



Cosmic Ray Division

A.I. Alikhanyan National Science Laboratory Foundation (Yerevan Physics Institute)

A.I. Alikhanyan National Science Laboratory Foundation (YerPhI) • Alikhanyan brothers Street 2 • (+374) 35 20 41 • Yerevan 36 • Armenia
E-mail: chili@aragats.am • www.aragats.am

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Костинского Александра Юльевича «Плазменные структуры и объемные сети каналов, как составляющие последовательного механизма инициации молнии в грозовых облаках», представленную на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 25.00.29 — физика атмосферы и гидросферы.

В первых строках автореферата заявлена главная интрига работы: «В физике молнии нет более актуальной и запутанной проблемы, чем проблема механизма инициации молнии в грозовых облаках.» Несмотря на огромный прогресс, достигнутый в последние годы в исследованиях физических процессов в атмосферных разрядах, главный вопрос - как молния инициируется внутри грозы остается без ответа. Существующая экспериментальная техника не способна предоставить детальные характеристики динамики изменений электрического поля в областях облака, где формируются лидеры молний. Зондирование грозового электрического поля с помощью воздушных шаров проводится редко и довольно медленно (20-40 минут на облет грозы), измерения выполняются на неконтролируемой и случайной траектории полета, и обычно шары уносятся ветром, и часто разрушаются молнией. Тем не менее, до сих пор зондирование с помощью воздушных шаров является единственным источником доступной информацией, позволяющей проанализировать всю глубину грозы.

А.Костинский подходит к решению задачи инициации молний, используя данные многолетних экспериментов по генерации плазменных образований в метровых электрических разрядах, в которых подробно регистрировалась последовательность образования плазменных структур, приводящих в конечном итоге к образованию ступенчатого лидера. То есть, исследуется вся цепь переходов плазмы из одного состояния в другое, а не только инициация первого стримера. Однако, само инициирующее молнию событие выскальзывает от наблюдения.

Для построения полной модели молнии А.Костинский совершает второй необходимый шаг – привлекает данные физики космических лучей. Только такой подход к междисциплинарным работам, который вносит синергию в научные исследования, может дать самые важные и интересные результаты. Широкие атмосферные ливни (ШАЛ), порожденные галактическими протонами и ядрами, состоят из огромного количества заряженных и нейтральных вторичных элементарных частиц, заполняющих земную атмосферу. Большие и малые ШАЛ создают на высотах до 30 км стабильную плотность электронов, которые служат заправкой для лавин убегающих электронов, размножая и ускоряя первичный поток электронов во много раз. Потоки частиц, регистрируемые во время гроз, возникают в результате релятивистских лавин убегающих электронов (RREA), инициируемых свободными электронами, ускоренными в сильных атмосферных электрических полях. Два противоположно направленных диполя в грозовом облаке ускоряют электроны в направлении к земной поверхности и - открытому пространству.

Автор постулирует существование многочисленных небольшие областей, размерами $\sim 10^{-4} - 10^{-3} \text{ м}^3$, где электрическое поле, возникающее из-за статистического движения заряженных гидрометеоров и турбулентности плазменной среды, намного превышает порог убегания электронов. В этих областях происходит размножение разрядных лавин ввиду того, что частота ионизации молекул воздуха выше частоты прилипания к электроотрицательным молекулам воздуха. Электроны и позитроны, инициированные ШАЛ, проходя одновременно через множество этих «под-критичных» областей (которые автор называет «воздушными электродами»), вызывают синхронизованную инициацию множества положительных стримерных вспышек. В свою очередь, вдоль траекторий стримерных



Cosmic Ray Division

A.I. Alikhanyan National Science Laboratory Foundation (Yerevan Physics Institute)

A.I. Alikhanyan National Science Laboratory Foundation (YerPhI) • Alikhanyan brothers Street 2 • (+374) 35 20 41 • Yerevan 36 • Armenia
E-mail: chili@aragats.am • www.aragats.am

вспышек появляются высоко-проводящие плазменные образования, и последовательность переходов плазмы из одного состояния в другое, приводит в конечном итоге к движению ступенчатого лидера.

Разработанная автором модель синхронного преобразования множества небольших плазменных образований под воздействием потоков электронов, как триггерного механизма инициации молнии, безусловно является новаторским шагом в создании теории молниевых разрядов. Глубокая эрудиция и многолетнее экспериментирование с различными плазменными образованиями в электрических разрядах позволили А.Костинскому творчески обобщить накопленные знания и предложить самосогласованную модель очень сложного природного явления. Безусловно, модель нуждается в экспериментальном подтверждении, и, в этой связи, я хочу обратить внимание автора на эксперименты проводимые на Арагацкой станции космических лучей.

Синхронизированный на наносекундной шкале мониторинг вспышек молний, потоков частиц и излучения атмосферных разрядов позволил исследовать взаимодействия потоков частиц и молниевых разрядов, и выявить резкое прекращение потоков электронов вспышками молний. Площадь, бомбардируемая грозowymi ускорителями электронов на земной поверхности, может достигать десятков км², а в атмосфере десятков км³, включая миллионы гамма-лучей и электронов заполняющих атмосферу в течении десятков секунд до удара молнии.

Диссертация А.Ю. Костинского «Плазменные структуры и объемные сети каналов, как составляющие последовательного механизма инициации молнии в грозowych облаках» соответствует всем критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора наук, установленным в «Положении о порядке присуждения ученых степеней», утверждённом постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года No 842 с дополнениями от 21 апреля 2016 год No 335, а сам Костинский Александр Юльевич, безусловно, заслуживает присуждения ему учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 25.00.29 — физика атмосферы и гидросферы.

Отзыв составил:

А.Чилингарян,

8/02 2022

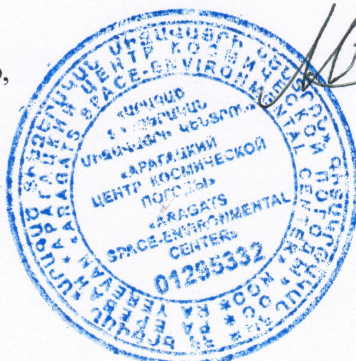
д.ф.-м.н, профессор,

Руководитель отделения физики космических лучей Национальной лаборатории им. А.И.Алиханяна,
Исполнительный директор Арагацкого центра космической погоды,

0036, ул. Братьев Алиханян 2, Ереван, Армения, Тел: 0037410352041, e-mail: chili@aragats.am

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

Подпись А.Чилингаряна заверяю,



М.Зазян