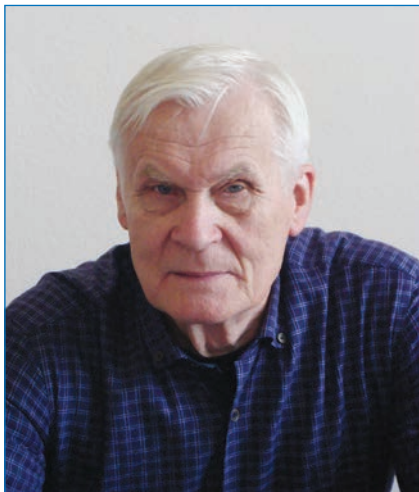


60 ЛЕТ С АРКТИКОЙ.

ИНТЕРВЬЮ С РУКОВОДИТЕЛЕМ ОТДЕЛА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АТМОСФЕРЫ И ОКЕАНА ААНИИ
ДОКТОРОМ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ НАУК Г.В. АЛЕКСЕЕВЫМ



Генрих Васильевич! Вы один из давних сотрудников института, расскажите, когда началось и как проходило ваше участие в исследованиях Арктики?

Мое знакомство с Арктикой состоялось в 1959 году, когда я, курсант ЛВИМУ, участвовал в экспедиции «Ледовый патруль» на логгере «Полярник» в море Лаптевых. Ледовая обстановка летом того года позволила провести океанографическую съемку моря до 76° с.ш. Летом следующего года с экспедицией на шхуне «Прибой» прошли с океанографическими работами от Берингова до Восточно-Сибирского моря. В конце 1950-х — начале 1960-х годов в Арктике отмечалось летнее потепление, сменившееся тяжелейшими ледовыми условиями летом 1963 года. В это время я уже работал после окончания ЛВИМУ в 1961 году в Арктической научно-исследовательской обсерватории в п. Тикси. Здесь трудился замечательный коллектив молодых специалистов-выпускников ВАМУ — Н.П. Булгаков, В.Ф. Захаров, Н.А. Корнилов и другие. Позднее в обсерваторию распределились выпускники ЛВИМУ 1962–1963 годов И.Д. Карелин, Э.И. Саруханян, Л.А. Тимохов, А.Н. Чилингаров. Впоследствии все стали видными учеными, известными полярниками.

Моя работа в Тикси продолжалась до поступления в аспирантуру ААНИИ в декабре 1965 года. Обучаясь в аспирантуре, я выезжал в Тикси в составе научно-оперативной группы для обеспечения летней навигации в 1967 и 1968 годах. В декабре 1969 года я защитил диссертацию и в апреле 1970 года был направлен на дрейфующую станцию «Северный полюс-16», где занимался океанологическими и гидрохимическими исследованиями по апрель 1971 года в составе коллектива из десяти специалистов во главе с А.Я. Бузуевым.

Генрих Васильевич Алексеев, доктор географических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, заведующий отделом взаимодействия океана и атмосферы Арктического и антарктического научно-исследовательского института.

Основные направления работ — оценка изменений в арктической климатической системе, предсказуемости колебаний климата, роли циркуляции океана и атмосферы и внешних воздействий в усилении потепления в морской Арктике.

Лауреат премий Росгидромета им. Ю.М. Шокальского (1986, 2016), РАН им. О.Ю. Шмидта (2004), имеет звания «Почетный работник Гидрометеослужбы России» (2009), «Заслуженный деятель науки Российской Федерации» (2010), награжден орденом «Знак Почета» (1995). В 1993–2000 годах входил в состав научно-координационной группы по международной программе ACSYS, в 2002–2004 годах — в число авторов обзора АСИА. Эксперт по климату международной программы АМАР. В 2005–2010 годах принимал участие в подготовке и реализации программы МПГ 2007/08, член редколлегии журнала «Проблемы Арктики и Антарктики».

После возвращения был зачислен научным сотрудником в отдел теории взаимодействия океана и атмосферы, организованный в 1968 году в ААНИИ во главе с Е.П. Борисенковым, а с 1973 года под руководством Ю.В. Николаева. Работая в отделе, участвовал в экспедиционных исследованиях по программам ПОЛЭКС и «Разрезы» в Северо-Европейском бассейне до их окончания в 1993 году. Я счастлив, что был сопричастен этой эпохе, встречался и работал с ее выдающимися представителями — полярниками, исследователями, организаторами — М.М. Сомовым, А.Ф. Трёшниковым, П.А. Гордиенко, Н.А. Корниловым, Е.П. Борисенковым, Ю.В. Николаевым и многими другими. После этого начался трудный период для исследований Арктики, ориентированный в основном на сохранение наследия эпохи активных натурных исследований в научно-исследовательских работах, проектах, базах данных, атласах.

Какие наиболее значительные, по вашему мнению, научные достижения в исследованиях Арктики связаны с прошедшей эпохой?

К арктическим территориям, Северному Ледовитому океану и его окраинным морям с недавних пор приковано особое внимание ученых и политиков. Между тем активные исследования морской Арктики начались еще в 1920-х годах, и ведущая роль в них принадлежала советским ученым и специалистам. С конца 1920-х годов проводились советские экспедиционные исследования на акватории Северо-Европейского бассейна, продолжавшиеся до 1939 года. В задачу входило выяснение влияния водообмена между Северной Атлантикой и Арктическим бассейном на арктический лед и климатические условия вдоль трассы Северного морского пути.

В 1932–1933 годах во время второго международного полярного года в Советской Арктике осуществлялась массовая организация метеорологических станций. К 1951 году работала уже 81 станция. Во время проведения Международного геофизического года (1957/58) исследования распространились на центральную область Северного Ледовитого океана, на прилегающие к Арктике обширные районы суши и океана. Результаты наблюдений были обобщены в фундаментальных работах З.М. Прик «Климат советской Арктики (метеорологический режим)», Н.Т. Черниговского и М.С. Маршуновой «Климат советской Арктики (радиационный режим)», вышедших в 1965 году и выдвинувших авторов в лидеры полярной климатологии. В 1948/49 году были организованы аэрологические наблюдения на дрейфующем льду, а с 1950 года регулярные выпуски радиозондов проводились на всех дрейфующих станциях «Северный полюс». Собранные материалы были обобщены в монографии И.М. Долгина «Климат свободной атмосферы Советской Арктики» (1968).

В 1930-х годах Г.Я. Вангенгеймом были начаты исследования закономерностей преобразования общей циркуляции атмосферы, составившие основу для методов долгосрочных метеорологических прогнозов в Арктике. Разработанные им принципы макроциркуляционного метода долгосрочных прогнозов получили свое развитие в работах А.А. Гирса и Л.А. Дыдиной в 1960–1970-е годы.

По мере развития знаний о процессах в атмосфере, морских льдах и океане Арктики укреплялась идея о необходимости учета их взаимодействия в развитии методов долгосрочных прогнозов погоды и колебаний климата. В 1967 году под руководством А.Ф. Трешникова в АНИИ был разработан план «Натурного эксперимента по взаимодействию океана и атмосферы» (НЭВ), цель которого — исследование процессов взаимодействия океана и атмосферы на акватории Северо-Европейского бассейна и прилегающей Северной Атлантики. В 1971 году программа НЭВ была включена в международную Программу исследований глобальных атмосферных процессов (ПИГАП) как подпрограмма «Полярный эксперимент» (ПОЛЭКС). Задачи ПОЛЭКСа состояли в количественной оценке роли атмосферы и океана в формировании энергетического баланса полярных областей Земли и изучении механизмов, которые формируют крупномасштабные долгопериодные изменения гидрометеорологических процессов в Арктике и Антарктике.

В ходе реализации программы «Полярный эксперимент» была выдвинута задача проведения долговременных крупномасштабных натуральных экспериментов и организован крупнейший за всю предшествующую историю полярных исследований эксперимент ПОЛЭКС-Север-76. В работах, развернутых на акватории Северного Ледовитого океана и Берингова моря, приняли участие научно-исследовательские суда АНИИ, других институтов Гидрометслужбы и других ведомств, авиация для выполнения океанографической съемки в Арктическом бассейне, ледовых разведок и атмосферных исследований. В результате были получены обширные данные наблюдений в атмосфере и океане северной полярной области. Оценки переносов тепла в океане и атмосфере в Северо-Европейском бассейне подтвердили определяющую роль океанического притока тепла в этот район для формирования климатических и погодных условий в Арктике и на европейской территории страны, что предполагал еще В.Ю. Визе в 1937 году.

В Арктическом бассейне были установлены важные особенности в структуре и циркуляции водных масс, в том числе тенденция к ослаблению циркуляции и понижению температуры воды в бассейне. Были обнаружены области формирования и распространения холодных промежуточных вод, располагавшиеся на периферии Арктического бассейна к северу от о-вов Земля Франца-Иосифа, Северная Земля, Гренландия и Канадского Арктического архипелага. Концепция очагов взаимодействия, принятая в ПОЛЭКСе, получила развитие при разработке программы «Разрезы» под руководством Г.И. Марчука, в рамках которой выполнялись исследования в энергоактивных зонах Мирового океана.

Выдающийся вклад в изучение Северного Ледовитого океана и морских льдов внесли Высокоширотные воздушные экспедиции «Север», выполнявшиеся в 1937, 1941–1993 годах под руководством известных полярных исследователей. Был собран уникальный массив океанографических данных на более чем 1500 океанографических станциях на акватории всего Арктического бассейна в период покрытия акватории дрейфующими льдами с февраля по июнь, открыт подводный хребет Ломоносова, собран обширный материал о характеристиках ледяного покрова в Арктическом бассейне. Данные океанографических наблюдений в Арктическом бассейне были использованы при подготовке атласа «Северный Ледовитый океан» и «Атласа Арктики». Позднее они вошли в цифровые сеточные массивы климатических океанографических и метеорологических данных для Северного Ледовитого океана. Данные о морских льдах, включавшие измерения толщины дрейфующего льда и снега во время посадок на дрейфующий лед припая, были обобщены И.П. Романовым в «Атласе морфометрических характеристик льда и снега в Арктическом бассейне».

В чем отличие современного этапа исследований климата Арктики?

Прежде всего в широком использовании методов математического моделирования, вершиной которого явилось создание глобальных моделей климата. С их помощью было установлено, что причина начавшегося в конце 1970-х годов глобального потепления климата связана с антропогенным ростом содержания в атмосфере углекислого газа. Результаты моделирования земного климата с антропогенным воздействием положены в основу заключений докладов МГЭИК о причинах глобального потепления и оценок будущих изменений климата, в то время как понимание самих механизмов изменений имеет существенные пробелы.

Особенно это проявляется, когда речь заходит об изменениях климата Арктики, где модели показывают наибольшие расхождения с данными наблюдений. В частности, по темпам сокращения площади морского льда, по повышению температуры в слое воды атлантического происхождения в Арктическом бассейне, которое в глобальных моделях практически отсутствует. До сих пор нет единого мнения о причинах арктического усиления, преобладает точка зрения о влиянии сокращения площади морского льда, которое по результатам моделирования находят ответственным и за аномалии климата в средних широтах. Задавая аномалии сплошности морских льдов в Арктике, в моделях получают реакцию климата не только в средних, но и в низких широтах, что может быть следствием обратимости модельного климата, поскольку в модели можно поменять местами причину и следствие.

Использование моделей климата для исследования причин климатических изменений требует внимательного отношения к данным наблюдений, на основе которых можно сформулировать представление о возможном механизме с учетом полученных ранее результатов. Примером неадекватного применения моделей климата может быть полученный на их основе вывод о главной роли воздействий со стороны Тихого океана в развитии первого потепления Арктики вопреки установленной В.Ю. Визе и другими исследователями еще в 1930-е годы решающей роли усиления океанического и атмосферного притока тепла из Северной Атлантики. Причем на основании моделирования были сделаны противоположные выводы о влиянии Тихого океана на потепление Арктики в ближайшие десятилетия.

Арктическому усилению посвящено множество исследований. Каковы, по вашему мнению, механизмы потепления и его усиления в Арктике?

Наши и многие другие исследования подтвердили положение об основной роли атмосферных переносов тепла и влаги из Северной Атлантики в зимних потеплениях Арктики, выдвинутое В.Ю. Визе еще в период первого потепления Арктики в 1930-е годы. Летом основной вклад в потепление вносят радиационные притоки тепла к поверхности, в том числе нисходящая длинноволновая радиация вследствие роста содержания водяного пара за счет внутренних источников. При этом водяной пар в нижней тропосфере выносится из Арктики. Летнее сокращение площади льда ведет к росту содержания водяного пара и нисходящей длинноволновой радиации. В результате до 40 % летней аномалии площади морского льда в Арктике формируется за счет обратной связи «сокращение площади — рост содержания водяного пара — увеличение нисходящей длинноволновой радиации — сокращение площади».

Рост атмосферных переносов тепла в Арктику связан с изменениями циркуляции атмосферы в Северном полушарии под влиянием аномалий температуры поверхности океана (ТПО) в низких широтах, где запасается основная часть притока тепла от Солнца. Влияние аномалий ТПО на зимний атмосферный перенос тепла в Арктику, температуру воздуха и площадь льда в Северном Ледовитом океане в низких широтах океанов проявляется спустя 2–3 года. Механизм этого влияния включает взаимодействие циркуляции океана и атмос-

феры, посредством которого аномалии ТПО воздействуют на Арктику. Конечное звено в нем — усиление океанического притока тепла в Норвежское и Баренцево моря и атмосферных переносов в Арктику. Процесс формирования и усиления потепления в Арктике можно представить в виде представленной схемы.

Приток тепла от Солнца включает солнечную инсоляцию и ее межгодовые изменения под влиянием прецессии, нутации, изменений расстояния между Землей и Солнцем, солнечной активности. Аномалии инсоляции от этих изменений малы, но их эффект может усиливаться обратными связями в низких широтах, например, между температурой, содержанием водяного пара и нисходящей длинноволновой радиацией. Приток тепла от Солнца необходим и для формирования повышения ТПО под влиянием роста содержания CO_2 , реакции на аэрозоли и др. Поэтому в данной общей схеме подразумеваются все возможные внешние факторы появления аномалий ТПО в низких широтах, так или иначе связанные с инсоляцией.

Замечу, что недавно мы обнаружили, что аномалии ТПО в низких широтах Северной Атлантики влияют на максимальную протяженность морского льда в Антарктике, причем противоположным Арктике образом.

В чем проявляется роль океана в потеплении Арктики?

Поступление теплой и соленой воды из Северной Атлантики в Баренцево и Гренландское моря в сильной степени влияет на потепление и сокращение площади морских льдов в Арктике. Межгодовые изменения в океанском притоке тепла из Северной Атлантики отражаются в колебаниях температуры и площади морского ледяного покрова в приатлантической Арктике в холодную часть года. В.Ф. Захаров отмечал, что южная граница распространения морского льда в приатлантическом секторе Арктики в конце зимы совпадает с границей между соленой и теплой водой и опресненной и холодной водой арктического происхождения.

Увеличение притока воды из Атлантики в Северо-Европейской бассейн и далее в Арктический бассейн в последние два десятилетия повлияло не только на состояние морского льда, но проявилось в повышении температуры воды в слое воды атлантического происхождения и в увеличении объема этого слоя в Арктическом бассейне. В результате уменьшился объем верхнего наиболее динамичного слоя, из которого увеличился сток опресненной воды и льда в Северную Атлантику.

Схема развития и усиления потепления в Арктике:

ПТВ – приповерхностная температура воздуха, ПМЛ – площадь морского льда, НДВР – нисходящая длинноволновая радиация



Что можно сказать о перспективах климатического прогнозирования в Арктике?

Прогнозирование изменений климата — одна из наиболее сложных задач исследований климата. Особенно это относится к изменениям климата и морского льда в Арктике, на которые приходится наибольшее расхождение между результатами моделирования и наблюдений. Модели климата являются мощным и эффективным инструментом для исследования чувствительности климата к заданным антропогенным и естественным воздействиям. Но их прогностические возможности ограничены необходимостью априорного знания будущей истории воздействий, которое возможно с достаточной точностью лишь для астрономических изменений солнечной инсоляции на верхней границе атмосферы.

За последнее десятилетие улучшилось качество воспроизведения современного климата моделями нового поколения за счет увеличения разрешения, улучшения вычислительных методов и параметризации физических процессов, включения дополнительных климатически значимых процессов. Одним из важнейших условий качественного расчета будущих изменений является достоверное воспроизведение основных характеристик современного климата. Пока ни одна из моделей климата не может быть признана удовлетворяющей в полной мере указанному требованию.

Прогнозы, основанные на использовании глобальных и региональных моделей климата, зависят от заданного априори внешнего воздействия, которое ограничивается сценариями антропогенного форсинга происхождения без учета возможных в будущем аномалий в естественных воздействиях. Такие аномалии обнаруживаются в притоке тепла от Солнца в результате колебаний его светимости и возмущений параметров движения Земли вокруг Солнца. При этом влияние аномалий естественных воздействий проявляется в колебаниях характеристик климата в виде квазипериодических (циклических) составляющих, представляющих предсказуемую составляющую естественной изменчивости климата. Прогностический потенциал при таком подходе зависит от вклада циклической составляющей в общую изменчивость и метода его реализации, который может быть простой экстраполяцией периодического колебания либо может использовать внутренние связи в климатической системе, тогда циклическая составляющая послужит предиктором для прогноза других характеристик климата.

В Арктике климат и состояние морского льда претерпевали, наряду с приходящим в настоящее время потеплением и сокращением льда, почти столь же значительное потепление в 1930-е годы, т.е. более 70 лет тому назад. Этот феномен, известный как первое потепление Арктики, и его современный аналог образуют вместе 60–80-летнее колебание. Такое же колебание выделено в изменчивости ТПО в Северной Атлантике и названо Атлантической междесятилетней осцилляцией

(АМО). На этом основании АМО-подобное колебание температуры воздуха, циркуляции атмосферы, площади морского льда в Арктике используется для прогноза на десятилетия вперед, экстраполируя либо имеющиеся данные о морских льдах, либо репрезентативный атмосферный параметр в качестве предиктора или включая колебание в атмосферный форсинг глобальной модели циркуляции океана.

Но главным для развития климатического прогнозирования в Арктике остается использование глобальных и региональных моделей климата, которые совершенствуются в направлении более детального учета процессов в арктической климатической системе за счет увеличения разрешения, включения новых взаимодействий и обратных связей. С этой целью возрождаются крупномасштабные натурные эксперименты в Арктике, начатые в период Международного полярного года 2007/08 и продолженные комплексными натурными исследованиями в Год полярного прогнозирования (2018), комплексной экспедицией «Трансарктика 2019». На 2019–2020 годы запланированы работы Многопрофильной дрейфующей обсерватории по изучению климата Арктики (MOSAIC, 2019–2020), а в 2020–2021 годах на базе ледокола «Капитан Драницын» – экспедиции «Северный полюс-2020». Постоянный мониторинг процессов в Центральной Арктике с 2021 года обеспечит российская дрейфующая ледостойкая платформа.

Помимо развития самих моделей следует обратить внимание на расширение внешнего форсинга моделей за счет более детального учета астрономических колебаний инсоляции на верхней границе атмосферы. В них присутствует спектр периодических колебаний с частотами, которые отмечаются в межгодовой изменчивости характеристик климата. Хотя колебания инсоляции малы, но они могут оказать влияние на формирование аномалий ТПО в низких широтах вследствие большого содержания водяного пара и высокой температуры в приповерхностном слое атмосферы.

Беседу вел А.И. Данилов (АНИИ)