

**УТВЕРЖДАЮ**  
**директор ФТИ им. С.У.Умарова НАНТ**  
**Ф.ШОКИР**  
**«17» ноября 2022г**



## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

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

Диссертация Шарипова Сафарали Раджабалиевича выполнена в лаборатории физики атмосферы Физико-технического института им С.У.Умарова Национальной академии наук Таджикистана.

В период подготовки диссертации Шарипов С.Р. являлся инженером лаборатории физики атмосферы Физико-технического института им С.У.Умарова Национальной академии наук Таджикистана.

В 2016 году соискатель окончил факультет физики, математики и информатики Кулябского государственного университета им. А. Рудаки по специальности «Физика - Математика».

### **Научный руководитель:**

**Абдуллаев Сабур Фузайлович** – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией физики атмосферы ФТИ им. С.У.Умарова НАНТ Таджикистана.

По результатам рассмотрения диссертации «**Ионный и карбоновый состав атмосферного аэрозоля г.Душанбе**» принято следующее **заключение:**

Шарипов Сафарали Раджабалиевич в своей научной диссертации исследовал состав ионов и углеродных компонентов атмосферного аэрозоля города Душанбе, дал оценку источников их происхождения, их влияние на здоровье и климат. В научной диссертации Шарипова Сафарали Раджабалиевича исследованы твердые частицы размером до 10 микрон.

Изучение ионного и карбонового компонента атмосферного аэрозоля является актуальной проблемой атмосферных исследований. Анализ вариаций ионного состава, ОС, ЕС, ОС/ЕС и СОС позволяет лучше понять источники, механизмы образования и методы контроля карбоновых аэрозолей в атмосфере, их влияние на ослабление света, на климат и на здоровье человека.

Основными водорастворимыми компонентами атмосферного аэрозоля, являются анионы сульфатов ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), нитратов ( $\text{NO}_3^-$ ), нитритов ( $\text{NO}_2^-$ ), и брома ( $\text{Br}^-$ ), фтора ( $\text{F}^-$ ), фосфатов ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) и катионы ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ). Карбоновые компоненты аэрозоля представлены ЕС, ОС и ТС.

### **1. Ионы:**

-составляют 60–70 % общего количества взвешенных частиц (TSP) в атмосфере.

- способствуют образованию кислотных дождей.

Анионы  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  и катион  $\text{NH}_4^+$  являются вторичными ионами, которые могут повлиять на кислотность TSP и ускорить образование опасных твердых частиц в атмосфере.

-ионы ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{SO}_4^{2-}$ ) атмосферного аэрозоля могут влиять на разложение растительных остатков за счет подкисления и засоления почвы, что приводит к снижению активности почвенных микроорганизмов (изопод).

-Пыль, содержащая ионы ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{SO}_4^{2-}$ ), осевшая на растениях, ухудшает процесс фотосинтеза в растениях.

2. Кроме того аэрозольные ионы и карбоны оказывают существенное влияние на радиационный баланс Земли:



-Увеличение концентрации элементарного углерода в атмосферном аэрозоле приводит к потеплению климата из-за нагрева атмосферы (особенно тропосферы), так как частицы элементарного углерода благодаря высокому коэффициенту поглощения, поглощают солнечный свет и нагреваются. Их нагрев приводит к нагреву атмосферы.

- Увеличение концентрации органического углерода вызывает охлаждение атмосферы, так как слабопоглощающие частицы органического углерода отражают солнечный свет и вызывают охлаждение атмосферы.

-Ионы, находящиеся в атмосферном аэрозоле в связанной форме (например, во фторированных и хлорсодержащих соединениях - фреоны) усиливают разрушение озонового слоя стратосферы.

**Цель работы.** Цель настоящей работы заключается в исследовании содержания ионных и карбоновых компонентов атмосферного аэрозоля размеров до 10 мкм (PM10) в полуаридной зоне Республики Таджикистан на примере г. Душанбе. Полученные данные дают возможность изучить миграционную способность аэрозольных частиц по изменениям их ионного и карбонового состава, а также оценить уровень загрязнения атмосферы и выявить источники аэрозолей;

#### **Основные задачи.**

-Определить степень загрязнения территории г. Душанбе аэрозолями, содержащими ионные и карбоновые составляющие;

-Исследовать содержание ионов и карбонов в атмосферном аэрозоле полуаридной зоны с применением методов статистического и корреляционного анализа;

-Исследовать временные (дневные, месячные и сезонные) вариации концентрации ионов и карбоновых составляющих атмосферных аэрозолей;

-Исследовать возможности применения данных о содержании составляющих компонентов АА и траекторий движения воздушных масс для выявления источников загрязнения атмосферы ионными и карбоновыми компонентами.

**Объектом исследования** в данной работе являлись дисперсные системы - атмосферные аэрозоли.

**Методы исследования.** Сбор атмосферного аэрозоля с частицами размеров до 10 мкм (PM10) на поверхность кварцевых фильтров типа quartz fiber filters (МК 360, MUNKTELL) проводился высокообъемным пробоотборником DHA-80, DIGITEL в течение 72 часов (объем пробоотбора в период эксперимента CADEX составлял 1520м<sup>3</sup>). Использованы методы ионной хроматографии и термографии. Общее количество проб атмосферного аэрозоля с частицами до 10 мкм – 181.

#### **Научная новизна работы**

Впервые

1.Создан банк данных по содержанию ионных и карбоновых компонентов атмосферного аэрозоля с частицами до 10 мкм в г.Душанбе;

2.Изучены временные вариации содержания ионов и карбоновых компонентов в атмосферном аэрозоле за период 2015-2016 гг;

3.Исследовано содержание ОС, ЕС, ТС, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup> и Ca<sup>2+</sup> в пробах аэрозоля в сравнении с другими регионами мира, дана оценка их временной вариации в составе АА. Выявлены источники загрязнений ионами и карбоновыми компонентами на территории полуаридной зоны, с учетом воздушного дальнего переноса аэрозоля;

4.Вычислены коэффициенты корреляции содержания ионов и карбоновых компонентов в пробах аэрозоля, проведен их статистический анализ.

**Достоверность.** В работе использованы известные методики сбора и обработки исходных данных. Проведенные исследования содержания ионных и карбоновых компонентов атмосферного аэрозоля частиц до 10мкм в полуаридной зоне являются репрезентативными. Достоверность результатов подтверждена статистической



обработкой данных с помощью стандартных программ. Экспериментальные результаты сопоставлены с данными, полученными другими исследователями.

#### **Теоретическая значимость работы:**

- закономерности изменения концентрации ионов и карбоновых компонентов в составе атмосферного аэрозоля, что позволило оценить их воздействие на окружающую среду;
- природные (пылевые вторжения) и антропогенные (транспорт, промышленность, бытовые выбросы и сельское хозяйство) факторы, определяющие содержание ионов и карбонов в г. Душанбе, а также миграцию ионов и карбоновых компонентов в атмосферном аэрозоле;
- значимая корреляция между концентрациями ОС, ТС,  $\text{NH}_4^+$ , и  $\text{Cl}^-$  в пробах аэрозоля, указывающая на одинаковые источники загрязнения;
- значимая корреляция (0.82) между концентрациями катионов  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Ca}^{2+}$  в пробах АА, указывает, что соединения, в состав которых они входят, пути, источники и время поступления этих элементов подобны;
- взвешенные частицы воздушных масс вносят значительный вклад в загрязнение атмосферы города.

Полученные в диссертационной работе результаты могут быть использованы при математическом моделировании переноса загрязнения воздушными потоками, для оценки загрязнения воздушной среды районов города Душанбе ионными и карбоновыми компонентами.

#### **Практическая значимость работы:**

1. Результаты проведенных экспериментальных исследований предполагается использовать в качестве базы данных при дальнейшем изучении загрязнения АА ионами и карбоновыми компонентами;
2. Полученные результаты по фоновым концентрациям ионов и карбонов: ОС, ЕС, ТС,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Ca}^{2+}$  в АА г. Душанбе могут служить критерием оценки степени загрязнения территории города указанными компонентами;
3. Результаты исследования могут быть использоваться в учебном процессе в ВУЗах для подготовки специалистов в области метеорологии и климатологии, экологии, физики и химии атмосферы.

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

1. По изменению содержания ионов и карбоновых компонентов в атмосферном аэрозоле за период 2015-2016 гг. установлено, что максимальные концентрации этих загрязнителей наблюдаются преимущественно в зимнее время.
2. Сравнительный анализ содержания ионных и карбоновых компонентов в собранных пробах аэрозоля и их содержанием в атмосферах других регионов мира показал высокие концентрации фтора и кальция в городе Душанбе.
4. Выявлены возможные источники загрязнения воздуха ионами и карбонами за счёт воздушного дальнего переноса аэрозоля. С помощью метода обратных траекторий (HYSPLIT) установлено, что основные источники загрязнения в зимнее время находятся в Китае (пустыня Такла-Макан, Синьцзян) и Узбекистане (Аралкум, Бекабад).
5. Выявленными локальными источниками загрязнения г. Душанбе являются транспорт, цементный завод, ТЭЦ, отопительные системы ЖКХ, места сжигания отходов и листьев.
6. Методом статистического анализа обнаружено существование очень высокой корреляции между концентрациями ОС и ОМ, ОС и ТС, ТС и ОМ, ионов хлора и ОС, ОМ, ТС.
7. Установлено, что среднесезонные концентрации ОС в  $\text{PM}_{10}$  менялись в порядке зима > осень > лето > весна, в то время как концентрации ЕС варьировались в порядке осень > лето > зима > весна. Отношения ОС/ЕС составляли 9.79; 2.9; 2.83 и 2.41 зимой,



осенью, летом и весной, соответственно, что указывает на обилие вторичных органических аэрозолей в г. Душанбе.

**Апробация работ.** Основные положения и результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на семинарах ФТИ им. С.У. Умарова Национальной академии наук Таджикистана (г. Душанбе, 2019 - 2022 гг.), на Международных и Республиканских конференциях:

– *международных*: на IV международной научной конференции «Вопросы физической и координационной химии». ТНУ-2019; международной научной конференции «Гидроклиматические факторы использования водных ресурсов Центральной Азии» ХГУ - 2019; Международной научно-практической конференции «Перспектива развития науки и образования. Часть 2» ТТУ-2019; 10-ой научно-практической конференции «Ломоносовские чтения», посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне (1941-1945 гг.). (25-26 сентября 2020г.) Ч.І. Естественные науки, Филиал МГУ имени М.В.Ломоносова в г. Душанбе; VII Международной конференции «Современные проблемы физики», Душанбе: изд-во «Дониш», 2020; Международной научно-практической конференции на тему: «Электроэнергетика Таджикистана. Проблемы энергосбережения, энергоэффективности и использования возобновляемых источников энергии» Национальный исследовательский университет филиала «МЭИ» в г. Душанбе, 2021.

– *республиканских*: на республиканской научно-практической конференции на тему: «Актуальные вопросы естественных наук и технологий», посвященной двадцатилетию изучения и развития естественных, точных и математических наук. Российско-таджикский (славянский) Университет естественнонаучный факультет, (Душанбе, 28 октября 2020 года); Республиканской научно-практической конференции на тему «Современные проблемы физики конденсированного состояния и ядерной физики», посвященной «Двадцатилетию изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования», (г. Душанбе, 19 февраля 2020); Республиканской научно–теоретической конференции на тему «Основные средства развития и изучения естественных точных и математических наук: проблемы и пути их решения». Таджикский аграрный Университет им. Ш. Шотемур - 2021;

**Личный вклад** соискателя состоял в подготовке материала, статистической обработке результатов анализа, сопоставлении их с литературными данными, участии в обсуждении и интерпретации результатов, в подготовке статей и тезисов докладов по материалам диссертации.

**Публикации.** По результатам диссертационной работы опубликовано 31 научная работа, в том числе 9 статей в рецензируемых журналах ВАК при Президенте Республики Таджикистан.

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

[1-А]. Абдуллаев, С.Ф. Ионный состав атмосферного аэрозоля в период CADEX (2014-2016) в Таджикистане / С.Ф. Абдуллаев, С.Р. Шарипов, К.В. Фомба // Вестник ТНУ. - 2018. – №4(264). - С.115-122.

[2-А]. Абдуллаев, С.Ф. Исследование карбоновых компонентов атмосферного аэрозоля полуаридной зоны Таджикистана (часть 1)/ С.Ф. Абдуллаев, С.Р. Шарипов, К.В. Фомба // Вестник ТТУ. – 2018. - №4(44) - С.36-40.

[3-А]. Абдуллаев, С.Ф. Исследование карбоновых компонентов атмосферного аэрозоля полуаридной зоны Таджикистана (часть 2)/ С.Ф. Абдуллаев, С.Р. Шарипов, К.В. Фомба // Вестник ТТУ. – 2018. - №4(44) - С.40-44.

[4-А]. Абдуллаев, С.Ф. Сезонные вариации ионного состава атмосферного аэрозоля полуаридной зоны Таджикистана/ С.Ф.Абдуллаев, С.Р. Шарипов, К.В. Фомба // Ученые записки .Серия естественных и экономические науки.Худжанд.-2019. - №1(48) - С.19-28.



[5-А]. Шарипов, С.Р. Вариация состава углеродсодержащей фракции атмосферного аэрозоля в полуаридной зоне Таджикистан/ С.Р.Шарипов, С.Ф. Абдуллаев, В.А Маслов//Доклады НАНТ-2020. - Том 63. - №3-4. - С.199 -205.

[6-А]. Шарипов, С.Р. Исследование неорганического ионного состава атмосферных аэрозолей/ С.Р.Шарипов// «Кишоварз» - 2021. - Том 93. - №4. - С.14 - 20.

[7-А]. Шарипов, С.Р. Анализ катионного состава атмосферного аэрозоля полуаридной зоны Таджикистана/ С.Р.Шарипов// Известия НАНТ – 2022. - Том 187. - №2. - С. 55 – 61.

[8-А]. Шарипов, С.Р. Органический И элементарный углерод в городской среде города Душанбе / С.Р.Шарипов// «Кишоварз» - 2022. - Том 96. - №3. - С.122-127.

[9-А]. Абдуллаев, С.Ф. Мониторинг ионного состава атмосферного аэрозоля частиц до 10мкм (PM10) полуаридной зоны Таджикистана/ С.Ф. Абдуллаев, С.Р. Шарипов, К. В. Фомба/ ФТИ им.С.У.Умарова АН РТ.- г.Душанбе, 2018. – 14 с. – Библиограф.: 30 назв. – Рус. – деп. в ГУ НПИЦентр 2018г.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав с подразделами, заключения, списка использованной литературы и глоссария. Диссертационная работа изложена на 136 странице компьютерного текста, из них 16 таблиц, 65 рисунков и 206 библиографических ссылок.

*Во введении* обоснована актуальность работы, сформулированы цели и задачи исследований, изложены основные положения, выносимые на защиту, указаны научная новизна и практическая значимость работы.

*Первая глава* включает аналитический обзор литературы по ионным и карбоновым компонентам атмосферного аэрозоля и постановку задачи диссертационной работы. В этой главе описаны исследования ионного и карбонового состава АА, представлено описание свойств ионов и карбоновых компонентов в АА, распространенных в атмосфере, изложены проблемы загрязнения окружающей среды ионами и карбоновыми компонентами. Подробно описаны предыдущие исследования по ионным и карбоновым компонентам АА. Исследование последствий техногенного загрязнения объектов окружающей среды, в том числе атмосферы ионным и карбоновым компонентам является актуальным вопросом экологии и контроля воздушной среды. В целом, первая глава отражает современные научные достижения в области исследования ионного и карбонового компонентов атмосферных аэрозолей.

*Во второй главе* представлены методика отбора и подготовки проб АА. Материалом для исследований служили дисперсные системы: атмосферный аэрозоль. Сбор проб аэрозоля на территории полигона атмосферного мониторинга ФТИ им. С.У. Умарова НАНТ с 2015 до 2016 гг. Всего было собрано и проанализировано 181 проба АА.

Подробно описана методика сбора, транспортировки и хранения проб. Описана экспериментальная установка, использовавшаяся для получения данных. Содержание ионов и карбонов определялось методами ионной хроматографии и термографии. Оборудование для анализа ионных и карбоновых компонент АА обладает высокой разрешающей способностью, что позволило получить репрезентативные данные.

*В третьей главе* приведены результаты исследования ионных и карбоновых компонентов АА. В качестве фонового значения каждого исследованного компонента принято наименьшее значение его концентрации при непрерывном сборе в период эксперимента.

Приведены дневные, месячные и сезонные вариации растворимых ионов АА

**В заключении перечислены основные результаты диссертации.**

1. Пределы изменения концентраций ионов в атмосферном аэрозоле за период 2015-2016гг с максимальными значениями в зимний период: анионов хлора (0.049-7.64 мкг/м<sup>3</sup>), нитрата (0.472-10.902 мкг/м<sup>3</sup>), сульфата (0.923-12.155 мкг/м<sup>3</sup>), нитрита (0.002-0.014 мкг/м<sup>3</sup>), брома (0.001-0.038 мкг/м<sup>3</sup>), фтора (0.008-1.052 мкг/м<sup>3</sup>), фосфата(0.004-



0.439 мкг/м<sup>3</sup>), катионов натрия (0.009-0.87 мкг/м<sup>3</sup>), магния (0.013-0.406 мкг/м<sup>3</sup>), аммония (0.088-8.696 мкг/м<sup>3</sup>), калия (0.126-1.65 мкг/м<sup>3</sup>) и кальция (0.348-6.248 мкг/м<sup>3</sup>) ([9-А], [10-А], [11-А], [12-А]);

2. Пределы изменения концентраций карбоновых компонентов в атмосферном аэрозоле за период 2015-2016 гг: ОС (0.007-52.112 мкг/м<sup>3</sup>), ЕС (0.003-8.675 мкг/м<sup>3</sup>), ТС (0.01-53.882 мкг/м<sup>3</sup>) и МС (2.03-433.908 мкг/м<sup>3</sup>) с максимальными значениями в зимний период (ОС, ТС), осенью (ЕС) и летом (МС). Самые низкие уровни зарегистрированы весной ([1-А], [2-А], [3-А], [8-А]);

3. Обнаружены высокие концентрации фтора и кальция в пробах аэрозоля по сравнению с их содержанием в других регионах мира ([1-А], [11-А], [12-А]);

4. Проведен статистический анализ содержания ионов и карбоновых компонентов в пробах аэрозоля, вычислены их коэффициенты корреляции. Обнаружена очень высокая корреляция между концентрациями ОС и ОМ ( $r=1$ ), между ОС и ТС ( $r=0.99$ ), между ТС и ОМ ( $r=0.98$ ), между ОС и Cl<sup>-</sup> и между ОМ и Cl<sup>-</sup> ( $r=0.94$ ), между ТС и Cl<sup>-</sup> ( $r=0.91$ ), между МС и Mg<sup>2+</sup> ( $r=0.88$ ) значимая корреляция между ОС и NH<sub>4</sub><sup>+</sup> между ОМ и NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ( $r=0.85$ ), между ТС и NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ( $r=0.81$ ), средняя корреляция между МС и Na<sup>+</sup> ( $r=0.76$ ), между ТС и K<sup>+</sup> ( $r=0.75$ ). Рассчитаны среднеквадратичные отклонения и доверительный интервал для всех компонентов ([1-А], [2-А], [3-А], [8-А], [9-А], [10-А]);

5. Среднесезонные концентрации ОС (органический углерод) в РМ<sub>10</sub> менялась в порядке зима > осень > лето > весна, в то время как ЕС (элементарный углерод) варьировали в порядке осень > лето > зима > весна. Отношение ОС/ЕС составляли 9.79; 2.9; 2.83 и 2.41 зимой, осенью, летом и весной, соответственно, что указывает на обилие вторичных органических аэрозолей в г. Душанбе. Источники углеродсодержащего аэрозоля в РМ<sub>10</sub> значительно варьировались в зависимости от времени года, среди них преобладают выхлопные газы транспорта и продукты сжигания угля и биомассы ([11-А], [12-А], [14-А], [18-А]);

6. Показано, что основная часть ионного и карбоновой концентрации аэрозоля в г. Душанбе обусловлена местными источниками загрязнителей атмосферы (промышленными, аграрными, бытовыми).

7. Выявлены источники загрязнений ионами и карбонами территории г. Душанбе за счет воздушного дальнего переноса аэрозоля; источником ОС, ЕС, ТС, ОМ, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> и K<sup>+</sup> в атмосфере г. Душанбе является пустыня Такла – Макан, источниками других компонентов являются соседние страны Центральной Азии ([1-А], [2-А], [3-А], [8-А], [9-А], [10-А], [11-А], [12-А]);

### **Рекомендации по практическому использованию результатов.**

Полученные в диссертационной работе результаты могут быть использованы для оценки загрязнения воздушной среды районов полуаридной зоны Республики Таджикистана ионами и карбоновыми компонентами. Результаты проведенных экспериментальных исследований предполагается использовать в качестве базы данных при дальнейшем изучении загрязнения АА ионами и карбоновыми компонентами. Полученные результаты по фоновым концентрациям ионов и карбонов в АА полуаридной зоны Таджикистана могут служить критерием оценки степени загрязнения территории региона указанными компонентами. Результаты исследования могут быть использоваться в учебном процессе в ВУЗах для подготовки специалистов в области метеорологии и климатологии, экологии, физике и химии атмосферы.

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 всем требованиям Положения ВАК Таджикистана, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор диссертации Шарипов Сафарали Раджабалиевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности **25.00.30 – «Метеорология, климатология, агрометеорология»** в диссертационном совете 6Д. КОА-055 при Физико-техническом институте им. С.У. Умарова Национальной академии наук Таджикистана.

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

Присутствовало на заседании 30 человек. Результаты голосования: «за» - 30 человека, «против»- нет, «воздержалось»- нет, протокол № 1 от «17» ноября 2022 г.

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



Ф. Холмуродов

Секретарь расширенного физического семинара, к.ф.-м.н.



Ш.Ш.Шоёкубов