

TERRAE NOVAE: «АРКТИЧЕСКИЙ ПЛАВУЧИЙ УНИВЕРСИТЕТ» ВЕРНУЛСЯ ИЗ ЭКСПЕДИЦИИ ВОКРУГ НОВОЙ ЗЕМЛИ

С 10 июля по 2 августа 2018 года под тематическим названием «Terraе Novae» прошла десятая научно-образовательная экспедиция «Арктический плавучий университет» — «АПУ-2018». Организаторами проекта с 2012 года выступают Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова и Росгидромет, постоянный партнер экспедиции — Русское географическое общество.

В течение 24 дней участники экспедиции изучали экосистемы прибрежных территорий архипелага Новая Земля. Ученые и студенты провели комплекс атмосферных, морских и наземных исследований в области гидрометеорологии, гидрологии, биологии, геологии, эколобиомониторинга и других направлений.

Участниками «АПУ-2018» стали 58 человек (30 студентов, 20 научных сотрудников, 8 человек административно-технического персонала), из которых 21 человек представлял 8 стран: Россия, Швейцария, Франция, Нигерия, Италия, Германия, Китай и Канада. Это студенты и сотрудники Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова, МГУ имени М.В. Ломоносова, Санкт-Петербургского государственного университета, а также сотрудники, представлявшие ФГБУ «Северное УГМС», ГНЦ РФ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт», Волгоградский государственный университет, Новосибирский государственный университет, ФГБУН «Институт географии РАН», ФГБУ «Национальный парк «Русская Арктика», Женевский университет, Лозанский университет, Федеральную политехническую школу Лозанны.

Экспедиция «АПУ-2018» прошла 3 800 миль по Белому, Баренцеву, Карскому и Печорскому морям, посетив два арктических архипелага: Соловецкие острова и Новую Землю.

Научно-исследовательская программа рейса включала следующие научные направления:

- изучение гидрологических режимов Баренцева и Карского морей;
- оценка состояния и степени загрязнения локальных островных территорий бывшей хозяйственной деятельности в районах проведения работ по ликвидации накопленного экологического ущерба;
- изучение видового разнообразия животных организмов и популяций на архипелаге Новая Земля и прилегающих акваториях в условиях изменения климата;
- комплексный мониторинг изменений растительного покрова арктической тундры переходных зон в условиях изменения климата;

— изучение историко-культурного наследия территорий национального парка «Русская Арктика» в целях развития туризма и просветительской деятельности;

— изучение механизмов адаптации организма человека к условиям высокоширотной Арктики.

Экспедиция «Terraе Novae» включала три этапа. На первом этапе были проведены морские исследования в Белом и Баренцевом морях. В общей сложности было сделано 48 остановок. На каждой гидрологической станции было проведено глубинное зондирование. Розетки с батометрами опускали максимум на 285 метров, определяя, помимо прочего, наличие микропластика в воде. В Белом море было сделано три гидрологических разреза, в Баренцевом море — один. По предварительным данным ученые сделали выводы о сильной загрязненности Баренцева моря. Также на первом этапе были отобраны образцы фито- и зоопланктона для изучения содержания в них экотоксикантов.

На втором этапе были продолжены морские исследования в Баренцевом море и начаты наземные работы. Так, в Русской Гавани работали три наземные группы для сбора геологических и биологических проб и «морского мусора».

Маршрут экспедиции «Арктический плавучий университет-2018»



Задача последней группы состояла в исследовании аккумуляции мусора на берегах Новой Земли. Большая часть морского мусора, который прибивается к берегам Русской Гавани, — это обрывки рыболовных сетей, мелкие бытовые предметы. Исследователи с уверенностью говорят, что все это принесено морем и выброшено на берег.

Новая Земля сравнительно слабо изучена по некоторым научным направлениям, так, последние серьезные почвенные описания были произведены в 1970-х годах. С этого времени климат значительно поменялся, что отразилось на растительном мире, микробах и составе почвы.

Третий этап включал работу на гидрологических разрезах в Карском море и мониторинг ледовой обстановки. Сотрудники САФУ с помощью студентов проводили круглосуточные вахты по наблюдению за льдом, оперативно оценивая физические характеристики льда, общую сплоченность, наличие льдов разного возраста, торосистость (нагромождение льда). Такие работы необходимы для обеспечения и пополнения банка данных по наблюдению за передвижением и дрейфом ледяных полей, которые будут использоваться в дальнейшем для разработки рекомендаций по судоходному движению по Северному морскому пути в Арктике.

На каждой гидрологической станции было проведено глубинное зондирование. Датчики фиксировали уровень pH и щелочности. Пробы воды необходимы для определения движения потоков углекислого газа. Особую актуальность исследованию придает то, что сейчас ученые всего мира говорят о тенденции окисления Мирового океана: он поглощает меньше, но отдает больше углекислого газа. Поглощая CO_2 , океан «освобождает» атмосферу от парникового газа, и если кислотность океана изменится, то поток CO_2 усилится, что ускорит процесс глобального потепления.

За время экспедиции исследователи сделали семь высадок на арктических архипелагах Новой Земли и Соловецкого. Были взяты образцы почв, проведены исследования атмосферы, воды, морской биологии, флоры и фауны региона. Далее представлен подробный отчет об исследованиях и предварительных результатах.

Ученые САФУ продолжили начатые в 2017 году исследования в рамках работы над мегагрантом по разработке методологии мониторинга, оценки, прогнозирования и предупреждения рисков, связанных с переносом биологическими путями, в частности промысловыми видами рыб и птиц, высокотоксичных загрязняющих веществ, способных накапливаться в пищевых цепях и распространяться в арктических экосистемах.

На островах архипелага Новая Земля сотрудники лаборатории экологического биомониторинга САФУ отобрали пробы, включающие образцы почвы, яиц птиц, печени и филе рыб (треска и пикша), воды из пресных источников и донных отложений, зоо- и фитопланктона для последующего метагеномного анализа и определения концентраций экотоксикантов в пищевой цепи. На о. Колгуев взяты образцы крови и анкеты о состоянии здоровья местного населения.

В рамках метеорологического направления проводились измерения солнечной радиации и фотосинтетически активной радиации. Получены данные пространственного распределения концентрации CO_2 в воздухе. Также получены новые данные о концентрации озонового слоя. Теперь перед учеными стоят две задачи, первая — провести корреляционный анализ метеорологических данных и изменчивости потоков солнечной радиации, а также оценить влияние CO_2 и стратосферного озона на суммарный поток. Вторая задача — проанализировать причины пространственной изменчивости концентрации диоксида углерода в воздухе, в частности повышения концентрации в северо-восточной части Новой Земли.

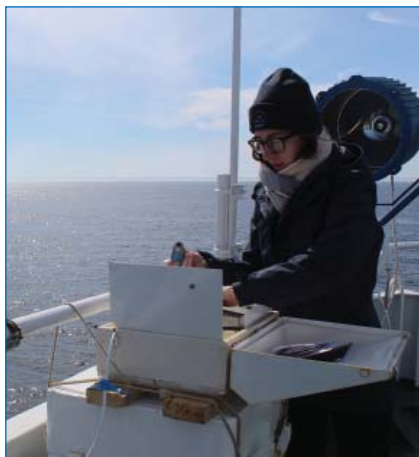
В рамках океанографических исследований были проведены работы на 7 океанографических разрезах в Белом, Баренцевом и Карском морях, отработано 58 станций, где были отобраны пробы на определение термохалинных характеристик воды с целью последующего изучения трансформации атлантических водных масс в акватории западного сектора Российской Арктики.

По направлению гидробиологических исследований сотрудниками САФУ было отобрано 30 проб зоо- и фитопланктона на последующий анализ в лаборатории Центра арктического биомониторинга САФУ.

В рамках почвенно-экологических исследований учеными из Института географии РАН и МГУ имени М.В. Ломоносова заложено 14 почвенных разрезов и описано 28 горизонтов профилей почв, отобрано 112 образцов для проведения в лаборатории физических, химических и микробиологических анализов. На мысе Желания обнаружены самые северные в России и Евразии эндолитные почвоподобные тела (эндолиты), представляющие собой специфические комплексные микробные ассоциации, скрытые внутри пород. Эндолиты формируются только в самых суровых климатических условиях, скрываясь от сильного ветра и перепада температур под слоем полупрозрачных для дневного света полевых шпатов и кварца. Учеными отобрано 4 образца эндолитов для микробиологических анализов.

Участники экспедиции за работой.

Слева направо: Ульяна Прохорова (мл. науч. сотр. ААНИИ), Анна Весман (мл. науч. сотр. ААНИИ), Марго Рене Була (Margaux Bula) (студентка университета Женевы)



Геологи из Новосибирского государственного университета продолжили исследования, проводившиеся коллективом лаборатории геодинамики и палеомагнетизма Центральной и Восточной Арктики в составе «АПУ-2016» и «АПУ-2017», а также предыдущих экспедиций 2014 и 2015 годов. Учеными из НГУ взято 113 ориентированных образцов для проведения палеомагнитных исследований. Результаты будут использованы в составлении реконструкций дрейфа блоков земной коры при образовании современной структуры арктической окраины Евразии.

В рамках наземных биологических исследований и изучения наземной микрофауны Арктического архипелага были собраны пробы для проведения таксономического анализа, анализа фауны Северного острова Новой Земли. Впервые выполнены сборы насекомых из водных и прибрежных биотопов пресноводных водоемов и водотоков (лужи, озера, ручьи, реки) Северного острова Новой Земли вдоль побережья Карского моря (окрестности залива Благополучия и Ледяной Гавани). Впервые получен массовый материал выведенных имаго двукрылых насекомых (комары, мухи) из их личинок и куколок, проходящих развитие в основных пресноводных и береговых (полуводных) биотопах севера Новой Земли. В дальнейшем этот материал позволит точно определить видовой состав двукрылых, проходящих развитие в соответствующих биотопах. Впервые изучены сообщества и состав населения беспозвоночных (преимущественно — двукрылых) в полуводных биотопах в четырех районах севера Новой Земли (окрестности Русской Гавани, мыса Желания, залива Благополучия и Ледяной Гавани). Собран материал по изучению фауны и сообществ насекомых сфагново-осокового болота окрестностей мыса Канин Нос. Эти данные получены впервые для болот тундровой зоны западной части европейской территории России.

Впервые в экспедиции «АПУ-2018» были проведены исследования в области распространения микропластика. Длительное время ученые отработывали методологию отбора и анализа проб. Пробы были взяты на 15 станциях, на данный момент обработано 12 проб. Под микроскопом было идентифицировано 1009 частиц менее 5 мм. По предварительным результатам можно сказать, что наиболее загрязнено Баренцево море, а наименее — Карское море.

Отдельный интерес представляют исследования морской микрофауны. В ходе экспедиции были собраны моллюски, которые будут использованы в качестве

модельной группы для изучения генетического разнообразия фауны Баренцева моря и соседних регионов. Пробы были отобраны во фьордах и заливах у северного побережья архипелага Новая Земля. В ходе дальнейших лабораторных исследований будут уточнены сведения о распространении моллюсков у побережья архипелага, а также выявлены короткие последовательности участков ДНК для некоторых экземпляров. Исследования морской микрофауны Баренцева моря позволят лучше понять историю его заселения.

Другая область исследований, проводившихся на НИС «Профессор Молчанов», — антропогенное воздействие на экосистему Северного морского пути. За время рейса были отобраны пробы топлива и твердых частиц (всего 17), уносимых выхлопными газами через дымовые трубы в окружающую среду от 6 топливоиспользующих установок, также собраны сведения об устройстве и работе механизмов и агрегатов судовой энергетической установки научно-исследовательского судна.

Выполненные исследования позволят лучше понять механизм формирования сажистых частиц в камерах сгорания вспомогательных котлов и двигателей внутреннего сгорания судов, оценить количественный состав, элементный состав, форму и размеры выбрасываемых частиц, уточнить коэффициенты пересчета эмиссий мелкодисперсных частиц PM_{2.5}.

Во время высадок было собрано 35 проб снега для определения органических соединений, металлов методом ICP-MS, черного углерода и пыли. 10 сорбционных трубок воздуха были получены для определения легколетучих и полуполетучих компонентов.

Вернувшись в Архангельск, исследователи представили первый отчет о проделанной работе. Данные, полученные в экспедиции «АПУ-2018», будут обрабатываться и анализироваться, результаты обсудят на научных конференциях и представят в виде публикаций, статей в журналах и специализированных сборниках.

Для популяризации результатов экспедиции САФУ совместно с заместителем Председателя Государственной Думы, руководителем Экспертного совета по вопросам законодательного обеспечения развития районов Крайнего Севера, приравненных к ним местностей, районов Дальнего Востока, а также территорий, входящих в Арктическую зону РФ, Ольгой Епифановой учредили конкурс «Арктика далекая и близкая: экспедиция САФУ-2018». Конкурс проводится по нескольким номинациям: лучшие фото, лучшее видео об экспедиции, творчество в Арктике (эссе, рассказ, стихотворение об экспедиции

Участники экспедиции за работой.

Слева направо: Дмитрий Никитин (МГУ им. М.В. Ломоносова), Екатерина Ясакова (студентка НГУ), Василий Брагин (науч. сотр. НГУ)



и т.д.), также будет определен лучший блогер и лучшее освещение арктической экспедиции в СМИ. Победители получат ценные призы и подарки.

Все вышесказанное свидетельствует, по словам руководителя экспедиции, канд. ист. наук, проректора по международному сотрудничеству САФУ имени М.В. Ломоносова К.С. Зайкова, о том, что результаты рейса «Арктического плавучего университета-2018» не толь-

ко продолжают научные работы прошлых лет, но и открывают новые научно-исследовательские горизонты для исследования западного сектора Арктики. Кроме того, экспедиции «Арктического плавучего университета», несомненно, являются инновационным видом образовательной деятельности в условиях модернизации высшего образования.

Н.С. Авдоница (САФУ)

РАБОТЫ ААНИИ В ЭКСПЕДИЦИИ «АРКТИЧЕСКИЙ ПЛАВУЧИЙ УНИВЕРСИТЕТ-2018»

В экспедиции «Арктический плавучий университет-2018» принимали участие четыре сотрудника ААНИИ: Анна Весман (отдел взаимодействия океана и атмосферы), Виктор Меркулов (отдел океанологии), Ульяна Прохорова (отдел взаимодействия океана и атмосферы), Сергей Пряхин (отдел ледового режима и прогнозов).

В Баренцевом, Белом и Карском морях было выполнено 65 океанографических станций, на каждой из которых определялось вертикальное распределение температуры и солености воды. Изучалось распространение атлантической воды из желоба Св. Анны в южную часть Карского моря. Для этого было выполнено 2 океанографических разреза от побережья Новой Земли (от мыса Желания и от бухты Ледяная Гавань) на восток вдоль широтных параллелей. На каждом разрезе произведено по 8 STD-зондирований. В Белом море были выполнены океанографические разрезы на основе стандартной программы Северного УГМС по мониторингу гидрологического режима Белого моря. Также в Баренцевом и Карском морях было выполнено несколько STD-зондирований для научных исследований швейцарских студентов, участвовавших в проекте.

Для производства океанографических измерений и отбора проб воды для последующего гидрохимического анализа использовался комплекс SBE 32, оснащенный 12 батометрами емкостью 5 литров, и STD-зонд SBE 19 plusV2 для измерения температуры, давления и электропроводности (соленость) морской воды.

Были подробно оценены водные массы северной части Карского моря. Обнаружены атлантические воды, распресненные до значения 34,5 ‰. Механизм проникновения сюда этих водных масс до конца непонятен. Отмечается явное влияние на поверхностные воды Карского и Баренцева морей выходных ледников, находящихся на побережье Новой Земли. В Белом море в целом картина гидрологического режима понятна: более холодные и соленые воды заходят сюда из Баренцева моря через воронку и горло, вдоль западного побережья. А вдоль восточного побережья уже выходят распресненные водами Северной Двины потоки.

В рамках экспедиции проводились уникальные для данного района исследования, касающиеся содержания микропластика в арктических морях. Тема изучения распространения частиц микропластика относительно молодая, первая количественная оценка частиц микропла-

стика в арктических морях (район Шпицбергена) была получена в 2015 году Эми Л. Лушером. Частицы микропластика были обнаружены в 20 из 21 отобранных проб воды из верхнего 16-сантиметрового слоя. Незадолго до этого (в 2012 году) Эрик ван Себил спрогнозировал образование шестого «мусорного пятна» в Баренцевом море. Предполагается, что Карское море практически не загрязнено микропластиком, т.к. Новая Земля является естественным барьером для переноса частиц. С другой стороны, источником загрязнения может быть мощный вынос рек и хорошо развитая промышленность на побережье, например — порт Сабетта. Таким образом, измерения, выполненные в экспедиции «Арктический плавучий университет-2018», станут источником уникальных данных.

Основной целью было исследование содержания частиц микропластика в поверхностных водах Белого, Баренцева и Карского морей. Работы выполнялись совместно со швейцарскими участниками экспедиции из Федеральной политехнической школы Лозанны — Тарой Тошич и Марком Вруггинком.

Для отбора проб воды на содержание микропластика использовалась нейстонная сеть «Манта». Сеть закрепляется сбоку от судна вне зоны турбулентности (2–3 метра от борта) и тянется за судном на скорости ~2 узла 30–40 минут, отбирая пробы из поверхностного слоя воды. Было выполнено 15 отборов проб, 12 из них были признаны удачными и пригодными для дальнейшего анализа.

После отбора проб сеть поднималась на борт, и собранный материал смывался в металлические сита (5 мм, 1 мм, 300 мкм). После промывки пробы через сита каждая фракция помещалась в чашки Петри для дальнейшего визуального анализа под микроскопом. В первую очередь рассматривались частицы без клеточной структуры, неестественной формы или цвета.

В итоге было выделено 1009 частиц потенциального микропластика. В целом в пробах преобладали фрагменты частиц и волокна. Наибольшая степень загрязненности наблюдалась в Баренцевом море, менее загрязнены Белое и в Карское моря.

Анализ проб под микроскопом является крайне субъективным. Чтобы убедиться в том, что выделенные частицы на самом деле являются частицами микропластика, а не естественным органическим материалом или другими частицами, необходим дальнейший анализ методом инфракрасной спектроскопии Фурье (FTIR).