© Копьев А.В., Зыбин К.П., 2019, Океанологические исследования, 2019, Том 47, № 1, С. 72–73

УДК 532.517.45 DOI: 10.29006/1564-2291.JOR-2019.47(1).20

ДВУХТОЧЕЧНЫЕ ТРЕТЬИ СМЕШАННЫЕ КОРРЕЛЯТОРЫ СКОРОСТИ И ГРАДИЕНТА СКОРОСТИ В ОДНОРОДНОЙ ИЗОТРОПНОЙ ТУРБУЛЕНТНОСТИ

Копьев А.В.[1], Зыбин К.П.[1,2]

[1]*Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва, Ленинский пр-т 53с4 119991, Россия, e-mail: kopyev@lpi.ru*
[2]*Институт космических исследований РАН, Москва, Профсоюзная ул., 84/32 с14, 101000, Россия*
Статья поступила в редакцию 25.12.2018, одобрена к печати 30.01.2019

На основании колмогоровского закона «4/5» (Колмогоров, 1941; Ландау, Лифшиц, 2006) получены аналитические соотношения для тройных двухточечных корреляций градиентов скорости и скорости в однородной изотропной несжимаемой турбулентности (Kopyev, Zybin, 2018). Соответствующий тензор корреляции может быть выражен через скорость диссипации, корреляционную функцию второго порядка для продольного приращения скорости и новую скалярную функцию. Некоторые компоненты тензора не зависят от новой функции. Полученные аналитические результаты согласуются с данными прямого численного моделирования стационарной изотропной турбулентности. Новая скалярная функция может быть с большой точностью аппроксимирована в инерционном диапазоне масштабов постоянным значением, зависящим только от скорости диссипации. Обсуждается значение полученных корреляторов в теории турбулентного транспорта (Il'yn, Sirota, Zybin; 2016, Казанцев, 1967).

Исследование выполнено во ФГУП «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского» за счет гранта Российского научного фонда (проект №17-11-01271).

Ключевые слова: изотропная турбулентность, несжимаемость, закон четырех пятых, корреляторы

Литература

Колмогоров А.Н. Рассеяние энергии при локально изотропной турбулентности // ДАН СССР. 1941. Т. 32. № 1. С. 19–21.

Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. М.: Физматлит, 2006. 736 с.

Kopyev A.V., Zybin K.P. Exact result for mixed triple two-point correlations of velocity and velocity gradients in isotropic turbulence // Journal of Turbulence. 2018. Vol. 19. No. 9. P. 717–730.

Il'yn A.S., Sirota V.A., Zybin K.P. Statistical properties of the T-exponential of isotropically distributed random matrices // J. Stat. Phys. 2016. Vol. 7. P. 709.

Казанцев А.П. Об усилении магнитного поля проводящей житкостью // ЖЭТФ. 1967. Т. 53. № 5 (11). С. 1806–1813.

MIXED TRIPLE TWO-POINT CORRELATIONS OF VELOCITY AND VELOCITY GRADIENTS IN HOMOGENEOUS ISOTROPIC TURBULENCE

Kopyev A.V.[1], Zybin K.P.[1,2]

[1]*P.N. Lebedev Physical Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, 119991, Russia, e-mail: kopyev@lpi.ru*
[2]*National Research University Higher School of Economics, Moscow, 101000, Russia*
Submitted 25.12.2018, accepted 30.01.2019

On the basis of Kolmogorov's 4/5 law (Kolmogorov, 1941; Landau, Lifschitz 1975) analytical relations for triple two-point correlations of velocity and velocity gradients in homogeneous isotropic incompressible turbulence are derived (Kopyev, Zybin, 2018). The corresponding correlation tensor can be expressed in terms of the dissipation rate, the second-order correlation function for the longitudinal velocity increment, and the new scalar function of distance between the points. However, some components of the tensor do not depend on the new function. The derived analytical results are in agreement with the data obtained from direct numerical simulations. The function can be well approximated in the inertial range by a constant value that depends on the dissipation only. The application of the obtained correlators in the turbulent transport theory is discussed (Il'yn, Sirota, Zybin, 2016; Kazantsev, 1968).

The study was performed in Central Aerohydrodynamic Institute (TsAGI) with the funding of Russian Science Foundation (project No. 17-11-01271).

Keywords: isotropic turbulence, incompressibility, four-fifths law; correlators

References

Il'yn A.S., Sirota V.A., and Zybin K.P. Statistical properties of the T-exponential of isotropically distributed random matrices. *J. Stat. Phys*., 2016, Vol. 7, p. 709.

Kolmogorov A.N. Rasseyanie energii pri lokalno isotropnoy turbulentnosti. *Dokladi Akademii nauk SSSR,* 1941, Vol. 32, No. 1, pp. 19–21.

Kopyev A.V. and Zybin K.P. Exact result for mixed triple two-point correlations of velocity and velocity gradients in isotropic turbulence. *Journal of Turbulence*, 2018, Vol. 19, No. 9, pp. 717–730.

Kazantsev A.P. Enhancement of a magnetic field by a conducting fluid. *Sov Phys JETP*, 1968, Vol. 26, pp. 1031.

Landau L.D. and Lifschitz E.M. Fluid mechanics. Oxford: Pergamon Press, 1975, 551 p.