

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию **Гечайте Индре** на тему «**Колебания циркуляции атмосферы как фактор формирования сильных зимних похолоданий в восточной части Балтийского региона**», представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности: 25.00.30 – метеорология, климатология, агрометеорология

Одной из фундаментальных задач современной метеорологической науки является оценка вклада глобальных изменений климата в формирование региональных климатических экстремумов. Анализ эмпирических данных и модели климата показали, что с развитием глобального потепления риски повторяемости аномальных явлений (аномально жарких или аномально холодных лет) будут только возрастать. Быстрое сокращение площади морских льдов в Арктическом бассейне, которое за последние 10-15 лет имеет устойчивый положительный тренд, может способствовать увеличению повторяемости блокирующих барических образований, что связано с ослаблением зонального переноса в атмосфере из-за уменьшения перепада температур полюс-экватор.

Мощные антициклональные образования («блокинги»), охватывающие по вертикали не только всю тропосферу, но и верхнюю стратосферу, являются причиной не только аномально жаркой погоды в теплое время года, но и аномально низких температур в зимнее время. Развитие таких барических образований связано с усилением меридионального переноса на фоне развития глобального потепления.

Исходя из сказанного выше, диссертационное исследование И. Гечайте, посвященное изучению циркуляционных процессов атмосферы в северном полушарии, приводящих к формированию экстремально низких температур воздуха в восточной части Балтийского региона, является, несомненно, **актуальной темой**. Выбранный автором район Балтийского региона, с большой плотностью населения и крупными портовыми городами (С.Петербург, Стокгольм, Рига, Таллинн, Клайпеда), свидетельствует о **практической значимости этого исследования**. Совершенно очевидно, что резкие снижения температуры воздуха в этом регионе в зимнее время оказывают влияние не только на здоровье населения и коммунальные службы крупных городов, но и на бесперебойную работу портовых сооружений и состояние судов. Выводы, полученные в работе, несомненно, имеют **практическую значимость**, как для понимания механизма

формирования резких похолоданий в этом регионе, так и для повышения достоверности долгосрочных и краткосрочных прогнозов погоды.

**Достоверность** полученных автором результатов обоснована, прежде всего, использованием большого объема метеорологической и климатической информации, включающей не только данные о температуре воздуха и атмосферного давления, но и уникальные данные о положении и мощности барических центров действия атмосферы в северном полушарии. Кроме того, автором были использованы не только данные, имеющиеся в Российских центрах сбора метеорологической информации, но привлекались данные из зарубежных центров. Для обработки эмпирической информации автор использовал большой набор современных методов статистической обработки временных рядов и полей метеорологических параметров.

В рамках выполнения диссертационной работы И.Гечайте впервые для региона восточной части Балтийского бассейна выделены не только аномально холодные вторжения, но и оценена вероятность низких температур воздуха для периода с 1951 по 2013 гг. На основе этих данных выполнена региональная типизация атмосферной процессов в исследуемом регионе. Впервые получены корреляционные связи между аномально низкими температурами воздуха в восточной части Балтийского бассейна и конкретными типами циркуляции, а также термодинамическими процессами в нижней стратосфере. Впервые автором показано на конкретных эмпирических данных, что аномально низкие температуры воздуха в восточной части Балтики связаны с процессами в нижней стратосфере.

Диссертационная работа И. Гечайте состоит из 6 глав и 12 приложений. Общий объем работы 167 страниц, список литературы включает 208 наименований, большая часть ссылок на иностранных языках. Работа хорошо иллюстрирована рисунками (79) и табличным материалом (9), большая часть таблиц включена в приложения.

В **первой главе** автор дает общую картину изменения климата в северном полушарии за период инструментальных наблюдений, а также выделяет аномальные зимние похолодания в восточной части Балтики на фоне глобального потепления последних 30-35 лет. Для выделения аномально холодных событий автор использовал рекомендации, предложенные в отчетах IPCC. В работе дается общая характеристика циркуляционных процессов и блокирующих ситуаций, которые приводили к аномальным похолоданиям. В главе также рассматриваются различные классификации циркуляционных процессов, разработанные не только российскими авторами, но и зарубежными исследователями. В главе также описываются основные индексы атмосферной циркуляции, североатлантическое колебание (САК), арктическое колебание

(АК), рассматриваются процессы, влияющие на преобладание той или иной формы колебания и их связь с изменением эмиссии парниковых газов, концентрации озона и с колебаниями солнечной и геомагнитной активности. Довольно подробно рассматривается возможная связь между формированием различных типов циркуляции в тропосфере и процессами в верхней стратосфере. Автор подчеркивает и совершенно не обоснованно, что эти процессы имеют определяющее значение для формирования блокирующих ситуаций, так называемых «блокингов».

**Вторая глава** диссертации посвящена описанию базы данных и статистических методов, используемых для её анализа. В работе анализируются данные о температурах воздуха зимнего времени года за период 1951-2013 гг. для территории между  $53,5^{\circ}$  –  $61,5^{\circ}$  с.ш. и  $19,5^{\circ}$  –  $32,5^{\circ}$  в.д. Для анализа использовались средние месячные и суточные значения минимальных температур воздуха, атмосферного давления, данные о зональном ветре в нижней стратосфере, средние месячные значения индексов циркуляции, а также модель для расчета потоков волновой активности и модель HYSPLIT. Модель использовалась для расчета траекторий частиц воздуха. Для анализа временных рядов температуры воздуха и других параметров применялись различные статистические методы, а для оценки статистической значимости – критерии Стьюдента и тест Кенделла. Кроме того, автор использовал различные программные пакеты для визуализации полученных результатов. Материалы, представленные в этой главе, показывают, что автор диссертации владеет различными современными методами обработки данных и может использовать программные материалы для представления данных.

**Третья глава** диссертации посвящена анализу тенденций изменения приземной температуры воздуха в зимнее время в восточной части Балтийского бассейна. Выделены периоды наиболее сильных похолоданий, оценены тренды изменения зимних температур и их статистическая значимость. Выполнены сравнения между изменением температур в зимнее время в Санкт-Петербурге и в Вильнюсе за период с 1800 по 2013 гг.

В **пятой главе** проведен анализ зависимости между характеристиками циркуляции и повторяемостью холодных вторжений в восточную часть Балтики. Показано, что в более чем 80% случаев экстремально холодные вторжения связаны с меридиональными типами циркуляции. Отмечается, что частота вторжения арктического воздуха в умеренные широты в последнее время увеличивается. Отмечается роль блокирующих процессов над восточной частью Северной Атлантики при аномально/экстремальных похолоданиях.

**Шестая глава** посвящена оценке роли крупномасштабных циркуляционных систем в формировании зимних аномалий холода в восточной части Балтийского региона. Рассмотрены вариации активности Исландского минимума давления, Арктического

колебания в свете формирования аномально холодных экстремумов в исследуемом регионе. Получен вывод о том, что индекс Арктического колебания можно использовать в качестве критерия оценки влияния крупномасштабных процессов на температурный режим восточной части Балтийского региона. Показана связь между состоянием Исландского минимума и индексом Арктического колебания, эту зависимость можно использовать для уточнения долгосрочных прогнозов.

Диссертация написана хорошим языком, легко читается, сделанные к каждой главе выводы логичны и обоснованы. Общая оценка диссертации – высокая, однако имеется ряд замечаний, которые автор должен учесть при продолжении работ и при подготовке новых публикаций.

Основные замечания к работе:

1. Автор анализирует период с 1951 по 2013 гг., который включает время наибольшего похолодания в северном полушарии между 1951 и началом 80х годов и период повышения глобальной температуры с середины 80х до настоящего времени. Было бы логично рассмотреть эти периоды отдельно и показать насколько изменилась повторяемость аномально холодных зим за каждый из них. Это замечание нужно рассматривать в качестве рекомендации для дальнейших исследований;

2. Стр.3. В разделе актуальность работы автор говорит о том, что «от аномального холода умирает в 17 раз больше людей, чем от жары». Автор не дает ссылки на столь сильное заключение. Но очевидно, что смертность от экстремальных условий погоды определяется не только прямым воздействием на здоровье человека, но и рядом других факторов, прежде всего социальных. От экстремальных условий погоды, как от сильных холодов, так и от аномальной жары больше всего страдают не защищенные слои общества;

3. Стр.15. Обсуждая проблему похолодания в средних веках (так называемый «минимум Маундера»), автор ссылается на работы Локвуда о том, что через 50 лет могут наступить условия, близкие к тем, которые имели место в Европе во время похолодания Малой ледниковой эпохи (МЛЭ). Исследования последних лет, в частности результаты, полученные при анализе ледяных кернов из Гренландии и Антарктиды, позволили получить детальные данные о содержании стратосферного аэрозоля в атмосфере за несколько последних тысячелетий. Эти данные однозначно говорят о том, что содержание аэрозоля в стратосфере между 1500 и 1850 гг. (это время похолодания средних веков, МЛЭ) значительно превышали фоновые значения. Снижение в приходе солнечной радиации к земной поверхности могло за счет увеличения концентрации аэрозоля в

верхней тропосфере быть причиной понижения температуры воздуха у земной поверхности;

4. Большой список используемой литературы свидетельствует о хорошем знании автором литературы. К сожалению, в списке отсутствуют ссылки на серию работ сотрудников Института Физики Атмосферы РАН (Мохов и др.) о блокирующих явлениях («блокингах») в северном полушарии и их роли в изменении современного климата. При подготовке новых публикаций по проблеме экстремальных явлений, автору необходимо с ними ознакомиться.

5. В 2008 году вышел первый отчет группы экспертов по климату Балтийского Бассейна (“Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin”), в 2015 году был опубликован второй доклад. Оба издания посвящены проблеме изменения климата в Балтийском регионе и являются своеобразными “IPCC” для этого региона. Желательно автору, который занимается вопросами изменения климата в восточной части Балтики, ознакомиться с этими изданиями.

Отмеченные в работе недостатки не снижают научной значимости диссертации И. Гечайте. Работа прошла необходимую апробацию. Основные результаты работы доложены на конференциях и опубликованы в журналах, входящих в список ВАК.

Сформулированные в работе защищаемые положения логичны и обоснованы. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации и соответствует требованиям ВАК.

С учетом совокупности решенных в рамках диссертации задач, их научного уровня и практической значимости выводов, можно сделать заключение о том, что диссертация И. Гечайте **«Колебания циркуляции атмосферы как фактор формирования сильных зимних похолоданий в восточной части Балтийского региона»**, является законченной квалификационной работой и отвечает требованиям ВАК РФ к кандидатским диссертациям по пункту 23 «Положение о присуждении ученых степеней» Постановления Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 г., а её автор Индре Гечайте заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.30 – метеорология, климатология, агрометеорология.

Ведущий научный сотрудник отдела Исследований  
изменений климата ФГБУ «ГГИ»,  
доктор географических наук

И.И. Борзенкова

Ученый Секретарь



*И.И. Борзенкова*  
*З. Верина*