

STRONGLY NONLINEAR DIFFUSION IN COMPRESSIBLE TURBULENT FLOW

N. V. Antonov^{1,2,*}, *A. A. Babakin*^{1,**}, *N. M. Gulitskiy*^{1,2,***},
P. I. Kakin^{1,****}

¹ Department of Physics, Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia
² Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia

We consider the model of turbulent diffusion of a passive scalar field in a compressible turbulent flow. The velocity field is modeled by the Kazantsev–Kraichnan “rapid-change” ensemble, while the scalar density field is described by a strongly nonlinear stochastic advection-diffusion equation. As a requirement of renormalizability, the model necessarily involves an infinite number of coupling constants. Despite this fact, it is possible to use the renormalization group technique. Renormalization group equations reveal existence of two-dimensional surfaces of fixed points in the infinite-dimensional space of couplings. If some areas on these surfaces involve infrared attractive regions, the problem allows for the large-scale, long-time scaling behaviour. Critical dimensions of the fields and parameters and the spreading law for the particle’s cloud are derived for different scaling regimes.

Рассматривается модель турбулентного переноса пассивной скалярной величины сжимаемой жидкостью. Турбулентная жидкость моделируется ансамблем Казанцева–Крейчнана с нулевым временем корреляции, а для описания скалярной величины используется нелинейное стохастическое уравнение конвекции-диффузии. Ренормируемость модели требует введения бесконечного числа констант связи, тем не менее ренормализационная группа оказывается применима к данной задаче. В результате найдены две поверхности неподвижных точек уравнений ренормализационной группы. Если какие-то области на этих поверхностях являются инфракрасно-притягивающими, они описывают асимптотику больших масштабов корреляционных и структурных функций системы. Вычислены критические размерности основных полей и параметров модели, а также выведен закон распространения облака диффундирующих частиц для различных скейлинговых режимов.

PACS: 05.10.Cc; 05.40.-a

* E-mail: n.antonov@spbu.ru

** E-mail: st068365@student.spbu.ru

*** E-mail: n.gulitskiy@spbu.ru

**** E-mail: p.kakin@spbu.ru