Письма в ЖЭТФ, том 30, вып.2, стр. 97 – 99 *20 июля 1979 г.*

НЕУСТОЙЧИВОСТЬ НЕОГРАНИЧЕННОЙ КУМУЛЯЦИИ

Е.И.Забабахин

Показано, что все явления неограниченной кумуляции неустойчивы, т.е. среди произвольных малых отклонений начальных условий от идеальных всегда есть такие, при которых фокусировка (появление неограниченной плотности энергии) нарушается.

Известные явления неограниченной кумуляции, такие как сходящаяся сферическая ударная волна, схлопывающийся пузырек в жидкости, пинч-эффект при импульсном разряде и другие, могли бы в идеале дать неограниченную концентрацию энергии, что представляет большой интерес, так как сопровождается новыми физическими явлениями, например, большой лучистой теплопроводностью, ядерными реакциями и др.

Естественное ограничение кумуляции из-за атомизма (отличия реальных сред от сплошных) всегда очень слабо. Не устраняет ее обычно и диссипация энергии из-за вязкости и теплопроводности. Неограниченная кумуляция была бы технически доступна, если бы она была устойчива, т.е. происходила и при отклонении условий опыта от идеальных. Если же она неустойчива, то вероятность ее равна нулю, максимальная плотность энергии конечна и величина ее определяется мерой неидеальности начальных условий.

Заметим, что неограниченная кумуляция нарушается не всяким изменением начальных условий (например, годятся все состояния, проходимые системой после идеальных начальных условий), также она не обязательно нарушается и при росте малых возмущений (например, сферическая волна может превращаться в тороидальную, тоже неограниченно усиливающуюся и т.д.).

При неограниченной кумуляции объемная плотность энергии в некоторой точке обращается в бесконечность, а обратная ей величина a – в нуль. Она неотрицательна, при ограниченной кумуляции $a_{min} > 0$, при неограниченной – $a_{min} = 0$. Соответствующее состояние называют фокусировкой.

Начальное состояние системы характеризуется распределением в пространстве независимых параметров $\alpha_0(\bar r)$, а также $\beta_0(\bar r), \gamma_0(\bar r)$... (плотности, температуры, скорости, магнитного поля и т.д.). Разбив нужную нам область пространства на мелкие ячейки и выписав в каждой из них значения всех параметров, мы опишем начальное состояние множеством n величин или точкой в n-мерном пространстве. Различные начальные состояния соответствуют n-мерной области в этом пространстве.

При всех возможных состояниях неограниченной кумуляции одна из n величин фиксирована – $\alpha_{min} = 0$ (условимся в каждой ячейке выписывать наименьшее из значений α в ней). Таким образом, множество фокусированных состояний при любом n занимает область на единицу меньшего числа измерений. Между точками n- и $(n-1)$-мерных областей при устойчивости должно быть взаимнооднозначно соответствие, устанавливаемое уравнениями процесса, что еще не предопределяется неустойчивости, так как, в принципе, такое соответствие между областями разного числа измерений возможно, например, точкам единичного квадрата $(0, a_1 a_2 \ldots; 0, b_1 b_2 \ldots)$ взимнооднозначно соответствуют точки единичного отрезка $0, a_1 b_1 a_2 b_2 \ldots$. Однако такое соответствие не может быть непрерывным или кусочно-непрерывным и никаким физическим процессам не соответствует. В самом деле, если множество переменных $x_1 \ldots x_n$ непрерывно и однозначно отображается на $y_1 \ldots y_{n-1}$, то

$$x_1 = f_1(y_1 \ldots y_{n-1})$$

$$x_2 = f_2(y_1 \ldots y_{n-1})$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$x_n = f_n(y_1 \ldots y_{n-1}),$$

где f_i – непрерывные функции. Из последних $n-1$ уравнений получаем

$$y_1 = g_1(x_2 \ldots x_n)$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$y_{n-1} = g_{n-1}(x_2 \ldots x_n).$$

Таким образом, $y_1 \ldots y_{n-1}$ не зависят от x_1 или далекие друг от друга точки в первом пространстве (отличающиеся по x_1) соответствуют одной точке во втором пространстве, т.е. требования непрерывности и однозначности вместе не выполняются.

Таким образом, непрерывного взаимнооднозначного соответствия между точками областей с разным числом измерений быть не может т.е. при произвольных вариациях начальных условий фокусировка не сохраняется. Это и значит, что любая неограниченная кумуляция неустойчива или вероятность ее равна нулю и предполагавшегося иногда свойства самофокусировки нет. (Заметим, что вероятность реализации и любого другого $\alpha_{min} > 0$ также равна нулю как вероятность попасть в данную точку на линии). Из тех же соображений следует неустойчивость не только мгновенной кумуляции в точке, но и других ее разновидностей (на линии, на поверхности, в бегушей точке и др.).

Это утверждение высказано раньше в виде предположения в [1] и [2] и не содержит принципиально нового по сравнению с выводом Лифшица, Судакова и Халатникова [3] о невероятности неограниченного сжатия мира из-за хаотичности начального состояния, но отличается тем, что относится не только к явлениям гравитации, но и ко всем случаям неограниченной кумуляции, в том числе к попыткам ее реализации в технике.

Автор благодарен А.А.Бунатяну и Б.П.Мордвинову за полезные замечания

Поступила в редакцию
19 февраля 1979 г.

Литература

[1] Е.И.Забабахин. УФН, **85**, 721, 1965.

[2] Е.И.Забабахин. Механика в СССР за 50 лет, т.2, стр.313.

[3] Е.М.Лифшиц, В.В.Судаков, И.М.Халатников. ЖЭТФ, **40**, 1847, 1961.