

НЕСТАТИСТИЧЕСКАЯ РЕЛЯТИВИСТСКАЯ КИНЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ КЛАССИЧЕСКИХ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ

А.Ю.Захаров

PROBABILITY-FREE RELATIVISTIC KINETIC THEORY OF CLASSIC CHARGED PARTICLES

A.Yu.Zakharov

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, Anatoly.Zakharov@novsu.ru

Выполнено исключение полевых переменных в полной системе уравнений эволюции классической системы зарядов и порожденного ими электромагнитного поля. Получена точная замкнутая релятивистская негамильтонова система нелокальных кинетических уравнений, описывающая эволюцию системы зарядов в терминах их микроскопических (т.е. не вероятностных) функций распределения. Решения этой системы уравнений необратимы во времени, а также обладают свойством эрeditarности (наследственности).

Ключевые слова: *релятивистская динамика; многочастичные и малочастичные системы; электромагнитные взаимодействия; негамильтонова динамика; запаздывающие взаимодействия; необратимость; явления наследственности; функциональные уравнения*

Field variables are excluded in the complete system of evolution equations of the classical system of charges and the electromagnetic field generated by them. An exact closed relativistic non-Hamiltonian system of nonlocal kinetic equations is obtained that describes the evolution of a system of charges in terms of their microscopic (probability-free) distribution functions. The solutions of this system of equations are irreversible in time, and also have the property of heredity.

Keywords: *relativistic dynamics; many-particle and few-particle systems; electromagnetic interactions; non-Hamiltonian dynamics; delayed interactions; irreversibility; phenomena of heredity; functional equations*

1. Введение

В настоящее время в теоретических исследованиях кинетических процессов в конденсированных системах, газах, плазме используются главным образом идеи классической динамики в гамильтоновой форме в сочетании с вероятностными концепциями, введенными в кинетическую теорию материи Максвеллом, Больцманом и Гиббсом. Заметим, что в конце XIX в. не только атомизм, но и вероятностный подход Больцмана был подвергнут резкой критике группой физиков и математиков (Мах, Дюгем, Пуанкаре, Кирхгоф, Оствальд, Хельм и др.) [1].

Дополнительные доводы против сочетания классической механики и теории вероятностей были приведены в работе Каца [2], в которой показано, что необратимое поведение этой динамической модели является следствием некорректности использования вполне правдоподобных вероятностных гипотез типа предположения о «молекулярном хаосе». Несмотря на это, концепция вероятности продолжает использоваться в качестве аппарата в кинетической теории. Основная причина тому — отсутствие конструктивной концепции, альтернативной вероятности.

Как известно, все «реальные» взаимодействия между частицами вещества имеют электромагнитное происхождение. Поэтому, строго говоря, вместо системы «жестких» частиц с модельными фиксированными взаимодействиями между ними следует рассматривать расширенную систему, состоящую из заряженных частиц и электромагнитного поля, порожденного этими частицами. В связи с этим представляет интерес исследование классической динамики замкнутой системы точечных зарядов, взаимодействующих через созда-

ваемое ими электромагнитное поле. Такая система состоит из двух подсистем: заряды и электромагнитное поле. Эволюция этой расширенной системы описывается уравнениями Максвелла для электромагнитного поля и уравнениями динамики заряженных частиц.

Цель настоящей работы заключается в построении и обосновании микроскопической классической кинетической теории систем, состоящих из классических заряженных точечных частиц и создаваемого ими электромагнитного поля.

2. Микроскопические функции распределения и уравнения их эволюции

Рассмотрим *изолированную классическую* систему, состоящую из конечного числа точечных зарядов, взаимодействующих между собой через электромагнитное поле. Временная эволюция этой системы в целом описывается взаимосвязанными уравнениями движения частиц и уравнениями Максвелла. Интерес представляет динамика подсистемы частиц.

Будем рассматривать динамику системы частиц в терминах микроскопических функций распределения:

$$f_{\alpha}(\mathbf{r}, \mathbf{p}, t) = \sum_{s=1}^{N_{\alpha}} \delta(\mathbf{r} - \mathbf{R}_s^{\alpha}(t)) \delta(\mathbf{p} - \mathbf{P}_s^{\alpha}(t)) = \iint \frac{d\mathbf{k} d\mathbf{q}}{(2\pi)^6} e^{i\mathbf{k} \cdot \mathbf{r} + i\mathbf{q} \cdot \mathbf{p}} \sum_{s=1}^{N_{\alpha}} \left[e^{-i\mathbf{k} \cdot \mathbf{R}_s^{\alpha}(t)} e^{-i\mathbf{q} \cdot \mathbf{P}_s^{\alpha}(t)} \right], \quad (1)$$

где $\mathbf{R}_s^{\alpha}(t)$ и $\mathbf{P}_s^{\alpha}(t)$ — координаты и импульс s -й частицы в момент времени t , N_{α} — суммарное число частиц α -го типа. Заметим, что по определению микроскопические функции распределения не являются вероятностными функциями.