

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.069.02 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК» ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 10.10.2016 №17

О присуждении Слюняеву Николаю Николаевичу, гражданину РФ,  
ученой степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Теоретическое исследование структуры и динамики глобальной электрической цепи» по специальности 25.00.29 — физика атмосферы и гидросферы принята к защите 29 июня 2016 г., протокол №16, диссертационным советом Д 002.069.01 на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН), 603950, Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46, приказ ФАНО №334 от 30.06.2015.

Соискатель, Слюняев Николай Николаевич 1989 года рождения, в 2012 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», работает младшим научным сотрудником в отделе геофизической электродинамики ИПФ РАН.

Диссертация выполнена в отделе геофизической электродинамики ИПФ РАН.

Научный руководитель — доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН Мареев Евгений Анатольевич, заместитель директора по научной работе ИПФ РАН.

Официальные оппоненты:

Морозов Владимир Николаевич, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова»,

Федоров Евгений Николаевич, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта Российской академии наук» дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт вычислительной математики им. Г.И. Марчука Российской академии наук», в своем положительном заключении, подписанном кандидатом физико-математических наук научным сотрудником Куляминым Дмитрием Вячеславовичем и доктором физико-математических наук, профессором РАН ведущим научным сотрудником Володиным Евгением Михайловичем, указала, что диссертация Н.Н. Слюняева является завершенной научно-исследовательской работой на актуальную тему, выполненной автором самостоятельно на высоком уровне. Работа удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» (пп. 9–14), утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 — физика атмосферы и гидросферы.

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, в том числе 12 публикаций по теме диссертации: 4 статьи в рецензируемых отечественных и зарубежных журналах и 8 публикаций в сборниках тезисов и трудов всероссийских и международных конференций. Наиболее значимыми публикациями соискателя по теме диссертации являются:

1. А.В. Калинин, Н.Н. Слюняев, Е.А. Мареев, А.А. Жидков. Стационарные и нестационарные модели глобальной электрической цепи: корректность, аналитические соотношения, численная реализация // Известия РАН. Физика атмосферы и океана, том 50, № 3, с. 355–364 (2014).

2. N.N. Slyunyaev, E.A. Mareev, A.V. Kalinin, A.A. Zhidkov. Influence of large-scale conductivity inhomogeneities in the atmosphere on the global electric circuit // Journal of the Atmospheric Sciences, Vol. 71, № 11, p. 4382–4396 (2014).



3. N.N. Slyunyaev, E.A. Mareev, A.A. Zhidkov. On the variation of the ionospheric potential due to large-scale conductivity enhancement and solar activity // *Journal of Geophysical Research Space Physics*, Vol. 120, № 8, p. 7060–7082 (2015).

4. Н.Н. Слюняев, А.А. Жидков. О параметризации источников глобальной электрической цепи // *Известия вузов. Радиофизика*, том 59, № 3, с. 223–242 (2016).

На автореферат диссертации поступили 4 отзыва. Все отзывы положительные. В них отмечаются актуальность диссертации, научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

Отзыв ведущей организации содержит следующие замечания: 1) слишком широкая формулировка выбранной темы и названия диссертации; 2) недостаточное выделение личного вклада автора по ходу изложения; 3) отнесение строгих математических формулировок и результатов в приложение вместо включения их в основную часть работы; 4) отсутствие в некоторых задачах, рассмотренных в главе 3, сравнения оценок на основе простых аналитических подходов с соответствующими результатами численного моделирования; 5) недостаточно подробное описание постановки задач о влиянии солнечной активности (11-летнего солнечного цикла и отдельных солнечных вспышек) на глобальную цепь, а также ряд недостатков используемой при моделировании параметризации проводимости (принятые допущения, отсутствие учета долгопериодных атмосферных процессов, за исключением модуляции потока галактических космических лучей); 6) неточность используемой в работе формулировки «взаимодействие атмосферы и ионосферы»; 7) отсутствие в работе подробного описания используемых при численных расчетах программных разработок; также в отзыве сформулирован вопрос: 8) какие из рассмотренных в главе 3 гипотез предполагаются наиболее близкими к реальности и почему?

Отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. В.Н. Морозова содержит следующие замечания: 1) частичное повторение известных результатов при анализе задачи о глобальной цепи в плоскопараллельной геометрии и вычислении ионосферного потенциала путем предельного перехода к сферической геометрии; 2) неясность утверждения о более широком спектре механизмов электризации в модели



Марксона; 3) отсутствие в диссертации анализа причин возникновения стадии развития грозового облака, на которой оно ведет себя как источник постоянного напряжения; также в отзыве сформулирован вопрос: 4) можно ли проверить экспериментально результаты расчета динамики ионосферного потенциала на протяжении цикла солнечной активности?

Отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. Е.Н. Федорова содержит следующие замечания: 1) отсутствие указания временных и пространственных масштабов, на которых используемые при расчетах предположения и приближения не вносят существенных погрешностей, а также условность применимости слова «точный» по отношению к результатам модельных расчетов; 2) отсутствие в главе 3 более подробного обзора источников долговременной вариации ионосферного потенциала.

В отзыве на автореферат от д.ф.-м.н. С.В. Анисимова и к.ф.-м.н. Э.М. Дмитриева (Геофизическая обсерватория «Борок» — филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук») указано на отсутствие в работе детального описания схем построения численных моделей на основе описанных в работе математических постановок.

В отзыве на автореферат от д.ф.-м.н. С.А. Пулинца (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт космических исследований Российской академии наук») отмечается, что 1) граничные условия для описания источника напряжения в глобальной цепи были сформулированы ранее в литературе, а 2) формирование тяжелых кластерных ионов за счет гидратации в условиях повышенной радиоактивности в атмосфере может приводить не к увеличению, а к падению проводимости, что не отражено в автореферате.

Отзывы на автореферат от д.ф.-м.н. А.В. Карелина (Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения») и д.ф.-м.н. П.А. Беспалова (ИПФ РАН) замечаний не содержат.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что оппоненты являются признанными высококвалифицированными специа-

листами в области физики атмосферы и атмосферного электричества, а одним из важнейших направлений деятельности ведущей организации является применение современных математических методов к моделированию геофизических процессов, в том числе, в атмосфере.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- найдены корректные постановки стационарной и нестационарной задач о распределении квазистационарных электрических полей и токов в атмосфере Земли с учетом анизотропии проводимости в случае различных важных для приложений граничных условий;

- предложен метод включения в трехмерные распределенные модели глобальной электрической цепи грозовых генераторов, соответствующих источникам постоянного напряжения в элементарных контурных моделях;

- получены оценки возмущений ионосферного потенциала, вызванных изменениями солнечной активности и повышением радиоактивности в стратосфере при широком спектре возможных гипотез об источниках глобальной цепи и о свойствах невозмущенного состояния атмосферы;

- показано, что широко известная гипотеза Марксона о связи между ионосферным потенциалом и ионизацией в атмосфере через возмущения проводимости может быть справедливой лишь при существенной зависимости стороннего тока грозовых генераторов от электрического поля и при существенном повышении проводимости под грозовыми облаками из-за коронного разряда;

- показано, что существенное изменение проводимости в окрестности нижней границы облака может давать вклад в нижний положительный заряд.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- доказаны математические утверждения о корректности задач о распределении квазистационарных электрических полей и токов в атмосфере Земли, получены их вариационные формулировки;

- показано, что в плоскопараллельных моделях глобальной цепи для однозначной разрешимости задачи ионосферный потенциал должен задаваться явно как часть граничных условий;



- сформулированы формальные критерии применимости упрощенных многостолбцовых и контурных моделей глобальной цепи;

- два традиционных способа описания грозových генераторов в рамках упрощенного описания глобальной цепи (генераторы — источники постоянного тока и генераторы — источники постоянного напряжения) объединены в рамках единого подхода, предполагающего зависимость стороннего тока разделения зарядов в грозových облаках от напряженности электрического поля.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- полученные в работе эквивалентные вариационные формулировки обсуждаемых задач могут быть положены в основу численных моделей глобальной цепи и моделей, описывающих взаимодействие нижней атмосферы и ионосферы, причем значительная часть обсуждаемых в работе граничных условий до сих пор не была реализована в полной общности в таких моделях;

- развитая новая параметризация проводимости в атмосфере, позволившая, в частности, более точно (по сравнению с другими параметризациями) описать динамику распределения скорости образования ионов в атмосфере на протяжении солнечного цикла, может быть использована в моделях, описывающих долговременную динамику распределения электрических полей в атмосфере;

- в работе получены новые приближенные формулы для параметров эквивалентных диполей, на которые можно заменить облака с более реалистичной и сложной внутренней структурой при включении их в модель глобальной цепи в качестве источников.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- результаты численных расчетов и аналитических оценок качественно согласуются между собой и дают одни и те же результаты; в тех случаях, где возможно проведение сравнительного анализа, результаты работы также согласуются с результатами других моделей;

- физическая трактовка полученных результатов находится в согласии с общепризнанными представлениями.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном теоретическом исследовании как постановок общей задачи о распределении электрических полей и токов в атмосфере, так и конкретных прикладных задач, связанных с динамикой глобальной электрической цепи, разработке необходимых параметризаций, сравнении полученных результатов с известными данными наблюдений, подготовке публикаций.

На заседании 10.10.2016 г. диссертационный совет принял решение присудить Н.Н. Слюняеву ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек (из них 9 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовал: за — 18, против — нет, недействительных бюллетеней — нет.

Зам. председателя диссертационного совета  
член-корреспондент РАН, доктор физ.-мат. наук

Е.А. Мареев

Ученый секретарь диссертационного совета  
кандидат физ.-мат. наук

А.И. Малеханов



«10» октября 2016 г.