

«Региональные особенности изменения климата в России» – интервью с д.ф.-м.н., директором Сибирского регионального научно-исследовательского гидрометеорологического института Росгидромета В.Н. Крупчатниковым

Изменение климата в настоящее время проявляется на всех континентах. Не меньший интерес у общественности в нашей стране и за рубежом к информации об увеличении среднеглобальной и осредненной за год приземной температуры или сокращении ледникового покрова Арктики, возникает и к региональным изменениям климата. Эти же сведения необходимы для разработки адаптационных мер для снижения негативных последствий климатических изменений.

Рассказать о проводимых исследованиях региональных особенностей изменения климата на примере огромного региона - восточной части нашей страны, для бюллетеня согласился В.Н. Крупчатников, д.ф.-м.н., директор Сибирского регионального научно-исследовательского гидрометеорологического института Росгидромета, находящегося в Новосибирске.



В.Н. Крупчатников

1) Уважаемый Владимир Николаевич, спасибо, что согласились ответить на наши вопросы. Расскажите, пожалуйста, вначале немного об истории, основных направлениях деятельности и коллективе Вашего института.

Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт был организован 1 января 1971 г. на базе существовавших в г. Новосибирске филиала Гидрометцентра СССР, филиала НИИАК, гидрометеорологической обсерватории и Бюро погоды Западно-Сибирского Управления Гидрометслужбы.

Первым директором института был С.М. Шульман, который совмещал эту должность с должностью начальника Западно-Сибирского Управления гидрометслужбы. Руководитель широкого кругозора, который сочетал глубокие знания гидрометеоролога с талантом администратора, С.М. Шульман внес большой вклад в становление института и его материальной базы.

Главной задачей института было развитие научно-исследовательских работ в области гидрометеорологии и улучшение гидрометеорологического обслуживания народного хозяйства в Сибирском регионе. Ко времени его образования в Новосибирске была создана достаточно мощная база информационных и вычислительных ресурсов: вычислительный центр, пункт приема спутниковой информации, телекоммуникационный центр.



<http://sibnigmi.ru>

В институте сложились творческие коллективы из университетской молодежи и опытных специалистов в области синоптики, климатологии, агрометеорологии и гидрологии. Совершенно новыми стали исследования в области численных методов прогноза погоды и изучения загрязнения атмосферы. Решающую роль в становлении направления численного моделирования атмосферных процессов в институте сыграла научная школа академика Г.И. Марчука в ВЦ СО АН СССР. По инициативе Г.И. Марчука, несколько его учеников перешли в институт, создав отдел гидродинамических и статистических методов прогноза погоды.

Огромный вклад в развитие научной школы Сибири в области численных методов прогноза погоды, в подготовку кадров высшей научной квалификации в данном направлении внесли крупные ученые – академик В.П. Дымников, члены-корреспонденты РАН Г.П. Курбаткин и В.Н. Лыкосов, Г.Р. Контарев, доктора физ.-мат. наук В.В. Пененко, А.С. Марченко, П.Ю. Пушистов (директор СибНИГМИ с 1978 г. по 1994 г.), Г.С. Ривин, Л.Н. Романов, Е.Е. Каленкович, В.М. Мальбахов, В.А. Перов, А.А. Фоменко, В.А. Шлычков, Е.Г. Кимова, С.Б. Медведев.

Работы в области изучения загрязнения природной среды начались в стенах НИИАК, эти исследования возглавила И.А. Шевчук, которая руководила не только разработкой методов прогноза, но и организацией сети наблюдений в городах Сибири, оперативным обслуживанием населения. Проводились активные исследования в области авиационной метеорологии, которые возглавлял В.Н. Барахтин.

В настоящее время ФБГУ «СибНИГМИ» выполняет научно-исследовательские работы в области гидрометеорологии и охраны окружающей среды на территории Западной и Восточной

Сибири, а также осуществляет научно-методическое руководство при выполнении региональных научных исследований и разработок Западно-Сибирского, Иркутского, Обь-Иртышского, Среднесибирского, Уральского территориальных управлений по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Научные исследования ведутся в области создания и совершенствования методов и технологий краткосрочных, среднесрочных, долгосрочных прогнозов погоды, а также опасных для народного хозяйства стихийных гидрометеорологических явлений, гидрометеорологических прогнозов, агрометеорологических прогнозов и расчетов, методов оценки и прогноза загрязнения окружающей природной среды.

В области оперативно-производственной деятельности институт занимается составлением долгосрочных метеорологических, агрометеорологических, гидрологических прогнозов, созданием автоматизированных систем по сбору, обработке и доведению до потребителей гидрометеорологической информации, разрабатывает проекты нормативов предельно допустимых выбросов и стоков загрязняющих веществ в окружающую среду, выполняет работы по расчету и обоснованию гидрометеорологических характеристик для строительного проектирования.

2) Какие направления исследований получают в настоящее время наибольшее развитие?

Существует широкий спектр моделей климата, которые используются различными группами исследователей для разных целей. Теоретики используют простые модели (от моделей теплового баланса до моделей общей циркуляции атмосферы промежуточной сложности) для исследования физических процессов с целью понять как они «устроены». Работа с такими моделями является необходимой составной частью исследования динамики климата, с помощью таких моделей мы можем понять результаты моделирования с очень сложными моделями климатической системы Земли и что-то понять в эволюции климата. Сложные, полные модели климатической системы (атмосфера, океан, поверхность планеты, биосфера, криосфера, земная кора и система обитания человека) высокого разрешения нам необходимы, поскольку в них мы можем проследить все обратные связи между различными компонентами и получить более надежные оценки возможных будущих изменений климата на разных временных масштабах (от десятков лет до нескольких тысяч лет и более) для формирования стратегии адаптации к этим изменениям.

Очевидно, что одних моделей недостаточно. Для мониторинга и понимания механизмов изменчивости в эволюции климатической системы, нам необходимо иметь качественные данные наблюдений климата. То и другое – тесно связано. Экспериментальная оценка данных моделирования (с помощью наблюдений) является обязательным предварительным этапом до моделирования будущей эволюции климата, чтобы иметь основания доверять данным моделирования с оценкой их неопределенностей. К данным наблюдений климата следует предъявлять больше требований, чем к обычным метеонаблюдениям, которые «заточены» на прогноз погоды. Дело в том, что погодные вариации достаточно большие, и высокая точность измерений не так критична для прогноза, хотя крайне желательна, в то время как для климатических изменений важно «разглядеть» даже самые малые изменения во времени. Для этого требуется калибровка измерений с высокой точностью. Кроме того, набор данных наблюдений климата значительно шире, чем метеоданные. Эта достаточно сложная проблема стоит перед нами сейчас, и ее сложность будет только усиливаться в будущем.

Для повышения точности и надежности прогнозов климата Земли, будущие модели климатической системы и прогноза погоды (унифицированные системы прогноза), как было отмечено, будут иметь высокое пространственное разрешение (в атмосфере это облако разрешающие модели, в океане вихре разрешающие модели и ландшафтно-разрешающие модели поверхности), очень сложные схемы параметризации физических процессов («суперпараметризации»). При этом будут широко применяться методы стохастической физики (большие ансамбли, стохастические параметризации). Это потребует резкого роста мощности вычислительных машин и, вероятно, создания новой инфраструктуры вычислений и ее обслуживания. Сейчас у нас сложилась опасная ситуация – это недостаток квалифицированных разработчиков моделей климатической системы и современных моделей прогноза погоды. Нам необходимо срочно создать систему подготовки таких специалистов – организация школ, стажировки, выпуск учебных материалов и монографий. Например, в 2012 году в издательстве Московского Университета вышла, полезная для этого случая, книга В.Н. Лыкосова, А.В. Глазунова, Д.В. Кулямина, Е.В. Мортикова, В.М. Степаненко «Суперкомпьютерное моделирование в физике климатической системы». В книге излагаются базовые основы построения

математических моделей при решении задач физики климатической системы, приводятся методы их конечномерной аппроксимации и возникающие при этом основные численные алгоритмы, обсуждаются суперкомпьютерные технологии численной реализации моделей.

3) С какими российскими и зарубежными институтами взаимодействует СибНИГМИ?

В системе Росгидромета институт активно сотрудничает с ГМЦ РФ, ВНИИГМИ-МЦД, ВНИИСХМ, ГГИ, ГХИ, ИПГ и другими институтами. Наиболее тесное сотрудничество, исторически, у нас сложилось с ГМЦ РФ. ГМЦ РФ, в области прогнозов (численных и других) динамики атмосферы и гидросферы, обладая научным потенциалом высокого уровня, оказывает существенную научно-методическую помощь институтам и организациям Росгидромета, в том числе и нашему институту. На основе заключенных Соглашений о Сотрудничестве, мы ведем исследования с институтами СО РАН (ИВМиМГ, ИМКЭС, ИВТ, ИГ) в рамках совместных проектов Росгидромета, СО РАН, Министерства Образования и Науки и РФФИ. Более тесному сотрудничеству будет способствовать Соглашение, заключенное между Росгидрометом и РАН. Это Соглашения позволяет создавать совместные лаборатории, направление исследований которых, представляет взаимный интерес. Важную роль играют личные связи наших сотрудников с коллегами из институтов РАН (ИВМ, ИФА, ИГКЭ), вузов (МГУ, ЛГМИ, НГУ, ТГУ, ИркутГУ) и зарубежных исследовательских центров США, Германии, Англии.

4) Что можно сказать об основных примерах изменения климата Сибири? Где можно узнать об этом подробно?

Росгидромет (Управление научных программ, международного сотрудничества и информационных ресурсов) с апреля 2009 г. выпускает ежемесячный информационный бюллетень «Изменение климата» о новостях в области изменения климата и гидрометеорологии для широкого круга специалистов. А с 2007 года началась ежегодная публикация издания Росгидромета «Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации», который дает информацию о состоянии климата нашей страны. «Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации» готовится на основе данных наблюдательной сети Росгидромета и содержит сведения об основных особенностях климатического режима на территории Российской Федерации и ее регионов, в том числе и Сибири, в прошедшем году. Все эти источники находятся в открытом доступе на сайте Росгидромета (<http://meteorf.ru>).

В этих изданиях можно найти краткую информацию об особенностях сезонного хода динамики атмосферы и погодных систем в различных регионах РФ.

Физический анализ климатических изменений и их влияния на социо-экономические процессы достаточно детально представлен в 4-ом оценочном докладе МГЭИК. Глубокий и всесторонний анализ динамики климата для РФ дается в «**Оценочном докладе об изменениях климата и их последствиях на территории РФ**», который готовится головными институтами Росгидромета в области исследования климата - ГГО им. Воейкова и ИГКЭ РАН и Росгидромета с участием других НИУ Росгидромета, РАН, Высшей школы. В Докладе анализируются наблюдаемые и ожидаемые изменения климата, их последствия для природных и хозяйственных систем, здоровья населения, возможности адаптационных мероприятий, сформулированы также приоритеты дальнейших исследований. Первый оценочный Доклад вышел в 2008 году, в настоящее время готовится к выпуску второй оценочный Доклад.

Для специалистов, аспирантов и студентов старших курсов в области метеорологии, климатологии, информатики и вычислительной математики, мне кажется, также будет полезна книга Е. Гордова, В. Лыкосова и др. «**Вычислительно-информационные технологии мониторинга и моделирования климатических изменений и их последствий**», которая готовится к выпуску в издательстве СО РАН. Книга содержит анализ современного уровня состояния вычислительно-информационных технологий мониторинга и моделирования климатических изменений и их последствий для окружающей среды. В книге дан краткий обзор современных и ожидаемых в будущем климатических изменений и их последствий. Приведено общее описание сложившейся ситуации в области вычислительно-информационного обеспечения мониторинга и моделирования климатических процессов. Детально анализируются современные вычислительно-информационные технологии для работы с гео-привязанными данными и реализованный в веб-платформе для обработки, визуализации и анализа больших архивов данных «Климат» способ объединения потенциала вычислительно-геоинформационных систем и

Web 2.0 подходов. Приведен обзор первых результатов анализа климатических изменений и их последствий на территории Сибири, выполненных с помощью системы «Климат».

5) Расскажите, пожалуйста, о прошедшей в конце прошлого года в СибНИГМИ школе-семинаре молодых ученых. Кто в ней участвовал? Как Вы оцениваете уровень представленных молодыми учеными сообщений?

Известно, что Гидрометслужба (а также РАН и другие ведомства) в последние годы столкнулась с очень сложной проблемой - это критически малое число высококвалифицированных специалистов молодого и среднего возраста, активно и постоянно вовлеченных в научно-исследовательскую и преподавательскую работу и молодежи, которая только начинает свою деятельность в науке. Среди множества способов решения этой проблемы, регулярное проведение школ – семинаров является наиболее доступным способом. Научно-практическая школа-семинар молодых ученых и специалистов в области гидрометеорологии с 31 октября по 2 ноября 2012 г. была проведена по Плану важнейших научно-технических конференций, семинаров, оперативно-производственных совещаний и выставок, проводимых Росгидрометом в 2012 г. Школа-семинар была профинансирована Росгидрометом и поддержана грантом РФФИ. Большую помощь в проведении школы оказало руководство Сибирского научно-исследовательского института геологии, геофизики и минерального сырья, предоставив конференц-зал для чтения лекций. Помощь в организации практических занятий нам оказали руководители ЗС УГМС. Хотел бы отметить особую роль в организации школы-семинара Начальника УНМР В.Г. Блинова, возглавившего Оргкомитет Школы-Семинара.

Лекции о современных моделях атмосферы и методах прогноза гидрометеорологических явлений, об изменении климата, о задачах и возможностях климатологии, о влиянии метеорологических условий на загрязнение окружающей среды, о спутниковых и информационных технологиях и др. прочитали ведущие ученые РАН и вузов страны - чл.-корр. РАН В.Н. Лыков, профессор МГУ им.Ломоносова А.В. Кислов, профессор Е.П. Гордов, профессор В.И. Кузин, д.ф.-м.н. Е.Г. Климова, профессор Томского Университета В.П. Горбатенко, ведущие ученые НИУ Росгидромета: Г.С. Ривин, М.Д. Цирульников, Д.А. Бураков, А. Б. Колкер, В.М. Токарев, М.Я. Здерева, Т.В. Старостина, И.О. Лучицкая, В.М.Топоров и многие другие.

В работе школы-семинара приняли участие около ста слушателей - специалистов Центров по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и молодых ученых из Новосибирска, Томска, Горно-Алтайска, Барнаула, Кемерово, Красноярска, Иркутска, Омска, Якутска, Владивостока, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов ВУЗов Томска, Новосибирска, Санкт-Петербурга, Уфы; всем им вручены именные сертификаты и DVD-диски с записью лекций и других полезных материалов. Некоторые из слушателей представили свои доклады, которые вызвали большой интерес у преподавателей и слушателей. Некоторые из этих докладов представляли собой краткое изложение диссертаций.

По итогам работы школы – семинара было принято Решение, в котором в частности говорится: «Констатируя полезность и актуальность прошедшей научно-практической школы-семинара, участники школы-семинара вносят предложение регулярно, один раз в два-три года, проводить подобные мероприятия, направленные на повышение квалификации молодых ученых и специалистов, работающих в области гидрометеорологии».

Материалы школы-семинара доступны на сайте СибНИГМИ <http://sibnigmi.ru>.

6) Недавно в журнале «Известия РАН. Физика атмосферы и океана» была опубликована статья «Исследование чувствительности приземной температуры Евразии в зимний период к аномалиям снежного покрова. Роль стратосферы», соавтором которой Вы являетесь. Каковы основные результаты этого исследования?

Климатические процессы в стратосфере являются одним из важнейших факторов, которые обеспечивают достоверность результатам моделирования будущих изменений климата, поэтому в моделях климата стратосфера как компонента климатической системы, должна присутствовать с детальным представлением ее состава (O_3 , H_2O , аэрозоли, парниковые газы) и хорошей параметризацией химических (фотохимических) и физических процессов. Насколько я знаю, работы в этом направлении ведутся и в Центральной аэрологической обсерватории Росгидромета.

Проблема, которая также привлекает внимание исследователей – это попытка выяснить, в какой степени динамика стратосферы оказывает влияние на климат тропосферы и его изменчивость и в какой степени стратосфера контролирует реакцию тропосферы к вариации термического форсинга на поверхности. Исследования динамики стратосферы показывают, что

она обладает, в некотором смысле, «внутренней памятью» климатической системы. Поэтому решение этой задачи может иметь практическое применение в сезонных и на более длительный срок прогнозах.

Не случайно эти проблемы являются ключевыми в международном проекте SPARC*, который содержит ряд актуальных направлений исследования климата, где центральную роль играет стратосфера и ее взаимодействие с тропосферой. Учитывая большой интерес к исследованию климата полярных регионов, можно также отметить, что стратосфера играет важную роль в низкочастотных вариациях полярного льда, температуры поверхности океана и циркуляции глубокого океана в высоких широтах.

Работа, о которой Вы спрашиваете, посвящена исследованию влияния аномалий снежного покрова Сибири в осенний сезон на приземную температуру воздуха в зимние месяцы с помощью модели климатической системы. Обсуждаются возможные механизмы влияния аномалии термического форсинга на поверхности (как результат аномалий снежного покрова), связанные со взаимодействием тропосферы и стратосферы, на температурный режим в нижней тропосфере в зимний период. Влияние аномалий снежного покрова в октябре на крупномасштабную циркуляцию с учетом взаимодействия стратосферы и тропосферы связано с увеличением/уменьшением альбедо поверхности и, следовательно, с аномалиями радиационного баланса на поверхности, т.е. с аномалиями термического форсинга. Этот источник вызывает реакцию в виде восходящих планетарных волн. В связи с этим возникает вопрос, как будет происходить взаимодействие стратосферы и тропосферы, и как оно будет зависеть от характеристик среднесезонального потока.

В зимний период крупномасштабные планетарные волны (эффект влияния гравитационных волн также значим) распространяются вверх и разрушаются на уровне стратосферной струи (тесно связана с NAM/NAO*), в результате чего происходит торможение струи (т.е. сток импульса).

В меньшей степени нам известен механизм обратного влияния. Однако можно выделить три фактора, которые, в первом приближении, определяют механизм влияния стратосферы на циркуляцию в тропосфере: влияние через потенциальный (точнее псевдопотенциальный) вихрь в стратосфере; взаимодействие между зональным потоком и планетарными волнами; перераспределение массы за счет вынужденной меридиональной циркуляции. В работе показано, что наибольшее влияние аномалии снежного покрова территории Сибири в октябре оказывают на приземную температуру в декабре. Оказалось, что изменение глубины снежного покрова территории Сибири оказывает заметное влияние на приземную температуру в зимний сезон в условиях максимальной величины снежного покрова.

7) У СибНИГМИ не так давно запущен новый Интернет-сайт, содержащий подробную информацию о деятельности института. Сайт регулярно обновляется, в том числе на нем размещается информация о публикациях сотрудников в российских и зарубежных научных журналах. Как разрабатывался сайт, и какими силами он поддерживается в настоящее время?

Работы по обновлению портала Института начались летом 2008 г. и к началу 2009 г. он был введен в строй. Работы проводились в лаборатории ЛИД отдела Информационных технологий в рамках задач по созданию нового имиджа Института — как одного из ведущих подразделений Росгидромета по развитию, разработке и внедрению информационных технологий. Портал института это зеркало наиболее актуальных проектов и направлений деятельности СибНИГМИ. На портале в открытом доступе размещаются материалы и результаты как завершенных работ, так проектов, работа над которыми ведется в настоящее время. Все материалы находятся в публичном доступе.

8) Расскажите, пожалуйста, о гидрометеорологической продукции, размещаемой на сайте СибНИГМИ.

На сайте СибНИГМИ в разделе «ПРОДУКЦИЯ» ежедневно выкладываются результаты прогнозов по моделям COSMO-Sib, SLAV-Sib, WRF-ARW, в виде полей метеозаписей, метеограмм, которые готовятся на базе собственных разработок с помощью известных систем визуализации GrADS, NCL, VAPOR. Эта продукция используется Западно-Сибирским УГМС и другими организациями и подразделениями гидрометслужбы.

Владимир Николаевич, спасибо большое за ваши ответы! ■

Дополнительно:

- «Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации» (Росгидромет, 2008 г.) - <http://climate2008.igce.ru/v2008/htm/index00.htm>

- сайт СибНИГМИ - <http://sibnigmi.ru>

- * Stratospheric Processes and their Role in Climate (SPARC) – международный проект по изучению стратосферных процессов и их влиянии на климат. Проект SPARC учрежден Всемирной программой по изучению климата (WCRP) в 1992 г.: <http://www.sparc-climate.org/>

- о сайте проекта SPARC - см. «Изменение климата» №,29 стр. 26-27:

http://global-climate-change.ru/downl/byulletenyo/izmenenie_klimata_N29_NovDec2011.pdf

39-й выпуск информационного бюллетеня проекта SPARC

[http://www.sparc-](http://www.sparc-climate.org/fileadmin/customer/6_Publications/Newsletter_PDF/39_SPARCnewsletter_Jul2012_web.pdf)

[climate.org/fileadmin/customer/6_Publications/Newsletter_PDF/39_SPARCnewsletter_Jul2012_web.pdf](http://www.sparc-climate.org/fileadmin/customer/6_Publications/Newsletter_PDF/39_SPARCnewsletter_Jul2012_web.pdf)

- * NAM: Northern Annular Mode - Северная круговая мода, NAO: North Atlantic Oscillation - Северо-Атлантическое колебание, см.: <http://climate2008.igce.ru/v2008/v1/vl-3.pdf> ,

<http://www.atmos.colostate.edu/ao/Data/> & http://en.wikipedia.org/wiki/North_Atlantic_oscillation