



## ДЕСЯТЬ ЛЕТ ЛАБОРАТОРИИ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ААНИИ

В год столетия ААНИИ одно из самых молодых подразделений института — Лаборатория изменений климата и окружающей среды (ЛИКОС) — отмечает свой первый десятилетний юбилей.

Созданию лаборатории предшествовала долгая история, начало которой было положено в 60-х годах прошлого века, когда сотрудниками отдела географии полярных стран ААНИИ был задуман и начал реализовываться проект глубокого бурения ледника на антарктической станции Восток. Исследования полученного на Востоке ледяного керна внесли фундаментальный вклад в понимание причин и механизмов климатических изменений на нашей планете. Они впервые экспериментально подтвердили связь между глобальными изменениями климата и концентрацией двуокиси углерода и метана в атмосфере на протяжении последних 440 тысяч лет климатической истории Земли. Данные «восточного» керна, свидетельствовавшие о беспрецедентности сегодняшних высоких концентраций этих парниковых газов, оказали большое влияние на оценку причин современного потепления климата в отчетах Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК/ИПСС).

К сожалению, громкий международный успех бурового проекта на станции Восток в те годы не был использован для развития аналитических исследований ледяных кернов в нашей стране. Большинство анализов уникальных образцов льда с российской антарктической станции проводилось во французских и американских лабораториях в рамках российско-франко-американского сотрудничества в области изучения ледяных кернов и палеоклимата (1989–1998 годы). Это обстоятельство отрицательно сказывалось на развитии собственной лабораторной базы, ограничивало возможности планирования работ и ставило под сомнение приоритет российских ученых в исследовании «восточного» керна.

Ситуацию удалось изменить только в период Международного полярного года (МПГ 2007/08). В 2008 году ААНИИ обратился в Росгидромет с инициативой создания на базе института специализированной аналитической лаборатории международного класса для проведения исследований ледяных кернов и подледникового озера Восток, а также для выполнения работ, связанных с решением задач мониторинга окружающей среды, входящих в сферу деятельности Росгидромета. В июле 2008 года эта инициатива была поддержана. Начало реализации проекта создания в ААНИИ Лаборатории изменений климата и окружающей среды было

положено в 2009 году благодаря получению целевого финансирования в размере 22,6 млн рублей из средств федерального бюджета, выделенных на заключительную фазу МПГ. Дополнительное финансирование проекта в размере 6,2 млн рублей было предоставлено из средств института.

К весне 2010 года проектной организацией ООО «Академия-Гипрони» был разработан проект реконструкции помещений, выделенных институтом под лабораторию (общая площадь порядка 300 м<sup>2</sup>). Техническое задание на реконструкцию помещения и оснащение его необходимым инфраструктурным оборудованием было подготовлено сотрудниками лаборатории. Они же выполняли сопровождение всех строительных и монтажных работ на площадке ААНИИ. Реконструкция помещения и монтаж лабораторной инфраструктуры были в целом завершены к концу 2010 года. 11–12 ноября 2010 года в ААНИИ состоялся международный семинар «Ледники и морские льды в исследованиях глобальных изменений климата и окружающей среды», в рамках которого, в присутствии руководителя Росгидромета А.В. Фролова и большого числа видных российских и зарубежных ученых, состоялось официальное открытие ЛИКОС. Так была создана первая и пока единственная в нашей стране аналитическая лаборатория, специализирующаяся на исследовании кернов льда, которые добываются на полярных и горных ледниках.

Научная деятельность ЛИКОС в основном связана с изучением прошлых изменений климата по данным ледяных кернов, а также с проведением комплексных исследований уникального подледникового озера Восток в Антарктиде. В задачи лаборатории входят совершенствование методов изотопных и газовых анализов образцов льда, снега и воды и разработка новых подходов к интерпретации результатов аналитических исследований. Эти методы и подходы используются затем для количественной реконструкции прошлых изменений климата разных временных масштабов и определения важнейших характеристик подледниковой среды Антарктиды. В течение 10 лет исследования по этим направлениям выполнялись лабораторией в рамках подпрограммы «Изучение и исследование Антарктики» ФЦП «Мировой океан» (до 2013 года), по темам НИОКР Росгидромета, а также по семнадцати проектам Российского фонда фундаментальных исследований и двум проектам Российского научного фонда (2014–2016 и 2018–2020 годы).

Большинство научных проектов лаборатории предполагает выполнение значительного объема полевых

работ в составе Российской антарктической экспедиции. Специалисты ЛИКОС принимали непосредственное участие в планировании, подготовке и проведении сезонных буровых работ и гляциологических исследований на станции Восток и в научных походах в Антарктиде. Ими была предложена и реализована программа непрерывного мониторинга изотопного состава атмосферного водяного пара с борта НЭС «Академик Трёшников» во время Международной циркумполярной антарктической экспедиции (Antarctic Circumnavigation Expedition — ACE, 2016–2017), разработаны и реализуются в настоящее время программа исследования климата Центральной Антарктиды за последние 2000 лет и проект поиска и исследования древнейшего антарктического льда.

К наиболее значимым научным достижениям лаборатории за период ее существования можно отнести:

- участие в разработке технологии и реализации первого вскрытия подледникового озера Восток в Антарктиде (Премия Правительства РФ за 2015 год);
- усовершенствование методик восстановления рядов метеорологических характеристик по данным изотопных анализов ледяных кернов полярных и горных ледников;
- разработку двух принципиально новых методов датирования ледникового льда, основанных на 1) зависимости общего содержания газа во льду от местной инсоляции и 2) явлении роста включений клатратных гидратов воздуха в полярных ледниках;
- выяснение закономерностей формирования конжеляционного (озерного) льда над подледниковым озером Восток и реконструкцию основных характеристик изотопного, газового и гидрологического режимов уникального подледникового водоема на основе данных о структуре, изотопном и газовом составе керна озерного льда;
- определение максимального возраста льда в основании ледника под станцией Восток (1,2 млн лет), подтвердившее перспективность этого района Восточной Антарктиды для поиска и исследования древнейшего льда планеты.

Результаты исследований лаборатории были опубликованы в более чем 120 научных статьях (75 из них — в ведущих международных журналах) и представлены в десятках докладов на 30 российских и 80 международных научных конференциях. За успешную научную деятельность многие сотрудники ЛИКОС были награждены государственными и ведомственными наградами, грамотами и премиями.

Лаборатория — активный участник международного сотрудничества. В 2012–2019 годах ЛИКОС ААНИИ являлась головной организацией с российской стороны в Международной ассоциированной лаборатории (МАЛ) «Ледниковые архивы данных о климате и окружающей среде», которая объединяла научно-исследовательские группы трех французских и пяти российских НИУ. Участие в МАЛ открывало широкие возможности для стажировки молодых специалистов в европейских научных центрах, включая подготовку ими диссертационных работ под совместным руководством российских и зарубежных наставников. Вместе со своими коллегами из гренобльской гляциологической лаборатории сотрудники ЛИКОС были организаторами регулярных российских-французских семинаров, которые поочередно проходили во Франции и России и собирали ведущих отечественных и зарубежных специалистов в области изучения ледяных кернов, палеоклимата и подледниковых озер Антарктиды.

Международное сотрудничество содействовало вовлечению специалистов ЛИКОС в исследования глубоких ледяных кернов, полученных в ходе реализации крупнейших европейских буровых проектов в Антарктиде (проекты EPICA, Беркнер, Флетчер, Купол Талос) и Гренландии (NEEM). Сотрудники лаборатории принимали участие в сезонных полевых работах на американской антарктической базе Мак-Мердо и франко-итальянской внутриконтинентальной станции Конкордия, а также в работах по гренландскому буровому проекту EastGRIP. В рамках деятельности МАЛ ЛИКОС участвовала в международном проекте Память ледников (Ice Memory), полностью

География исследований ЛИКОС ААНИИ





Сотрудники ЛИКОС: Ю.А. Шibaев осуществлял сопровождение работ по реконструкции и оснащению помещений лаборатории инфраструктурным оборудованием; А.Н. Верес в гляциологической лаборатории на станции Восток; А.В. Туркевич – ответственный исполнитель буровых и геофизических работ в глубокой скважине

взяв на себя изотопные исследования ледяного керна, добытого на Эльбрусе специалистами ИГ РАН.

Значительное место в жизни лаборатории занимала общественно-научная деятельность. Сотрудники ЛИКОС участвовали в работе Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК/ИПСС), входили в качестве национальных представителей в состав целого ряда экспертных групп SCAR, занимавшихся экологическими проблемами исследований поледнеиковых водоемов Антарктиды (ATHENA), координацией международного партнерства в исследовании ледяных кернов (IPICS) и формулированием фундаментальных проблем изучения Антарктики и Южного океана на ближайшие десятилетия (SCAR Horizon Scan).

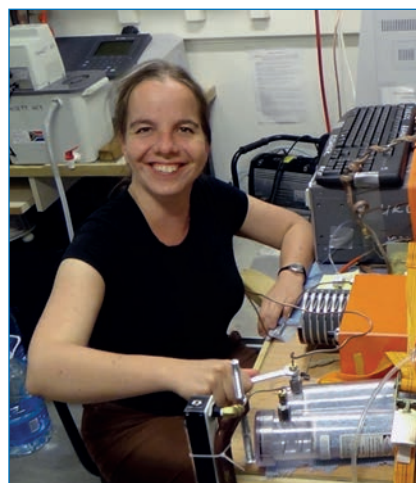
Постепенное развитие приборной базы лаборатории и профессиональный рост ее персонала способствовали не только успешному выполнению различных научных проектов, но и признанию авторитета ЛИКОС ААНИИ в области исследований стабильных изотопов воды в нашей стране и за рубежом. Лаборатория стала первой в России широко применять в своих исследованиях лазерные анализаторы фирмы Picarro, использующие для измерения изотопного состава ( $\delta D$ ,  $\delta^{18}O$ ,  $^{17}O$ -excess) новую технологию WS-CRDS. В лаборатории была разработана и внедрена

в практику исследований методика измерения концентрации кислорода-17 с помощью анализатора Picarro модели L2140-i, позволяющая определять значение этого параметра в исследуемом образце с погрешностью не более 5–6 ppm. Точность изотопных анализов, выполняемых в лаборатории, регулярно проверяется в ходе международных калибровок изотопного оборудования (International Water Isotope Inter-Comparison Test — WICO), которые организует Лаборатория изотопной гидрологии при МАГАТЭ в Вене. Оценка качества изотопных измерений ЛИКОС по результатам последней проверки составила 12 баллов из 12 возможных.

Начиная с 2015 года на базе ЛИКОС ААНИИ ежегодно проводится рабочий семинар «Применение лазерных анализаторов изотопного состава в науках о Земле». Семинар стал площадкой, на которой десятки специалистов из различных российских научно-исследовательских учреждений обмениваются опытом, обсуждают технические проблемы изотопных измерений и встречаются с представителями ведущих компаний-изготовителей изотопного оборудования — Thermo, LosGatos и Picarro.

Хорошая репутация лаборатории в российском научном сообществе сделала ее участником самых разнообразных проектов, выполняемых на территории РФ

Сотрудники ЛИКОС: А.А. Екайкин во время обсуждения итогового отчета МГЭИК «Океан и атмосфера в условиях меняющегося климата», Монако, 2019 год; И.А. АLEXINA – участник тестового бурения шельфового ледника Мак-Мердо (американский проект WISSARD, 2012 год); А.В. Козачек – разработчик и исполнитель программы мониторинга изотопного состава атмосферного водяного пара с борта НЭС «Академик Трёшников» во время Международной циркумполярной антарктической экспедиции (ACE, 2016–2017 годы)





Лаборатория ЛИКОС оснащена самым современным оборудованием

российскими и зарубежными научными коллективами. На базе ЛИКОС осуществлялись совместные исследования ААНИИ, МГУ, ИГ РАН и Тюменского государственного нефтегазового университета по проекту МАГАТЭ «Стабильные изотопы воды в криосфере северной Евразии», а также исследования по программам МАГАТЭ-ВМО «Глобальная сеть изотопов в осадках и реках» (ГСИО и ГСИР), которые включали мониторинговые проекты в Тикси, на мысе Баранова (Северная Земля) и на архипелаге Шпицберген. Большой объем изотопных анализов был выполнен по программе СПбГУ, связанной с мониторингом алтайских ледников России и Монголии, а также по проекту РГО «Постоянная комплексная ладожская экспедиция».

Солидное приборное оснащение и растущий авторитет ЛИКОС в области изотопных исследований позволяют уже сейчас ставить перед лабораторией амбициозную задачу создания отечественных изотопных стандартов, которые могли бы использоваться в нашей стране наряду со стандартами МАГАТЭ (выпускаются Лабораторией изотопной гидрологии в Вене), а со временем и заменить их.

ЛИКОС ведет большую работу по подготовке молодых специалистов по профилю деятельности лаборатории в тесном взаимодействии с отделом подготовки кадров ААНИИ. Создано учебно-методическое пособие по использованию изотопных методов в гляциологии и палеогеографии. Его автор, ведущий научный сотрудник ААНИИ А.А. Екайкин, читает специальный курс лекций «Геохимические методы палеогеографических исследований» в Санкт-Петербургском государственном университете и руководит подготовкой магистерских и кандидатских работ, которые выполняются на базе лаборатории. Лучшие из выпускников СПбГУ, прошедшие стажировку в ЛИКОС, остаются работать в лаборатории, остальные легко находят себе работу по любимейшей специальности в других российских НИУ.

Важная составляющая деятельности лаборатории — популяризация достижений ААНИИ Росгидромета в области исследований ледяных кернов, палеоклимата и подледникового озера Восток в Антарктиде. За прошедшие годы сотрудниками ЛИКОС были написаны десятки научно-популярных статей и прочитаны десятки популярных лекций в школах, музеях, вузах и на других площадках страны. Лаборатория стала местом притяжения для многочисленных гостей института и представителей СМИ. Это и неудивительно, ведь именно здесь можно не только услышать, но и увидеть, как с помощью современных технологий восстанавливается история климата планеты, запечатленная в керне самой глубокой антарктической скважины, посмотреть, как выглядит этот самый керн, и подержать в руках образцы замерзшей воды подледникового озера Восток.

Сотрудники ЛИКОС — наследники и продолжатели одного из легендарных антарктических научных предприятий — проекта глубокого бурения антарктического ледника на российской внутриконтинентальной станции Восток. Теперь они связывают будущее своей лаборатории со строительством нового зимовочного комплекса станции. Они надеются, что за обновлением Востока последует создание современной научной инфраструктуры, которая позволит выполнять новые масштабные научные проекты, связанные с бурением древнейшего льда Антарктиды, реконструкцией климата Земли за последние 1,5 миллиона лет и проведением прямых исследований воды и донных осадков крупнейшего на планете подледникового озера Восток. Суждено ли сбыться этим мечтам — покажет время.

*В.Я. Липенков (ЛИКОС, ААНИИ).  
Фото из архива ЛИКОС*