

атлантических вод в Арктическом бассейне СЛО. В течение всего рейса осуществлялись работы по получению данных для исследования процессов взаимодействия атмосферы и океана, аэрозольного и газового состава атмосферы, ледовые наблюдения.

Экспедиционные исследования по программе «АВЛАП/NAPOS-2015» внесли значительный вклад в изучение роли процессов трансформации атлантических вод на материковом склоне и примыкающей части океанского ложа Евразийской Арктики в формировании современных климатических изменений, а также исследования механизмов формирования вод холодного галлолина и его роли в процессах вертикального обмена.

Выполнение океанографических разрезов и отдельных станций, положение которых совпадает с выполненными в предыдущие годы, позволяет провести анализ изменений, происходящих как в слое атлантических вод, так и в структуре водных масс Арктического бассейна в целом. Предварительный анализ полученных результатов океанографических исследований позволяет сделать следующие выводы:

– продолжает сохраняться аномальное состояние слоя атлантических вод, характеризующееся положительной аномалией температуры воды, подъемом верхней граница атлантических вод и заглублением нижней границы, что соответственно приводит к увеличению толщины слоя атлантических вод в целом и увеличению его теплозапаса;

– вместе с тем в разных районах наблюдаются разнонаправленные тенденции изменений современного состояния вод. В море Лаптевых атлантические воды оказались отжаты от верхней части континентального склона, при этом в южных районах глубоководной части моря по сравнению с 2013 годом отмечается уменьшение температуры в ядре атлантических на 0,2–0,4 °С при понижении солёности на 0,02–0,04 ‰. Верхняя граница атлантических вод в этом районе существенно свое положение не изменила, ядро атлантических вод поднялось на 15–30 м, а нижняя граница поднялась на 150–200 м. В северной части разреза, наоборот, температура атлантических вод по сравнению с 2013 годом

возросла на 0,10–0,15 °С при увеличении солёности на 0,01–0,02 ‰. Верхняя граница атлантических вод и положение ядра в этом районе опустились на 10–25 м, нижняя граница также опустилась на 30–50 м;

– в желобе Святой Анны фрамовская ветвь атлантических вод занимает центральное положение со смещением к западу. Хорошо диагностируется положение баренцевоморской ветви атлантических вод, подстилающей воды фрамовской ветви;

– в восточной части желоба Святой Анны на ряде станций отмечалось смешение поверхностных арктических вод с атлантическими водами, что приводило к исчезновению термоклина, хорошо определяемого в восточной части разреза. Данный факт является если не уникальным, то, безусловно, редко наблюдаемым.

Полученные данные представляют собой уникальный материал, позволяющий выполнить всестороннее исследование текущего состояния природных условий арктических морей СЛО. Они позволяют получить уточненные оценки пространственно-временной изменчивости основных элементов гидрометеорологического режима СЛО, более глубоко изучить механизмы формирования водных масс СЛО, их влияние на ледяной покров и климат высоких широт.

В целом метеорологические и ледовые условия не препятствовали успешному выполнению работ. Минимальная площадь ледяного покрова в сентябре 2015 года была четвертой в рейтинге сезонных минимумов площади льда после 2012, 2007 и 2011 годов. Обратной стороной отсутствия льда является создание предпосылок для развития сильного волнения, что пришлось испытать и участникам этой экспедиции. Однако люди, работающие в Арктике, знают, на что они идут, и готовы к любым капризам природы. Экспедиция «АВЛАП/NAPOS-2015» завершилась, став очередным этапом успешных международных исследований в Арктике. Но работа по анализу вновь полученных данных только начинается.

*И.М. Ашик, В.В. Иванов (ААНИИ).
Фото из архива ААНИИ*

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭВАКУАЦИИ СЕЗОННОЙ ДРЕЙФУЮЩЕЙ НАУЧНОЙ СТАНЦИИ «СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС-2015» С БОРТА л/к «КАПИТАН ДРАНИЦЫН»

Сезонная дрейфующая станция «Северный полюс-2015» была создана в апреле 2015 года в приполюсном районе Арктического бассейна некоммерческой организацией «Фонд полярных исследований “Полярный фонд”». С 20 июля станция дрейфовала в исключительной экономической зоне Королевства Дания. В этот период ледяное поле станции находилось уже в погодных условиях арктического лета, что обусловило интенсивное таяние снега и льда, образование и активное развитие снежниц (разрушенность льда в районе станции достигла трех баллов). На краях ледяного поля продолжались процессы торошения. В ночь с 26 на 27 июля в результате подвижек льда, сопровождавшихся образованием новых широких трещин в ледяном поле станции, затонул самолет Ан-74, находившийся в рас-

положении станции. Кроме того, эти подвижки привели к расколу льдины в районе станции и сам лагерь уже базировался на ледяном фрагменте размером 300×300 метров.

Ситуация становилась критической, и в конце июля «Полярным фондом» было принято решение о снятии станции с помощью ледокола. Специалисты ААНИИ Росгидромета проанализировали возможность использования ледоколов «Балтика» и «Капитан Драницын» для проведения этой сложной морской операции, а также наметили оптимальный маршрут движения к дрейфующей станции ледоколов с учетом их технических характеристик и сложившейся ледовой обстановки в Арктическом бассейне. В результате этого анализа были сделаны следующие выводы:

1. Использование л/к «Балтика» для выполнения поставленной задачи нецелесообразно и может привести к срыву морской операции.

2. Использование л/к «Капитан Драницын» условно возможно в августе с учетом высокой степени разрушенности льда.

3. Для успешного выполнения операции по снятию дрейфующей станции движение л/к «Капитан Драницын» должно обеспечиваться сотрудниками специализированной научно-оперативной группы ААНИИ, имеющими многолетний опыт проведения подобных операций.

Для осуществления специализированного гидрометеорологического обеспечения (СГМО) рейса между ААНИИ и некоммерческой организацией «Фонд полярных исследований «Полярный фонд» был заключен официальный договор. Непосредственно на борту ледокола в составе экспедиционного отряда должны были находиться пять человек — специалистов ААНИИ, в задачу которых входило выполнение оперативного СГМО рейса.

Перед началом морской операции в ААНИИ была проанализирована свежая информация, полученная с различных искусственных спутников Земли (ИСЗ), о распределении и состоянии ледяного покрова в районе предстоящего маршрута ледокола к дрейфующей станции. Также был разработан план оптимального пути ледокола, исходя из следующих предпосылок и соображений:

- по данным ИСЗ, на участке от кромки льда в Баренцевом море до станции «Северный полюс-2015» преобладают льды общей сплоченностью 9–10 баллов, кромка льда в районе арх. Шпицберген — о. Виктория — арх. ЗФИ «подбита»;

- к концу мая 2015 года севернее пролива Фрама сформировалась обширная зона старых льдов шириной порядка 400 миль в меридиональном направлении, вплотную поджата к о. Гренландия. По данным дрейфа станции «Северный полюс-2015», с 1 июня по 26 июля основная масса дрейфующих льдов переместилась вдоль нулевого меридиана на 120 миль в южном направлении. Следовательно, указанная выше обширная зона многолетних льдов уменьшилась, но приблизительно только на треть прежней площади. На этом основании было сделано предположение, что в начале августа к северу от пролива Фрама расположен массив старых льдов, северная граница которого может достигать широты 84° 30';

- по сообщению капитана а/л «50 лет Победы» Д.В. Лобусова, при плавании атомного ледокола от архипелага ЗФИ вдоль меридиана 60° в.д. до Северного

полюса наибольшее количество старых льдов было встречено южнее 86° с.ш.;

- по данным диспетчерских сообщений с дрейфующей станции «Северный полюс-2015», в районе дрейфа станции разрушенность льда достигла трех баллов;

- преобладающая толщина старых льдов в западном (приатлантическом) секторе Арктического бассейна в летний период колеблется в пределах 180–260 см, однолетнего — в пределах 80–120 см (по архивным данным ААНИИ, полученным в последнее десятилетие по результатам наблюдений с борта судов и ледоколов);

- в районе между архипелагами Шпицберген и ЗФИ наблюдается система разрывов в ледяном покрове, заполненных дробленным 7–9-балльным льдом. Разрывы ориентированы в направлении дрейфующей станции.

Приведенные выше обстоятельства позволили утверждать, что движение л/к «Капитан Драницын» к дрейфующей станции через пролив Фрама будет сопряжено с большими трудностями.

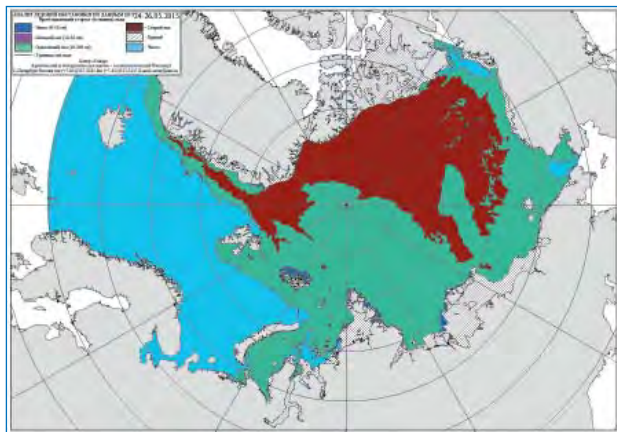
Таким образом, на основании результата анализа существующей на тот момент ледовой обстановки был разработан и принят оптимальный маршрут, а именно: из порта Мурманск движение ледокола должно осуществляться в северном направлении к кромке дрейфующих льдов в район меридиана 45° в.д., далее — в северо-западном направлении с использованием системы разрывов в ледяном покрове вплоть до дрейфующей станции. Длина этого маршрута составляла около 390 миль, и проходил он только в однолетних льдах.

Ледокол «Капитан Драницын» с участниками экспедиции из ААНИИ на борту вышел из порта Мурманск в район местонахождения дрейфующей станции «Северный полюс-2015» 5 августа. До точки 82° 35' с.ш. и 39° 56' в.д. движение ледокола осуществлялось по чистой воде. Далее, до точки 85° 11' с.ш. и 23° 35' в.д. судно продвигалось в однолетнем льду сплоченностью 9–10 баллов; преобладающие формы льда — поля, обломки полей, битый лед. Торосистость льда на этом участке составляла 1–2 балла, разрушенность — 3–4 балла.

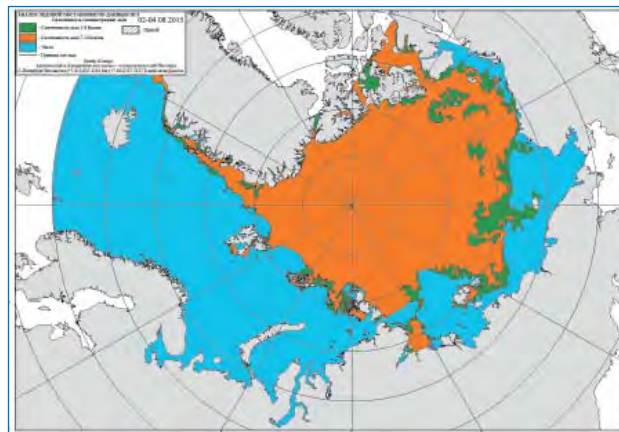
При дальнейшем движении ледокола к дрейфующей станции характеристики ледяного покрова изменялись в незначительных пределах: сплоченность льда составляла 9, 9–10 баллов, торосистость — 1–2 балла, разрушенность — 2–3, 3 балла. На пути движения был зафиксирован только однолетний лед с преобладающей толщиной 40–120 см.

10 августа в 9 ч 30 мин в точке 86° 15' с.ш. 7° 55' з.д. ледокол «Капитан Драницын» подошел к дрейфующей станции «Северный полюс-2015», после чего началась

Распределение старых льдов в Арктическом бассейне 26 мая 2015 года.



Общее распределение ледяного покрова в Арктическом бассейне 4 августа 2015 года.



эвакуация персонала и оборудования станции. 11 августа в 20 ч, после окончания работ по снятию станции, судно взяло курс на п. Мурманск. Используя свой собственный канал, ледокол вышел на кромку дрейфующих льдов 13 августа в 13 ч в точке 82° 22' с.ш. 40° 07' в.д., после чего проследовал по чистой воде в порт Мурманск. 16 августа в 7 ч л/к «Капитан Драницын» встал на рейд порта Мурманск.

Метеорологические условия плавания ледокола в дрейфующих льдах определялись влиянием барической ложбины с севера от заполняющейся депрессии над Гренландским морем и севером Гренландии и барического ядра, образовавшегося восточнее архипелага Шпицберген и медленно смещающегося к району архипелага ЗФИ. Наблюдались ветра преимущественно западного, южного и юго-западного направлений с преобладающей скоростью 4–9 м/с. Значения температуры воздуха колебались в пределах –2... +1°C. Отмечалась очень высокая повторяемость туманов, дымки, временами наблюдались слабые осадки. В этих случаях горизонтальная видимость снижалась до 0,1–0,5 км.

Целью СГМО высокоширотного рейса ледокола «Капитан Драницын» 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 по проведению морской операции.

Доступ с борта ледокола ко всей фактической и прогностической гидрометеорологической информации осуществлялся через сервер ААНИИ, где она оперативно размещалась по мере поступления. Источниками информации о состоянии ледяного покрова в районах работ на этапе проведения экспедиции служили:

- снимки ИСЗ SENTINEL-1A разрешением 500 м, РЛ-диапазон (радиолокационный);
- снимки ИСЗ TERRA и AQUA (MODIS) разрешением 250 м и 1 км, ТВ-диапазон;
- специальные судовые ледовые наблюдения.

Основными задачами работ по СГМО, выполняемых сотрудником ААНИИ В.И. Бессоновым на борту ледокола, являлись сбор, привязка к местности и интерпретация спутниковых изображений района маршрута ледокола. Эти изображения размещались в сети Интернет на сервере ААНИИ (<http://wdc.aari.ru/gmo/arc/2015>),

сайтах Датского технологического университета (DTU) (<http://www.seaice.dk/test.N/2015>) и американского Национального управления по воздухоплаванию и исследованию космического пространства (NASA) (<http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov>). На сервере ААНИИ формировались пакеты спутниковой информации данных ИСЗ TERRA и

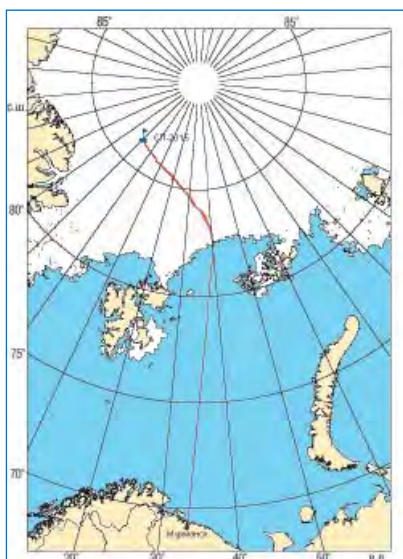


Схема маршрута рейса л/к «Капитан Драницын» для эвакуации сезонной дрейфующей станции «Северный полюс-2015».

AQUA к срокам: 6 ч 10 мин, 15 ч 10 мин и 23 ч 10 мин (UTC).

Радиолокационные снимки с ИСЗ SENTINEL-1A с разрешением 500 м ежедневно размещались на сайте DTU. Эти данные оказали неоценимую помощь в успехе всей экспедиции, так как часто оказывались единственным и надежным источником оперативной ледовой информации.

Принимаемые ежедневно через каналы Интернет спутниковые снимки РЛ-диапазона с помощью модуля ArcMap, входящего в стандартный пакет геоинформационной системы ArcGIS, привязывались к местности. Далее, после обработки их в стандартной программе ScanMagic, создавались графические файлы в формате dKartNavigator, позволяющие представлять спутниковые изображения на дисплее компьютера в виде отдельного слоя ледовой информации

с одновременным отображением маршрута ледокола на навигационной карте. Подготовленная таким образом информация оперативно докладывалась руководству экспедиции и судоводителям для анализа и выбора оптимального пути судна. Всего за время экспедиции с 5 по 16 августа было принято и обработано 6 радиолокационных снимков и 12 фотомозаик в видимом диапазоне.

На протяжении всего рейса ежедневно из ААНИИ в адрес ледокола «Капитан Драницын» передавалась прогностическая метеорологическая информация, состоявшая из двух частей — картированной и текстовой. При составлении локальных оперативных прогнозов по маршруту следования ледокола специалисты ААНИИ использовали как базовую основу генерализованные прогностические метеорологические поля зарубежных метеоцентров, а также собственные прогностические методики и свой многолетний опыт.

Картированная информация включала в себя три прогностические карты важнейших метеорологических характеристик — приземного атмосферного давления, температуры воздуха, а также направления и скорости ветра — 24-, 48- и 72-часовой заблаговременности. Исходный расчетный срок приходился на 00 часов UTC в день передачи данных на борт ледокола. Таким образом, ежедневно принимались три прогностические карты. Всего с 4 по 14 августа были приняты 33 карты.

Также ежедневно на борт судна передавался текст прогноза погоды на районы, по которым проходил маршрут ледокола. Каждый прогноз содержал следующие виды информации:

— время и дату начала и окончания действия прогноза; краткий обзор синоптической обстановки на трое суток. Текст прогноза был детализирован по временным интервалам: первые сутки — по 6-часовым, вторые и третьи — по 12-часовым. В тексте указывались прогностические значения направ-

Л/к «Капитан Драницын» у льдины дрейфующей станции «Северный полюс-2015».



ления и скорости ветра, ожидаемые явления погоды, метеорологическая видимость и явления, ухудшающие ее, а также температура воздуха. За период с 4 по 14 августа было получено 11 текстовых прогнозов погоды по маршруту движения ледокола.

В периоды плавания по чистой воде в Баренцевом море (5–7 и 13–16 августа) из ААНИИ на борт ледокола поступали прогнозы высоты волн по району плавания 33 % обеспеченности. Пакет информации состоял из прогностических карт на трое суток с детализацией на шестичасовой период (на 0, 6, 12 и 18 часов каждых суток). Всего за указанные периоды было принято 48 таких карт. Данная информация докладывалась руководству экспедиции и судоводителям и учитывалась при плавании по чистой воде в Баренцевом море.

В период плавания судна во льдах в ААНИИ ежедневно составлялись численные прогнозы дрейфа льда, сплочений и разрежений в ледяном покрове, для чего использовалась оперативная гидродинамическая модель совместной динамики воды и льда, разработанная в ААНИИ. Во время рейса ледокола за период с 6 по 12 августа было выполнено 7 таких прогностических расчетов, содержащих 21 картосхему по текущим районам плавания.

Трижды в течение рейса предварительное положение оптимального маршрута плавания корректировалось в соответствии с поступающей фактической и прогностической гидрометеорологической и ледовой информацией. При планировании маршрута обратного пути ледокола в порт Мурманск специалистами ААНИИ было рекомендовано использование ледоколом своего собственного канала. Данная рекомендация была принята руководством рейса и успешно реализована.

Важную роль в успешном выполнении всех поставленных перед экспедицией задач сыграла организованная ААНИИ оперативная система СГМО рейса. Основным результатом работы этой системы явилось полное, своевременное и качественное обеспечение гидрометеорологической и ледовой информацией плавания ледокола «Капитан Драницын» в высоких широтах, что обусловило успешное выполнение всех стоявших перед экспедицией задач в минимальные сроки.

В немалой степени успешно осуществлению СГМО экспедиции способствовали следующие мероприятия:

1. Организация научно-оперативной группы в ААНИИ на базе Центра ледовой и гидрометеорологической информации (ЦЛГМИ) и отряда СГМО на борту ледокола.

Опыт показывает, что такое организационное решение является наиболее эффективным для обеспечения нестандартных морских операций. Также была разработана структура информационного обеспечения, определено его содержание и периодичность составления.

2. В период рейса на ледоколе был организован оперативный прием гидрометеорологической информации из ААНИИ, прием и дешифровка снимков ИСЗ ледовой обстановки по маршруту судна. Также был выполнен комплекс специальных судовых ледовых наблюдений за состоянием ледяного покрова на пути движения судна, необходимых для изучения ледопроеходимости судна, верификации спутниковых снимков, разработки прогнозов.

Подводя итог, можно сказать, что успешное выполнение настоящей морской операции стало возможным в том числе благодаря специализированному гидрометеорологическому обеспечению, выполненному группой СГМО на борту ледокола, и данным оперативной, своевременно поступавшей из ААНИИ гидрометеорологической и ледовой информации.

Опыт информационного обеспечения данной экспедиции в очередной раз дал убедительные доказательства, что для эффективного и безопасного движения судов и проведения морских операций в Арктическом бассейне необходима система СГМО. Такая система должна включать в себя постоянное изучение режимных ледовых условий плавания и физических процессов, их формирующих, надежные методы долгосрочных и краткосрочных метеорологических и ледовых прогнозов, внедрение новых алгоритмов составления навигационных рекомендаций для современного ледокольного и транспортного флота, внедрение современных компьютерных методов оперативного получения и использования спутниковой информации для мониторинга ледяного покрова, проведение специальных судовых ледовых наблюдений и контактных методов измерений характеристик ледяного покрова, данных визуальной авиационной ледовой разведки (в том числе и использование беспилотных летательных аппаратов судового базирования).

Указанные элементы системы СГМО существуют и постоянно совершенствуются в ААНИИ, что позволяет институту успешно выполнять самые сложные задачи по обеспечению эффективности безопасности мореплавания в Северном Ледовитом океане.

С.В. Фролов (ААНИИ).

Фото предоставлено автором

ЭКСПЕДИЦИЯ «ЧУКОТКА–ЛЕТО-2015» НА НЭС «МИХАИЛ СОМОВ»

По заказу ОАО «НК «Роснефть»», в рамках договора с ООО «Арктический научно-проектный центр шельфовых разработок», сотрудниками ААНИИ Росгидромета при участии специалистов ООО «НПО Аквастандарт», Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН и ОАО «НК «Роснефть»» были проведены экспедиционные работы в Чукотском море в период с 21 сентября по 4 октября 2015 года (экспедиции «Чукотка–лето-2015»).

Как базовое судно для проведения работ использовалось НЭС «Михаил Сомов», принадлежащее ФГБУ «Северное УГМС» Росгидромета. Также был задействован базирующийся на нем вертолет Ми-8, принадлежащий АО «2-й Архангельский объединенный авиаотряд».

Основной целью проведения экспедиции являлся сбор данных по гидрометеорологическим и ледовым условиям Чукотского моря, необходимых для описания гидрометеорологического и ледового режима лицензионных участков Северо-Врангелевский-1,2 и Южно-Чукотский, осваиваемых ОАО «НК «Роснефть»».

Сотрудниками ААНИИ были подняты притопленные автоматические буйковые станции (ПАБС), установленные в 2014 году на исследуемых участках в Чукотском море. На основе анализа полученных данных ПАБС можно будет сделать оценки морфометрических и динамических характеристик ледяного покрова, скорости течений, характеристик волн и колебаний уровня в открытом море.