

коточные океанографические зонды и измерители течений, отвечающие требованиям таких программ, как *World Ocean Circulation Experiment* (Глобальный эксперимент по циркуляции океана), особенно в слабостратифицированных антарктических водах.

Ледовый лагерь. У наших специалистов, безусловно, имелся превосходящий американский опыт проведения долговременных работ на дрейфующих льдах в Арктике. Американские специалисты также имели опыт работы в Арктике, но кратковременных сезонных работ.

Таким образом, обе стороны имели основания к взаимовыгодному объединению своих ресурсов и потенциалов для решения общей задачи. В результате совместные работы были успешно проведены, получены данные высокого качества в районе, где подобные наблюдения никогда не проводились. Обеспечены нормальные условия жизни, а также безопасность персонала и операций.

Наследие проекта

Главным наследием являются научные результаты и данные, которые открыли до этого по существу неведомую для

человечества часть Южного океана. В этом открытии не было сенсаций, полученные данные непротиворечиво соединились с наблюдениями других частей этой циркуляционной системы, с теоретическими представлениями, и получился завершённый объективный облик круговорота Уэдделла, наиболее яркого элемента динамики вод антарктической зоны.

В последующие годы изучение антарктической зоны было продолжено, в том числе и с использованием кратковременных ледовых лагерей, но не столь масштабно и без участия России. В последние четверть века наши исследования этой интереснейшей с научной точки зрения зоны Мирового океана носят в основном попутный и очень ограниченный характер в рамках Российских антарктических экспедиций, обеспечивающих работу антарктических станций. После завершения ФЦП «Мировой океан» вот уже несколько лет в нашей стране нет научной антарктической программы и проектов, которые используют полученные ранее обширные знания.

*Н.Н. Антипов, Н.В. Багрянцев, А.И. Данилов,
А.В. Клепиков (ААНИИ).
Фото из архива ААНИИ*

КРАТКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ ЗИМОВОЧНОГО СОСТАВА И СЕЗОННЫХ ГРУПП НА НИС «ЛЕДОВАЯ БАЗА «МЫС БАРАНОВА» В 2015–2016 ГОДАХ

Научно-исследовательский стационар (НИС) «Ледовая база «Мыс Баранова» был открыт в 2013 году в северной части острова Большевик архипелага Северная Земля на берегу пролива Шокальского. За прошедшие годы объем наблюдений на стационаре вырос в несколько раз, охватив различные сферы географических исследований в рамках темы «Комплексные исследования окружающей среды архипелага Северная Земля и прилегающих районов акватории Северного морского пути на научно-исследовательском стационаре «Ледовая база «Мыс Баранова», ЦНТП Росгидромета на 2014–2016 годы. Все работы выполнялись согласно «Программе гидрометеорологических наблюдений и научных исследований на научно-исследовательском стационаре «Ледовая база «Мыс Баранова» на 2015–2016 годы, утвержденной 7 октября 2015 года директором ААНИИ.

На НИС «Ледовая база «Мыс Баранова» в течение зимы находилось 17 человек (девять человек — научная группа и восемь человек группы обеспечения). В весенне-летний период за счет сезонных групп количество сотрудников на стационаре достигало 42-х человек.

Был выполнен большой объем метеорологических, аэрологических и океанологических наблюдений, а также были проведены геофизические, гляциологические, геоморфоло-

гические, гидрологические и микробиологические исследования. Кроме того, проводились и исследования морского льда.

Ежедневно, несмотря на погодные условия, метеорологами В.Ю. Кустовым, В.Ф. Власовым, В.В. Мовчаном и А.С. Грубым выполнялись стандартные метеорологические наблюдения. С октября 2015 года по октябрь 2016 года было проведено 2816 синоптических срочных наблюдений, результаты которых передавались в соответствующие центры погоды.

В рамках совместных исследований ААНИИ с Финским метеорологическим институтом и Петербургским институтом ядерной физики им. Б.П. Константинова РАН в октябре 2015 года на стационар было доставлено и введено в строй специальное оборудование, позволившее измерять концентрацию парниковых газов и сажевого аэрозоля, количество аэрозольных частиц на кварцевые и тефлоновые фильтры, концентрацию озона в воздухе. Проводилось непрерывное вертикальное дистанционное зондирование температуры воздуха до 1000 м, регистрировались составляющие радиационного баланса и измерялся спектр приходящей солнечной радиации по восьми длинам волн с дискретностью одна минута. Полученные данные показали, что по своему расположению и удаленности от источников промышленного загряз-

НИС «Ледовая база «Мыс Баранова».



нения НИС «Ледовая база «Мыс Баранова»» может служить платформой для изучения фонового загрязнения атмосферы в Арктике по многим параметрам.

Ежедневно для обеспечения мониторинга термодинамического состояния тропосферы и нижней стратосферы на стационаре выполнялось аэрологическое зондирование атмосферы. Заместителем начальника базы, аэрологом С.А. Семеновым был проведен 371 запуск аэрозондов с использованием аэрологического комплекса VAISALA DigiCorr III MW31. В рамках международной программы «Определение потерь стратосферного озона» были выполнены 17 запусков озонзондов. Полученные данные внесли существенный вклад в изучение изменений концентрации озона в верхних слоях атмосферы в Арктическом бассейне. В октябре 2016 года были проведены успешные испытания отечественного аэрологического комплекса «Полюс-М» и навигационного радиозонда МРЗ-Н1, подтвердившие возможность применения отечественного оборудования для аэрологического зондирования в высоких широтах.

Первые океанологические работы в проливе Шокальского в зимний период были выполнены в 1936 году под руководством Э.Т. Кренкеля — начальника полярной станции, базировавшейся в то время на мысе Оловянный острова Октябрьской Революции. На НИС «Ледовая база «Мыс Баранова»» регулярные океанографические наблюдения со льда стали проводиться с 2014 года. В период 2015–2016 годов в любую погоду, в пургу и в весеннюю распутицу, океанологами Н.А. Куссе-Тюоз и В.А. Меркуловым проводилось ежедневное зондирование STD-зондом температуры и солёности морской воды в постоянной точке, расположенной в проливе Шокальского, куда они добирались на транспортных средствах станции. Для удобства выполнения зондирования силами личного состава базы были подготовлены передвижной океанографический павильон для работы со льда, установленный на припайном льду в двух километрах от базы, и небольшая стационарная лаборатория, вошедшая в общий комплекс лабораторных помещений НИС.

Для более детального изучения мелкомасштабной временной изменчивости гидрологического режима пролива Шокальского ежемесячно организовывались суточные океанографические станции с дискретностью измерений в один час, а также непрерывные измерения температуры и солёности воды STD-зондами SBE 19plus SeaCat в постоянных точках на пяти горизонтах с дискретностью в пять минут. Первичный анализ полученных данных показал, что структура вод в местах зондирования носит неустойчивый характер, также отмечалась существенная трансформация верхнего квазигоризонтального слоя не только в весенне-летний, но и в зимний пе-



Схема мест проведения ледоисследовательских работ: 1 – места организации ледовых полигонов; 2 – места измерения метрических параметров льда; 3 – места организации ледовых станций с измерением физических свойств льда и проведением структурно-текстурного анализа.

риод. Отмечались значительные миграции слоев термоклина и пикноклина, изменения в них градиентов и мощности самих слоев. В период с января по июль в нескольких постоянных точках пролива Шокальского доплеровскими измерителями параметров течений проводились наблюдения за течениями на различных горизонтах, а в приборной зоне пролива прибором Solinst LTC Levelogger Junior измерялись колебания уровня моря. Полученные данные указывают на полусуточный характер приливо-отливных колебаний в проливе Шокальского и преобладание реверсных течений.

В марте и мае 2016 года были выполнены два поперечных разреза через пролив Шокальского от острова Большевик до острова Октябрьской Революции протяженностью более 40 км. На 22 океанографических станциях проводилось вертикальное зондирование температуры и солёности воды до дна, измерялись скорости и направления подледных течений и метрические параметры льда. В апреле был выполнен продольный океанографический разрез в заливе Микояна и впервые были получены данные о распределении температуры и солёности воды в одном из заливов о. Большевик.

Большую часть года акватория пролива Шокальского покрыта льдом. В среднем на протяжении полугода это припайный лед; 3–4 месяца пролив забит дрейфующим льдом сплошностью более 5 баллов, и 2–3 месяца наблюдается открытая вода или 3–4-балльный дрейфующий лед. На сегодняшний день отсутствие соответствующих плавательных средств, пригодных для проведения океанографических работ, не позволяет выполнять исследования в проливе в летний период,

Ледовая станция в заливе Спартак.



Работа с дистанционным толщиномером EM31-Ice.



что затрудняет получение полной картины состояния его вод, а также изучение их трансформации во времени.

В октябре 2015 года на НИС «Ледовая база «Мыс Баранова»» стали проводиться регулярные визуальные наблюдения за состоянием морского льда в проливе Шокальского. Результаты этих наблюдений в коде КН-02 передавались в АНИИ. Всего была передана 361 телеграмма с ледовой информацией.

Летом 2015 года для ледоисследовательских работ на территории базы был построен ледовый павильон, в котором осенью того же года были подготовлены рабочие помещения для хранения, подготовки и настройки необходимого оборудования, установлена холодильная камера размерами 4,0×2,5 м, позволяющая поддерживать отрицательные температуры до -20°C круглогодично, для хранения, обработки и исследования образцов льда. С октября 2015 года группой в составе В.А. Бородкина, И.А. Кушеверского и присоединившегося к ним в декабре Е.В. Шиманчука были начаты комплексные исследования морского ледяного покрова, включавшие в себя:

- исследование временной изменчивости ровного припайного льда в годовом цикле;
- мониторинг пространственной неоднородности строения и физических свойств припайного однолетнего льда;
- исследование морфометрии деформированного и торосистого льда;
- исследование динамики и физико-механических свойств припайного льда.

В рамках поставленных ледоисследовательских задач на припайном льду было организовано четыре ледовых полигона: основной ледовый полигон в проливе Шокальского, полигон «Берег» в прибрежной части пролива, полигон «Айсберг» у сидящего на грунте айсберга и полигон «Торос» в месте деформации льда и образования торосов. На основном ледовом полигоне с линейными размерами 100×80 м в узлах регулярной сетки с шагом 20 м с дискретностью 10–15 дней выполнялись замеры высоты снежного покрова, толщины льда и превышение поверхности льда над поверхностью воды. В контрольной точке в те же сроки измерялась температура льда, отбирались пробы для измерения солености льда и снега и выбуривался керн для структурно-текстурного анализа. Эпизодически измерялась плотность льда, и проводились измерения локальной прочности на изгиб круглых пластин прессом ПИМ. В лаборатории на базе выполнялась распиловка отобранных кернов, и проводились исследования текстуры льда и кристаллического строения. В результате были получены данные не только об изменении толщины льда на полигоне, но и информация об изменениях его физических свойств и стадий внутреннего состояния в годовом цикле (от становления

припая до его разрушения). Рядом с основным полигоном был организован дополнительный полигон для измерения локальной прочности льда зонд-индентором, позволяющим исследовать прочностные характеристики льда непосредственно в ледяном поле без извлечения образцов. Для этого на участке 100×100 м в узлах регулярной сетки с шагом 20 м выбуривались отверстия, куда помещался зонд-индентор, продавливающий своим зондом стенку отверстия. Постоянную скорость движения зонда обеспечивала специально разработанная гидростанция, а фиксация полученных сигналов от разрушения льда выполнялась с помощью компьютерной техники. Измерения проводились на различных горизонтах. Всего было сделано две серии подобных измерений — в феврале и в мае. В зимний период такие работы проводились впервые. Низкие температуры, до -30°C , существенно осложняли выполнение этих работ, что потребовало внесения некоторых изменений в методику наблюдений.

Для изучения процессов формирования ледяного покрова у берега в местах интенсивного снегонакопления на полигоне «Берег» был организован ледовый разрез длиной 500 м, на котором проводились наблюдения, аналогичные наблюдениям на контрольной точке основного ледового полигона. Толщина льда у берега на разрезе достигала 5 м, из которых 89 % приходилось на снежно-водный лед, сформировавшийся от смачивания снега морской водой и последующего его замерзания в условиях опускания ледяной поверхности под тяжестью снега. На основании регулярных наблюдений удалось построить концептуальную модель формирования ледяного покрова в подобных условиях. Также была выявлена цикличность процессов нарастания льда в зимний период и определена роль трещин на смерзаемость различных слоев снежно-водного льда. В процессе выполнения работ на разрезе на некотором удалении от берега на поверхности льда под слоем снега были обнаружены участки снежно-водной смеси повышенной солености протяженностью 10–30 м, получившие название «чаша». Концентрация солевого раствора на этих участках достигала величины 60 ‰, и снежно-водная смесь в них не замерзала длительное время, даже при температуре воздуха -30°C . Кроме того, был изучен процесс нарастания льда в летний период, принципиально отличающийся от нарастания зимой. Такие же работы были проведены у айсберга, сидящего на грунте, на полигоне «Айсберг». Выявлены схожесть и отличия в процессах формирования льда у айсберга и у берега.

Весной 2016 года группами термобурения под руководством В.В. Харитонова, гидролокационного зондирования под руководством С.В. Хотченкова, усиленной ледоисследовательской группой зимнего состава, и другими подразделе-

Океанологическая станция в заливе Микояна.



Работы с зонд-индентором.



ниями стационара были проведены комплексные исследования торосистых образований на полигоне «Торос». Комплекс работ включал в себя:

- измерение метрических характеристик гряд торосов на различных профилях;
- выполнение с помощью термобура ледового разреза на основном профиле с измерением в отдельных точках локальной прочности ледяного покрова зонд-индентором;
- измерение температуры и солёности льда;
- отбор кернов для структурно-текстурного анализа.

Одновременно проводились площадные съемки дистанционным толщиномером льда EM31-Ice, топографическая съемка поверхности льда и снега, гидролокационная съемка нижней поверхности ледяного покрова. Выполнялась визуальная видеосъемка нижней поверхности ледяных образований. Исследование ледяного покрова различными методами и с помощью разного оборудования позволило не только получить конкретную информацию об изучаемом ледовом объекте, но и отработать способы взаимодействия различных методов при ледоисследовательских работах, выявить их сильные и слабые стороны при решении различных задач. Аналогичный подход для изучения ледяного покрова был применен на полигоне «Берег» и полигоне «Айсберг».

Становление припая в октябре 2015 года было на редкость благоприятным для ледоисследовательских работ. В фиордах и заливах становление льда проходило в динамически стабильных условиях без торошения. Пролив Шокальского «встал» в середине декабря, имея участки торошения в основном в восточной части. Вдоль всего западного берега острова Большевик между береговыми торосами и торосами пролива образовалась полоса замерзшего разводья шириной от 100 до 1000 м, на которой ровный мало заснеженный лед образовал природную «автомагистраль» от мыса Визе на севере до фиорда Тельмана на юге. Она была обнаружена на снимках ИСЗ, регулярно присылаемых на базу из ААНИИ. Это обстоятельство позволило провести исследование пространственной неоднородности строения и физических свойств льда в фиордах острова Большевик. Были выполнены ледовые разрезы в бухте Амба, во фиордах Партизанский, Спартак, Тельмана, заливах Ахматова и Микояна, а также ледовый разрез через пролив Шокальского. В результате были получены сведения о строении и физических свойствах ровного припайного льда на акватории пролива, а также проведено районирование акватории пролива Шокальского по преобладающим типам льда, согласно классификации Н.В. Черепанова. Во время поездок были осмотрены места схода ледника Семенова-Тян-Шанского в заливы и фиорды и сход ледника Университетский в пролив Шокальского.

Также проводились наблюдения за колебательными процессами на льду и суше с помощью сейсмических датчиков, в результате которых были получены записи волновых процессов при подвижках льда и разрушении припая. На леднике Семенова-Тян-Шанского в рамках гляциологических работ были выполнены наблюдения за колебаниями льда, позволившие зафиксировать вероятные подвижки ледникового щита. Были организованы совместные наблюдения за колебаниями суши с Федеральным исследовательским центром комплексного изучения Арктики РАН.

В 2015 году на стационаре был построен и оборудован магнитный павильон для проведения геомагнитных наблюдений. С 2016 года геофизик А.В. Тепляков приступил к регулярным измерениям модуля индукции, склонения и наклонения магнитного поля Земли. Построен домик для проживания и работы геофизической группы на 2–4 человека. Местоположение НИС «Ледовая база “Мыс Баранова”» по широте и долготе близко к положению станции Восток в Антарктиде, что позволяет проводить геомагнитные исследования в схожих точках в Северном и Южном полушариях.

В весенне-летний период 2016 года гляциологическим отрядом под руководством Д.Ю. Большаинова были продолжены исследования на леднике Мушкетова и организован новый полигон на леднике Семенова-Тян-Шанского. На полигонах проведены весенние снегомерные съемки, а осенью выполнены две снегомерные съемки на леднике Мушкетова. Наблюдения, начатые в 2013 году на леднике Мушкетова, позволили констатировать, что в целом к 2016 году ледник находился в стабильном состоянии.

Весной 2016 года гидрологическим отрядом под руководством А.Н. Рачковой были продолжены обширные гидрологические работы на реках и озерах северной части острова Большевик, включившие в себя ландшафтно-маршрутные снегомерные съемки по продольным и поперечным профилям на водосборах рек, впадающих в бухту Амба и залив Микояна, а также рекогносцировку реки Базовая и озера Спартаковское. Кроме того, были организованы работы по получению новых данных для проведения количественных оценок элементов гидрологического и гидрохимического режимов местных водных объектов. Были проведены работы по выявлению сезонной и внутрисуточной изменчивости речного стока рек Амба, Мушкетова, Черная, Новая и Безназвания. Проводились наблюдения за уровнем и температурой воды в реках посредством автономных регистраторов. Была выполнена батиметрическая съемка озера Твердое, подтвердившая предположение о том, что оно расположено в зоне геологического разлома. В районе реки Мушкетова и на территории базы

Магнитный павильон.



Гидролог А. Рачкова за работой.



были установлены мерзлотомеры и организован мерзлотный полигон, позволивший проследить процесс оттаивания грунта в летний период. Также были осуществлены обширные геоморфологические наблюдения в долинах большинства рек, где выполнялись гидрологические работы. На озере Глубокое острова Лишний в заливе Ахматова были отобраны пробы грунта и воды со дна озера, анализ которых позволил проследить вековую историю его развития. Все полевые наблюдения сопровождались геодезическими изысканиями на современном уровне.

Медико-экологическая группа под руководством Ш.Б. Тешебаева продолжила работы по мониторингу бактериологической и гидрохимической составляющей грунта и воды на исследуемых реках и озерах; был проведен отбор проб грунта на полигоне в тундре. Кроме того, был организован новый полигон в районе реки Новой в 25 км от базы, и была проведена оценка санитарно-бактериального и эпидемиологического состояния питьевых источников.

Группой под руководством А.Л. Румянцева в летний период было проведено несколько полетов беспилотного летательного аппарата (БПЛА) типа «Орлан». В результате были получены высококачественные фотоснимки поверхности земли в районе базы, необходимые для проведения работ различными подразделениями. Наличие небольших беспилотных летательных аппаратов, способных доставлять необходимую информацию с места предполагаемых работ, наряду с информацией с ИСЗ, на сегодняшний день следует рассматривать как производственную необходимость. Развитию этого перспективного направления использования БПЛА для сопровождения полевых работ следует уделить самое пристальное внимание.

Успешное проведение всех исследовательских работ было бы невозможно без слаженной работы отрядов обеспечения. Зам. начальника С.А. Макаров, начальник отряда технического обеспечения Б.С. Погребов, механики станции С.В. Черняев, О.В. Павленко, А.А. Петров и Л.С. Гончаренко в течение года поддерживали работу дизельных генераторов надлежащим образом, обеспечивали снабжением электроэнергией и теплом рабочие и жилые помещения базы. Также группа механиков оказывала всестороннюю помощь в организации и проведении исследовательских работ и обеспечивала все полевые работы, связанные с поездками по льду или тундре.

Регулярное питание личного состава осуществлялось в кают-компании стационара. Повар Д.И. Вольнов обеспечил вкусное и разнообразное меню, пришедшее по душе и зимовочному составу, и сезонным группам, и нечастым гостям, попадавшим на базу по морю или по воздуху.

Регулярную связь с Большой землей по спутниковой системе связи, передачу различных данных наблюдений, работу интернета и прием телевизионных каналов обеспечивал ведущий инженер по телекоммуникациям и радиосвязи Н.А. Плешивцев. С его помощью все выезжающие на полевые работы группы обеспечивались УКВ- и КВ-радиостанциями; все жилые и производственные объекты на базе были объединены единой телефонной сетью.

За здоровьем личного состава наблюдал доктор В.П. Чубаков. Он же взял на себя контроль за санитарно-гигиеническим состоянием помещений и камбуза.

Строительные и ремонтно-хозяйственные работы в летний сезон обеспечивала строительная группа под руководством опытного бригадира И.С. Будника.

Слаженность работы личного состава базы проявилась уже в октябре 2015 года при разгрузке НЭС «Академик Трёшников», когда в условиях сильных морозов и в преддверии полярной ночи удалось переместить без потерь большой объем

различных грузов с судна на берег, в том числе и боящихся мороза продуктов. Осенью 2016 года коллектив базы, сплотившийся еще больше за время зимовки, обеспечил прием доставленных на базу грузов, топлива и различного оборудования слаженно и в кратчайшие сроки.

В 2015–2016 годах были продолжены работы по улучшению инфраструктуры базы: был собран и введен в эксплуатацию двухэтажный модульный дом, переделаны под склады вышедшие из употребления емкости под топливо, запущены в эксплуатацию ледовая, геофизическая и океанологическая лаборатории, установлено и введено в строй новое метеорологическое оборудование, установлены новые цистерны под топливо, проведен комплекс работ по ремонту и утеплению жилых и производственных помещений, а также обеспечивался своевременный ремонт и технический надзор за различной техникой.

Не оставались без внимания и культурные мероприятия. Отмечались за праздничным столом общероссийские праздники, такие как: Новый год, День Победы и, конечно, профессиональный праздник — День полярника. Раз в месяц организовывался торжественный ужин в честь именинников. Существенное разнообразие в рабочие будни вносили проводившие 1–2 раза в месяц тематические семинары, на которых опытные сотрудники рассказывали о проводимых на базе исследованиях, делились планами о будущих работах, перспективах развития различных направлений научных исследований и их реализации в Арктике и на «Ледовой базе «Мыс Баранова»».

В заключение необходимо сказать несколько слов о белых медведях. Архипелаг Северная Земля славится как одно из мест обитания и размножения этого хищника в Арктике. Всего за год было зафиксировано около 90 случаев появления белых медведей на базе и в ее окрестностях, из них 13 появлений семей — самок с 1–2 медвежатами. Наиболее часто медведи встречались осенью и весной в периоды их сезонной миграции. В это время звери появлялись на базе по 2–3 раза за сутки. Основную помощь в обнаружении и остановке самого крупного полярного хищника играли стационарные собаки, натасканные на работу с медведем. Стационар является удобным местом для регулярных наблюдений за жизнью и передвижением белых медведей, т.к. расположен на тропе их сезонной миграции и в непосредственной близости от мест залегания зверей в берлоги. Но постоянная возможность встречи с этим опасным хищником, как на базе, так и при проведении полевых работ, требует усиления мер безопасности, более стабильного обеспечения огнестрельным оружием личного состава.

Несмотря на удаленность от развитых центров, сложные погодные условия и наличие различных природных опасностей, проведенные в 2015–2016 годах работы на НИС «Ледовая база «Мыс Баранова»» показали перспективность ее использования в качестве стационара для обеспечения как научных исследований, направленных на изучение природы Арктики, так и для решения задач хозяйственного освоения Арктики — возрождение Северного морского пути, добыча полезных ископаемых на шельфе и др.

*В.А. Бородин (начальник зимовочного состава
НИС «Ледовая база «Мыс Баранова»»
в 2015–2016 гг.).
Фото В. Бородкина
и В. Власова*