Семинар Института глобального климата и экологии Росгидромета и РАН (ИГКЭ)
30 октября 2013 года

SUMMARY
(составлено И.А. Корневой, ИГКЭ)

Состоялся доклад **д.ф.-м.н. Алексеева Генриха Васильевича (ААНИИ -** Арктический и антарктический научно-исследовательский институт Росгидромета, Санкт-Петербург**) «АРКТИЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ».** Председательствовал С.М. Семенов. С развернутым комментарием был приглашен выступить **к.ф.-м.н. Бардин Михаил Юрьевич** (**ИГКЭ** - Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН, Москва)

После выступления Г.В. Алексеева были заданы вопросы, выступил М.Ю. Бардин и состоялась общая дискуссия.

ВОПРОСЫ/ОТВЕТЫ

В.А. Соколов, ГОИН (Государственный океанографический институт, Москва):
Проводились ли оценки вклада потоков тепла, приносимых в Арктику с Атлантическими водами, в частности рассчитывалась ли величина отношения воздушного потока тепла с Атлантического океана к потоку тепла, приносимого в Арктику с океаническими водами?

Г.В. Алексеев: Я таких оценок не проводил, но в литературе сейчас встречается довольно много таких оценок по данным моделирования. В частности, для средних широт получено, что больший вклад в приходящий поток тепла вносит воздушный перенос, а для высоких широт определяющую роль играет океаническое тепло. Поток тепло из Атлантики наибольшее влияние оказывает на Карское и Баренцево моря. Индекс, предложенный мной в данном докладе, является универсальным и описывает все эти процессы вместе с обратными связями. А изучать их отдельно по эмпирическим данным довольно сложно, нужно привлекать модели.

В.А. Соколов, ГОИН:
Почему Вы взяли период с 1969 по 2008 гг., который не соответствует периодам в динамике климатических индексов, например АМО (Североатлантическая осцилляция)? Ведь если посмотреть на значения индекса АМО с середины XX века, то можно выделить следующие периоды:

- *1950-1966 – АМО>0 (т.е. Атлантический океан накапливает тепло);*

- *1966-1998 – АМО<0 (Атлантический океан отдаёт тепло);*
- *с 1998 года по настоящее время индекс АМО>0, т.е. передача тепла из Атлантического океана в атмосферу замедляется.*

Ещё один индекс, описывающий циркуляцию воздуха в Атлантическом секторе, индекс Вангенгейма-Гирса, по значениям которого можно выделить два периода: 1966-1998 – преобладание зонального переноса над Евразийско-Атлантическим сектором, с 1998 г. по настоящее время – меридиональная циркуляция.

Г.В. Алексеев: Выбор периода был обусловлен, в основном, выраженностью процесса потепления и наличием данных. Начало периода (1969 г.) соответствует началу роста температуры воздуха, а окончание периода - 2008-й год был обусловлен доступностью данных.

Ю.А. Анохин, ИГКЭ:
В Вашей работе Вы изучали климат арктический или глобальный?

Г.В. Алексеев: Прежде всего, в докладе шла речь о климате Арктики. Но усиление меридионального переноса имеет значение также и для потепления глобального климата.

Ю.А. Анохин, ИГКЭ:
И все же, Арктика как-то усиливает глобальное потепление?

Г.В. Алексеев: Арктика, безусловно, играет определенную роль в процессе глобального потепления, прежде всего через влияние на океан: вынос речных вод, таяние льдов и т. д. В докладе мы привели информацию о том, почему в Арктике современное потепление выражено сильнее, чем в глобальном масштабе. Речь шла именно об этом.

Ю.А. Анохин, ИГКЭ:
Вы говорите, что климат Арктики теплеет. Насколько этот процесс однороден в пространстве? Существуют ли существенные региональные различия в темпах (или даже в знаке) изменения температуры? Есть ли смысл в оценке среднего состояния Арктики?

Г.В. Алексеев: Действительно, Арктика климатически неоднородна. Есть существенные различия между Атлантическим и Тихоокеанским секторами Арктики, например. В последние годы, потепление происходит быстрее в Атлантическом секторе Арктики, а в Тихоокеанском секторе оно выражено слабее. В Тихоокеанском секторе даже - по некоторым результатам - площадь льда увеличивается.

Э.Я. Ранькова, ИГКЭ:

Температура Арктики по Вашим и другим данным продолжает повышаться, притом что в приземном глобальном потеплении наметилась определенная «пауза», замедление. Многие интерпретируют эту «паузу» как прекращение глобального потепления и даже начало похолодания.
Как Вы считаете, можно ли использовать факт продолжающегося потепления Арктики (вместе с сокращением площади морского льда, повышением теплосодержания океанов) как свидетельство в пользу продолжения глобального потепления? Согласны ли Вы с таким утверждением?

Г.В. Алексеев: На мой взгляд, Арктика на все происходящие глобальные изменения реагирует с некоторым запозданием. Например, в Арктике 2012 год был самым тёплым за много десятилетий, но в 2013 году там уже наблюдалась более низкая температура. То есть, возможно, с этого года уже начался спад потепления в Арктике. Но этот вопрос – дискуссионный и требует дальнейшего изучения.

А.Н. Золотокрылин, ИГ РАН:
Оценивали ли Вы влияние диполя давления на изменение температуры в Арктике?

Г.В. Алексеев: Нет, отдельно не оценивал. Чтобы оценить такое влияние нужно составить специальный индекс, описывающий эту систему. Индексы NAO и AO в последние годы плохо отражают влияние распределения давления на температуру.

В.И. Егоров, ИГКЭ:
Таяние льда и, соответственно, увеличение площади открытых частей океана может ли приводить к увеличению содержания CO_2 в океане? Делались ли такие оценки?

Г.В. Алексеев: Да, из научной литературы известно, что увеличение зимних концентраций CO_2 в атмосфере происходит быстрее, чем в среднем за год. Мы сделали вывод, что при замерзании морской воды, выделяется дополнительное количество CO_2 в атмосферу. Но с другой стороны, в тёплое время года, увеличивается поглощение CO_2 из приповерхностного слоя атмосферы открытыми частями океана.

В.А. Воробьёв, ИГКЭ:
В западной и восточной Арктике по-разному меняются температуры; насколько сильны различия?

Г.В. Алексеев: Такие оценки приведены в ежегодном докладе Росгидромета об изменениях климата на территории Российской Федерации,

представленном на сайте Росгидромета. Тренды в восточных морях Тихоокеанского сектора меньше, в Атлантике продолжается рост температур.

В.А. Соколов, ГОИН:
Известно, что Арктика – источник метана, который является гораздо более сильным парниковым газом, чем углекислый газ. Не делались ли оценки соотношения потоков CO_2 и метана? Какой поток превалирует при уменьшении площади льда?

Г.В. Алексеев: Мы таких оценок не проводили, но есть работы, в которых сказано, что поток метана из океана в атмосферу в Арктике возрастает. Но это до сих пор остаётся дискуссионным вопросом, так как не все считают, что есть значимый источник метана на дне океана.

С.М. Семёнов, ИГКЭ:
Вы в своём докладе говорили, что приповерхностная температура – хороший индикатор происходящих изменений. Но всё-таки, что является первопричиной повышения температуры: усиление поглощения земной поверхностью приходящей солнечной радиации или длинноволновый поток, который может увеличиваться в том числе из-за активизации переноса тепла с юга с воздушными массами?

Г.В. Алексеев: Первичным является усиление переноса в Арктику тепла из низких широт, одним из следствий которого является таяние льда, уменьшение альбедо и рост поглощенного потока прямой солнечной радиации. Приток длинноволновой радиации к поверхности также возрастает в результате увеличения влажности и облачности.

С.М. Семёнов, ИГКЭ:
Поскольку, как сказано в докладе, современное потепление в Арктике сильнее глобального, то должно происходить уменьшение разности температур в низких широтах и в высоких. При этом, как я понял, должен ослабевать меридиональный перенос тепла с воздушными массами из низких широт в высокие? Но говорится об увеличении роли этого переноса в Арктическом потеплении. Нет ли здесь противоречия?

Г.В. Алексеев: Нет. Градиент температур между высокими и низкими температурами постоянно поддерживается. Межширотный перенос при глобальном потеплении усиливается, но контраст температур не ослабевает.

Е.М. Володин, Институт вычислительной математики РАН (ИВМ РАН):
Возможно ли рассчитать фактическое изменение меридионального переноса тепла?

Г.В. Алексеев: На моделях такие расчёты проводятся. Можно также рассчитать по данным реанализов. Такие расчеты проводились для средних многолетних переносов рядом авторов. Многолетние изменения пока что не рассчитывались.

Е.М. Володин, ИВМ РАН:
А реально за последние годы интенсивность меридионального переноса растёт или уменьшается?

Г.В. Алексеев: Из приведенных графиков изменений меридионального индекса и средней температуры следует рост переноса.

В.А. Воробьёв, ИГКЭ:
Вы приводили в докладе график изменения альбедо в Арктике. Не проводились ли оценки влияния чёрного углерода на изменение поглощённой радиации?

Г.В. Алексеев: График изменения альбедо показывает уменьшение значений альбедо при увеличении длины волны приходящего излучения.

РАЗВЕРНУТЫЙ КОММЕНТАРИЙ М.Ю. БАРДИНА ПРИЛАГАЕТСЯ.

ОБЩАЯ ДИСКУССИЯ

В.А. Соколов, ГОИН: Известно, что теплосодержание океана в слое 4 м эквивалентно теплосодержанию всей атмосферы. Поэтому целесообразно обратить внимание на изменения температуры Мирового океана. Такие исследования проведены в работе (Thompson et al., 2009). В южной части Мирового океана рост температуры поверхности океана прекратился в 2000 году, в Северной части Мирового океана – в 2005 году. Почему произошёл резкий всплеск потепления в 1990-х годах? В динамике климата существуют 60-ти летние колебания. Это подробно исследовано по восстановленным климатическим рядам, полученным с помощью колец деревьев и ледниковых кернов Гренландии и Антарктиды. Если на ход температуры XX-XXI веков наложить 60-ти летний цикл, то максимум приходится на 80-90-е годы, а в последние годы наблюдается спад, т.е. снижение потепления и переход к похолоданию.

Из доклада Генриха Васильевича стало понятно, что Арктический климат тоже имеет свои циклы. В динамике различных индексов циркуляции можно обнаружить систематическое смещение, что означает, что понижение температуры скоро затронет и Арктику.

Различия в характере изменений температуры в Тихоокеанском и Атлантическом секторе Арктики можно объяснить интенсивностью меридионального переноса: раньше меридиональный перенос был сильнее в Тихоокеанском секторе, в последние годы – в Атлантике.

Н.К. Кононова, ИГ РАН: В последние годы в атмосферной циркуляции наблюдается период усиления частоты блокирующих процессов, т.е. более частое появление сильного блокинга от Арктики вплоть до субтропических широт. Эти процессы в основном происходят в тылу южных циклонов. Такие процессы – один из самых главных механизмов выноса тепла из Атлантики в Арктику. В ближайшие 10-15 лет данный характер атмосферной циркуляции сохранится.

В.А. Соколов, ГОИН: В докладе был приведён график из работы (Petoukhov et al., 2010). В этой работе рассматривались причины аномально холодных зим, и эта тема не соотносится с темой Вашего доклада. В качестве причины таких аномально холодных зим (где среднемесячные температуры на 8-10 °С ниже нормы) в приведённой работе обсуждается повышение температуры в Карском и Баренцевом морях.

С.М. Семёнов, ИГКЭ: Хочу, прежде всего, отметить, что доклад Генриха Васильевича посвящен неожиданному эффекту. Ведь в Арктике вода находится во всех трех фазах – твердой, жидкой и газообразной. Казалось бы, при изменении притока тепла (неважно за счет каких процессов) должен прежде всего наблюдаться переход воды из одной фазы в другую, а не изменение температуры. Конечно, Арктика – не есть замкнутая система по энергии, где это было бы в точности так, а открытая. Но отголоски такого свойства должны, казалось бы, наблюдаться, что должно было бы приводить к смягчению колебаний температуры, а не к усилению. Однако доклад – именно о наблюдаемом усилении потепления в Арктике, т.е. о неожиданном эффекте.

В докладе Г.В. Алексеева показано (с использованием данных гидрометеорологических наблюдений), что тренд приповерхностной температуры в Арктике более выражен, чем для глобальной температуры. Значительную роль в арктическом усилении играет обратная связь ‘альбедо-потепление’, характерная именно для арктической части климатической системы Земли.

На изменение температуры Арктики также оказывает влияние атмосферный перенос тепла из низких широт в высокие.

Однако, на потепление климата Арктики оказывают также влияние глобальные радиационные факторы, такие как, например солнечная радиация и концентрация CO_2 и других парниковых газов в атмосфере - последний фактор усиливает поток длинноволнового излучения атмосферы к земной поверхности.

В результате наблюдается сложный ход арктической температуры – ее рост в вековом масштабе (сигнал глобального потепления), на который наложены ненаправленные колебания меньшего временного масштаба (обусловлены внутриарктическими обратными связями в климатической системе и, возможно, переносом тепла с воздушными и океаническими массами).

Радиационный фактор – увеличение концентрации парниковых газов в атмосфере и вызванный этим рост потока длинноволнового излучения – изучен уже достаточно хорошо; существует множество модельных расчётов. А вот роль естественных факторов изучена пока недостаточно. Исследования естественных факторов является очень важной задачей. Ведь амплитуда из вклада даже в изменение глобальной температуры не так уж мала (в недавно вышедшей монографии Г.В. Грузы и Э.Я. Раньковой показано, что она составляет примерно 0.2 °С). Однако знание амплитуды не означает, что вклад этих факторов можно прогнозировать – ведь это не периодические колебания, а просто некоторые циклические ненаправленные изменения. Получение сколько-нибудь точного количественного описания естественных процессов, управляющих этими естественными изменениями, сделало бы возможным прогнозировать климат хотя бы для XXI столетия, что было бы очень важно для приложений.

Г.В. Алексеев, ААНИИ:
Несмотря на все известные недостатки современных моделей климата, мы не можем от них отказаться, так как в настоящее время – это очень важный инструмент не только для прогноза, но и для проверки и оценки отдельных процессов в климатической системе.

С.М. Семёнов, ИГКЭ: Совершенно согласен с Генрихом Васильевичем в вопросе об оценке роли климатических моделей. Иного инструмента исследования будущих климатов нет. Эти модели надо совершенствовать, и в этом отношении многое делается в России. Присутствующий здесь Евгений Михайлович Володин поддерживает и развивает глобальную климатическую модель ИВМ РАН, которая участвует в проекте CMIP5 (WCRP).

С.М. Семенов, председательствующий: Слово предоставляется Генриху Васильевичу для заключения.

Г.В. Алексеев: Благодарю за приглашение сделать сообщение на этом семинаре, за интересные вопросы и дискуссию.

С.М. Семенов, председательствующий: Поблагодарим Генриха Васильевича Алексеева за очень интересный и насыщенный информацией доклад, Михаила Юрьевича Бардина за подготовленный им развернутый

комментарий и Ирину Алексеевну Корневу за ведение протокола. Всем спасибо.