

- организация на судне круглосуточных специальных наблюдений за ледовой обстановкой в районе работ и на пути движения судна для изучения ледопроеходимости судна, верификации спутниковой информации, оценки прогнозов и других задач;

- получение из ААНИИ и разработка непосредственно на судне метеорологических и ледовых прогнозов по району работ;

- организация дополнительных каналов получения информации ИСЗ (Европейское Космическое Агентство (ESA), RADARSAT, Датский Технический Университет (DTU));

- организация каналов связи.

Все работы по СГМО высокоширотных рейсов выполнялись в два этапа.

Предварительный этап (январь–июнь):

- заказ, получение и анализ спутниковой информации, выбор потенциальных ледяных полей для организации СП;

- модельные расчеты, долгосрочные и среднесрочные прогнозы дрейфа льда;

- климатическая оценка ледовых условий плавания в районах плавания и проведения работ;

- оценка трудности ледового плавания и разработка предварительного сценария морской операции.

Этап проведения экспедиции (июль–сентябрь):

- разработка основного сценария и непосредственное гидрометеорологическое обеспечение плавания;

- авиаработы с борта НЭС «Академик Федоров» (тактическая ледовая разведка, поиск льдин для организации дрейфующих станций, обеспечение геофизических и гидрологических работ);

- окончательный выбор льдин для организации дрейфующих станций.

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Метеорологические наблюдения, выполняемые на борту судна, включали в себя автоматическое определение основных метеорологических параметров штатной судовой метеостанцией «MILOS» и визуальное определение ряда параметров, которые не определялись станцией. Автоматически, с дискретностью в 1 минуту, станцией определялись и записывались на жесткий диск следующие параметры:

- направление и скорость ветра;

- температура воздуха с наветренного и подветренного бортов;

- атмосферное давление;

- влажность;
- точка росы.

Наблюдения за горизонтальной видимостью проводились попутно со специальными ледовыми наблюдениями. Высота нижней границы облачности определялась инструментально с дискретностью 30 с при помощи лазерного измерителя ВНГО СТ-12К фирмы Vaisala (Финляндия).

При планировании полетов вертолета на СП-33 фактическая погода со станции запрашивалась и поступала в текстовом виде вне зависимости от срока наблюдения. Кроме того, на борту судна для определения характера и положения облачности и тумана использовались спутниковые снимки, получаемые на автоматический приемный комплекс (АПК) «ЛИАНА» в оперативном режиме.

ЛЕДОВАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источниками информации о состоянии ледяного покрова в районе работ на предварительном этапе служили:

- снимки ИСЗ ENVISAT разрешением 1 км, РЛ-диапазон;
- снимки ИСЗ Terra (MODIS) разрешением 250–500 м, ТВ-диапазон;
- снимки ИСЗ NOAA в формате HRPT (High Resolution Picture Transmission) разрешением 700×1100 м, ТВ-диапазон;
- карты распределения общей сплоченности ледяного покрова в Арктике по данным ИСЗ AQUA AMSR-E (алгоритмы обработки: Institute of Environmental Physics University of Bremen и совместный Danish Technical Institute, Danish Centre Remote Sensing и ААНИИ);

Снимки ИСЗ ENVISAT, Terra (MODIS) и NOAA в основном использовались для определения перспективного района и выбора потенциальных объектов (ледяных полей) для организации СП-33, 34, а также построения сводных комплексных ледовых карт.

Карты распределения общей сплоченности ледяного покрова в Арктике, построенные по данным пассивного микроволнового зондирования ИСЗ AQUA AMSR-E, принимались по Интернету с сайтов Institute of Environmental Physics University of Bremen (IEP) и Danish Technical Institute, Danish Centre Remote Sensing (DTU). Данная информация использовалась для общего мониторинга состояния ледяного покрова в Арктическом бассейне, разработки предварительного сценария морской операции.

Источниками информации о состоянии ледяного покрова в районах работ на этапе проведения экспедиций служили:

- снимки ИСЗ различных диапазонов и разрешения;
- сводные комплексные ледовые карты из ААНИИ;
- карты распределения общей сплоченности ледяного покрова в Арктике по данным ИСЗ AQUA AMSR-E (совместный алгоритм обработки Danish Technical Institute, Danish Centre Remote Sensing и ААНИИ);
- специальные судовые ледовые наблюдения;
- ледовая авиационная разведка (Ми-8);
- информация о дрейфе автоматических дрейфующих буюв.

Спутниковая ледовая информация

В период проведения высокоширотных рейсов в качестве основного источника ледовой информации использовалась следующая спутниковая информация:

- снимки ИСЗ RADARSAT разрешением 50–100 м, РЛ-диапазон;
- снимки ИСЗ ENVISAT разрешением 75–300 м, РЛ-диапазон;
- снимки ИСЗ Terra (MODIS) разрешением 250 м, ТВ-диапазон;
- снимки ИСЗ серии «NOAA» в формате HRPT (High Resolution Picture Transmission) разрешением 700×1100 м, ТВ-диапазон.

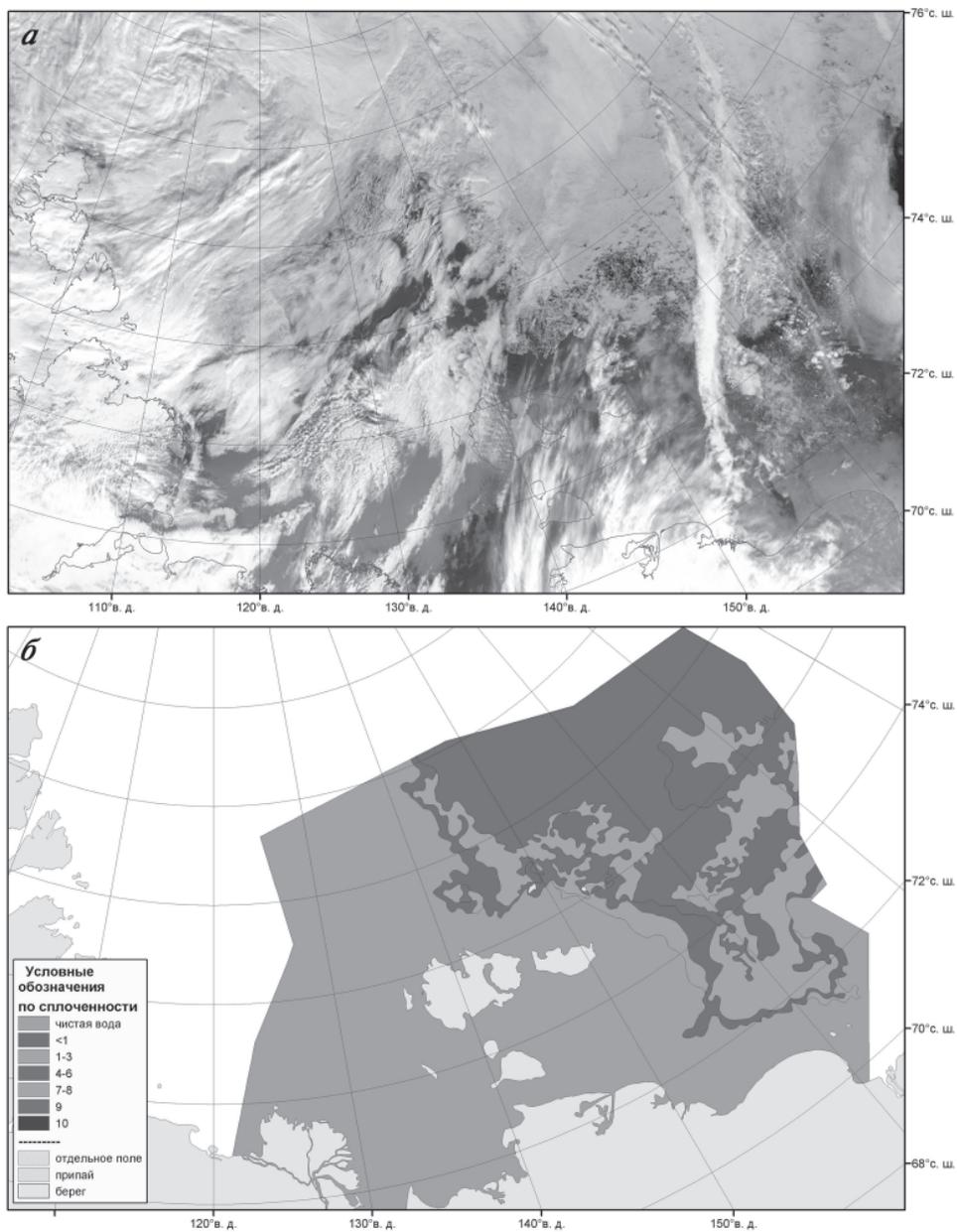


Рис. 2. Снимок ИСЗ NOAA (а) и детализированная карта ледовой обстановки по данным ИСЗ NOAA (б) на 17 августа 2005 г.

Снимки ИСЗ RADARSAT заказывались специально для поиска ледяных полей, пригодных для организации СП-33, 34. Для той же цели из ААНИИ на борт НЭС «Академик Федоров» доставлялись изображения земной поверхности с ИСЗ Terra (MODIS). Кроме этого, снимки ИСЗ Terra (MODIS) пересылались из ААНИИ для оценки планирования работ на геофизическом полигоне.

Снимки ИСЗ ENVISAT заказывались руководством экспедиции для определения районов поиска льдины. Научно-оперативной группой ААНИИ на борту судна передавались мозаики изображений ледяного покрова с ИСЗ ENVISAT для оценки его общего распределения в Арктическом бассейне и морях Сибирского шельфа.

Для оценки общего развития ледовых процессов в районе плавания и выбора оптимального варианта движения на борту судна по предварительному заказу от руководства экспедиции поступали сводные комплексные ледовые карты, подготовленные в Центре «Север» ААНИИ по данным ИСЗ.

Карты распределения общей сплоченности ледяного покрова в Арктике по данным ИСЗ AQUA AMSR-E регулярно поступали из ААНИИ на борту судна в период всего плавания во льдах.

Снимки ИСЗ серии «NOAA» в формате HRPT (High Resolution Picture Transmission), принимаемые на борту НЭС «Академик Федоров» с помощью АПК «СКАНЭКС», являлись наиболее оперативным источником спутниковой ледовой информации. Во время высокоширотных рейсов на АПК «СКАНЭКС» принимались 1–3 снимка ИСЗ в сутки (рис. 2а). Данный вид информации служил основой для построения детализированных карт ледовой обстановки по Карскому морю, морю Лаптевых, Восточно-Сибирскому и Чукотскому морям, Арктическому бассейну (рис. 2б).

Специальные судовые ледовые наблюдения и авиационная ледовая разведка

Цель производства специальных ледовых наблюдений на борту НЭС «Академик Федоров» – получение новых натуральных данных для выявления закономерностей мелкомасштабной изменчивости характеристик ледяного покрова, существенно влияющих на эффективность плавания судна во льдах, и распределения эксплуатационных характеристик движения судна в различных ледовых образованиях. Наблюдения производились согласно «Инструкции для наблюдений за льдами с судна» (1975 г.). Необходимо отметить, что данные этих наблюдений служили необходимым реперным материалом для составления навигационных рекомендаций при оценке трудности плавания на различных вариантах маршрута движения судна.

Авиационная ледовая разведка осуществлялась с борта вертолета Ми-8 МТВ. Выполнялись тактические ледовые разведки для определения оптимального маршрута плавания, мест швартовки к ледяным образованиям для выполнения грузовых работ, поиска ледяного поля для организации дрейфующих станций.

Информация о дрейфе льдов

Источниками данных о дрейфе льдов в районах работ служила информация автоматических дрейфующих буев, установленных в Арктическом бассейне в рамках международной программы ИАОВ и спутников ИСЗ ENVISAT. Данные о дрейфе поступали в виде телеграммы (с указанием номера буя, его координат на определенный момент времени и метеорологических данных) и в виде карты направления и скорости результирующего дрейфа льда за 5 суток.

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОГНОЗЫ

Метеорологические прогнозы

На предварительном этапе, в феврале, в Отделе долгосрочных метеорологических прогнозов (ОДМП) ААНИИ составлялся фоновый долгосрочный прогноз погоды на период проведения экспедиции. В прогнозе представлены описание среднемесячных режимов погоды, характеристика воздушных потоков, отклонения от нормы температуры воздуха и атмосферного давления. Данный прогноз использовался для прогностических оценок перераспределения ледяного покрова в период проведения рейса, составления предварительного сценария.

В июне в ААНИИ разрабатывался долгосрочный фоновый метеорологический прогноз с детализацией перестроек крупномасштабных процессов по одно-

родным циркуляционным периодам (ОЦП). Данный прогноз являлся уточнением февральского прогноза, представляя сведения о погоде непосредственно в период проведения рейса. Это оказалось весьма полезным и необходимым для планирования отдельных этапов морской операции и в ходе ее реализации.

В период проведения рейсов ежедневно из ААНИИ в адрес НЭС «Академик Федоров» передавалась текущая и прогностическая метеорологическая информация. Пакет информации состоял из двух частей – картированной и текстовой.

Для построения комплекта прогностических карт приземного давления, охватывающих акваторию Северного Ледовитого океана и примыкающих регионов из ААНИИ ежедневно поступал файл в двоичном виде, содержащий в кодовой форме FM-92 IX (код ГРИБ) информацию в узлах регулярной широтно-долготной сетки. Пространственное разрешение сетки 2,5×2,5°. Картированная информация включала: текущий анализ и 3 прогностические карты приземного давления, высотные карты – совмещенная с приземной барикой температура воздуха на поверхности 850 мб и давление воздуха на высоте 500 мб. Сроки заблаговременности прогностических полей: 24, 48 и 72 часа. Для построения карт на борту судна использовалось специальное программное обеспечение – «Автоматизированное рабочее место синоптика», разработанное в ААНИИ.

Текст прогноза погоды по пути движения судна передавался ежедневно. Каждый прогноз содержал: время и дату начала действия; время и дату окончания действия; краткий обзор синоптической обстановки на трое суток; текст прогноза. В тексте указывались значения направления и скорости ветра, явления погоды, значения видимости и явления, ухудшающие ее, температура воздуха. Кроме этого, при плавании судна в море Лаптевых и Восточно-Сибирском море на борту принимались прогнозы (на 24 часа и последующие двое суток) и штормовые предупреждения от Якутского территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

На основании поступающей фактической и прогностической гидрометинформации на судне адаптировались и уточнялись прогнозы погоды применительно к местоположению судна и выполняемым мероприятиям.

Метеорологическое обеспечение полетов вертолета

Метеобеспечение полетов вертолетов с борта судна осуществлялось в соответствии с инструкцией по метеорологическому обеспечению полетов с борта НИС «Академик Федоров» и состояло в предоставлении экипажу данных о фактической погоде и прогноза погоды по району, прилегающему к судну, и по трассе полета. Регулярные метеорологические сводки погоды составлялись каждые 30 минут в течение всего времени полетов. Прогнозы погоды составлялись на срок до 6 часов, уточнялись каждые три часа и с заблаговременностью 1 час предоставлялись руководителю полетов и командиру вертолета.

Прогнозы волнения

В период плавания по чистой воде ежедневно из ААНИИ на борт судна поступали прогнозы высоты волны по району плавания 33 % обеспеченности. Пакет информации состоял из прогностических карт на двое суток, с детализацией по 12 часам (на 00 и 12 часов каждых суток). Данная информация докладывалась руководству экспедиции и судоводителям и учитывалась при плавании в Карском и Баренцевом морях.

ЛЕДОВЫЕ ПРОГНОЗЫ И НАВИГАЦИОННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Ледовые прогнозы

На предварительном этапе экспедиции в ААНИИ составлялись следующие виды ледово-информационной продукции:

- долгосрочный ледовый прогноз по морям Сибирского шельфа (март);
- уточнение долгосрочного ледового прогноза по морям Сибирского шельфа (июнь);
- климатическая оценка распределения характеристик ледяного покрова и условий плавания в районе проведения экспедиции (апрель);
- прогноз развития ледовых условий в районе геофизического полигона.

Мартовский долгосрочный прогноз и его июньское уточнение предоставляли сведения об ожидаемых ледовых условиях в российских арктических морях в первой половине навигации (июле–августе), с учетом начавшихся в Арктике летних гидрометеорологических процессов, определялись основные лимитирующие участки при плавании судна по трассе СМП.

Для климатической оценки распределения характеристик ледяного покрова был использован массив данных по распределению общей сплоченности морского льда северной полярной области Земли на основе Bootstrap-алгоритма по данным пассивного микроволнового зондирования, полученный от Национального Центра Данных США по Снегу и Льду (НЦДСЛ), основанный на информации SSMR ИСЗ NIMBUS-7 и информации SSM/I ИСЗ серии DMSP.

Для климатической оценки ледовых условий плавания в районе проведения работ использована База данных ледовых условий плавания в Арктическом бассейне, сформированная в ААНИИ. Данные наблюдений, включенные в Базу, получены во время проведения высокоширотных плаваний российских ледоколов и судов сотрудниками ААНИИ в период 1977–2004 гг. по единой методике, традиционно применяемой в ААНИИ. Результаты анализа этой информации служили основой при оценке трудности ледового плавания в районе работ экспедиции.

В период плавания судна во льдах ежедневно разрабатывались численные прогнозы дрейфа льда, сплочений и разрежений в ледяном покрове. Для производства диагностических и прогностических расчетов дрейфа льда, ледовых сжатий и разрежений использовалась оперативная гидродинамическая модель совместной динамики воды и льда, разработанная в ААНИИ. Расчетная область модели охватывает всю акваторию Северного Ледовитого океана, включая прибрежные моря Российской Арктики.

Исходной информацией для расчета по модели служат последовательности полей приземного атмосферного давления и информация о распределении припая и сплоченности дрейфующего льда на акватории расчетной области. В результате вычислений моделируется временная изменчивость полей таких гидрометеорологических характеристик, как: сплоченность льда, скорость и направление дрейфа льда, сила сжатий, дивергенция скорости дрейфа льда (разрежение льда), колебания уровня моря, скорость и направление средних по вертикали течений. Результаты расчетов могут быть представлены как в виде картосхем, так и в цифровой форме, как по всей акватории СЛО, так и по отдельным его районам.

Кроме указанных выше прогнозов дрейфа и перераспределения льда в ААНИИ составлялся и пересылался на борт судна прогноз модальной ориентации нарушений сплошности ледяного покрова (НСЛ) и зон с преобладанием деформаций растяжения и сжатия льда по квадратам сетки 200×200 км на 3 суток, в основу которого положен метод аналогов. Данный вид прогностической информации учитывался при определении оптимального варианта плавания и в целом соответствовал наблюдаемым условиям.

Навигационные рекомендации

На этапе подготовки высокоширотных рейсов (апрель–июнь) разрабатывался предварительный сценарий. Сценарий основывался на анализе развития фактических метеорологических и ледовых процессов, долгосрочных прогнозов и режимных данных. При определении предварительного варианта маршрута плава-

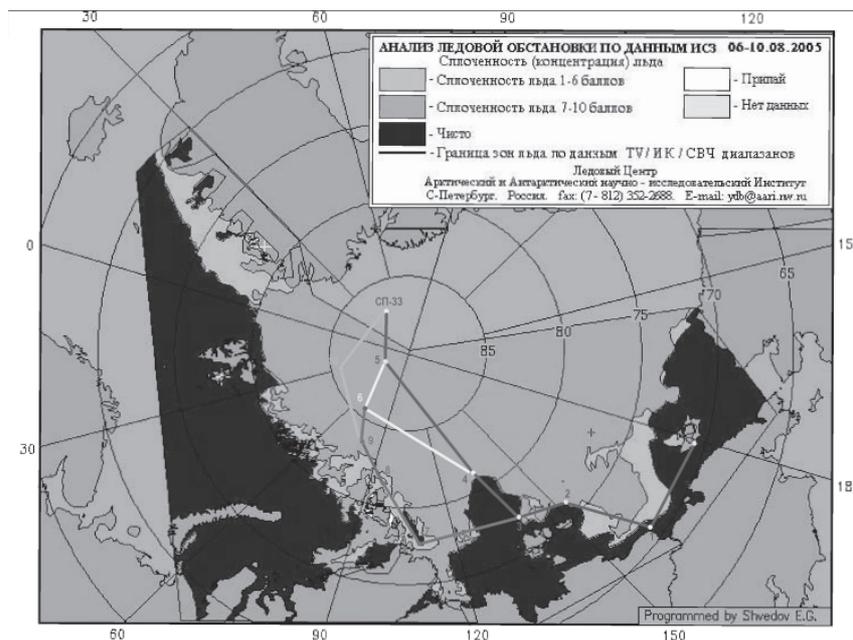


Рис. 3. Схема вариантов движения НЭС «Академик Федоров» к СП-33

ния учитывались: вероятность формирования благоприятных ледовых условий на отдельных участках трассы СМП; границы припайного района северо-восточной части Карского моря и прогноз сроков его взлома, степень развития и устойчивости заприпайных полыней. Сценарий содержал рекомендации о последовательности работы на геофизических полигонах, в соответствии с общими процессами таяния и разрушения ледяного покрова, характерными для данного региона, необходимость ледокольной проводки на различных участках маршрута плавания, расчеты затрат времени на движение различными вариантами плавания.

Плавание каравана в район проведения геофизических работ и в район эвакуации/организации дрейфующих станций в основном осуществлялось по рекомендациям, разрабатываемым отрядом СГМО экспедиции (рис. 3). Рекомендации составлялись с учетом спутниковой информации о состоянии ледяного покрова на предстоящем пути плавания, метеорологических и ледовых прогнозов, с учетом данных тактических авиационных ледовых разведок. В течение рейса периодически рассчитывались затраты времени на плавание по отдельным участкам маршрута, необходимого для планирования проведения работ.

Движение вариантом, разработанным отрядом СГМО в 2005 г., позволило транспортному судну – НЭС «Академик Федоров» – впервые в истории мореплавания без ледокольного обеспечения достичь Северного полюса.

Необходимо отметить, что судоводители как НЭС «Академик Федоров», так и а/л «Россия» (2000 г.), «Арктика» (2004, 2005 гг.) старались строго придерживаться рекомендаций в период плавания судов во льдах.

КАЧЕСТВО И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Оправдываемость метеорологических прогнозов

Из всего пакета метеорологической продукции оценена оправдываемость прогнозов погоды по пути следования судна для трех параметров: направление

ветра, скорость ветра, температура воздуха. Оценка проводилась в соответствии с рекомендациями отдела долгосрочных метеорологических прогнозов ААНИИ. Общая оправдываемость всех прогнозов заблаговременностью 1–3 суток составила 79 %, оправдываемость прогнозов направления ветра – 81 %, скорости ветра – 74 %, температуры воздуха – 72%. Оправдываемость прогнозов заблаговременностью 1 сутки составила 84 %, 2 суток – 76 %, 3 суток – 66 %.

Оправдываемость ледовых прогнозов

Негативное влияние на качество расчетов оказывает большая (24 часа) дискретность при задании полей атмосферного давления. В результате происходит, с одной стороны, сглаживание колебаний, а с другой стороны, весьма вероятным оказывается наличие сдвига фаз в пределах ± 12 часов. При этом ситуации, в которых естественный синоптический период укладывается в 24 часа, корректно воспроизвести невозможно. В свою очередь гидрометеорологические процессы, развивающиеся на протяжении двух и более суток, воспроизводятся при численных расчетах достаточно корректно.

Произвести оценку расчетов за весь период составления прогнозов не представляется возможным в связи с отсутствием данных наблюдений. Однако в некоторых случаях при выполнении тех или иных работ судно ложилось в дрейф на достаточно длительные периоды времени (около и более суток), позволяющие получить оценки дрейфа льда для сравнения их с результатами расчетов. При работе на геологических полигонах в районе хребта Менделеева в 2005 г. дрейф льда удавалось отследить также по положению регистраторов, устанавливавшихся на льду. Средняя ошибка диагностических расчетов скорости дрейфа при этом составила $-0,56$ мили/сутки, а ошибка по направлению -5° . Четкой зависимости качества прогнозов от заблаговременности не отмечается.

РАБОТА НАУЧНО-ОПЕРАТИВНОЙ ГРУППЫ В ААНИИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ВЫСОКОШИРОТНЫХ РЕЙСОВ НЭС «АКАДЕМИК ФЕДОРОВ» В АРКТИЧЕСКОМ БАССЕЙНЕ

Кроме научно-оперативной группы, находящейся на борту НЭС «Академик Федоров», приказом директора на период работ экспедиции в ААНИИ создавалась научно-оперативная группа (НОГ) для обеспечения фактической и прогностической ледовой и гидрометеорологической информацией высокоширотного плавания.

Во время подготовительного периода НОГ ААНИИ были решены следующие вопросы:

- согласовано взаимодействие с отделом метеорологической информации ЦЛГМИ и достигнута договоренность о форме представления данных, необходимых для подготовки ледовой информации для численных прогнозов и прогнозов (методом барических аналогов) положения зон преобладания сжатий и разрежений льда и преобладающей ориентации нарушений сплошности льда;

- определена форма электронного представления прогноза для передачи на НЭС «Академик Федоров»;

- установлена периодичность и составлен график разработки прогнозов.

В период проведения высокоширотных рейсов НОГ ААНИИ выполняла следующие виды работ:

- составление комплексных карт распределения льда в морях Баренцевом, Карском, Лаптевых, Восточно-Сибирском и Чукотском с границей преобладания многолетних льдов;

- заказ, получение и обработка снимков ИСЗ RADARSAT-1 по району предполагаемой высадки дрейфующих станций;

- получение в оперативном режиме радиолокационных изображений ИСЗ ENVISAT по маршруту движения и району работ НЭС «Академик Федоров»;

- построение карт распределения общей сплоченности морского льда на основе данных пассивного микроволнового зондирования AMSR ИСЗ AQUA;
- анализ дрейфа (направления и скорости) льдов в Арктическом бассейне по информации о дрейфе автоматических буев;
- составление краткосрочных метеорологических прогнозов;
- составление метеорологических прогнозов с заблаговременностью 3–10 суток и с заблаговременностью 10–15 суток по ОЦП. Прогнозы развития и крупномасштабных перестроек атмосферных процессов представлялись в виде полей приземного атмосферного давления, геопотенциала H_{500} , и сборнокинематических карт траекторий основных барических образований;
- составление прогнозов положения зон преобладания сжатий и разрежений льда и преобладающей ориентации нарушений сплошности льда (методом барических аналогов);
- составление прогнозов ветрового волнения;
- составление прогнозов траектории дрейфа станций СП;
- организация связи и передача информации на борт судна.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ

Опыт высокоширотных рейсов убедительно доказал возможность и эффективность проведения геофизических работ, эвакуации закончившей свой срок и организации новой дрейфующей станции «Северный полюс» с судна в летний период. Важную роль в успешном выполнении всех поставленных перед экспедицией задач сыграла система специализированного гидрометеорологического обеспечения.

Основным результатом работы отряда СГМО по программам «Арктика-2000», 21-й рейс НЭС «Академик Федоров» и «Арктика-2005» является полное, своевременное и качественное обеспечение плавания судна в высоких широтах, сложного комплекса мероприятий по проведению работ на геофизических полигонах, организации дрейфующих станций СП-33, 34, эвакуации СП-33, а также выполненных научных исследований, включающих в себя летные, геологические, гидрологические и ледовые работы.

Результатами проведенного СГМО можно считать следующие положения:

1. На предварительном этапе высокоширотных рейсов разработаны долгосрочные метеорологические и ледовые прогнозы; разработаны предварительные сценарии рейсов, определены районы поиска ледяных полей для организации СП-33, 34.
2. Организована научно-оперативная группа в ААНИИ на базе Центра ледовой и гидрометеорологической информации (ЦЛГМИ) и отряд СГМО на борту судна. Такая организация является наиболее эффективной для обеспечения нестандартных морских операций. Разработана структура информационного обеспечения, определен его состав и периодичность.
3. В период рейсов организован прием поступающей информации из ААНИИ, прием и дешифровка снимков ИСЗ, построение ледовых карт, составление ледовых прогнозов. Проведен комплекс специальных судовых ледовых наблюдений за состоянием ледяного покрова на пути движения судна, необходимых для изучения ледопроеходимости судна, верификации спутниковых снимков, разработки прогнозов.
4. В районе геофизического полигона удалось обеспечить безопасные места для швартовки судна и грузовых работ на льду, а также посадки вертолетов во время выполнения геотрaverseв.
5. По пути движения к СП-33 НЭС «Академик Федоров» – транспортное судно – впервые в истории мореплавания достигло Северного полюса без ледокольного сопровождения. Самостоятельное плавание НЭС «Академик Федоров» в высоких широтах до Северного полюса стало возможным во многом благодаря специализированному гидрометеорологическому обеспечению, проводимому группой.

пой СГМО на борту судна и оперативной, своевременно поступающей информации из ААНИИ.

6. В заданные сроки эвакуирован персонал и оборудование СП-33.

7. Найдены ледяные поля, отвечающее необходимым требованиям безопасности и «работоспособности» для организации дрейфующих станций СП-33, 34.

8. Общая оправдываемость прогнозов погоды составила 79 %.

9. Отсутствие срывов и значительных задержек при выполнении работ свидетельствуют о хорошем и эффективном качестве СГМО.

10. Опыт реализации морских операций в Арктическом бассейне в последние годы показывает, что использование спутниковой ледовой информации для диагностики ледяного покрова является необходимым, но недостаточным условием. Надежные данные могут предоставить только комплексные наблюдения, включающие как современные средства дистанционного зондирования, так и авиационную визуальную и инструментальную разведку, специальные судовые наблюдения, а также контактные методы измерений.

12. Наиболее перспективным направлением развития технологий СГМО является использование автоматизированных рабочих мест (АРМ) по основным видам деятельности СГМО и судового АРМ «Конечного пользователя», на котором представляется возможность совмещения электронной навигационной и гидрометеорологической информации. Разработка и производственные испытания указанных АРМ в настоящее время осуществляются в ААНИИ.

11. Опыт информационного обеспечения экспедиции еще раз убедительно показал, что для эффективного движения судов в Арктическом бассейне необходима *система СГМО*, включающая: режимные знания ледовых условий плавания и процессов, их формирующих; методы долгосрочных и краткосрочных метеорологических и ледовых прогнозов; алгоритмы составления навигационных рекомендаций для современного ледокольного и транспортного флота; использование современных дистанционных средств зондирования ледяного покрова, позволяющих осуществлять его мониторинг; специальные судовые ледовые наблюдения и контактные методы измерений; визуальную авиационную ледовую разведку, являющуюся важным инструментом для оперативного получения информации о ледовой обстановке на предварительно выбранном варианте плавания.

S.V.FROLOV, A.V.YULIN

SPECIAL HYDROMETEOROLOGICAL PROVIDING FOR HIGH LATITUDE VOYAGES OF RV «AKADEMIK FEDOROV» IN 2000, 2004–2005 YEARS

The system of special hydrometeorological support (SHMS), organized in the Arctic and Antarctic Research Institute (AARI) for high-latitude recent expeditions in the Arctic Basin onboard RV «Akademik Fedorov», is presented. Organization and structure of the system, types of information and estimated its quality are analyzed in present work. It showed that special hydrometeorological support of the navigation in the Arctic Basin and ice-covered seas should be systems. The Arctic and Antarctic Research Institute is the integrated informational center, meeting the requirements to compile this support.