

СРЕДНЕЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ В МНОГОМАСШТАБНОМ СЛУЧАЙНОМ ТЕЧЕНИИ

Н. Аканбай, М.С. Нурханова, З.И. Сулейменова

Аннотация. Работа посвящена теории среднего магнитного поля в многомасштабном случайном течении.

Ключевые слова: Магнитное поле, дельта-коррелированное течение, течение с обновлением, многомасштабное течение, осреднение, среднее магнитное поле.

Задача об эволюции магнитного поля в случайном турбулизованном потоке проводящей жидкости (или плазмы) является одной из самых важных во многих физических приложениях. С математической точки зрения речь идет о решении задачи Коши для параболической системы

$$\frac{\partial \vec{H}}{\partial t} = v_m \Delta \vec{H} - (\vec{V} \Delta) \vec{H} + (\vec{H} \Delta) \vec{V}, \quad \vec{H}(0, x) = \vec{H}_0(x). \quad (1)$$

где $\vec{V}(t, x)$ – заданное случайное векторное поле скоростей несжимаемой жидкости ($\operatorname{div} \vec{V} = 0$), v_m – магнитная вязкость, характеризующая свойства электропроводности среды. Начальное магнитное поле $\vec{H}_0(x)$ предполагается также бездивергентным.

Одним из самых первых и знаменитых работ в этой области была теория среднего поля Штейнбека-Краузе-Рэдлера (ШКР) для дельта-коррелированных течений [1]. К настоящему времени более-менее подробно исследованы задачи об осреднении уравнения (1) в случае так называемого течения с обновлением, т.е. течения, имеющего один временной масштаб или время памяти (отметим, при стремлении времени обновления к нулю течение с обновлением превращается в дельта-коррелированное течение).

Основной недостаток гипотез о дельта-коррелированности поля $\vec{V}(t, x)$ или же его обновления состоит в том, что эти гипотезы неправильно описывают связь между пространственными и временными корреляциями. Современная теория турбулентности, берущая свое начало из знаменитых работах А.Н. Колмогорова ([2], [3]), представляет турбулентное течение как совокупность вихрей различного размера, живущих в различное время, т.е. такой поток имеет иерархию масштабов. Для того, чтобы отразить это обстоятельство в теории, в данной работе была введена так называемая многомасштабная модель, в которой поле $\vec{V}(t, x)$ представлен в виде суммы $\vec{V}(t, x) = \sum_{j=0}^N \vec{V}_j(t, x)$ полей скоростей, имеющих различные времена обновления и различные пространственные корреляционные масштабы. Если эти времена обновления по прежнему малы, то можно развивая методы вышеназванной работы [4] вывести уравнения для любых моментов магнитного поля. Однако здесь процесс осреднения по полю \vec{V} должен проводиться последовательно в несколько этапов.

Данная работа посвящена теории среднего магнитного поля в многомасштабном течении. Основными результатами являются: Выведено уравнение для среднего магнитного поля; Получена формула, дающая вероятностное решение общей параболической системы; Выписаны явные формулы для коэффициентов осредненного уравнения; Введено понятие магнитодиссипационного масштаба; Найдены приближенные формулы для вычисления коэффициентов турбулентной диффузии и средней спиральности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] M. Steenbeck, F. Krause, K.-H. Radler, *Berechnung der mittleren Lorentz-Feldstärke $\vec{V} \times \vec{B}$ für ein elektrisch leitendes Medium in turbulenter, durch Coriolis-Kräfte beeinflusster Bewegung* // Z.Naturforsch, **Bd.21a**, 369–376 (1966).

- [2] А.Н. Колмогоров, *Локальная структура турбулентности в несжимаемой жидкости при очень больших числах Рейнольдса* // ДАН СССР, **30**:4, 299–303 (1941).
- [3] А.Н. Колмогоров, *Рассеяние энергии при локально изотропной турбулентности* // ДАН СССР, **32**:6, 19–21 (1941).
- [4] Н. Аканбай, *Эволюция магнитного поля в многомасштабном случайном потоке* // Тезисы докладов Четвертого Сибирского Конгресса по индустриальной и прикладной математике (ИН-ПРИМ-2000), часть II, Изд. Института матем., Новосибирск, Россия, стр. 152, 2000.

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АЛЬ-ФАРАБИ, ПР. АЛЬ-ФАРАБИ, 71, АЛМАТЫ, 050040, КАЗАХСТАН

E-mail address: noureke1953@gmail.com, suleyменова2474@gmail.com