

## Отзыв

председателя диссертационного совета на диссертацию Коваля Андрея Владиславовича «Взаимодействия гидродинамических волн в средней и верхней атмосфере и их влияние на общую циркуляцию», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 25.00.29 – «Физика атмосферы и гидросферы».

Диссертация А. В. Коваля посвящена численному моделированию крупномасштабных атмосферных колебаний и мезомасштабных возмущений орографического происхождения в средней и верхней атмосфере. Основное внимание уделено анализу и интерпретации волновых взаимодействий, и чувствительности их пространственно-временных структур к естественным внешним воздействиям, таким как квазидвухлетнее колебание низкоширотного зонального ветра, событие внезапного стратосферного потепления, циклические изменения солнечной активности.

Планетарные волны являются одним из важнейших механизмов динамического взаимодействия верхней атмосферы с нижележащими слоями, играющего определяющую роль в формировании общей циркуляции, температурного режима и состава средней и верхней атмосферы. Помимо непосредственного воздействия на средний поток за счет взаимного обмена энергией и моментом импульса, глобальные волны являются основной движущей силой атмосферной меридиональной циркуляции, которая считается основным механизмом динамического взаимодействия различных слоев и областей атмосферы, влияющим на перенос аэрозоля, атмосферных газов и, следовательно, на состав атмосферы. Такие исследования являются на сегодняшний день актуальными не только с точки зрения нашего продвижения в понимании крупномасштабных волновых взаимодействий в атмосфере, но и в контексте анализа климатических изменений на планете.

Научно-исследовательская работа в рамках диссертации подразделяется автором на четыре направления: разработка параметризации теплового и энергетического воздействия орографических волн, изучение структур глобальных атмосферных волн при различных динамических и внешних воздействиях, анализ влияния изменения параметров термосферы, вызванных изменениями солнечной активности, на атмосферную циркуляцию, а также изучение чувствительности остаточной меридиональной циркуляции к различным крупномасштабным динамическим воздействиям.

Получены важные новые результаты, в частности, разработано новое программное обеспечение, включающее параметризацию динамического и теплового воздействия ОГВ на атмосферную циркуляцию, расчет волноводных характеристик атмосферы до высот термосферы, расчет остаточной меридиональной циркуляции по модельным данным и

связанных с ней потоков консервативных атмосферных примесей. Работа выполнена на высоком научном уровне. Тем не менее, к работе имеются следующие замечания:

1. А научной новизне автор утверждает, что включение параметризации ОГВ в модель МСВА улучшает согласие моделируемой и наблюдаемой циркуляции. Однако не приводятся точные данные, насколько улучшает и каким образом это было измерено.
2. Анализ потоков озона посвящено несколько подразделов диссертации, при этом озон участвует в экспериментах как пассивная примесь. Как я понимаю, в МСВА нет активного фотохимического блока. С учетом времени жизни озона на высотах верхней стратосферы и МНС области, расчеты потоков озона там должны выглядеть как грубое приближение.
3. В разделе 3.4.1 утверждается, что причиной изменений ПВ является изменение профилей компонент среднего ветра – через изменение потоков Элиассена-Пальма и показателя преломления. Необходимо уточнить, что через передачу момента импульса и энергии ПВ сами воздействуют на средний поток, вследствие чего взаимодействие ПВ со средним потоком – нестационарный процесс.
4. Ошибочно утверждение, что при западной фазе КДК в стратосфере СПВ отклоняются ближе к полюсу. На самом деле на рис. 3.7 заметно отклонение СПВ к экватору, что сопровождается усилением зонального потока в высокоширотной стратосфере.

Мелкие неточности:

1. В подпункте 1.1.2 вертикальное и горизонтальное волновые числа указаны как  $m$  и  $k$ , а в последующих пунктах – наоборот.
2. Применительно к разности остаточной и средней меридиональной циркуляции используются сразу несколько терминов: волновая компонента циркуляции, вихревые течения. Это усложняет восприятие материала.
3. Есть небольшое количество опечаток.

Приведенные замечания не умаляют значимость полученных соискателем теоретических результатов, вносящих существенный вклад в современное понимание роли атмосферных волновых взаимодействий в формировании динамического и теплового режимы различных слоев атмосферы.

Диссертантом опубликовано 33 статьи, включая 24 публикации в журналах, индексируемых РИНЦ/Web of Science/Scopus, в том числе 4 статьи в журналах 1-го квартала. Результаты многократно докладывались на международных конференциях.

Диссертация Коваля Андрея Владиславовича на тему «Взаимодействия гидродинамических волн в средней и верхней атмосфере и их влияние на общую циркуляцию» соответствует основным требованиям, установленным Приказом № 6821/1 от 01.09.2016 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», а соискатель Коваль А.В. заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 25.00.29 – «Физика атмосферы и гидросферы». Пункт 11 указанного Порядка не нарушен.

Председатель диссертационного совета  
Доктор физико-математических наук,  
Профессор кафедры физики атмосферы  
Санкт-Петербургского государственного  
университета



/ Е.Ф. Михайлов /

28 июля 2021 г.