ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
Т. 55, № 5 ФИЗИКА 2012

УДК 530.12:531.51

Ю.Г. ИГНАТЬЕВ

КОСМОЛОГИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ПЛАЗМЫ С МЕЖЧАСТИЧНЫМ СКАЛЯРНЫМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ. II. ФОРМУЛИРОВКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

На основе релятивистской кинетической теории исследуются релятивистские статистические системы со скалярным взаимодействием частиц. Сформулирована самосогласованная система уравнений, описывающих самогравитирующую плазму с межчастичным скалярным взаимодействием, получены макроскопические законы сохранения. Получена замкнутая система уравнений, описывающих космологические модели, в которых материя представлена плазмой с межчастичным скалярным взаимодействием.

Ключевые слова: *плазма, скалярные взаимодействия, космология, гравитация.*

3. Статистические системы частиц со скалярным взаимодействием

3.1. Функция распределения и макроскопические плотности потоков

Пусть $F(x,P)$ – инвариантная функция распределения частиц в 8-мерном фазовом пространстве и $\psi(x,P)$ – некоторая тензорная функция динамических переменных (x,P). Согласно [2], каждой тензорной динамической функции может быть поставлена в соответствие макроскопическая плотность потока[1]:

$$\Psi^i(x) = \int\limits_{P(x)} F(x,P)\psi(x,P)\frac{\partial H}{\partial P_i}dP \equiv m_*^{-1}\int\limits_{P(x)} F(x,P)\psi(x,P)P^i dP\,. \qquad (35)$$

Определим, согласно (35), моменты относительно распределения $F(x,P)$ [3]:

$$n^i(x) = \int\limits_{P(x)} F(x,P)\frac{\partial H}{\partial P_i}dP \equiv m_*^{-1}\int\limits_{P(x)} F(x,P)P^i dP, \qquad (36)$$

F – вектор плотности потока числа частиц[2], так что

$$n^i = nv^i, \qquad (37)$$

где v^i – времениподобный единичный вектор кинематической макроскопической скорости частиц:

$$n = \sqrt{(n,n)}. \qquad (38)$$

Далее

$$T_p^{ik}(x) = \int\limits_{P(x)} F(x,P)P^i\frac{\partial H}{\partial P_k}dP \equiv m_*^{-1}\int\limits_{P(x)} F(x,P)P^iP^k dP \qquad (39)$$

– макроскопический тензор энергии-импульса (ТЭИ). След этого тензора можно вычислить с помощью соотношения нормировки (8):

$$T_p \equiv g_{ik}T_p^{ik} = m_*\int\limits_{P(x)} F(x,P)dP. \qquad (40)$$

Инвариантный элемент объема 4-мерного импульсного пространства в выражениях (36), (39) в принятой нами системе единиц есть [3]

$$dP = \frac{2S+1}{(2\pi)^3\sqrt{-g}}dP_1\wedge dP_2\wedge dP_3\wedge dP_4, \qquad (41)$$

---

[1] Нумерация формул в статье сквозная – все формулы до (34) включительно относятся к I части работы [1].

[2] Числовой вектор по Дж. Сингу [4].