

РОССИЙСКИЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА «БАРНЕО»

Памяти Александра Валентиновича Орлова посвящается

Будучи участником Польской антарктической экспедиции на станции им. Г. Арцтовского на острове Кинг Джордж в 1987 году, я имел честь познакомиться с мистером Линдбергом — владельцем шведского белоснежного лайнера «Иллирия», совершавшего туристические круизы в районе Антарктического полуострова. В один из заходов лайнера в залив Адмиралити несколько полярников были любезно приглашены на борт судна, дабы отобедать и пообщаться. В разговоре с мистером Линдбергом я поинтересовался, как у него возникла идея заняться туристическим бизнесом, да еще в Антарктике. Его рассуждения поразили меня: «Я — состоятельный, богатый человек, могу зарабатывать деньги где угодно и на чем угодно, включая, например, баснословно выгодную торговлю оружием и прочими подобными вещами. Но (!) я решил уйти в просветительский бизнес, поскольку считаю, что туризм расширяет кругозор человека, делает его добрее, воспитывает уважение к природе, приобщает к красоте, тем более к такой красоте, как природа Антарктики. Я беру на борт судна ученых, которые читают лекции для туристов, повышая их познавательный уровень» и т.д. в таком ключе. Тогда я не мог предположить, что спустя два десятилетия судьба сведет меня с таким же человеком, но уже в Арктике, на дрейфующей ледовой базе «Барнео» — нашим соотечественником Александром Валентиновичем Орловым, благодаря которому у Северного полюса существуют и туризм, и регулярные научные исследования.

Подробно с информацией о «Барнео» можно ознакомиться на сайте www.barneo.ru. Здесь же кратко: «Барнео» — это комплексная высокоширотная арктическая экспедиция, ежегодной организуемая Экспедиционным центром Русского географического общества у Северного полюса. Отличие организации данной экспедиции от предыдущих состояло в новом логистическом подходе, который предложил А.В. Орлов: все операции по доставке топлива, станционного снаряжения и жилых комплексов выполнялись десантированием, а персонала и научного оборудования — авиацией. В непосредственной близости от географического полюса строится ледовый аэродром, устанавливаются отапливаемые жилые модули, кают-компания и несколько технических помещений. Регулярные рейсы Ан-74 доставляют туристов на ледовую базу из разных стран, им предлагаются различные программы: марафон, прыжки с парашютом, подледный дайвинг, полет на воздушном шаре, катание на мотосанях, собачьих упряжках и пр.

Начиная с Международного полярного года 2007/08 ученые Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН (ИО РАН) и ААНИИ используют ледовую базу «Барнео» для комплексных исследований, направленных на изучение изменений в морской Арктике, прежде всего вследствие современного климатического тренда.

Начальный этап. История отечественной науки в околополюсном районе Северного Ледовитого океана (СЛО), связанная с «Барнео», начинается с организации наблюдений на дрейфующей станции «Северный полюс-32» (СП-32), когда в

апреле 2003 года после 12-летнего перерыва отечественные исследования были продолжены на дрейфующем льду в высоких широтах Арктики (Фролов И.Е., Соколов В.В. Мельников И.А., Шевченко В.Д. Ледовая дрейфующая станция «Северный полюс-32» // Океанология. 2004. № 44 (6). С. 940–942).

Экспедиция была организована усилиями ААНИИ Росгидромета и Центра пропаганды, развития территорий Арктики и Антарктики «Полюс», по инициативе и под эгидой Ассоциации полярников России. В разработке и реализации научной программы станции приняли участие ученые ААНИИ, ИО РАН, Главной геофизической обсерватории им. Воейкова и Санкт-Петербургского государственного университета.

Высадка коллектива станции СП-32 на лед началась 16 апреля 2003 года в точке с координатами 87° 52' с.ш. и 148° 03' в.д. За период дрейфа станция прошла 2418 км со средней скоростью 7,44 км/сут и после 11-месячного дрейфа в зоне трансарктического выноса льда ее работа была закончена 6 марта 2004 года в точке с координатами 84° 41' с.ш. и 3° 33' з.д. Коллектив станции был эвакуирован вертолетом сначала на Шпицберген в пос. Лонгйир, а потом далее самолетом в Санкт-Петербург.

Научная программа работ экспедиции была направлена на комплексное изучение характеристик природной среды региона в районе дрейфа и включала три основных блока: океанография, морской лед и атмосфера. Важным компонентом программы было изучение таксономической структуры планктонных сообществ, населяющих водные массы в районе дрейфа станции, а также наблюдения за поведением криопелагической фауны. Эти исследования показали, в частности, что в зимний период морской лед используется как субстрат, главным образом, амфиподами и молодью тресковых рыб и что тонкий подледный слой воды представляет собой ключевой биотоп экосистемы морского льда, где биота и среда взаимодействуют в едином трофическом цикле.

Период 2004–2006 годов. В последующие годы после дрейфа СП-32 ледовая база «Барнео» была использована для логистической поддержки научных работ на дрейфующих станциях СП-33 (2004–2005 годы) и СП-34 (2005–2006 годы),

Перед полетом с «Барнео» на СП-34 (апрель 2005 года):
В.С. Кошелев, И.А. Мельников, В.Т. Соколов.



проводимых ААНИИ в центральных районах СЛО. В научную программу работ этих станций входило исследование биологической структуры водно-ледовой экологической системы. Данные, полученные ранее в центральных районах СЛО, включая наблюдения на дрейфующей станции СП-32, и их сравнение с аналогичными данными, полученными в период 1975–1981 годов, показали, что за прошедшие два десятилетия в центральных районах СЛО произошли заметные изменения видового состава и структуры ледовой биоты. Выявленные изменения нельзя однозначно связать с природными или антропогенными трендами. Проведение долговременного экологического мониторинга позволило получить данные об изменчивости биоты морского льда в естественных условиях. Задачи исследований в этот период включали изучение качественного и количественного состава биоты морских льдов, таксономической и трофической структуры планктонных сообществ и продукционных характеристик морских льдов.

ПАЛЭКС 2007–2011 годы. Начиная с 2007 года (Международный полярный год, МПГ 2007/08) в околополюсном районе СЛО проводился междисциплинарный мониторинг в рамках проекта ПАЛЭКС (Мельников И.А. Панарктическая ледовая дрейфующая экспедиция: апрель 2008 // Инф. бюлл. «Новости МПГ». 2008. № 17. С. 5–8).

Околополюсный район для проведения мониторинга был выбран по двум причинам: научной и логистической.

Известно, что морские льды, образующиеся в Американо-Евразийском суббассейне СЛО, выносятся, главным образом, трансарктическим дрейфом через Северный полюс в пролив Фрама. При организации ежегодного мониторинга в околополюсном районе можно получать данные, характеризующие состав и структуру водно-ледовой экосистемы, сформировавшейся ранее в центральном бассейне. Это своего рода реплика тех процессов, которые формировали ледовую обстановку в прошлые сезоны, поэтому данные о биоте и физико-химических свойствах среды могут быть индикаторами изменений и «рассказать» о состоянии экосистемы морского льда и подледного слоя воды в СЛО в условиях современных тенденций изменения климата.

Организация и проведение научных работ в высоких широтах и особенно на дрейфующих льдах в Арктике — сложное и дорогостоящее предприятие. С учетом современного состояния ледяного покрова, обусловленного уменьшением толщины льда и интенсивной деформацией ледяных полей, организация долгосрочных научных наблюдений на дрейфующем льду становится очень проблематичной. Поэтому логистическая поддержка экспедиционным центром «Полюс» научных работ ПАЛЭКС на ледовой базе «Барнео» оказалась весьма полезной и дала возможность получения информации

о состоянии биоты и физико-химической среды водно-ледовой экосистемы в околополюсном районе СЛО.

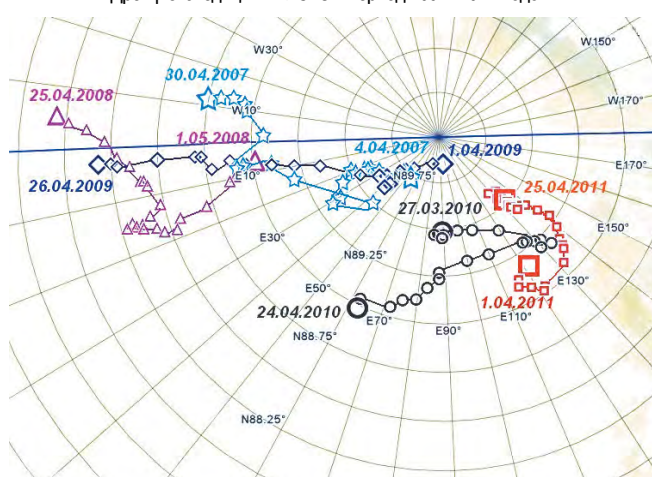
ПАЛЭКС-2007. Идея исследований 2007 года состояла в проведении мезомасштабных многофункциональных синхронных наблюдений в четырех отдельных ледовых лагерях. Был организован ледовый полигон в форме квадрата со сторонами 25 на 30 км, в углах располагались автономные ледовые лагеря, которым были присвоены имена наших выдающихся соотечественников-первопроходцев Арктики: центральный (базовый) лагерь был назван в честь Ивана Дмитриевича Папанина — «Иван», восточный в честь Евгения Константиновича Федорова — «Евгений», южный в честь Петра Петровича Ширшова — «Петр», а западный в честь Эрнеста Теодоровича Кренкеля — «Эрнест». В каждом лагере выполнялись синхронные полевые работы по единой программе. Также в этот период была организована мобильная группа «Фритьюф», названная в честь выдающегося норвежского полярного исследователя Ф. Нансена, целью которой было проведение ледоисследовательских работ в направлениях от базового лагеря к трем другим лагерям.

ПАЛЭКС 2008–2011. Выполненные в этот период исследования дали важную информацию о физических, химических и биологических характеристиках морского льда и контактирующих водных массах в околополюсном районе СЛО. Очевидно, что для прогнозирования эволюции этой системы в условиях изменяющегося климата одного, даже многофункционального наблюдения недостаточно. Необходимо продолжение мониторинга морского ледяного покрова и водных масс в Центральном Арктическом бассейне по единой научной программе с использованием единых методов полевых наблюдений, сбора и обработки собранных материалов, проведения стандартных синхронных измерений океанологических элементов, как это имело место в период проведения МПГ. Именно такой подход в проведении исследований в одном географическом районе и в одно и то же время года может дать надежную информацию о реальном состоянии водно-ледовой среды и ее биоты и быть основой для прогнозирования эволюции этой системы в условиях изменяющегося климата в Арктике.

В проведении полевых работ по проекту ПАЛЭКС в период 2008–2011 годов принимали участие сотрудники ИО РАН, ААНИИ и ГОИН. Наблюдения охватывали акваторию — в широтном направлении от географического полюса до 88° с.ш., а в меридиональном, соответственно, от меридиана 135° в.д. до меридиана 60° з.д.

Полевые работы включали в себя следующие исследования: STD-зондирование водной толщи; отбор проб воды батометрами для проведения гидрохимического анализа; вер-

Дрейф экспедиций ПАЛЭКС в период 2007–2011 годов.



Участники ПАЛЭКС-2007 перед началом экспедиции.



Таблица 1

Средние величины измерений толщины льда по направлениям к югу и западу от ледовой базы «Барнео» в период проведения ПАЛЭКС в 2007–2011 годах

Год	Количество измерений	Средняя толщина, см
2007	137	178 ± 26,6
2008	213	182 ± 15,5
2009	39	183 ± 36,2
2010	23	162 ± 32,5
2011	19	151 ± 21,3

тикальные сетные ловы планктона; измерение толщины снежно-ледяного покрова; отбор ледяных кернов с целью определения видового состава биоты; водолазные подледные сборы проб криофауны.

В период проведения исследований было отмечено заметное уменьшение средней толщины льда от 180 см в 2007 году до 150 см в 2011 году (табл. 1), что является важным свидетельством происходящих изменений ледяного покрова в околорайонном районе СЛО. Были также выявлены различия солёности многолетних и сезонных льдов (рис. 1).

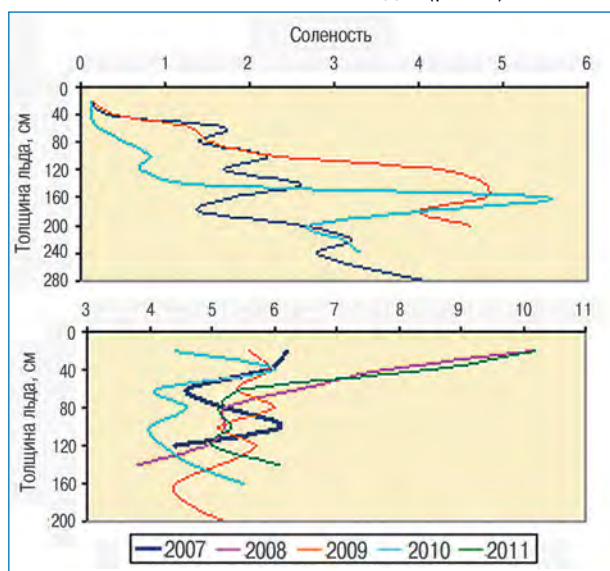


Рис. 1. Солёность морского льда за период наблюдений 2007–2011 годов: сверху – многолетний лед, внизу – однолетний лед.

Таблица 2

Видовой состав и численность видов ледовых водорослей за период наблюдений в 2007–2011 годах

Таксон	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.
<i>Centrophyceae</i>	14	15	8	9	10
<i>Pennatophyceae</i>	38	13	17	10	14
<i>Silicoflagellatae</i>	1	1	1	1	1
<i>Chrysophyceae</i>	3	6	–	–	1
<i>Dinophyta</i>	7	11	5	3	1
Всего:	63	46	31	23	27

Аналогичные изменения температуры и солёности отмечены в слое морских вод от поверхности до глубины 400 м, особенно заметные в верхнем, распресненном вследствие таяния дрейфующего льда пятидесятиметровом слое (рис. 2).

Также было отмечено заметное сокращение численности видов водорослей во льдах с 63 в 2007 году до 27 видов в 2011 году (табл. 2), что связано с перестроением в функционировании экосистемы пелагиали СЛО от развития водорослей в многолетних льдах к развитию в сезонных льдах.

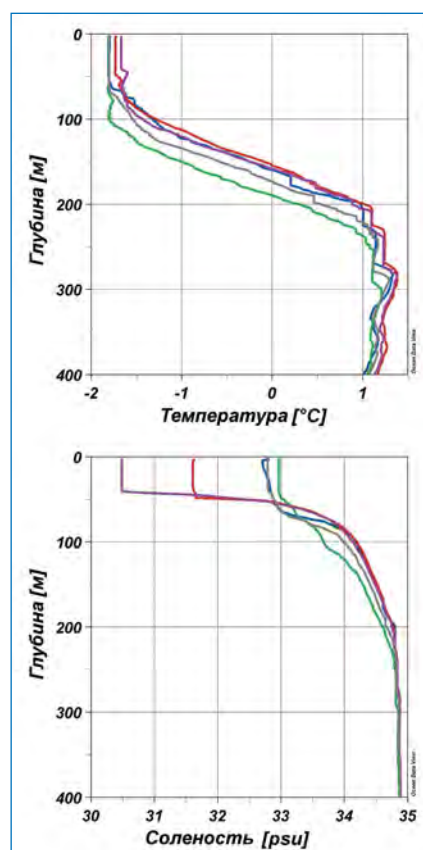
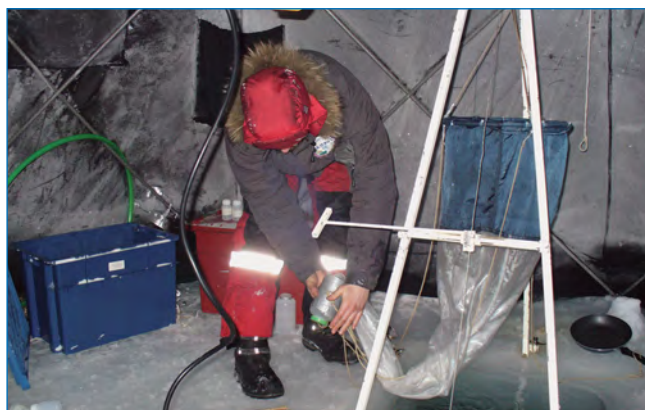


Рис. 2. Распределение температуры и солёности в слое 0–400 м по данным наблюдений 14 апреля в 2007, 2008, 2009, 2010 и 2011 годах (соответственно, темно-зеленая, светло-зеленая, фиолетовая, оранжевая и синяя кривые).

Данные предоставлены С.В. Писаревым (ИО РАН).

«Северный полюс-2015». Исследования в период 2007–2011 годов, дали информацию о состоянии биоты, формирующейся в зимний период. Важно знать, как развивается биота льда в летний период. Сохраняется ли ее видовой состав? Какое влияние на ее развитие оказывают физические факторы среды и, в частности, распреснение водного слоя, контактирующего со льдом? — и др. В этом состояла основная цель биологического компонента программы научных работ в экспедиции «Северный полюс-2015». В задачу полевых работ входило: отбор кернов льда; вертикальные ловы планктона; горизонтальные ловы криофауны с нижней поверхности льда; сбор проб воды на предмет изучения видового состава фито-планктона.

Наблюдения на станции были начаты в апреле и продолжались до июля 2015 года.



Полевые работы для отбора ледовых, водных и планктонных проб на предмет изучения видового состава биоты. Станция «Северный полюс-2015».

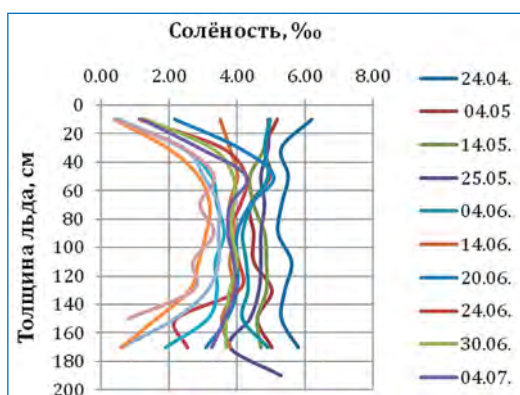


Рис. 3. Динамика изменения солености в толще льда по наблюдениям с апреля по июль 2015 года.

За период с 24 апреля по 27 июля 2015 года выявлено заметное изменение солености льда, связанное с активным таянием на поверхности, стоком талой воды под лед и образованием распресненного слоя (рис. 3).

Фитопланктон исследованного района в апреле 2015 года был представлен 33 видами водорослей, относящихся к четырем систематическим группам (табл. 3). Доминирующее положение по числу видов составляли динофлагелляты (25 видов, 75,8 % от общего числа видов). Наибольшая численность клеток отмечена у представителей рода *Gymnodinium* – *G. wulffi*, *G. arcticum* и *Gymnodinium sp.*

Общее число идентифицированных видов планктона составило 31 таксон, среди которых в слое 0–50 м встречено 28,

Таблица 3

Систематический состав водорослей фитопланктона по наблюдениям в апреле 2015 года в районе дрейфа СП-2015

Группа	Количество видов	Численность, %
<i>Bacillariophyta</i>	6	18,2
<i>Dinophyta</i>	25	75,8
<i>Coccolitophorida</i>	1	3
<i>Cryptomonada</i>	1	3

а на поверхностном горизонте — 17 видов. Общими в обеих коллекциях являются 16 видов. Была выявлена малочисленность аборигенной фауны на поверхностном горизонте: только два вида — *Onisimus glacialis* и *Mysis polaris* — были отмечены за весь период наблюдений у льда, что подтверждает результаты наблюдений, проведенных в этом районе в период 2007–2011 годов.

Заключение. Современный Северный Ледовитый океан стремительно теряет морской ледяной покров, что особенно заметно в последнее десятилетие. Исследования на «Барнео» показали, что в Центральном Арктическом бассейне происходят значимые изменения в водно-ледовой экологической системе, в ледяном покрове, в видовом составе биологических сообществ морского льда, а также меняются и гидрофизические характеристики поверхностных вод.

Доминирования многолетних льдов в СЛО больше не наблюдается, их сменили сезонные льды, что привело к перестроению в составе, структуре и функционировании биологических сообществ, прежде всего растительных. Можно предполагать, что в связи с увеличением площади чистой ото льда воды будет возрастать роль планктонных над ледовыми сообществами в создании органической продукции в океане.

В журнале «Кают-компания» автором настоящего сообщения было высказано соображение о проекте «Мобильный полюс» — о новом подходе к исследованиям в околополюсном



районе СЛО (Мельников И.А. Проект «Мобильный полюс» // Кают-компания. 2016. № 5. С. 26–29).

Его суть состоит в сочетании двух разных полевых методов для изучения физических, химических и биологических характеристик водно-ледовой экологической системы. Первый подход — традиционный и связан с организацией наблюдений на дрейфующей платформе — стационарном ледовом лагере на базе «Барнео», а второй — мобильный, связанный с проведением наблюдений при постоянном движении навстречу к одной и той же точке — географическому полюсу. Дрейф стационарного лагеря позволит получать информацию о процессах, проходящих в пределах одного ледяного поля, а при движении мобильной группы можно получать дополнительную информацию географического характера, поскольку водно-ледовая среда и ее биота будут постоянно обновляться. Идея проекта была одобрена А.В. Орловым, который организовал всю необходимую техническую поддержку для обеспечения работ по проекту «Мобильный полюс» в апреле 2016 года. В силу различных обстоятельств работы по этому проекту тогда не состоялись.

Научная ценность проекта «Мобильный полюс» заключается в возможности получения большого объема сведений об экологическом состоянии водно-ледовой среды и ее биоразнообразии в современных условиях изменяющегося климата в Арктике.

Геополитическое значение проекта «Мобильный полюс» состоит в том, что исследования такого масштаба у Северного полюса не выполнялись ранее ни одним из приарктических государств. Российский опыт в организации исследований на дрейфующих станциях «Северный полюс», накопленный за предыдущие десятилетия и особенно в последнее десятилетие — на ледовой базе «Барнео» в экспедициях ПАЛЭКС 2007–2011 годов и «Северный полюс-2015» — дает уверенность в успешной организации такого предприятия. Проведение исследований такого уровня укрепляет престиж нашей страны как ведущей арктической державы, проводящей научные работы в СЛО — одном из самых труднодоступных и еще слабо изученных регионов нашей планеты.

О важности проведения таких исследований говорилось на форуме «Арктика — территория диалога», проходившем в Архангельске в марте 2017 года. Президент России В.В. Путин, выступая на этом форуме, отметил, что 80-летие советской дрейфующей станции «Северный полюс» — это важное событие в исследовании Арктики, а продолжающая ее традиции российская ледовая база «Барнео» открыта для исследователей всего мира.

Будем надеяться, что эта преемственность сохранится.

И.А. Мельников
(Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН).
Фото из архива автора