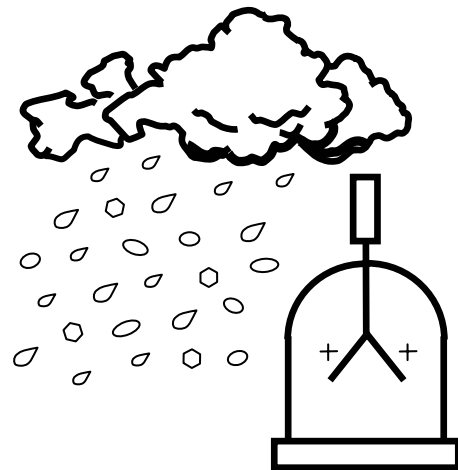


секция

Аэрозоли и ионизация тропосферы



Кинетика легких, средних и тяжелых ионов при атмосферной ионизации

В.В. Смирнов

Институт экспериментальной метеорологии, НПО «Тайфун», Обнинск

Дается критический анализ современных данных о характере, интенсивностях и временных рамках превращений атмосферных ионов в разных группах подвижностей при различных интенсивностях ионизации и параметрах воздуха, характерных для приземного слоя атмосферы над континентами. Детализируются следующие процессы с участием атмосферных ионов: 1. Гидратация молекулярных ионов МИ, которая превращает их в первичные легкие ионы ПЛИ. В результате старения в реальной атмосфере в течении нескольких секунд ПЛИ преобразуются в комплексные легкие ионы КЛИ. Их структура зависит от газового состава воздуха и возраста иона [1, 2]. 2. Кулоновская ассоциация разнополярных комплексов приводит к появлению нейтральных ионных пар НИП. Средний диаметр НИП 1,5–2 нм. 3. Присоединение к НИП легкого иона дает типичный средний ион СИ диаметром 2,5–3 нм. 4. Ассоциация разнополярных ЛИ и СИ друг с другом и с ионными парами ведет к укрупнению наночастиц до диаметра 3–5 нм [2–4]. 5. Ион-стимулированные притоки аэрозольного вещества обуславливают рост сечения захвата ЛИ и СИ и снижение их концентрации. Соответственно снижаются и прекращаются эмиссии наночастиц. 6. Столкновения ЛИ с аэрозольными частицами приводят к появлению тяжелых ионов ТИ. В ряде случаев при интенсивных потоках ионов модифицируются физико-химическое состояние поверхности частицы и свойства облачных ядер конденсации [2, 3]. 7. Неравновесная ионизация воздуха и/или избирательная селекция аэрозольных частиц по отношению к легким ионам разных знаков приводит к появлению неоднородных электрических полей.

Работа частично поддержана грантом РФФИ № 04-05-64925.

1. *Смирнов В.В.* Изменения ионного, аэрозольного и газового состава воздушной среды при ее радиоактивном загрязнении // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 1992. Т. 28. № 9. С.958–966.
2. *Смирно В.В.* Ионизация в тропосфере. С.-Петербург. Гидрометеониздат. 1992. 312С.
3. *Smirnov V.V., Savchenko A.V.* Ion-Stimulated Nucleation: Role of Impurity Gases // Nucleation and Atmospheric Aerosols-2004. 16th Intern. Conf. Kyoto, Japan.2004. P.281–285.
4. *Смирнов В.В., Я.И. Сальм, Ю.М. Мякела, Ю. Паатеро.* Динамика атмосферного аэрозоля, ионов и минорных газов при вторжениях арктического воздуха // Оптика атмосферы и океана. 2004. Т. 17. №1. С.71–80.

Длиннопериодные и короткопериодные изменения УФ радиации: роль облачности, озона и аэрозоля

Н.Е. Чубарова

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Москва

Ультрафиолетовая радиация характеризуется сильным воздействием на биоту, поэтому ее исследованию уделяется особое внимание. Известно, что поступление УФ радиации к поверхности Земли имеет сильную изменчивость, что определяется ее чувствительностью к влиянию различных атмосферных факторов. Это особенно заметно проявляется в последнее время и связано с усилением антропогенной активности, с одной стороны, и изменениями глобального циркуляционного режима атмосферы — с другой.

Для оценки роли различных факторов в изменчивости уровня УФ радиации для разных масштабов временного усреднения использованы данные наземных измерений УФ радиации в Москве (МО МГУ) и Подмоскowie (Звенигородская Биологическая станция МГУ), а также наблюдения за облачностью, озоном (данные TOMS) и аэрозолем с помощью автоматического солнечного и небесного фотометра CIMEL сети AERONET. Особый интерес представляет определение влияния на уровень УФ радиации дымной мглы, наблюдавшейся в Московском регионе летом – осенью 2002 года. Обнаружено существенное изменение аэрозольных свойств атмосферы в этот период, а также заметное поглощение УФ радиации газами в пограничном слое воздуха (в частности, диоксидом азота, формальдегидом и др.). Выявлены различия в уровне УФ радиации при сравнении параллельных измерений в городе и пригороде; обсуждаются возможные причины таких различий.

С помощью независимой информации об общем содержании озона, аэрозоля и облачности и эмпирической модели [Chubarova and Nezval, 2000] восстановлена многолетняя изменчивость УФ радиации и выявлена роль различных атмосферных факторов в ее длиннопериодных колебаниях. Результаты восстановлений УФР показали удовлетворительное согласие с результатами непосредственных измерений УФР за период 1968–2003 г.

Сравнение с результатами спутниковых измерений УФ радиации по данным TOMS (v.7 и v.8) с 1979 г. и METEOSAT с 1984 г. продемонстрировало удовлетворительное согласие с данными измерений в теплый (бесснежный) период и необходимость коррекции данных при наличии снежного покрова, особенно данных TOMS. Показана также необходимость корректного учета аэрозольного ослабления в обоих алгоритмах.

Электрофизические явления, обусловленные нелинейными осцилляциями капель в заряженных жидкокапельных системах естественного происхождения

А.И. Григорьев

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, Ярославль

Заряженная капля во внешнем электростатическом поле является главным структурным элементом разнообразных жидкокапельных систем естественного происхождения: это и туманы и облака всех форм. В этой связи заряженная капля во внутриоблачном электрическом поле часто становилась объектом теоретического и экспериментального моделирования многих электрических явлений в атмосфере: огней св. Эльма, свечение воронок смерчей, инициирования разряда линейной молнии, шаровой молнии, плоской молнии — беззвучного свечения на верхней кромке облаков, «Курильского света» и даже свечения атмосферы — предвестника землетрясений, иногда возникающего над очагом готовящегося землетрясения за несколько десятков секунд до его начала. Как правило, в основе строящихся моделей лежал феномен неустойчивости капли по отношению к собственному или индуцированному внешним электрическим полем заряду, при реализации которого капля сбрасывает избыточный заряд путем эмиссии со своих вершин серии высокодисперсных сильно заряженных капелек, в окрестности каждой из которых зажигается коронный разряд, что и обеспечивает появление световых эффектов. Все предложенные модели имеют право на существование, но содержат один недостаток: регистрируемые при натуральных наблюдениях собственные заряды капель и напряженности внутриоблачных электрических полей существенно меньше необходимых для реализации обсуждаемого вида неустойчивости капли. И все-таки выход из создавшегося положения существует и связан с результатами аналитических расчетов нелинейных осцилляций заряженных капель в электростатических полях. Оказалось, что зажигание коронного разряда при измеряемых напряженностях внутриоблачных электрических полей, возможно непосредственно у вершин нелинейно осциллирующих капель. Указанный механизм начинает действовать при достаточно больших амплитудах нелинейных осцилляций и указывает, в частности, на важную роль коронного разряда с вершин осциллирующих капель в формировании электрического тока в облаке. Раскачка нелинейных осцилляций капель происходит за счет реализации нелинейного внутреннего резонансного взаимодействия мод, при котором энергия из высоких мод перекачивается в основную.

Метод «по прямому солнцу»: итерационный алгоритм определения ОСО и УФ спектров аэрозольной оптической толщины атмосферы

И.Ю. Сидорович

Национальный научно-исследовательский центр мониторинга озоносферы, Минск

Оптические характеристики атмосферных аэрозолей в УФ области спектра в настоящее время недостаточно изучены. Это обусловлено перекрытием указанного диапазона интенсивными полосами поглощения атмосферного озона и отсутствием эффективных алгоритмов для разделения общей оптической толщины атмосферы на отдельные составляющие. Как правило, существующие методики либо, рассчитывая ОСО, пренебрегают спектральными свойствами аэрозолей в УФ области, либо, исследуя спектры аэрозолей, пользуются априорными (часто усредненными, сезонными, региональными и т.п.) значениями ОСО.

Цель настоящей работы: разработка эффективного алгоритма для одновременного восстановления «мгновенных» УФ спектров аэрозольной оптической толщины (АОТ) атмосферы и значений ОСО из данных измерений, проведенных методом «по прямому солнцу».

Исследования проведены на Минской озонметрической станции с помощью универсального спектрометра-озонметра ПИОН, разработанного в Национальном научно-исследовательском центре мониторинга озоносферы Белгосуниверситета.

Основные результаты. Предложен итерационный алгоритм определения ОСО и УФ спектров АОТ, экспериментальной основой которого является измерение интенсивностей приземного солнечного излучения на 13 рабочих длинах волн спектрометра-озонметра ПИОН в области 297–317 нм. В качестве «нулевого приближения» (Forward model) использованы значения ОСО, определенные из экспериментальных данных по методике, описанной в работе [1], внеатмосферные солнечные факторы, определенные калибровкой прибора по методу Лэнгли и модельные значения АОТ, вычисленные по формуле Ангстрема [2]. Влияние молекулярного рассеяния учитывалось в соответствии с данными работы [3]. Исследованы эффективность и устойчивость предложенного алгоритма, а также его модификаций. Рассчитаны УФ спектры АОТ по данным измерений на Минской озонметрической станции за 2003–2004 гг.

1. Людчик А.М., Красовский А.Н., Турьшев Л.Н., Неверович Л.Ч. Об эффективности многоволновой методики определения содержания озона в атмосфере УФ спектрометрами-озонметрами // Журн. Прикладной спектроскопии, 1991, Т. 55, № 3, С.472–477.
2. Атмосфера. Справочник. Под ред. Ю.С. Седунова, Л., Гидрометеиздат, 1991, 509С.
3. Frolich C., Shaw G.E. New determination of Ragleigh scattering in the terrestrial atmosphere // Appl. Opt., 1980, V. 19, № 11, P.1773–1775.

Влияние направления переноса на состав воздуха в приземном слое атмосферы по наблюдениям в районе пос. Годжур (Калмыкия)

А.А. Машковцева, А.И. Скороход, А.А. Волох

Институт физики атмосферы им. А.М.Обухова РАН, Москва

Данная работа посвящена анализу данных, полученных в районе пос. Годжур (47,60°с.ш., 44,45°в.д.) в июне – июле 2002 и 2003 гг. Годжур расположен на перекрестке основных направлений перемещения воздушных масс с запада, юго-востока, северо-востока, поэтому мониторинг именно в этой точке позволяет определить вклад естественных и антропогенных источников в химию нижней атмосферы данного региона. Калмыкия привлекает внимание в связи с неблагоприятной экологической обстановкой, сложившейся в регионе в последние годы. Поскольку на территории Калмыкии нет крупных промышленных объектов, то большая часть загрязнений, в числе которых предшественники галогенсодержащих соединений и озона, поступает вместе с воздухом из других регионов (Западная и Центральная Европа, Донбасс, Центральная Россия, Астраханская и Волгоградская области). Засушливый климат этого региона способствует интенсивной генерации токсичных соединений, которые негативно влияют на растительность и здоровье человека.

В работе используются наблюдения приземных концентраций озона, оксида и диоксида азота, сажевого аэрозоля, массовой концентрации аэрозоля, метеорологических параметров (температуры воздуха, относительной влажности, солнечной радиации, скорости и направления ветра, давления), а также концентрации летучих органических соединений и брома в воздухе.

На основе полученных данных были сделаны выводы о влиянии направления переноса на состав воздуха. Были выделены режимы, которые отличаются по химическому составу принесенного воздуха, что проявляется, в частности, в суточном ходе озона, сильно зависящего от присутствия других химически активных компонентов. Отмечено, что концентрации сажи, субмикронного аэрозоля, а также брома и органических веществ выше при антициклонах, движущихся с востока.

О связи турбулентных потоков аэрозоля, водяного пара и тепла с характеристиками завихренности

Г.И. Горчаков, К.А. Шукуров

Институт физики атмосферы им. А.М.Обухова РАН, Москва

Показано, что вертикальный перенос аэрозоля, водяного пара и тепла в конвективном приземном слое атмосферы обеспечивается восходящими и нисходящими конвективными потоками. Установлено, что восходящие конвективные потоки отличаются от нисходящих повышенным уровнем турбулентности и повышенной завихренностью. Определены компоненты завихренности, составляющие спиральности и энстрофии. Проанализированы взаимосвязи между компонентами завихренности и составляющими спиральности. Выполнено сопоставление мгновенных вертикальных потоков аэрозоля, водяного пара, тепла и энстрофии при контролируемом режиме турбулентности.

Исследование вариаций оптических характеристик и микроструктуры городского аэрозоля

Г.И. Горчаков, А.А. Исаков, А.В. Карпов, В.М. Копейкин, К.А. Шукуров

Институт физики атмосферы им. А.М.Обухова РАН, Москва

Подготовлен комплекс аппаратуры для исследования свойств городского аэрозоля. Проведены измерения функции распределения частиц субмикронного и грубодисперсного аэрозоля, спектральных зависимостей коэффициента направленного светорассеяния, массовых концентраций субмикронного и сажевого аэрозоля. Проанализирована временная изменчивость дифференциальных счетных концентраций нескольких фракций аэрозоля.

Выполнено сопоставление вариаций коэффициентов рассеяния и поглощения. Получены оценки вероятности выживания кванта для городского аэрозоля в приземном слое атмосферы.

Электромагнитное излучение линейно осциллирующей заряженной капли конечной проводимости

А.С. Голованов, И.Г. Жарова, О.С. Крючков

Ярославский государственный университет им. П.Г.Демидова, Ярославль

В линейном приближении по амплитуде осцилляций решена задача о расчете интенсивности электромагнитного излучения, связанного с капиллярными колебаниями вязкой заряженной капли конечной проводимости. Математическая формулировка задачи состоит из уравнений гидродинамики вязкой несжимаемой жидкости и уравнений Максвелла со стандартными граничными условиями. Получено и проанализировано дисперсионное уравнение задачи.

Из анализа дисперсионного уравнения задачи, выяснилось, что рост проводимости, не оказывая влияния на декременты затухания капиллярных осцилляций и полоидальных движений жидкости, приводит к линейному увеличению декремента затухания. Также выяснилось, что частота капиллярных осцилляций капли также не зависит от проводимости жидкости. Интересно отметить, что на капиллярные волны с большой частотой могут накладываться быстро затухающие волны малой частоты, возникающие в результате взаимодействия полоидальных движений жидкости и движений жидкости, связанных с перемещением носителей заряда. Строго говоря, движения жидкости не являются волновыми, поскольку декремент их затухания во всех случаях заметно превышает значения частот, а потому эти движения следует интерпретировать как аperiodические. Также анализ дисперсионного уравнения указывает на наличие зависимости декремента затухания капиллярных осцилляций капли с конечной проводимостью от величины электропроводности и поверхностной плотности заряда. Численные расчеты показывают, что величина декремента затухания капиллярных осцилляций капли, связанного с излучением ею электромагнитных волн, растет в представляющем интерес с позиций возможных приложений в геофизике диапазоне значений электропроводности жидкости и поверхностной подвижности носителей заряда по линейному закону. Найден закон изменения интенсивности электромагнитного излучения от декремента затухания, согласно которому интенсивность меняется по экспоненциальному закону.

О коронном разряде с капли, нелинейно осциллирующей в электрическом поле

А.Н. Жаров, М.В. Волкова, О.С. Крючков

Ярославский государственный университет им. П.Г.Демидова, Ярославль

Коронный разряд с капель воды в электрически активных облаках вносит существенный вклад в формирование электрического тока в атмосфере. В этой связи исследование закономерностей зажигания коронного разряда с облачных капель представляет значительный интерес. Если подходить к этой проблеме на основе линейной теории, то никакого коронного разряда в окрестности облачных капель зажечься не может, поскольку величины собственных зарядов капель и внутриоблачных электрических полей слишком малы. Учет реальной нелинейности осцилляций капель, подвешенных в облаке в восходящих потоках, показал, что при фиксируемых в облаках максимальных зарядах капель у их вершин при нелинейных осцилляциях коронный разряд может зажечься. В этой связи возникает другой вопрос: может ли зажечься коронный разряд в окрестности незаряженных нелинейно осциллирующих капель при их поляризации во внутриоблачных электрических полях. С точки зрения математического анализа указанная задача представляет значительные математические трудности, поскольку сфероидальность равновесной формы капли в однородном внешнем электростатическом поле при аналитических асимптотических расчетах ее осцилляций в сферической системе координат приводит к появлению двух малых параметров: амплитуды равновесной сфероидальной деформации и амплитуды нелинейных осцилляций. Тем не менее, такая задача разрешима. В аналитических асимптотических расчетах порядка $5/2$ по амплитуде деформации сферической формы капли идеальной несжимаемой электропроводной жидкости, нелинейно-осциллирующей во внешнем однородном электростатическом поле, найдено выражение для напряженности поля в ее окрестности. Выяснилось, что напряженность суммарного электрического поля на вершинах капли превышает необходимую для зажигания коронного разряда уже при напряженности поля, на порядок меньшей критического значения, при котором реализуется неустойчивость капли по отношению к индуцированному заряду, т.е. при величине напряженности внешнего электростатического поля, регистрируемой в натурных наблюдениях в грозовых облаках. Сказанное делает также актуальным детальное рассмотрение возможности инициирования разряда молнии с коронного разряда в окрестности крупной капли.

Об усилении внешнего электрического поля на гребнях нелинейных волн в слое жидкости конечной толщины

С.А. Курочкина, А.В. Климов, Д.С. Заплевичко

Ярославский государственный университет им. П.Г.Демидова, Ярославль

В формировании электрического тока между протяженной водной поверхностью и облаками (над морями и океанами) определенную роль играют электрические разряды с заостренных гребней волн, в малой окрестности которых может иметь место существенное увеличение напряженности электрического поля между землей и облаками. В этой связи представляет интерес решение задачи о расчете электрического поля над свободной поверхностью жидкости, имеющей конечную глубину, по которой бежит нелинейная капиллярно-гравитационная волна. Решение такой задачи в четвертом порядке малости по отношению амплитуды волны к ее длине позволило найти выражение для распределения потенциала электрического поля над искаженной волновым движением свободной поверхностью жидкости, а также форму профиля нелинейной волны. Численные расчеты показали, что величина напряженности электрического поля над гребнями волн достигает величины, при которой зажигается коронный разряд, уже при напряженности внешнего электрического поля порядка сотни В/см. Электрический заряд, индуцируемый на поверхности воды электрическим полем между облаками и водой, приводит к увеличению радиуса кривизны гребней капиллярных волн и к усилению напряженности электрического поля в их окрестности. Влияние конечности толщины слоя жидкости существенно сказывается на форме профилей волн и на величине напряженности электрического поля у их гребней только в ситуации, когда произведение толщины слоя на волновое число меньше единицы. Знак и величина нелинейных поправок сложным образом зависят от толщины слоя, поверхностной плотности индуцированного заряда и длины волны.

Роль нелинейного взаимодействия волн в формировании условий зажигания огней святого Эльма

Д.Ф. Белоножко, С.А. Санасарян, А.С. Голованов

Ярославский государственный университет им. П.Г.Демидова, Ярославль

Теоретически исследовано влияние нелинейного взаимодействия капиллярных волн на заряженной поверхности вязкой жидкости на закономерности распределения по ней гребней волн с наибольшей кривизной. Эти вершины являются зародышами эмиссионных выступов, которые формируются на нелинейной стадии развития неустойчивости заряженной поверхности жидкости по отношению к избытку электрического заряда. В свою очередь каждый эмиссионный выступ является очагом зажигания факела огня Св. Эльма, — свечения самоподдерживающегося за счет фотоионизации коронного разряда, вокруг маленьких заряженных капелек, эмиттированных эмиссионным выступом.

В процессе исследования впервые решена задача о расчете физических характеристик волнового пакета Стокса, образованного двумя волнами с близкими длинами, на заряженной поверхности жидкости. Математическая формулировка задачи представляет собой классический набор уравнений электрогидродинамики идеальной, идеально проводящей, капиллярной, тяжелой, бесконечно глубокой жидкости произвольной вязкости с заряженной свободной поверхностью. Задача решена во втором приближении по величине амплитуды волн формирующих волновой цуг Стокса. В полученном решении впервые корректно учтена вязкость и влияние нелинейного взаимодействия между волнами, составляющими волновой пакет на характер эволюции формы несущей и огибающей. Выяснилось, что нелинейное взаимодействие особенно сильно проявляется в волновых цугах со средним значением волнового числа в 0,7 от величины обратной капиллярной постоянной. По этой причине указанные волновые цуги отличаются от других цугов той же амплитуды большим значением кривизны вершины огибающей. Очевидно, что гребни несущей волны, расположенные непосредственно под вершиной огибающей, имеют наибольшую кривизну, и являются наиболее вероятными местами зарождения эмиссионного выступа. Частота расположения таких гребней на поверхности жидкости определяется характерным размером огибающей. Таким образом, получено среднее значение волнового числа для периодического волнового цуга, который на начальной стадии развития неустойчивости заряженной поверхности жидкости, отвечает за частоту пространственного распределения мест формирования эмиссионных выступов, — очагов зажигания факела огня Св. Эльма.

Индукционные неустойчивости зарядки в грозовом облаке

А.Е. Сорокин

Институт прикладной физики РАН, Нижний Новгород

Известно, что в формировании крупно и мелкомасштабных электрических полей в грозовом облаке участвует множество как микро так и макрофизических факторов. Основную роль при этом играют процессы зарядки облачных частиц. В данной работе рассмотрено как отдельное, так и совместное влияние индукционных механизмов зарядки на развитие неустойчивых мод электризации для 1D системы, содержащей легкие и тяжелые частицы, а также ионы обоих знаков движущиеся в потоке газа во внешнем электрическом поле.

К первому классу индукционных механизмов относится индукционная зарядка (IC) при соударении частиц. Микрофизика данного механизма исследована в [1] и использовалась при численном моделировании грозовой ячейки в [2]. В работе [3] была подробно исследована динамика одномерной многофазной модели с IC. Были изучены как стационарные состояния системы, так и ее динамика, выведены дисперсионные соотношения. Показано, в частности, что наибольшим инкрементом неустойчивости обладают длинноволновые возмущения с волновыми числами $k \ll k_t$, где k_t — пороговое волновое число, и что в системе может возбуждаться целый спектр продольных мод электризации с $0 < k < k_t$. Здесь предполагалось, что частицы взаимодействуют с ионами только противоположного знака и их заряд превышает максимальный поляризационный заряд в заданном поле. Однако при определенных условиях реализуется селективный ионный индукционный механизм зарядки (SIC), впервые введенный в [4] и исследованный для единичной проводящей сферы в [5, 6]. В настоящей работе был изучен SIC механизм в распределенной одномерной среде, состоящей из ионов и монодисперсных частиц с заданной концентрацией. Так же, как и для IC, исследован стационар и динамика возмущений электрического поля и пространственного заряда. Найдены инкременты неустойчивости и пороги k_t . Заметим, что неустойчивость SIC реализуется только для медленных ионов, дрейфовая скорость которых меньше скорости движения потока газа относительно частицы. С ростом электрического поля в облаке эффективность SIC падает. Однако при этом возрастает дисперсия размеров частиц и, как следствие, межчастичные соударения, что приводит к развитию неустойчивости IC. Такое эволюционное «переключение» с одного типа неустойчивости на другой приводит к непрерывному росту крупномасштабного электрического поля.

Представляет отдельный интерес совместное действие IC и SIC в многофазной среде. С этой целью была рассмотрена 4-х компонентная модель

состоящая из тяжелых и легких частиц, а также ионов. Показано, что вклады в неустойчивость от IC и SIC в общем случае несимметричны — одна группа частиц всегда имеет ток SIC противоположный току IC. Численно исследованы стационарные состояния, а также динамика системы для ионов разной подвижности.

1. *Mason J., F.R.S.* The Generation of Electric Charges and Fields in Thunderstorms // Proc. of the Royal Society of London. 1988. V. 415. № 1829. P.303–315.
2. *Baker M.B., Latham J., Norville K.* A Numerical Study of Thunderstorm Electrification: Model Development and Case Study // J. Geophys. Res. 1991. V. 96. P.7463–7481.
3. *Mareev E.A., Sorokin A.E., Trakhtengerts V.Yu.* Effects of collective charging in a multiflow aerosol plasma // Plasma Physics Reports. 1999. V. 25. № 3. P.261–272.
4. *Wilson C.T.R.* // J. Franklin Inst. 1929. V. 12, 208.
5. *Chalmers J.A., Whipple F.J.* On Wilson's theory of the collection of charge by falling drops // Quart. Journal of Royal Meteorological Society. 1944. V. 70. № 304. P.103–120.
6. *Sorokin A.E.* Selective ion charging of droplets under arbitrary oriented electric field // Proc. 12 International Conference on Atmospheric Electricity, 9–13 June, Versailles, France. 2003. P.253–257.