

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

Сысоева Артема Андреевича

«Исследование физических механизмов инициации молниевых разрядов и распространения ступенчатого отрицательного лидера молнии», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 – физика атмосферы и гидросферы

Диссертационная работа Сысоева А.А. посвящена теоретическому изучению вопроса инициации молнии в грозовом облаке и анализу механизма распространения ступенчатого отрицательного лидера молнии на базе разработанной автором численной модели. Актуальность данных задач отмечена ведущими специалистами физики молнии и не вызывает сомнений.

В первой главе работы автором построен согласованный разворачивающийся на трех пространственных масштабах сценарий, согласно которому инициация молнии начинается с коронных разрядов, возникающих при соударениях (сближениях) гидрометеоров, продолжается на уровне поляризованных во внешнем поле ионных пятен, дающих начало положительным стримерам, и оканчивается слиянием биполярных стримерных систем с образованием самоподдерживающегося канала молодого лидера молнии. Утверждается, что данный сценарий способен работать в условиях типичного грозового облака, чего нельзя сказать о конкурирующих механизмах. Далее, во второй главе описана модель развития ступенчатого отрицательного лидера молнии, впервые учитывающая асимметрию пороговых полей распространения положительных и отрицательных стримеров. Данная особенность модели вместе с другими новыми впервые позволила детально воспроизвести весь цикл формирования степени отрицательного лидера и процесс формирования чехла заряда вокруг его канала. Качество предложенной модели подтверждает количественное и качественное соответствие модельных результатов данным натурных наблюдений.

Наиболее важными представляются следующие положения диссертации:

1. Процесс инициации молнии представляет собой ряд последовательных переходов на всё большие пространственно-временные масштабы: сначала происходит переход от мелкомасштабных коронных разрядов, возникающих при столкновениях (сближениях) гидрометеоров, к метровым стримерным разрядам, после чего коллективное взаимодействие биполярных стримерных систем приводит к формированию лидерного канала длиной в десятки метров. При этом промежуточным звеном при переходе от электронных лавин к биполярным стримерным системам являются дециметровые области повышенной ионной проводимости, повсеместно возникающие в объёме грозового облака как конечный результат развития коронных разрядов, выступающих в роли центров ионизации.

2. Для инициации молнии в грозовом облаке необходимо выполнение двух основных условий: (1) пространственно-временная частота столкновений (сближений) гидрометеоров, приводящих к образованию коронных разрядов, должна превышать порог, равный $0.1 \text{ м}^{-3} \text{ с}^{-1}$; (2) разность потенциалов между границами активной зоны облака, ориентированными перпендикулярно макроскопическому электрическому полю, должна быть не меньше, чем 3 МВ. Поскольку предлагаемый в работе механизм инициации молнии не требует выполнения каких-либо экстремальных для типичного грозового облака условий, он является более предпочтительным по сравнению с альтернативными гипотезами.

3. Ступенчатый характер развития отрицательного лидера обусловлен асимметрией пороговых полей распространения положительных и отрицательных стримеров.

4. Формирование пространственных стемов происходит на периферии стримерной зоны отрицательного лидера, где крупномасштабное внешнее поле усиливается полем

пространственного заряда, неоднородно распределяемого перед новообразованной головкой лидера во время вспышки короны отрицательных стримеров, происходящей в конце формирования каждой ступени.

В качестве замечаний к автореферату можно сформулировать следующие уточняющие вопросы:

1. Из текста автореферата не понятно, включает ли постановка описанной в первой главе задачи учет взаимодействия ионов с молекулами воды и малых газовых составляющих?

2. Не до конца понятно, какую роль в описанном механизме инициации молнии играют положительные ионы?

3. Насколько велика ценность полученных в рамках модели отрицательного лидера параметров окружающего его чехла заряда с точки зрения совершенствования методов молниезащиты?

Отмеченные недостатки не снижают в целом высокое качество работы, которая в целом представляет собой законченную научную работу, в которой автором получен ряд важных научных результатов. Она удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автор заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 – физика атмосферы и гидросферы.

Я, Коровкин Николай Владимирович, даю согласие на обработку моих персональных данных, связанных с защитой диссертации.

Д.т.н., профессор, заведующий кафедрой теоретических основ электротехники института энергетики и транспортных систем Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого

Коровкин Николай Владимирович

21.12.2020 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.

Сайт: <https://www.spbstu.ru>

Email: nikolay.korovkin@gmail.com

Тел.: +7 (812) 552-75-72

