



Нелинейные фотохимические осцилляции и волны в атмосфере Земли

д.ф.-м.н. Михаил Юрьевич Куликов
и А.М. Фейгин

Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова РАН, Н. Новгород

Фотохимические процессы ключевым образом влияют на важнейшие характеристики и составляющие земной атмосферы: ее энергобаланс, состояние и эволюцию озонового слоя, аэрозольно-химический состав воздуха в среде обитания человека и др. Одним из основных факторов, определяющих протекание фотохимических процессов, являются внешние воздействия различного происхождения, среди которых общим для всех атмосферных фотохимических систем являются суточные вариации интенсивности солнечной радиации, вызванные вращением Земли вокруг собственной оси. Эти вариации приводят к хорошо известному эффекту: осцилляциям концентраций химических составляющих атмосферы на разных высотах с периодом 1 сутки. Такой простой тип поведения является доминирующим для подавляющего большинства атмосферных систем. Тем не менее, в ряде работ было показано, что нелинейность фотохимических процессов (вплоть до дробно-степенной, например, в случае гетерогенных реакций, протекающих на поверхности аэрозольных или облачных частиц), может приводить к нетривиальным нелинейно-динамическим свойствам соответствующей фотохимической системы: мультистабильности, автоколебаниям, нелинейному отклику на внешнее воздействие и возникновению широкого спектра субгармонических и хаотических колебаний. Такие эффекты обнаружены при моделировании нескольких систем, описывающих, в частности, формирование антарктической озонной дыры, химию приземного воздуха мегаполиса, эволюцию фотохимии вблизи границы атмосфера-космос. Учет процессов переноса (ветер, диффузия) может приводить как к подавлению нелинейных режимов, так и их усложнению, в частности, к возникновению так называемых реакционно-диффузионных волн. В данной лекции на примере фотохимии области мезопаузы (80-90 км) будет показано, как высокоразмерную «полную» модель фотохимической системы можно корректно (без потери ключевых нелинейно-динамических свойств) упростить, чтобы выявить механизмы генерации нетривиальных колебаний и волн. Полученные результаты сопоставляются с имеющимися данными наблюдений.