

ПЕРКОЯЦИОННЫЙ ТРАНСПОРТ В ОТКРЫТОЙ СИСТЕМЕ
СО СТАТИЧЕСКИМ БЕСПОРЯДКОМ

А.Б. Тимофеев (Минск, БГПА)

Рассмотрена модель полуграниченной неупорядоченной открытой системы, в которой процесс релаксации неупорядоченного распределения частиц определяется их прыжковой миграцией по случайно расположенным центрам, причем темпы миграции $p(i, j)$ распределены в экспоненциально широком диапазоне значений. Предполагается, что выход частиц из системы осуществляется с поверхностных центров десорбции благодаря процессам, инициированным поступлением энергии извне. Центры десорбции характеризуются различными модельными распределениями энергий связи $E(i)$ с плотностью вероятности $R\{E(i)\}$.

Для характеристики скорости выхода частиц $I(t)$ используется конструкция кластеров из связей между центрами локализации с зависимым от времени условием связности. Центры i и j считаются связанными, если $p(i, j) > p(t)$. Зависимость $p(t)$ определяется из соотношения $t = b(p)$, где $b(p)$ - время установления квазиравновесного распределения частиц в кластерах с $p(i, j) > p(t)$.

При малой концентрации частиц и их квазиоднородном приповерхностном распределении в системе

$$I(t) = - (M/N) * \left[\frac{d}{dt} \sum_S s * n[s, p(t)] * Q[s, p(t)] \right], \quad (1)$$

где M - общее число частиц, N - общее число центров, $n[s, p(t)]$ - вероятность образования кластера из s центров при данном $p(t)$, $Q[s, p(t)]$ - вероятность выживания частиц в таком кластере к моменту времени t .

С использованием для функции $n[s, p(t)]$ скалярного представления теории протекания, а также конкретного вида вероятности $Q[s, p(t)]$, в работе сформулированы условия, при которых в достаточно широком временном интервале зависимость логарифма величины $I(t)$ имеет вид

$$\ln I(t) \sim (-y) * \ln t, \quad (2)$$

где показатель y оказывается порядка единицы, что типично для кинетики процессов в неупорядоченных системах со статическим беспорядком.

При распределении частиц, отличном от нуля на некоторой глубине от поверхности системы, кластеры, пронизывающие неупорядоченный слой толщиной L и площадью поперечного сечения S , обеспечивают ненулевое значение скорости выхода $I(t)$, определяемой соотношением

$$I(t) = \int_S J(t) * dS, \quad (3)$$

где ϕ - функции $J(t)$ обозначает нормальную к поверхности компоненту плотности потока частиц на выходе из слоя.

В некотором интервале времени, когда средний размер типичных (изотропных) кластеров $\{l(s)\} \ll L$, конечное значение величины $I(t)$ набирается на резко анизотропных кластерах с аномально большим числом центров, несмотря на то, что вероятность образования таких кластеров экспоненциально мала. Последнее приводит к экспоненциальной малости скорости выхода $I(t)$ как функции толщины слоя L и, вместе с этим, к существованию широкого интервала значений площади S , $L^2 \ll S \ll S_0$, для проявления мезоскопических флуктуаций величины $I(t)$ за счет смены реализаций случайной конфигурации путей выхода частиц из системы.

С использованием явного вида функции распределения связанных кластеров по числу центров, а также по их пространственным размерам, в работе проведены оценки и сформулированы условия репликации указанных мезоскопических эффектов.

PERCOLATIVE TRANSPORT IN OPEN SYSTEM WITH STATIC DISORDER

Timofeev A.B.

Minsk, Byelorussian State Polytechnic Academy

A percolative approach to the desorption problem of particles from disordered open system is developed. The desorption rate $I(t)$ is evaluated using the time-dependent cluster construction based on the large scatter of transition probabilities in the system considered. For near-surface distribution of particles the function $I(t)$ is shown to follow the power law dependence, $\ln I(t) \sim (-\gamma) \ln t$, where $\gamma \sim 1$ in the time interval of interest. For the particles separated from the surface by the disordered layer of thickness L the mesoscopic fluctuations in the value $I(t)$ is expected to exist when the mean cluster size $\{l(s)\} \ll L$ and a surface area of the system $S \gg L^2$.