



Сборник
научных
трудов

Том I
Владимир
2003

Пятая Российская
конференция
по атмосферному
электричеству

Пятая Российская
конференция
по атмосферному
электричеству

Сборник трудов конференции

Том I

Владимир
21-26 сентября 2003 года

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ АТМОСФЕРНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА МЕГАПОЛИСОВ И АТМОСФЕРНО-ИОНОСФЕРНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

А.М. Гоков

Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, Украина

Ионосфера Земли чувствительна к внешним воздействиям, её параметры испытывают регулярные и нерегулярные вариации. Первые обычно связаны с воздействием солнечной радиации и космического излучения. Вторые являются следствием процессов в тропосфере, на поверхности и под Землей. Изучение возникновения и пространственно-временной динамики атмосферных электрических полей актуально, например в связи с радиоактивным загрязнением среды, крупными пожарами, авариями на предприятиях и т. д. В литературе широко изучаются процессы, влияющие на изменение градиента потенциала электрического поля в тропосфере (см., напр., [1-2]). Выделяют естественные и антропогенные факторы, механизмы влияния которых на приземную атмосферу имеют много общих характерных особенностей.

Среди естественных факторов выделяют два комплекса источников: 1) тропосферные процессы; 2) процессы, происходящие в литосфере и на поверхности Земли. К первому относятся, например, пылевые и песчаные бури; вулканическая деятельность; радиоактивные загрязнения и др. Ко второму: землетрясения, процессы на поверхности и под водой такие как, например, морские и океанические течения, разные катаклизмы (цунами, тайфуны и т. д.), испарения с поверхности океана и т. д. В литературе не исследован вопрос о формировании электрического поля в и над мега-полисами, которые занимают достаточно большую площадь. В связи с этим остаётся не исследованным вопрос о влиянии электрического в мега-полисе на здоровье людей и животных. Отметим, что в районах мега-полисов и крупных энергетических объектов техногенная загрязнённость приземной атмосферы, восходящие тепловые потоки и инфразвуковые колебания, как показывают оценки, могут привести к нестационарности в формировании объёмного заряда атмосферы и заметным отклонениям от естественной величины нескомпенсированного заряда.

Вопросам проникновения электрических полей в ионосферу посвящена обширная литература (см., напр., [3-6]). Например в [3,4] решается задача о проникновении электрического поля из тропосферы в ионосферу, а в [5,6] моделируются изменения основных параметров D-области ионосферы. Задача взаимосвязи атмосферно-ионосферного электричества решается, как правило, двумя способами: первый включает построение модели и расчёт проникающих из атмосферы в ионосферу электрических полей E (обычно для вертикальной составляющей E_z , смотри, напр., [3,4]); второй основан на гипотезе о том, что система Земля - ионосфера является глобальным пространственным конденсатором, в котором одной обкладкой является поверхность Земли и приземная атмосфера, а другой, - граница ионосферы (высоты $z \sim 60-65$ км днём и $\sim 80-90$ км ночью) [7,8]. Плотность вертикального тока определяют его компоненты - токи проводимости, диффузионный и конвективный. В реальной атмосфере преобладающий вклад в проводимость вносят лёгкие ионы ($\mu_+ = 0,5 \dots 5$ см²/(В с)). Сопротивление столба атмосферы рассчитывают по данным о высотном распределении суммарной электрической проводимости воздуха.

Рассмотрим основные факторы, которые могут быть источниками атмосферного электричества в мега-полисе. Условно их разделим на категории: 1: электромагнитные; 2: тепло-пылевые; 3: химические. К первой отнесём: а) линии электропередачи (характерно присутствие постоянных, распределённых в пространстве коронирующих разрядов, интенсивность которых возрастает при неблагоприятных погодных условиях); б) трансформаторные станции предприятий (занимают большие площади и характеризуются значительным повышением объёмного заряда и электромагнитного поля в их окрестности); в) телевизионные и радиопередающие станции всех диапазонов (характеризуем как постоянно действующие и локализованные источники мощных нестационарных электромагнитных полей, сравнительно равномерно облучающих зону мега-полиса). г) линии городского

электротранспорта (характерны большие протяженности, густота, относительная равномерность распределения, большое число коронирующих разрядов из-за короткого замыкания и плохих контактов, особенно при неблагоприятных погодных условиях); д) осветительная электрическая сеть (характерно, что она создает постоянный нестационарный электромагнитный фон, примерно равномерно распределенный у поверхности Земли).

Известно, что атмосферная пыль (в широком понимании этого термина она включает грунтовую пыль, продукты техногенной деятельности, последствия пожаров и т. д.) является источником нестационарного атмосферного электричества [9]. Поэтому ко второй категории отнесём следующие основные источники: а) компоненты, поступающие в атмосферу при работе крупных ТЭЦ, которые включают в себя газовые и пылевые продукты сгорания различного топлива, тепловые потоки и водяной пар. Наличие большого числа мелких структур подобного типа (котельни предприятий, районов и т. д.) позволяет рассматривать этот источник загрязнения как неравномерно распределенный в зоне мега-полиса; б) тепловое и газовое загрязнение атмосферы наземным транспортом при сжигании топлива (характерны относительная неравномерность уровня загрязнения относительно времени суток); в) тепло-пылевые компоненты работы промышленных предприятий (при работе крупных промышленных печей, литейных производств и т. п.) (характерна высокая степень концентрации различных пылевых компонентов, часто с неравномерным распределением во времени и в зоне мега-полиса); г) грунтовая пыль (наиболее весомая составляющая её - пыль автодорог и тротуаров), которая в результате постоянного присутствия горизонтальных и восходящих воздушных потоков является источником загрязнения атмосферы и нестационарного атмосферного электричества [9]; д) газо-тепловое излучение зданий и асфальтового покрытия (влияние этого компонента заметно, в основном, в летний период при сравнительно высокой температуре, когда происходит выделение в атмосферу различных газовых компонентов из покрытий зданий и поверхности Земли, а также тепловой конвекции).

К третьей категории отнесём: а) выбросы и утечка химических веществ, недостаточная очистка на предприятиях химической, текстильной, кондитерской и т. д. отраслей промышленности (характерны относительно высокая степень загрязнённости атмосферы, пространственно-временная неравномерность; наличие не только относительно пассивных аэрозолей, но и химически (а следовательно и электрически) активных составляющих).

Перечисленные источники по-разному влияют на атмосферное электричество в и над мега-полисом в разное время года и суток. Отметим, что в ряде случаев в пределах мега-полисов возможны генерация и усиление акустических и инфразвуковых колебаний, которые также способствуют разделению зарядов в атмосфере. Перечисленные факторы могут стимулировать поднятие заряженных структур на большие высоты и привести к усилению воздействия электрического поля, образующегося в зоне мега-полиса, на ионосферу. Поскольку с увеличением высоты электрическая прочность атмосферы понижается, то в отдельных областях заряженных структур может реализоваться режим сильных электрических полей, близких к полям коронных разрядов.

Взаимосвязь элементов электричества в атмосфере над мега-полисом, рассматривая основные характеристики $N_{\pm}, \mu_{\pm}, E_{\pm}$, с другими характеристиками атмосферы можно проследить, рассматривая уравнение баланса ионов в атмосфере (случай моноподвижных ионов и аэрозолей [10]). Для расчёта кинетики концентраций ионов N_{\pm} и электрического поля E в горизонтально-однородной атмосфере применима система уравнений для $\frac{\partial N_{\pm}}{\partial t}$ и $\frac{\partial E}{\partial z}$ (см., например [11]). Для полноты картины для реальной атмосферы в уравнение баланса ионов необходимо добавить члены, учитывающие конвективное и турбулентное размытие ионного облака, физико-химическое состояние естественного аэрозоля, перенос в воздух ионов растворённых в воде веществ и образование конденсата при биполярной ионизации воздуха (см., например [12]). Решение системы для $\frac{\partial N_{\pm}}{\partial t}$ и $\frac{\partial E}{\partial z}$ в стационарном случае позволяет

сделать оценки $E = 100 - 200$ В/м, что сравнимо с эмпирическими значениями [13]. Согласно оценкам увеличение концентрации ионов до $10^5 - 10^6$ см⁻³ в атмосфере над мега-полисом должно приводить к усилению напряжённости электрического поля в 2-3 раза. Поэтому важно провести измерения электрического поля в атмосфере над мега-полисом и наладить мониторинг для изучения, прогнозирования и учёта влияния атмосферного электричества на экологическую обстановку и здоровье людей. Известно, что в регионах природных катаклизмов, где обнаружены литосферно - атмосферно - ионосферные взаимодействия, кратковременно меняются параметры среды обитания (наблюдаются случаи нарушения физиологического состояния живых организмов). По сравнению с такими источниками условия в мега-полисах отличаются долговременностью действия факторов атмосферно-ионосферного взаимодействия. Влияние их в литературе не исследовалось с такой постановкой задачи, что делает актуальной задачу комплексного мониторинга приземной атмосферы в и над мега-полисом.

Работа выполнена при поддержке УНТЦ (проектные соглашения № 1772, 1773).

Список литературы:

1. Атмосферное электричество / Под ред. Б.Ф. Евтеева, Ф.Х. Халилова, Я.М. Шварца. // Тр. II Всесоюз. Симпоз. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 280 с.
2. Атмосферное электричество // Тр. 3 Всес. Симп. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 288 с.
3. Park C.G., Dejnakarinta M. Penetration of thundercloud electric fields into the ionosphere and magnetosphere. // J. Geophys. Res. 1973. V. 78, № 287. pp. 6623-6633.
4. Ким В.П., Хегай В.В., Иллич-Свитыч П.В. Возможные эффекты в E-области ионосферы перед сильными землетрясениями // В сб.: Построение моделей развития сейсмического процесса и предвестников землетрясений. 1999. Вып. 1. С. 87-93.
5. Гоков А.М., Мартыненко С.И. Изменения частоты соударений электронов в электрические поля в нижней ионосфере // Геомагнетизм и аэронавигация. 1997. № 1. С. 76-80.
6. Martynenko S.I. Atmospheric electric field and disturbances of the lower ionosphere parameters // J. of Atmos. Electricity. 1999. V. 19, № 1. P. 1-9.
7. Bering E.A., Few A.A., Renbrook J.R. The global Electric circuit. Physics Today. 1998. Oktober. P. 24-30.
8. Проблемы электричества атмосферы / Ред. Я. Шварц. Гидрометеиздат, 1969. 362 с.
9. Фетт В. Атмосферная пыль. М.: Иностранная литература, 1961. 336 с.
10. Cobb W.E., Wells R.I. The electrical conductivity of oceanic air and its correlation to global atmospheric pollution // J. Atmos. Sci. 1970. V 27. P. 814-819.
11. Свиркунов П.Н. Диффузионный механизм формирования электрического поля в приземном слое атмосферы // Тр. ИЭМ. 1987. Вып. 44, № 131. С. 3-8.
12. Смирнов В.А. Деформация ионного, газового и аэрозольного состава воздуха при его радиоактивном загрязнении // Тр. ИЭМ. 1992. Вып. 19, № 152. С. 46-59.
13. Чалмерс Дж. А. Атмосферное электричество. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 420 с.

О НЕКОТОРЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ АТМОСФЕРЫ В РАЙОНАХ КРУПНЫХ ПОЖАРОВ И АТМОСФЕРНО-ИОНОСФЕРНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ

А.М. Гоков

Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина

