

**Отзыв на автореферат диссертации А.А. Криволуцкого  
"Воздействие солнечных протонных вспышек  
на среднюю атмосферу Земли", представленной на соискание  
ученой степени доктора физико-математических наук**

Работа А.А. Криволуцкого связана с проблемой глобального изменения климата. В то время как само изменение уже безусловно происходит, до сих пор ведутся дискуссии о вкладе в этот процесс натуральных и антропогенных процессов. Воздействие солнечной активности на атмосферу Земли многогранно и во многих отношениях остается неизученным. Благодаря работам диссертанта, достигнуто понимание механизмов воздействия на атмосферу потоков энергичных заряженных частиц, генерированных в результате взрывного энерговыделения на Солнце. Увеличенные потоки энергичных заряженных частиц, падающих на атмосферу, приводят к усилению ионизации и многочисленных ион-молекулярных реакций, сопровождаемых изменениями содержания озона и других малых химических составляющих атмосферы. Процессы зависят от высоты, широты, времени и мощности солнечного протонного события (СПС). Они настолько сложны, что изучать их можно только с помощью моделирования. В России этой проблемой на протяжении многих лет занимается группа ЦАО под руководством диссертанта. В результате многолетней работы создано семейство моделей, позволяющих моделировать отклик атмосферы на СПС, включая трехмерную нестационарную фотохимическую модель. Впервые показано, что СПС трансформируют практически всю фотохимическую атмосферу Земли, а не только озон, и воздействуют на температурный режим и циркуляцию атмосферы. Воздействие мощного СПС на атмосферу может продолжаться в течение длительного времени порядка года.

Результаты моделирования изменений в содержании озона и других химических составляющих подтверждены прямыми измерениями на спутниках и ракетах.

Работы А.А. Криволуцкого широко известны и признаны специалистами во всем мире. Они вошли в несколько международных проектов и отражены в отчете по сравнению существующих в мире фотохимических моделей High Energy Particle Precipitation in the Atmosphere (HEPPA). Монография А.А. Криволуцкого и А.И. Репнева «Воздействие космических факторов на озоносферу Земли» является ценным источником информации в области мульти-дисциплинарной проблемы, и используется специалистами по солнечно-земной физике, изучающими солнечную активность и процессы в атмосфере Земли.

Замечаний по существу работы у меня нет. В автореферате есть неточности, не влияющие на высокую оценку научных результатов:

На рис.14-15 не указана широта, к которой относятся показанные результаты.

Из текста следует, что моделирование долговременного воздействия заряженных частиц на полярную атмосферу выполнено с помощью модели ARM,

но в подписях к рисункам 16 и 17, иллюстрирующим эти результаты. сказано, что они получены с помощью модели CHARM. По-видимому, в тексте опечатка.

Не указаны единицы измерения скорости ветра на рис.19.

Не расшифрована аббревиатура ВГВ.

Результаты работы А.А. Криволицкого существенно продвигают понимание процессов в атмосфере, связанных с дополнительной ионизацией энергичными частицами солнечного происхождения, и являются существенным аргументом в дискуссии о естественных и антропогенных составляющих глобального изменения климата. Считаю очень важным, что они обобщены в диссертации, которая удовлетворяет всем требованиям пункта 9 "Положения о порядке присуждения учёных степеней", предъявляемым к докторским диссертациям. Автор работы - А.А. Криволицкий – безусловно заслуживает присуждения ему учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 25.00.29 - "физика атмосферы и гидросферы" за создание и апробирование семейства фотохимических моделей воздействия на атмосферу Земли потоков энергичных заряженных частиц солнечного и межпланетного происхождения.

Базилевская Галина Александровна

д.ф.-м.н., г.н.с. лаборатории физики Солнца и космических лучей ФГБУН  
Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук,  
119991, Москва, Ленинский проспект, 53, тел. 8 (495) 485 42 63,  
эл адрес [bazilevs@sci.lebedev.ru](mailto:bazilevs@sci.lebedev.ru)

30.05.2017 г.

Подпись Г.А. Базилевской удостоверяю.

Ученый Секретарь ФИАН

к.ф.-м.н.



А.В. Колобов