

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ФГБУН Институт мониторинга  
климатических и экологических систем

Сибирского отделения РАН

профессор РАН, д.б.н.

Е.А. Головацкая



«14» августа 2022 г.

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН  
на диссертационную работу Акбашева Рината Рафиковича «Атмосферно-электрические  
эффекты, сопровождающие извержения вулканов полуострова Камчатка и вулкана Эбеко  
(остров Парамушир)», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-  
математических наук по специальности 25.00.10 – геофизика, геофизические методы поисков  
полезных ископаемых

Диссертационная работа Р.Р. Акбашева посвящена решению задачи: «Восстановление электростатической структуры эруптивных облаков при их распространении в атмосфере, основанное на анализе откликов градиента потенциала электрического поля атмосферы ( $\nabla\phi$ ) на прохождение эруптивных облаков», имеющей важное научное и прикладное значение.

**Актуальность темы диссертации.** Во время эксплозивных извержений в атмосфере формируются эруптивные облака и пепловые шлейфы, которые распространяются на сотни и тысячи км от центров извержений. При распространении эруптивного облака, происходит эволюция его электростатической структуры. Эруптивные облака при эксплозивных извержениях являются естественными источниками возмущения глобального электрического поля атмосферы. Кроме того, данные регистрации  $\nabla\phi$  позволяют дополнить картину переноса и эволюции эруптивного облака, а также произвести оценки размеров вулканического аэрозоля и его динамики. Поэтому цель работы – анализ электростатической структуры эруптивных облаков при их распространении в атмосфере, является актуальной задачей.

Тематика исследований соответствует приоритетным направлениям фундаментальных исследований в области наук о Земле: программе фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы (направление № 70); п.1.5.3.4. Перечня

приоритетных направлений Программы фундаментальных научных исследований в РФ на долгосрочный период (2021-2030 годы). Работа выполнялась в рамках государственного задания № 075-01304-20, с использованием данных уникальной научной установки «Сейсмоинфразвуковой комплекс мониторинга арктической криолитозоны и комплекс непрерывного сейсмического мониторинга РФ, сопредельных территорий и мира» и поддержана РФФИ, грант № 18-35-00175.

**Научная новизна работы** заключается в следующем:

– установлено, что в ближней зоне эксплозивного извержения (вулкан Эбеко) существует четыре типа откликов  $\nabla\varphi$  при прохождении эруптивных облаков;

– впервые показано, что в вариациях  $\nabla\varphi$ , связанных с эруптивными облаками в ближней зоне от кратера вулкана, выявлены сигналы, которые характеризуются положительным импульсом в области отрицательных значений  $\nabla\varphi$ ;

– предложена гипотеза о новом механизме формирования объемного заряда в нижней части эруптивного облака, согласно которой в его нижней части происходит перезарядка частиц пепла при их контактном взаимодействии с поверхностью склона вулкана;

– впервые проведены исследования электростатической структуры эруптивных облаков на сети станций при наблюдениях за вулканической деятельностью вулканов Шивелуч, Безымянный и Эбеко.

**Научная и практическая значимость полученных результатов:**

– впервые в практике наблюдений за вулканической деятельностью для исследования электростатической структуры эруптивных облаков создана сеть станций для регистрации  $\nabla\varphi$ ;

– регистрация  $\nabla\varphi$  вблизи действующих вулканов позволяет обнаружить присутствие слабонасыщенных пеплом эруптивных облаков, что является важным фактором для безопасности авиаполетов;

– сеть пунктов регистрации  $\nabla\varphi$  вблизи извергающихся вулканов дает возможность обнаружения и оценки траектории движения эруптивных облаков;

– регулярные наблюдения вариаций  $\nabla\varphi$  могут быть важной составляющей системы наблюдений за вулканическими извержениями;

– использование результатов наблюдений за вариациями  $\nabla\varphi$  во время вулканических извержений позволит принять необходимые меры по защите населения от опасных явлений, связанных с извержениями.

**Достоверность результатов** не вызывает сомнений. Основные результаты диссертации получены с использованием физически и математически обоснованных и

общепринятых методов регистрации и представительной статистикой инструментальных наблюдений, а основные выводы работы подтверждаются данными других авторов в пересекающихся областях исследований.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа Р.Р. Акбашева состоит из введения, четырех глав, заключения и библиографического списка. Она содержит 136 страниц текста, 61 рисунок и 17 таблиц и список цитируемой литературы из 167 наименований.

**Содержание диссертации.** Во введении обозначена цель и дано обоснование актуальности диссертационной работы; определен круг решаемых в ней задач; сформулированы выносимые на защиту научные положения; указаны новизна работы, её научная и практическая значимость.

В первой главе представлен анализ данных о состоянии электрического поля атмосферы, полученных при исследованиях, проведенных на различных вулканах мира, а также проанализированы результаты лабораторных исследований, которые свидетельствуют о том, что процесс разделения зарядов в эруптивных облаках во многом обусловлен особенностями разделения зарядов. Показано, что полуостров Камчатка и Курильские острова являются уникальными природными полигонами для исследования процессов электризации эруптивных облаков, а также для диагностики и контроля взрывных извержений.

Вторая глава посвящена описанию взрывных извержений вулканов Шивелуч, Безымянный и Эбеко, аппаратно-программного комплекса, предназначенного для регистрации  $\nabla\varphi$ , и методике выделения специфических откликов в вариациях  $\nabla\varphi$ , связанных с прохождением над пунктом измерения эруптивных облаков.

В третьей главе представлен детальный анализ откликов  $\nabla\varphi$ , зарегистрированных во время взрывов вулканов Шивелуч, Безымянный, Эбеко. Это позволило установить связь зарегистрированных откликов  $\nabla\varphi$  с объемными электростатическими зарядами в эруптивном облаке. Предложена новая физическая гипотеза формирования положительного объемного заряда в нижней части эруптивного облака, в которой ключевую роль в формировании объемного заряда в нижней части играет контактная перезарядка пепла от поверхности. Данные сети пунктов регистрации  $\nabla\varphi$  позволяют существенно дополнить картину переноса эруптивного облака с малой концентрацией аэрозоля, недоступных наблюдению со спутников, а также произвести оценки траектории движения эруптивного облака, размеров вулканического аэрозоля и его динамики. Предложенный метод может быть одной из составляющих системы контроля вулканических извержений применительно к безопасности полетов.

В четвертой главе приведены и обсуждаются результаты физического и математического моделирования. На основании предположения о формировании

положительного объемного заряда в нижней части эруптивного облака, предложена схема физического моделирования и разработан стенд, который позволил промоделировать перезарядку пеплового облака при боковом сносе. На основании комплексного анализа геофизических данных и данных моделирования получены оценки заряда эруптивных облаков, соответствующие времени регистрации  $\nabla\phi$ .

В заключении суммированы основные результаты работы.

По теме диссертации опубликовано 18 научных работ (7 из которых представлены в журналах из списка ВАК), основные результаты работы докладывались на российских и международных конференциях. Положения, выносимые на защиту, находят развернутое и аргументированное подтверждение в тексте диссертационной работы.

**Недостатки работы и замечания.** По представленной диссертационной работе имеются следующие замечания.

1. Из текста первой главы следовало бы исключить разделы 1.1 и 1.2, поскольку в них освещены вопросы, являющиеся классическими при описании глобальной электрической цепи, структуры и динамики электрического поля атмосферы.

2. Последний абзац в выводах по первой главе не соответствует целям и задачам этой главы.

3. Первое защищаемые положения представляется не вполне удачно сформулированными, поскольку в нем конкретно не указано, что *известные феноменологические модели формирования объемных зарядов* справедливы только при больших удалениях (50 км и более);

4. В тексте диссертации и автореферата встречаются неточные определения, опiski в формулах, неудачные выражения, синтаксические ошибки.

Указанные замечания не затрагивают основных результатов и выводов диссертации и не снижают общей положительной оценки выполненной научно-исследовательской работы.

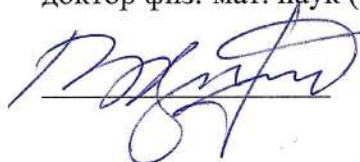
**Заключение.** Диссертационная работа Р.Р. Акбашева соответствует паспорту специальности 25.00.10 (пункты 4, 8, 13). Содержание диссертации, выдвинутые научные положения, сформулированные выводы и опубликованные работы дают основание заключить: в работе содержатся новое решение задачи «Восстановление электростатической структуры эруптивных облаков при их распространении в атмосфере, основанное на анализе откликов градиента потенциала электрического поля атмосферы на прохождение эруптивных облаков», имеющее важное научное и прикладное значение, в том числе, для сейсмологии и вулканологии, физики атмосферы, авиатранспорта и предупреждения чрезвычайных ситуаций.

В целом диссертационная работа Акбашева Рината Рафиковича «Атмосферно-электрические эффекты, сопровождающие извержения вулканов полуострова Камчатка и вулкана Эбеко (остров Парамушир)», является законченной научно-квалификационной работой, полностью соответствующей требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. п. 9-11, 13, 14 (ред. от 11.09.2021), а автор диссертации заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.10 – геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Автореферат диссертации в полной мере отражает ее содержание, а опубликованные работы раскрывают основные положения диссертационного исследования.

Отзыв ведущей организации на диссертацию Акбашева Р.Р. обсуждён и одобрен на расширенном семинаре Лаборатории физики климатических систем ИМКЭС СО РАН (протокол № 22 от 19 августа 2022 г.).

Отзыв подготовил главный научный сотрудник ФГБУН ИМКЭС СО РАН,  
доктор физ.-мат. наук (специальность 01.04.05 – оптика).



Крутиков Владимир Алексеевич

Почтовый адрес Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Институт мониторинга климатических и экологических систем  
Сибирского отделения Российской академии наук:  
Россия, 634055, г. Томск, пр. Академический 10/3, ИМКЭС СО РАН  
Тел. (3822) 49-22-65  
Эл. почта: [post@imces.ru](mailto:post@imces.ru)