

Отзыв

на автореферат диссертации Кривошукского Алексея Александровича
"Воздействие солнечных протонных вспышек на среднюю атмосферу Земли",
представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по
специальности 25.00.29 — физика атмосферы и гидросферы

СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ ОТЗЫВА

Актуальность темы исследования.

В последнее время сформировалось четкое понимание, что Земля и околоземное пространство представляет собой открытую физическую систему. Так как реальная физическая система непрерывно обменивается с внешней средой энергией, веществом, импульсом, энтропией и т.д., то процессы, формирующиеся в атмосфере Земли естественно рассматривать с позиций существования непрерывного физического воздействия, имеющего, по отношению к ней, внешнее происхождение. Спутниковые наблюдения в периоды солнечных протонных событий (СПС) за параметрами солнечной радиации и атмосферы, а также модельные расчеты показали, что основные эффекты воздействия заряженных частиц находятся на высотах 10-100 км (средняя атмосфера). Кроме того, эта область высот характеризуется тем, что она в значительной степени контролируется солнечной УФ радиацией, которая определяет интенсивность фотохимических реакций и содержание многих малых газовых составляющих (в первую очередь озона), влияющих на термический режим (и, как следствие, глобальную циркуляцию) средней атмосферы Земли. Следует отметить, что в этом диапазоне высот лежит область D ионосферы.

В этой связи проблема эффективности механизмов внешних воздействий на атмосферу Земли, обусловленных СПС и напрямую связанных с формированием погоды и, в конечном счете, климата, является актуальной.

Диссертация состоит из Введения, четырех глав и Заключения, общий объем которых составляет 260 страниц, включая 9 таблиц, 105 иллюстраций и 2 Приложения.

Научная новизна работы

В результате комплексного исследования отклика пространственно-временной структуры химического состава (озон и другие малые составляющие, включая заряженные), температуры и циркуляции средней атмосферы на воздействие энергичных частиц космического происхождения с помощью численных моделей высокого уровня (и анализа данных наблюдений) и проверки эффективности одного из механизмов солнечно-атмосферных связей, диссертантом получены результаты, которые на основе совокупности модельных расчетов и итогов анализа спутниковых наблюдений,

подтвердили основные выводы разработанной в 70-х годах прошлого столетия общей теоретической концепции о возможности генерации дополнительных атомов азота и окислов водорода солнечными космическими лучами. Кратко перечислим основные *впервые* (выделено мною, Богданов В.В.) полученные диссертантом результаты.

1. На основе разработанной фотохимической модели и выполненного на ее основе численного расчета получена трехмерная пространственно-временная структура отклика химического состава озоносферы на воздействие наиболее мощных протонных вспышек 23-го цикла активности Солнца.

2. Показано, что вследствие воздействия СПС в полярной области образуются окислы азота и водорода (отсутствующие в невозмущенных ночных условиях), концентрации которых сопоставимы с концентрациями в дневных невозмущенных условиях.

3. С помощью численного моделирования исследована реакция термического режима и циркуляции средней атмосферы на воздействие СПС. Показано, что вызванные разрушением озона после СПС отрицательные изменения температуры (порядка 6 К) и циркуляции распространяются до более низких широт и сохраняются в страто-мезосфере после окончания СПС. Обнаружены изменения температуры и ветра в нижней термосфере (где отсутствовали изменения озона), обусловленные нарушением условия распространения ВГВ вследствие изменений зонального ветра в период СПС.

4. По данным о потоках СКЛ в периоды СПС в 23-ем цикле активности Солнца по рассчитанному на основе модели уровню ионизации полярной ионосферы установлена иерархия геоэффективности солнечных протонных событий для этого цикла.

5. При реализации численных сценариев обнаружена возможность долговременных последствий воздействия СПС 28.10.2003 г. на озон и температуру в стратосфере и тропосфере. Показано, что в условиях полярной ночи образованные в период СПС дополнительные окислы азота (NO_x) могут опуститься до уровней стратосферы, разрушая озон и меняя температуру после восхода Солнца.

6. С помощью фотохимического моделирования рассчитан отклик области D ионосферы. Показано, что изменения электронной концентрации и содержания основных ионов на воздействие сильных СПС (19 октября 1989 г. и 14 июля 2000 г.) могут составить более порядка величины.

7. На основе анализа данных спутниковых измерений изучена структура изменений в период СПС компонент химического состава и температуры средней атмосферы в полярных широтах северного полушария, и установлено их соответствие с результатами численного моделирования.

Практическая ценность работы

Практическая ценность работы определяется тем, что созданы технологии, основанные на использовании глобальных численных моделей химического состава и динамики средней атмосферы, в которых используется спутниковая информация о солнечных корпускулярных потоках, являющейся основой для мониторинга и прогноза изменений в озоносфере и нижней ионосфере Земли вызванных Солнцем. Результаты использовались при выполнении плановых НИР целевой научно-технической программы (ЦНТП) Росгидромета и, проектов РФФИ, а также в рамках участия в международных проектах NEPPA, SolarMIP, ROSMIC.

Достоверность и обоснованность

Достоверность полученных результатов подтверждена международным сравнением результатов моделирования в рамках проекта NEPPA, сравнением результатов моделирования с данными спутниковых наблюдений и ракетных экспериментов, а также экспертизой результатов в процессе публикаций в отечественных и зарубежных реферируемых журналах.

Замечаний по автореферату Криволуцкого А. А. нет. Многолетние исследования представлены четко, грамотно и в полной мере, чтобы можно было оценить объем и результаты выполненной работы. Можно высказать только пожелание. Из автореферата не следует, использовались ли при анализе данные об измерении частиц, выполненные российскими спутниками. Поэтому в дальнейшей работе автору диссертации необходимо этот пробел заполнить.

Из автореферата следует, что диссертационное исследование Криволуцкого А.А. носит законченный характер, обладает большой научной и практической ценностью, является самостоятельным, логически обоснованным и завершённым исследованием в области наук о Земле. Автор продемонстрировал широкие возможности использования глубоких знаний современной физики в области физики средней атмосферы Земли. Базируясь на большой совокупности модельных расчетов и результатов анализа спутниковых наблюдений Криволуцким А.А. представлено в диссертации законченное комплексное исследование отклика пространственно-временной структуры химического состава, температуры и циркуляции средней атмосферы на воздействие энергичных частиц космического происхождения. С помощью численных моделей высокого уровня скомплексированных со спутниковыми наблюдениями и проверки эффективности одного из механизмов солнечно-атмосферных связей, диссертантом впервые получены результаты, которые подтвердили основные выводы разработанной в 70-х годах прошлого столетия общей теоретической концепции о возможности генерации дополнительных

атомов азота и окислов водорода солнечными космическими лучами. Диссертация Кривошукского Алексея Александровича "Воздействие солнечных протонных вспышек на среднюю атмосферу Земли", представленная на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 25.00.29 — физика атмосферы и гидросферы, соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а соискатель, безусловно, заслуживает искомой степени доктора физико-математических наук.

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

Ученая степень: д.ф.-м.н. по специальности 25.00.29

Должность: ГНС



Богданов

Богданов
Вадим Васильевич

07 февраля 2017 г.

Лаборатория Физика атмосферы
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космофизических исследований и распространения радиоволн (ИКИР) Дальневосточное отделение Российской академии наук

Адрес: (учреждения) 684036, Камчатский край, Елизовский р-он, с. Паратунка, ул. Мирная, д.7, ИКИР ДВО РАН

Телефон: +7 (914) 620-3169

E-mail: vbogd@ikir.ru

Подпись В.В. Богданова заверяю

Гл.специалист по кадрам ИКИР ДВО РАН

31.05.2017



Егоркина

Л.В. Егоркина