

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Андрея Александровича Евтушенко** «Исследование условий инициации, особенностей развития и глобального распределения высотных разрядов в атмосфере», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.6.18 – Науки об атмосфере и климате.

Как следует из автореферата диссертации, она состоит из введения, трех глав и заключения. Во введении освещается современное состояние рассматриваемых в диссертации проблем, обосновывается актуальность темы работы и ее практическая значимость, кратко излагается ее содержание, формулируются положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** формулируются уравнения, самосогласованные, радиально-симметричные, описывающие плазменно-химические процессы влияния спрайтов в ночной атмосфере на различные газовые составляющие и ионы. Воздействие на эти составляющие определяются действием электрических полей, возникающих при разрядных процессах, проявляющихся в виде светящихся атмосферных образований, носящих название спрайтов и происходящих в мезосфере. Как указывается в автореферате, разработан метод расчета системы уравнений, учитывающий различные механизмы воздействия на газовую составляющую, включающие ионизацию и прилипание электронов к газовым молекулам. Электрическое поле задается через величину ИДМ, имеющее размерность кулон, умноженный на метр. Но как показывают расчеты, приведенные в нашей статье (Морозов В.Н. Геомагнетизм и аэрономия. Т.42. №1. 2002), величина этого поля уменьшается со временем.

Предложена система из 267 химических реакций для 61 химической компоненты, предназначенная для описания химических взаимодействий в ночной мезосфере. Учтены основные ионы, электроны, нейтральные компоненты, включая возбужденные состояния азота и кислорода. Выбраны временные и амплитудные характеристики тока в молниевом канале, приводящие к максимальному значению силы тока 121,7 кА и ИДМ 720 Кл·км. Расчеты проводятся в диапазоне 60–90 км по высоте с шагом 100 м, по радиусу до 60 км с шагом 1 км.

Проведен подробный анализ результатов моделирования для ИДМ = 720 Кл·км, приводящего к инициации спрайта в условиях ночной мезосферы. Пробойное поле 128 Тд достигается на высоте 81 км через 0,4 мс после начала разряда в тропосфере с максимумом 185 Тд на высоте 79 км через 0,3 мс после начала спрайта. Рассмотрены также различные варианты расчетов в зависимости от времени жизни спрайта и характерных времен

ионизации и прилипания к атмосферным компонентам. На этих высотах электронная проводимость может как возрастать, так и убывать. Приведены результаты расчетов концентрации молекулярного азота и кислорода, а также атмосферных ионов. Делается вывод об эффективности предложенной расчетной схемы.

**Во второй главе** развит подход для параметризации спрайтов на основе данных глобальной гронопеленгационной сети WWLLN (World Wide Lightning Location Network).

Рассмотрены параметризации процессов, приводящих к инициации спрайтов. WWLLN предоставляет данные о месте, времени и энергии молниевых разрядов. Ночные условия соответствуют заходу солнца на высоте 90 км. WWLLN не содержит информации о полярности молниевых разрядов и определяет величину, равную 10% как долю положительных разрядов относительно всех разрядов облако–земля. Основываясь на данных системы гронопеленгации WWNLDN для миллиона молний за 3 года работы определяется для отрицательных и положительных разрядов средний ИДМ. К сожалению, эта система не определяет знака разряда.

Полярность разряда крайне важна: для положительных разрядов пороговое значение ИДМ оказывается значительно меньше, чем для отрицательных. Показано, что минимальное значение для инициации положительного спрайта 200 Кл·км, для отрицательного 320 Кл·км, а наличие неоднородностей в мезосфере может привести к инициации спрайтов при меньших значениях ИДМ. В качестве замечания к автореферату, необходимо было бы пояснить понятие положительного и отрицательного спрайтов. Использование гронопеленгационной сети WWNLDN позволило качественно рассмотреть глобальное распределение спрайтов вне зависимости от их типа.

**В третьей главе** диссертации приводится описание экспериментальной установки «Спрайт», созданной в ИПФ РАН, и анализируются результаты экспериментов, проведенных на этой установке.

В заключении приведены основные результаты диссертационной работы.

По содержанию автореферата диссертации можно сделать следующие замечания:

1. Диссертант при проведении численных расчетов задает некоторую величину ИДМ, которая характеризует электрическое поле от заряда спрайта. Конечно, следовало бы это сокращение расшифровать и оценить характерные времена ее изменения.
2. Величину ИДМ можно получить, если использовать расчеты, приведенные в статье (Морозов В.Н. Геомагнетизм и аэрономия. Т. 42. №1. 2002). Как следует из этой работы, ИДМ уменьшается со временем.
3. Следует пояснить термины «положительные спрайты» и «отрицательные

спрайты»

В целом эти замечания не снижают актуальность и высокий уровень выполненной работы.

В соответствии с вышеизложенным, диссертационная работа Евтушенко Андрея Александровича «Исследование условий инициации, особенностей развития и глобального распределения высотных разрядов в атмосфере», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.6.18 – Науки об атмосфере и климате, соответствует пункту 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.6.18 – Науки об атмосфере и климате.

Владимир Николаевич Морозов,  
главный научный сотрудник отдела ОГМИ ГГО, доктор физико-математических наук  
(специальность 04.00.22 - геофизика).

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова» (ФГБУ «ГГО»).

Тел.: 89643926619 E-mail: [vn.morozov@inbox.com](mailto:vn.morozov@inbox.com)

ул. Карбышева, д. 7, Санкт-Петербург

194021, Россия

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

/ В.Н. Морозов/

Подпись руки

заверяю

Д. М.  
С. Н.