Процессы ионизации, конденсации и излучения тропосферы

Смирнов Б.М.

Объединенный институт высоких температур РАН, г. Москва, Россия

Ионизация в атмосфере создается космическими частицами, как солнечного, так и внегалактического происхождения. При этом магнитное поле Земли позволяет проникнуть в атмосферу Земли протонам и нейтронам с энергией не ниже 10 ГэВ, тогда эти частицы с энергией выше 300 МэВ свободно проходят через атмосферу, в малой степени расходуя свою энергию на ионизацию. Ионизация в атмосфере происходит под действием вторичных частиц, образуемых в результате ядерной реакции с участием космических частиц, и именно по этой причине имеет место немонотонная зависимость плотности ионов от высоты с максимумом на высоте 11 – 15 км.

Ионизация атмосферы создает цепь процессов, которые отражаются на ее свойствах. Ионы являются ядрами конденсации, и как было показано датскими учеными в 1997 году, площадь Земли, покрытая облаками, коррелирует с интенсивностью космических лучей солнечного и галактического происхождения в атмосфере Земли. При наличии ядер конденсации быстро устанавливается равновесие между локальным количеством атмосферной воды в конденсированном состоянии и в форме свободных молекул. С другой стороны, характер процессов конденсации воды в атмосфере, а также конвективный перенос атмосферных масс приводит к определенному распределению аэрозолей воды по размеру и по фазовому состоянию аэрозолей.

Текущее распределение аэрозолей по размерам определяется указанными процессами, причем аэрозоли могут в жидком, твердом (льдинки), твердом аморфном (снегообразном), а также в смешанном твердом состоянии. Столкновение аэрозолей в разных фазовых состояниях определяет последующую зарядку облаков, что создает электрический потенциал облаков, а также зарядку посредством молний, причем разрядка Земли происходит под действием молекулярных ионов, образуемых в результате ионизации атмосферы космическими лучами. Наряду с этим, аэрозоли воды микронных размеров, в основном микрокапли воды, вносят существенный вклад в парниковый эффект атмосферы, создавая примерно третью часть потока инфракрасного излучения, поглощаемого поверхностью Земли. Представленные факты известны в течение пятидесяти – ста лет. В данном обзоре все эти процессы рассмотрены как единое целое с учетом современной информации о них. Это позволяет составить физическую картину атмосферных процессов, включающих аэрозоли воды, где процессы ионизации, переноса, эволюции аэрозолей и парниковый эффект представлены как взаимно связанные.