

Минобрнауки России  
Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки  
Институт физического материаловедения  
Сибирского отделения  
Российской академии наук  
(ИФМ СО РАН)

Сахьяновой ул., д. 6, Улан-Удэ, 670047  
Тел./факс: (3012) 41-68-00, 43-32-24  
E-mail: dir@ipms.bscnet.ru  
ОКПО 90044739, ОГРН 1110327014203,  
ИНН/КПП 0323359566/032301001  
от 25.09.18 № 270- 229  
на №

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Института физического  
материаловедения СО РАН



д.ф.-м.н. Номоев А.В.  
« 25 » сентября 2018 г.

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института  
физического материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук

на диссертационную работу:

**Аргунова Вячеслава Валерьевича** на тему

#### **«ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В НИЗКОЧАСТОТНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ СИГНАЛАХ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ НА ВОСТОКЕ СИБИРИ»**

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических  
наук по специальности 25.00.29 – «физика атмосферы и гидросферы»

#### **1. Актуальность избранной темы**

Диссертационная работа посвящена исследованию эффектов литосферных процессов в параметрах импульсных грозовых ОНЧ электромагнитных сигналов, отражающих появление сейсмических возмущений в нижней ионосфере. Изучение литосферно-ионосферных связей является одним из направлений исследований сейсмических процессов в земной коре. С учетом катастрофических последствий сильных землетрясений исследования по поиску индикаторов готовящихся землетрясений (по всем направлениям) безусловно являются *актуальными*. Тема и содержание диссертации соответствует специальности 25.00.29 «Физика атмосферы и гидросферы».

#### **2. Связь диссертационной работы с планами соответствующих отраслей науки и народного хозяйства.**

Диссертационная работа В.В. Аргунова выполнена по результатам исследований эффектов землетрясений в низкочастотных электромагнитных сигналах по наблюдениям на востоке Сибири в рамках комплексных НИР, входящих в государственные планы и программы Российской Академии наук, научного совета РАН по проблеме «Распространение радиоволн».

#### **3. Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

В ходе работы над диссертацией автором впервые рассмотрены проявления сейсмических эффектов в нижней ионосфере в вариациях характеристик электромагнитного излучения грозовых разрядов (атмосфериков), используя собственные

данные, полученные с помощью однопунктового гронопеленгатора дальномера, расположенного в окрестности города Якутска. Также проведены модельные расчеты трасс распространения грозовых сигналов в волноводе "Земля-ионосфера". Впервые выявлены особенности проявлений эффектов и предвестников землетрясений в данных сигналах в зависимости от параметров землетрясений (магнитуда, глубина очага), мест расположения эпицентров относительно приемного пункта и времени суток приема сигналов.

**4. Значимость (важность) для науки и практики полученных автором диссертации результатов.**

*Практическая и научная* значимость полученных в диссертации результатов заключается в том, что представленная методика может использоваться в комплексе с другими направлениями для поиска эффектов и предвестников землетрясения, что может повысить точность прогноза, а также более детально понять физику литосферно-ионосферных связей.

**5. Результаты экспериментальных и теоретических исследований,** приведенных в диссертационной работе В.В. Аргунова, в частности разработанная автором диссертации методика анализа экспериментальных данных, могут быть использованы в комплексе с другими направлениями поиска предвестников литосферных возмущений.

**6. Обоснованность и достоверность научных положений,** выводов и заключений диссертационной работы В.В.Аргунова подтверждаются большим объемом экспериментальных данных, полученных в периоды многолетних экспериментов на северных трассах дистанционного мониторинга ионосферных возмущений над эпицентрами землетрясений с применением импульсных ОНЧ электромагнитных сигналов от грозовых разрядов. Гипотеза о механизме формирования ионосферных возмущений естественного ОНЧ поля подтверждается опытными данными автора, согласуется с результатами других исследователей. Актуальность отдельных разделов темы диссертационного исследования и представленные результаты доложены и обсуждены на Всероссийских и Международных конференциях и форумах.

**7. Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом, замечания по оформлению.**

Работа состоит из введения, четырех глав с выводами к каждой главе, заключения, списка литературы, состоящего из 132 наименований и приложений. Положения, выносимые на защиту, достоверно раскрыты в основных главах диссертации. Изложение диссертационного материала логично и последовательно раскрывает тему исследований.

*Первая глава* посвящена теоретическому обзору состояния вопроса. Рассматриваются основные направления по поиску эффектов и предвестников землетрясений. Описываются основные результаты поиска возмущений в ионосфере в период подготовки землетрясений, согласно которым за несколько дней/часов до литосферного возмущения, возникают ионосферные аномалии над эпицентрами событий. Также рассмотрены основные механизмы передачи энергии сейсмических возмущений на ионосферные высоты.

Во *второй главе* рассматривается аппаратный комплекс - однопунктовый гронопеленгатор-дальномер, установленный на стационарном радиотехническом полигоне ИКФИА СО РАН, позволяющий проводить регистрацию импульсного ОНЧ электромагнитного излучения от грозовых разрядов с расстояния до 10-12 тыс. км. Прием

сигналов грозовых разрядов осуществляется с помощью антенной системы, состоящей из двух скрещенных магнитных рамок и электрического штыря. Данная антенная система позволяет определять амплитуду сигналов от грозовых разрядов, направление прихода, а также дальность до источника. Немаловажен фактор удаленности радиотехнического полигона от города Якутска, обеспечивающий низкий уровень промышленных помех. Также во второй главе описываются методики определения координат молниевых разрядов и выделения эффектов и предвестников землетрясений. Обсуждаются возможности исследования эффектов литосферных процессов в параметрах импульсных грозовых ОНЧ электромагнитных сигналов, отражающих появление сейсмических возмущений в нижней ионосфере.

В *третьей главе* приводятся основные результаты по дистанционному мониторингу за ионосферными возмущениями над сейсмоактивными регионами с использованием электромагнитных сигналов от грозовых разрядов.

По результатам наблюдений атмосфериков автором получено, что ионосферные эффекты землетрясений проявляются в усилении среднечасовой амплитуды атмосфериков обычно в 2-3 раза (максимально – в 7-8 раз) в день или в интервале трех дней после события. Предвестники мелкофокусных землетрясений проявляются, как правило, в однодневном возрастании амплитуды атмосфериков в среднем за 4-10 дней до событий. Установлено, что глубокофокусные землетрясения также могут оказывать воздействие на ионосферу и проявляются также в виде повышения амплитуды грозовых сигналов, но при этом рассматриваемые предвестники данных событий, чаще наблюдаются непосредственно перед событием, за один - два дня до землетрясения. Также в части наблюдаемых эффектов в амплитуде сигналов примечателен минимум, предшествующий нулевому дню (за 1-3 дня до события), который дополняет общую картину проявления сейсмических событий в вариациях амплитуды сигналов, проходящих над эпицентрами землетрясений. Анализ вариаций параметров электромагнитных сигналов от грозовых разрядов показывает, что сейсмические эффекты в нижней ионосфере проявляются в вариациях амплитуды в случае землетрясений с магнитудами более четырех.

В *четвертой главе* приведены расчеты по модели Wait и Spies амплитудно-спектральных вариаций низкочастотных импульсных радиосигналов от грозовых разрядов, распространяющихся в волноводе "Земля-ионосфера", при воздействии сейсмических возмущений на ионосферу. По результатам моделирования автором установлено, что регистрирующиеся в эксперименте возрастания амплитуды сигналов в периоды сильных сейсмических событий могут быть объяснены увеличением крутизны профиля электронной концентрации (повышением концентрации) и/или повышением высоты волновода. Наиболее соответствующей полученным экспериментальным результатам будет реализация изменений параметров волновода, соответствующих возрастанию крутизны профиля электронной концентрации при одновременном повышении высоты волновода (уменьшении плотности электронов ниже области его увеличения).

В *заключении* представлены основные результаты диссертационной работы, достоверность которых обусловлена длительностью наблюдений, большим объемом экспериментальных данных, использованием калиброванной аппаратуры, разработанной при участии автора, апробированной методикой измерений.

#### **Замечания по диссертационной работе:**

К диссертационной работе Аргунова В. В. можно сделать следующие замечания:

1. Методика, разработанная автором диссертации, может быть использована в комплексе с другими направлениями поиска предвестников литосферных возмущений, однако, в основном, на временных интервалах с изолированными сейсмическими событиями.
2. Методики исследования ионосферных возмущений сталкиваются с трудностями выделения эффектов с похожими «портретами» от различных гео-гелиофизических процессов. Методика, представленная в диссертации Аргунова В.В., не исключение.
3. Из результатов проведенных в работе модельных расчетов следует, что в представленной методике вероятность выделения эффектов и предвестников землетрясений зависит от взаимного расположения пункта регистрации, грозового источника сигналов и сейсмического возмущения в нижней ионосфере.
4. Первую главу можно было бы скомпоновать в более сжатом виде.
5. На некоторых рисунках мелкий шрифт оцифровки осей, из-за чего нарушается гармония восприятия.
6. Следовало бы более чётко указать дальнейшие пути развития темы диссертационного исследования и ожидаемые результаты таких работ; считаем целесообразным продолжить работу.

Замечания носят рекомендательный характер и могут быть учтены автором в дальнейших публикациях по теме исследования. Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку работы и не снижают ее ценности.

**8. Соответствие автореферата основным положениям диссертации.** Автореферат отражает все основные положения диссертационной работы и освещает изложенные в ней основные результаты и научные положения.

**9. Подтверждения опубликованных основных результатов диссертации в научной печати.**

Диссертация Аргунова В.В. в достаточной степени апробирована. Основные научные результаты полностью отражены в опубликованных по теме диссертации 9 статьях (включая 3 публикации в изданиях, рекомендованных ВАК по специальности 25.00.29) и 21 докладах на Всероссийских и Международных конференциях и научных мероприятиях и семинарах.

**10. Заключение о соответствии диссертации критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней»**

Таким образом, диссертация Аргунова В.В. «Исследование эффектов землетрясений в низкочастотных электромагнитных сигналах по наблюдениям на Востоке Сибири» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение актуальной задачи поиска достоверных предвестников и ионосферных эффектов землетрясений. Диссертация написана автором самостоятельно, представленный материал логично и последовательно скомпонован, обладает внутренним единством. По своей актуальности, новизне, научно-практической значимости диссертация Аргунова Вячеслава Валерьевича на тему «Исследование эффектов землетрясений в низкочастотных электромагнитных сигналах по наблюдениям на Востоке Сибири» соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук согласно п. 9-11, 13, 14 Положения о присуждении научных степеней,

утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013, № 842 (в ред. Постановлений Правительства РФ № 335 от 21.04.2016, № 748 от 02.08.2016).

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Работа соответствует всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 «Физика атмосферы и гидросферы». Аргунов Вячеслав Валерьевич достоин присуждения искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности: 25.00.29 «Физика атмосферы и гидросферы».

Отзыв на диссертацию Аргунова Вячеслава Валерьевича на тему «Исследование эффектов землетрясений в низкочастотных электромагнитных сигналах по наблюдениям на Востоке Сибири» заслушан, обсужден и одобрен в качестве официального отзыва на заседании коллектива лаборатории электромагнитной диагностики ИФМ СО РАН 30 августа 2018 года, Протокол № 4.

Заседание проходило по адресу: 670047, г. Улан-Удэ, ул. М. Сахьяновой, дом 6, ауд. 307.

Председатель заседания Башкуев Юрий Буддич,  
заведующий лабораторией электромагнитной диагностики,  
д.т.н., проф., заслуженный деятель науки РФ и РБ,  
чл.-корр. Академии инженерных наук им. А.М. Прохорова,  
научная специальность - 01.04.03. – радиоп физика; ,  
телефон рабочий 8(3012) 43-32-10 , сотовый 8-951-622-51-15;  
E-mail: [buddich@mail.ru](mailto:buddich@mail.ru)



Подпись Ю.Б.Башкуева заверяю,  
Ученый секретарь ИФМ СО РАН, к.ф.-м.п.



Е.В. Батуева