

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГБУ «ГГО»

доктор физ.-мат. наук

В.М. Катцов

«15» октября 2020 г.



### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения

«Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова»

на диссертационную работу

**«Взаимное запаздывание между изменениями глобальной температуры и содержания углекислого газа в атмосфере»**

представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук

по специальности 25.00.29 — «физика атмосферы и гидросферы»

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова Российской академии наук

Соискатель: Мурышев Кирилл Евгеньевич

По итогам обсуждения диссертации на семинаре ФГБУ «ГГО» принято следующее заключение:

Диссертационная работа Мурышева Кирилла Евгеньевича посвящена **актуальной проблеме** исследования взаимозависимости изменений среднеглобальной температуры атмосферного воздуха и содержания углекислого газа в атмосфере. Согласно современным представлениям, наблюдаемый в последнее столетие рост среднеглобальной температуры обусловлен увеличением содержания в атмосфере парниковых газов, среди которых важнейшим является углекислый газ. В то же время в ряде публикаций отмечается отсутствие синхронности в эволюции атмосферной концентрации углекислого газа и среднеглобальной температуры, главным образом при реконструкции палеонаблюдений. Поэтому всестороннее изучение механизмов взаимосвязи между ними

даёт возможность лучше понять процессы, происходящие в земной климатической системе, что в последующем позволит адекватнее моделировать такие процессы и на основе модельных оценок вырабатывать и реализовывать эффективные меры противодействия нежелательным изменениям климата. Исследование К.Е. Мурышева до некоторой степени восполняет пробел в наших познаниях о взаимовлиянии среднеглобальной температуры и углекислого газа в атмосфере, и потому является актуальным.

**Тема диссертации** соответствует специальности 25.00.29 — «физика атмосферы и гидросферы», в частности, как области науки об атмосфере, её составе, физических и химических процессах, в ней происходящих.

**Методы исследования**, использованные автором, основаны на использовании ряда моделей, а именно: модели общей циркуляции (MIROC-ESM), модели промежуточной сложности (климатической модели ИФА РАН) и концептуальной энергобалансовой модели климата с углеродным циклом.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, приложения и списка литературы. Общий объём диссертации составляет 90 страниц, в том числе 14 рисунков, 2 таблицы. Список литературы содержит 82 названия.

Во **Введении** обоснована актуальность работы, сформулированы ее цели и задачи, перечислены основные результаты и этапы исследования.

В **первой главе** представлены описания климатической модели ИФА РАН, относящейся к классу моделей промежуточной сложности, концептуальной модели климата с углеродным циклом, состоящей из уравнений, характеризующих отклонения среднеглобальных значений температуры и содержания углекислого газа и метана в атмосфере от их равновесных значений, и линеаризованной версии концептуальной модели, используемой для получения аналитических решений. Также анализируются результаты численных модельных экспериментов по воспроизведению климата XVIII-XXI вв.

Во **второй главе** на основе численных экспериментов с климатической моделью ИФА РАН и концептуальной моделью описаны и проанализированы временные сдвиги между изменениями глобальной температуры и содержания углекислого газа в атмосфере при сценариях непарникового внешнего воздействия на климатическую систему Земли. Использовались как периодические, так и непериодические непарниковые внешние воздействия с временными масштабами от десятков до тысяч лет.

В **третьей главе** представлено исследование временных сдвигов между изменениями глобальной температуры и содержания углекислого газа в атмосфере при сценариях внешних эмиссий парниковых газов в атмосферу. В разных группах модельных экспериментов

предполагался учёт или неучёт метанового блока. Произведён анализ полученных модельных результатов.

**Заключение** посвящено выводам работы, в нём также проведено итоговое сопоставление основных результатов исследования и намечены перспективы дальнейшего развития его основных направлений.

**Научная новизна** работы состоит в полученных в результате модельных исследований выводах, в частности: знак временного сдвига между изменениями среднеглобальной температуры и углекислого газа в атмосфере зависит от типа внешнего воздействия на климатическую систему Земли и его временного масштаба; указаны «первичность» и «вторичность» изменений среднеглобальной температуры и углекислого газа в атмосфере для конкретных (непарниковых и парниковых) механизмов климатических изменений.

**Обоснованность и достоверность** представленных в диссертации результатов подтверждается успешной валидацией использованных моделей, построенных на хорошо известных законах природы.

**Научная и практическая значимость** результатов в том, что они позволяют лучше понять механизмы формирования временных сдвигов между изменениями климатических переменных, которые в дальнейшем могут быть использованы для уточнения интерпретации данных наблюдений и модельных палеореконструкций.

**Апробация диссертации** проведена в достаточном объёме, результаты исследований докладывались на семинарах, отечественных и международных научных конференциях, опубликованы в ряде статей в научной периодике.

**Автореферат** полностью отражает содержание диссертации. По теме диссертации опубликовано 12 научных работ, из них 5 - в изданиях, входящих в список ВАК и базы данных WoS и Scopus (в том числе одна представленная к публикации).

По работе могут быть сделаны следующие **замечания**:

1. Обычно во введении диссертации даётся полноценный обзор состояния дел в отечественных и мировых исследованиях, соответствующих направлению работы автора. В настоящей диссертации в обзоре российских исследований фактически представлены лишь работы одного института – Института физики атмосферы РАН, в котором работает диссертант. Как следствие, многие аспекты изменений климата в результате различных внешних факторов (в частности, отклик климатической системы на рост содержания парниковых газов в атмосфере, исследование метанового цикла и его вклад в радиационный баланс Земли и др.), много и достаточно успешно изучаемые в институтах РАН и Росгидромета, остались вне рамок представленного обзора. Не ставя под сомнение право

автора делать выбор работ, на базе которых строится его исследование, отметим тем не менее, что обзор состояния российских исследований должен быть представлен более полно.

2. В используемых автором моделях ряд процессов учитывается с помощью параметризаций, коэффициенты которых подбираются с таким расчётом, чтобы полученные модельные результаты наилучшим образом соответствовали данным наблюдений или модельным результатам других авторов. Таким образом достигается хорошее согласование модельных оценок с характеристиками современного климата. Однако в данной работе интегрирование модели ведётся на длительный период (несколько сот лет), в этом случае есть все основания полагать, что за столь продолжительный срок величины параметризационных коэффициентов претерпят изменения, возможно, значительные (например, по имеющимся разным литературным оценкам, время жизни метана в атмосфере уменьшилось за полтора века (1850-2005 гг.) на 19,2%, а только за последние 20 лет прошлого столетия на 4,3%). Такая эволюция коэффициентов учтена в данной работе не в полной мере, поэтому полученные автором модельные оценки носят качественный характер и в дальнейшем могут быть улучшены.

3. В данной работе «мерилом достоверности» избраны результаты, полученные с помощью модели общей циркуляции (MIROC-ESM), с ними ведётся сравнение полученных автором результатов. Очевидно, что эта модель, как и всякая другая, имеет свои достоинства и недостатки. Поэтому ориентация на неё как на «истину в последней инстанции» вряд ли правомерна. Целесообразно осуществить комплекс модельных экспериментов, в которых было бы произведено варьирование в достаточно широких пределах модельных параметров с последующим анализом полученных результатов. Такое варьирование позволило бы определить рамки, в которых справедливы сделанные в данном исследовании выводы. Указанный подход может быть одним из направлений дальнейшей работы автора.

Указанные недостатки не оказывают существенного влияния на основные результаты работы и не умаляют ценности полученных в ней результатов и выводов.

Рассматриваемая диссертация является законченной научно-квалифицированной работой, в которой содержатся результаты, позволяющие лучше понять механизмы формирования климата Земли. Она представляет собой научный труд, выполненный на актуальную тему, и содержит новые результаты.

На основании всего вышеизложенного можно утверждать, что представленная диссертационная работа и автореферат удовлетворяют всем требованиям пунктов 9 и 10 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года №842, в редакции от 30.07.2014 года, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук, а её автор Мурышев Кирилл Евгеньевич несомненно достоин

присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 – «физика атмосферы и гидросферы».

Отзыв на диссертацию и автореферат обсуждён и одобрен на семинаре ФГБУ «ГГО» 30.09.2020 г.

Отзыв подготовили:

Ведущий научный сотрудник

Федерального государственного бюджетного учреждения

«Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова»,

кандидат физико-математических наук

по специальности 25.00.29 – «физика атмосферы и гидросферы»



Киселёв Андрей Александрович

Адрес: 194021, Санкт-Петербург, ул. Карбышева, д. 7.

Тел. (812) 297-86-68

E-mail: [kismgo@rambler.ru](mailto:kismgo@rambler.ru)

Я, Киселёв Андрей Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Ведущий научный сотрудник,

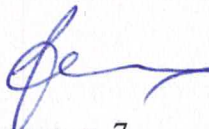
заведующий Отделом динамической метеорологии и климатологии

Федерального государственного бюджетного учреждения

«Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова»,

кандидат физико-математических наук

по специальности 25.00.30 – «метеорология, климатология, агрометеорология»



Школьник Игорь Маркович

Адрес: 194021, Санкт-Петербург, ул. Карбышева, д. 7.

Тел. (812) 297-86-68

E-mail: [igor@main.mgo.rssi.ru](mailto:igor@main.mgo.rssi.ru)

Я, Школьник Игорь Маркович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Главный научный сотрудник  
Федерального государственного бюджетного учреждения  
«Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова»,  
доктор физико-математических наук  
по специальности 25.00.30 – «метеорология, климатология, агрометеорология»

Мелешко Валентин Петрович

Адрес: 194021, Санкт-Петербург, ул. Карбышева, д. 7.

Тел. (812) 297-43-90

E-mail: [meleshko@main.mgo.rssi.ru](mailto:meleshko@main.mgo.rssi.ru)

Я, Мелешко Валентин Петрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Подписи Киселёва А.А., Школьника И.М., Мелешко В.П. удостоверяю

Учёный секретарь

Федерального государственного бюджетного учреждения  
«Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова»,  
кандидат географических наук



Шанина Ирина Николаевна

15 октября 2020 г.