

УТВЕРЖДАЮ

директор ФТИ им С.У.Умарова НАНТ



Ф.ШОКИР

«11» ноября 2020г.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

расширенного семинара Физико-технического института им С.У.Умарова  
Национальной академии наук Республики Таджикистан.

Диссертация Лугмоновой Шафоат Одилджоновны выполнена в лаборатории физики атмосферы Физико-технического института им. С.У. Умарова Национальной академии наук Республики Таджикистан.

В период подготовки диссертации Лугмонова Ш.О. являлась соискателем лаборатории физики атмосферы Физико-технического института им С.У.Умарова Национальной академии наук Республики Таджикистан.

В 2004 году соискатель окончила Худжандский государственный университет имени акад. Б. Гафурова по специальности «Физика».

По результатам рассмотрения диссертации **«Исследование вариаций метеорологических, оптических и микрофизических характеристик атмосферы перед сейсмическими событиями»** принято следующее **заключение:**

Диссертация Лугмонова Шафоат Одилджоновна выполнена на актуальную тему, посвящена новому комплексу методов прогноза землетрясения, основанный на обнаружении аномального поведения аэрозольной оптической толщи (АОТ) атмосферы, параметра Ангстрема, АОТ субмикронной и крупнодисперсной мод аэрозоля, общего содержания водяного пара (ОСВП) в вертикальном столбе атмосферы, изменения дисперсного состава аэрозоля перед сейсмическим событиям. Изучены 43 землетрясения с энергетическим классом  $K > 10$  и магнитудой  $M > 5$  за период с 2010 по 2020 гг.

Наряду со сбоем равновесного состояния функции температуры и давления в атмосфере обнаружено синхронное аномальное изменение оптических и микрофизических параметров атмосферы и газового состава атмосферы

Выявлено, что аномальное изменение АОТ может быть вызвано как субмикронной, так и крупнодисперсной модами аэрозольных частиц. Перед землетрясением обнаружено аномально высокое значение АОТ субмикронной фракции аэрозоля.

Показано, что эмиссия различных газов и заряженных частиц из земной коры (радон, метан, водород и др.) приводит к аномальному изменению содержания водяного пара, озона двуокиси азота в вертикальном столбе атмосферы.

Установлено, что при аномально высоком значении АОТ содержание водяного пара также аномально возрастает, а параметр Ангстрема аномально уменьшается. Аномальное повышение АОТ, вызванное крупнодисперсной фракцией аэрозоля сопровождается аномальным уменьшением параметра Ангстрема. Увеличение размера частиц за счет конденсации на них водяного пара приводит к аномальному повышению АОТ субмикронной фракции аэрозоля приводит к аномально низким значениям параметра Ангстрема.

Диссертационная работа написана на актуальную тему – вопросы прогноза землетрясение. **Актуальность** диссертационной работы заключается в том, что территория Таджикистана находится в сейсмически опасном регионе мира. Из-за сейсмического риска очень актуальны проблемы мониторинга предвестников землетрясений, особенно попытки краткосрочного прогноза.

За последние десятилетия в формировании землетрясений стали известны многие закономерности и разработаны модели их подготовки. Создаётся возможность прогнозировать в будущем это природное явление. Организация хорошей сети наблюдений, использующих достоверные модели, включающие

описание их предвестников и возможных мест подготовки землетрясений, позволит реализовать сейсмопрогноз.

Актуальность диссертационной работы заключается также в том, что в последние полвека проблеме мониторинга и прогноза землетрясения в мире придаётся огромное значение для оповещения населения о надвигающейся сейсмической событий. Создаются многочисленные центры для мониторинга и прогноза землетрясения. Служба прогноза землетрясения необходима для успешного прогнозирования землетрясения с наличием цельной технологической системы сбора и обработки колоссальной геофизической информации. Для этого создаются станции сбора сейсмической (геофизической) информации, системы оперативного сбора информации на основе современных средств телекоммуникаций, мощных компьютерных средств обработки поступающих данных, систем моделирования, анализа выявления тектонического процесса на планете. Но до сих пор в мире был лишь один успешный прогноз: 4 февраля 1975 г, в КНР, перед Хайченским землетрясением магнитудой 7.3 было спасено около 150-200 тысяч населения, покинувшего свои дома.

**Цель работы.** Исследование особенностей аномального поведения метеорологических, оптических и микрофизических характеристик атмосферы, связанных с сейсмической активностью, с целью их использования для краткосрочного прогноза землетрясений.

#### **Основные задачи:**

Исследования показали, что изменение оптических и микрофизических параметров атмосферы, измеренные относительно недалеко от эпицентра мощного землетрясения (десятки и сотни километров), носит аномальный характер и проявляется за некоторое время до наступления сейсмического события

Реализация цели исследования предполагала изучение:

- 1.Хода АОТ;
- 2.Вариации АОТ субмикронной и крупнодисперсной мод аэрозоля;

- 3.Изменения параметра Ангстрема в атмосфере;
- 4.Вариации общего содержания водяного пара в вертикальном столбе атмосферы;
- 5.Изменения дисперсного состава атмосферного аэрозоля.

**Объект исследования.** Объектом исследования являются оптические и микрофизические свойства атмосферы, которые изучались с помощью фотометра CIMEL CE-318B.

Обнаружено явление аномального поведения (резкое изменение оптических и микрофизических параметров при отсутствии смены воздушных масс): прозрачности атмосферы, аэрозольной оптической толщины (АОТ), параметра Ангстрема, АОТ крупнодисперсной и субмикронной мод аэрозоля, общего содержания водяного пара в вертикальном столбе атмосферы. Эти изменения происходят одновременно с аномальным сбоем функции температуры и давления воздуха.

Обнаруженные аномалий позволят разработать методы краткосрочного прогноза крупных ( $M > 7$ ) сейсмических событий.

В работе использованы опубликованные каталоги землетрясений Геофизической службы АН Республики Таджикистан, представленные академиком С.Х. Негматуллаевым, а также данные ведущих глобальных и региональных сейсмологических агентств, оперативные данные, доступные в реальном времени через сеть интернет.

#### **Научная новизна работы:**

В настоящей работе:

- 1.Впервые показано, что изменения оптических и микрофизических характеристик атмосферы (прозрачность атмосферы, АОТ, общее содержание водяного пара в вертикальном столбе атмосферы, параметр Ангстрема, АОТ субмикронной и крупнодисперсной фракций аэрозоля, распределение частиц атмосферного аэрозоля по размерам.) носит аномальный характер, связанный с сейсмическими событиями, и наблюдаются до их наступления.

2. Показано, что аномальная вариация дисперсного состава атмосферного аэрозоля обусловлена процессами конденсации и испарения водяного пара в атмосфере, стимулированных сейсмическими явлениями, и проявляется до землетрясения.

3. Установлены физические причины, определяющие нарушение поведения функции температуры и давления атмосферы, которые известны как предвестники крупных землетрясений.

### **Научно-практическая значимость работы:**

Полученные в работе экспериментальные результаты найдут применение при мониторинге параметров атмосферы для краткосрочного прогноза землетрясений; Обнаруженные новые предвестники землетрясений дополняют известные в настоящее время методы.

### **Основные положения, выносимые на защиту:**

- Обнаружение аномального хода аэрозольной оптической толщины, параметра Ангстрема, АОТ крупнодисперсной и субмикронной мод аэрозоля, содержания водяного пара в вертикальном столбе атмосферы, обусловленного сейсмическими событиями и наблюдаемого до их наступления.
- Выявление факта, что аномальная вариация дисперсного состава атмосферного аэрозоля обусловлена процессами конденсации и испарения водяного пара в атмосфере, стимулированных сейсмическими явлениями, и проявляется до землетрясения.
- Установление физических причин, определяющих нарушение поведения функции температуры и давления атмосферы, которые могут быть предвестниками крупных землетрясений.

**Достоверность полученных результатов** обеспечивалась наличием представительного массива экспериментальных данных, полученных с высокой степенью периодичности и статистической повторяемости результатов на ежегодно калибруемом фотометре CIMEL CE-318B (Франция). С целью

обеспечения гарантии надёжности получаемых результатов для физических экспериментов проводилось усреднение результатов измерений по стандартным методикам. Имеется соответствие между результатами измерений, проводимыми независимым образом, что подтверждает надёжность и достоверность методов исследования.

**Апробация работы.** Основное содержание результатов данного исследования обсуждались на семинарах Физико-технического института (Душанбе, 2016–2019): International Symposium KSCMBS'16 "Khujand Symposium on Computational Materials and Biological Sciences"- September, 24–29, 2016; В материалах X–ой Международной конференции «Естественные и антропогенные аэрозоли» посвящённой 80-летию профессора Л.С. Ивлева, 21–25 мая 2016 г. – СПГУАП, РГО, Санкт-Петербург; на Материалы Международной конференции "Перспективы развития физической науки" посв. памяти (80-летию) Заслуженного деятеля науки и техники Республики Таджикистан, члена-корреспондента АН РТ, д.ф.-м.н., профессора Хакимова Ф.Х. г. Душанбе, 14.04.2017 г.; Маводи конфронси илмӣ-анъанавии устодон, олимони ҷавон ва магистрантону донишҷӯён бахшида ба 20-солагии рӯзи ваҳдати миллӣ, 85-солагии ДДХ ба номи академик Б. Гафуров, соли ҷавонон ва рӯзи илми тоҷик. Хучанд-2017; на Международной конференции «Актуальные проблемы современной физики», посвящённой 80-летию памяти Заслуженного деятеля науки и техники Таджикистана, доктора физико-математических наук, профессора Нарзиева Б. Н., 18 апреля 2018 года; на VI Международной конференции «Современные проблемы физики», посвящённой 110-летию академика Академии наук Республики Таджикистан С.У. Умарова и 90-летию академика Академии наук Республики Таджикистан А.А. Адхамова. (Душанбе, «Эр-граф»; 2018 г.); на Международной конференции STVTO, Вена 24–28 июня 2019г. Международная научно-теоритическая конференция на тему: «Гидроклиматические факторы использования водных ресурсов Центральной Азии» посвященная 30-летию независимости Республики Таджикистан и

Международному десятилетию действия “Вода для устойчивого развития, 2018-2028 годы”, 29 ноября 2019 г. Республиканской научно-практической конференции на тему «Развитие науки и ее практика реализации в период формирования цифровой экономики», Худжанд, 24-25 декабря 2019. XV Нумановские чтения «Современное состояние химической науки и использование ее достижений в народном хозяйстве Республики Таджикистан», г. Душанбе, 24 октября 2019, Республиканская научно-практическая конференция посвященной «Двадцатилетием изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования» на тему «Современные проблемы физики конденсированного состояния и ядерной физики», г. Душанбе, 19 февраля 2020, на Республиканская научно-практическая конференция по теме Геологические и Маркшейдерские проблемы в разработке месторождений полезных ископаемых посвящается «20-летию изучения и развития естественных, точных и математических наук», Бустон 25 января 2020г., на Международной конференции «Современные проблемы физики», г. Душанбе, 9-10 октября 2020г. В материалах республиканской научно-практической конференции, посвященной двадцатилетию изучения и развития естественных, точных и математических наук (Душанбе, 28 октября 2020 года) «Актуальные вопросы естественных наук и технологий» РТСУ.

**Вклад автора.** Автор непосредственно участвовала в проведении измерений метеорологических, оптических и микрофизических параметров атмосферы, в обработке полученных данных и анализе результатов экспериментальных исследований аномального поведения параметров атмосферы перед сейсмическими событиями. Основные результаты диссертационной работы, их интерпретация и соответствующие заключения сформулированы при участии автора.

**Публикации.** Материалы диссертационной работы опубликованы в 22 научных изданиях, в том числе из них 9 статей в реферируемых журналах ВАК

РТ, 13 тезисов в материалах международных и республиканских научных конференций.

### **Публикации в периодических изданиях, рекомендованных ВАК**

1-А.Негматуллоев, С.Х. Изменение оптических и микрофизических характеристик атмосферы перед афганским землетрясением 25 октября 2015 года / Негматуллоев С.Х., Назаров Б.И., **Лугмонова Ш.О.**, Абдуллоев С.Ф. // **Ученые записки ХГУ им.акад Б.Гафурова. Естественные и эконом. науки.** - Худжанд, 2016, №3(38), с.42–50.

2-А.Негматуллаев, С.Х. Мониторинг атмосферных предвестников землетрясения в Таджикистане / С.Х.Негматуллаев, Б.И.Назаров, **Ш.О.Лугмонова**, А.М.Джураев, С.Ф. Абдуллаев // **Ученые записки ХГУ им. акад. Б.Гафурова. Естественные и эконом. Науки.** – Худжанд, №3, (42) 2017 с.34–44.

3-А.Лугмонова, **Ш.О.** Вариации метеорологических, оптических и микрофизических характеристик атмосферы перед крупными сейсмическими событиями /**Ш.О.Лугмонова**, Б.И.Назаров, Академик АН Республики Таджикистан С. Х. Негматуллаев, С.Ф.Абдуллаев // **Ученые записки ХГУ им. акад Б.Гафурова. Естественные и эконом. науки.** – Худжанд, 2019г. №2, (49) с.23-34.

4-А. **Лугмонова, Ш.О.** Аномальное поведение оптических и микрофизических характеристик атмосферы перед землетрясениями/ **Лугмонова Ш.О.**, Назаров Б.И., Негматуллаев С.Х., Абдуллаев С.Ф. // **Вестник ТНУ.** - 2019. - №1. - с. 144–150.

5-А. **Назаров, Б.И.** Обнаружение явления аномального поведения метеорологических, оптических и микрофизических характеристик атмосферы перед сейсмическими событиями / Б.И.Назаров, С.Ф. Абдуллаев **Ш.О.Лугмонова** // **ДАН РТ.** 2019, т.62, №5-6, с.446-453.

6-А.Лугмонова, **Ш.О.** О возможности улучшения качества краткосрочного прогноза землетрясения по оптическим и микрофизическим



параметрам атмосферы/ Лугмонова Ш.О., Абдуллаев С.Ф., Назаров Б.И., Негматуллаев С.Х. //–Библиогр.: 19 назв.-Рус. –г.Душанбе, 2019 г.-

**Депонирована в ГУНПИЦентре под №01(1910) от 3 января 2019 г.- 15 стр.**

7-А. **Лугмонова, Ш.О.**, Методы краткосрочного прогноза землетрясения (обзорная статья) / **Лугмонова Ш.О.**, Назаров Б.И., Негматуллаев С.Х., Абдуллаев С.Ф. // –Библиогр.: 172 назв.-Рус. –г.Душанбе, 2019 г. – **Депонирована в ГУНПИЦентре под №09 (1918) от 22 августа 2019 г. – 30 стр.**

8-А. **Лугмонова, Ш.О.**, Атмосферные предвестники землетрясения (на примере землетрясения на Филиппинах) // Абдуллоев С.Ф., Назаров Б.И., **Лугмонова Ш.О.** // **Ученые записки ХГУ им.акад Б.Гафурова. Естественные и эконом. науки. - Худжанд, 2020, №3(54), с.129–134.**

9-А. **Лугмонова, Ш.О.**, Атмосферные предвестники землетрясения (на примере землетрясения в Гаити и Фукусима) / Абдуллоев С.Ф., Назаров Б.И., **Лугмонова Ш.О.** // **Ученые записки ХГУ им.акад Б.Гафурова. Естественные и эконом. науки. - Худжанд, 2020, №3(54), с.135–141.**

**Структура и объём диссертации.** Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения и списка цитируемой литературы. Её общий объём составляет 115 страниц компьютерного текста, включая 97 рисунков, 3 таблицы и 124 библиографических ссылки.

**Во введении** обоснована актуальность темы исследования и кратко изложено содержание предмета исследования. Сформулированы цель и задачи диссертационной работы, раскрыта структура диссертационной работы. Обоснованы научная новизна и практическая значимость работы. Приведены основные положения, выносимые на защиту и аргументирована достоверность полученных результатов, указан личный вклад автора диссертационной работы.

**В главе 1** приведён литературный обзор и доказана необходимость проведения исследования по данной тематике. Рассмотрены методы предвестники землетрясения.

Ежегодно в мире происходит около миллиона землетрясений, и почти сотни из них - разрушительные, которые приводят к гибели людей и к значительным разрушениям городов. Проблема мониторинга краткосрочного прогноза землетрясения является актуальной и своевременной.

В первой главе также раскрыты методы прогноза землетрясения, такие как: геологические; геофизические; биофизические; гидрогеохимические; биологические; механические и сейсмологические. Рассмотрены некоторые аспекты прогноза землетрясения.

**Глава вторая** посвящена методике сбора данных и экспериментальной установке. При анализе метеорологических параметров атмосферы использованы данные метеорологических станций вблизи сейсмических событий для всех изученных эпизодов. Для Таджикистана и других стран использованы метеоданные, представленные в сети интернет [www.https://rp5.ru/](http://www.https://rp5.ru/). Для анализа сейсмических данных использованы каталог землетрясений, созданный Геофизической Службой Академии наук Республики Таджикистан (1955–2019 г.г.) и база данных мировых сетей по землетрясениям.

Для изучения оптических микрофизических характеристик, газового состава в вертикальном столбе атмосферы и дисперсного состава частиц атмосферы использована мировая сеть данных АЭРОНЕТ <https://aeronet.gsfc.nasa.gov>, ближайшие к очагу землетрясения с доступными данными.

В данной сети для мониторинга состояния атмосферы используется солнечный фотометр производства CIMEL(Франция) CE-318.

**В третьей главе** представлен предложенный новый комплекс методов прогноза землетрясения, основанных на обнаружении аномального поведения аэрозольной оптической толщи (АОТ) атмосферы (прозрачности атмосферы), общего содержания водяного пара (ОСВП) в вертикальном столбе атмосферы, параметра Ангстрема, аэрозольной оптической толщи субмикронной и крупнодисперсной моды аэрозоля а также изменения дисперсного состава аэрозоля.

В заключении перечислены основные результаты диссертации.

Наиболее сильными сторонами диссертационного исследования является следующее:

1. Проведен анализ сейсмических событий для 42 землетрясений с энергетическим классом  $K > 10$  и магнитудой  $M > 5$  с 2010 по 2020 гг.

2. Обнаружено синхронное аномальное изменение оптических и микрофизических параметров атмосферы и газового состава атмосферы.

3. Установлено, что в качестве предвестников могут выступать аномальные изменения субмикронной и крупнодисперсной мод АОТ аэрозоля.

4. Установлено, что при аномально высоком значении АОТ содержание водяного пара аномально возрастает, а параметр Ангстрема аномально уменьшается. Аномальное повышение АОТ, вызванное крупнодисперсной фракцией аэрозоля сопровождается аномальным уменьшением параметра Ангстрема. Увеличение размера частиц за счет конденсации на них водяного пара приводит к аномальному повышению АОТ субмикронной фракции аэрозоля что приводит к аномально высоким значениям параметра Ангстрема.

5. Показано, что аномальная вариация дисперсного состава атмосферного аэрозоля обусловлена процессами конденсации и испарения водяного пара в атмосфере, стимулированных сейсмическими явлениями и проявляется до землетрясения.

6. Установлены физические причины, определяющие нарушение обычного хода функции температуры и давления атмосферы, которое может использоваться как предвестник крупных землетрясений.

7. Показано, что аномально высокое значение АОТ сопровождается увеличением размеров субмикронных аэрозольных частиц за счет роста конденсации водяного пара. Максимум субмикронной фракции перемещается по данным AERONET в сторону больших размеров частиц, а максимум крупнодисперсной фракции в сторону меньших размеров аэрозольных частиц.

Расширенный физический семинар Физико-технического института им С.У. Умарова НАНТ отмечает, что диссертация Ш.О. Лугмоновой является

завершенной научно-исследовательской работой, полученный огромный фактический материал представляет большой научный и практический интерес. Полученные результаты опубликованы в реферируемых журналах ВАК и доложены на международных совещаниях и конференциях. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Диссертация, как по объему, так и по содержанию удовлетворяет всем требованиям ВАК при Президенте Республики Таджикистан, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Полученные в диссертации Лугмоновой Ш.О. результаты являются новыми, имеют большое научное и практическое значение для краткосрочного прогноза землетрясения. Обнаруженные в диссертации новые предвестники являются существенным дополнением к известным в настоящее время. Стиль изложения характеризуется последовательностью и конкретностью.

Диссертационная работа представляет собой целостный труд, основанный на большом фактическом материале. Работа, несомненно, актуальна и интересна с точки зрения выбранного направления исследований, сделаны определенные рекомендации по использованию полученных результатов в народном хозяйстве страны.

Работа соответствует специальности **25.00.30 – «Метеорология, климатология, агрометеорология»**. Основные этапы работы, выводы и результаты представлены в автореферате. Опубликованные автором работы достаточно полно раскрывают содержание диссертационного исследования.

Диссертационная работа соответствует требованиям Положения ВАК Таджикистана, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор диссертации Лугмонова Шафоат Одилджоновна заслуживает присуждение ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности **25.00.30 – «Метеорология, климатология, агрометеорология»** диссертационном совете 6Д. КОА-031 при Физико-техническом институте им. С.У. Умарова Академии наук Республики Таджикистан.

Заключение принято на заседании расширенного физического семинара Физико-технического института им С.У. Умарова Национальной академии наук Таджикистан,

Присутствовало на заседании 24 человек. Результаты голосования: «за»- 24 человек, «против»- нет человек, «воздержалось»- нет человек, протокол № 9 от «11» ноября 2020 г.

Председатель физического  
семинара, к.ф.-м.н.



Фарход Шокир

Ученый секретарь  
семинара, к.ф.-м.н.

Салима Юнусова