

Предисловие к переводу пионерской работы Хассельманна

В. А. Фрост
(редактор перевода)

Возросшие в последнее десятилетие возможности современных вычислительных средств, а также доступность и удобство современного программного обеспечения, привели к расширению перечня задач, решение которых становится реально возможным. Среди них, на одном из первых мест, находится проблема расчета турбулентных течений. Несмотря на то, что прямое численное интегрирование уравнений Навье–Стокса позволяет проводить расчеты турбулентных режимов течения, расчет большого количества реализаций, необходимых для статистической достоверности результатов усреднения, делает эти расчеты весьма дорогостоящими. Переход к расчету по уравнениям для средних параметров, моментов различных порядков или распределений вероятностей мог бы существенно удешевить вычисления. Однако все способы получения уравнений для средних, моментов и вероятностей, исходя из уравнений гидродинамики, приводят к незамкнутым системам уравнений. До сих пор все многочисленные попытки построить замкнутую систему приводили только к весьма ограниченным областям применимости конкретных способов замыкания. Это делает актуальным все попытки построения замкнутых систем.

Приводимую здесь статью К. Хассельманна «Zur Deutung der dreifachen Geschwindigkeitskorrelationen der isotropen Turbulenz» на русском можно назвать пионерской, так как в ней впервые замкнутое описание однородного и изотропного турбулентного поля скорости строится как замыкание уравнения для корреляционных функций второго порядка. До этого все попытки получить такое описание предпринимались для соответствующих уравнений для спектров. Автор прекрасно понимает, что анализ, выполняемый в физическом пространстве, позволяет существенно прояснить смысл используемых предположений.

Хочется отметить очень редко встречающееся в последнее время использование не формальных методов (таких как тензорный анализ), которые ко времени публикации статьи достаточно широко применялись для анализа свойств турбулентности, а физических соображений. На этом пути автору удается получить многие результаты, ранее получаемые формально, включая и уравнение Кармана–Ховарта. Используя эту технику, автор находит способ, связывающий искомые вторые моменты с необходимыми для замыкания уравнения Кармана–Ховарта третьими моментами. Интересно, что введенная неизвестная величина может быть вычислена по известным экспериментальным данным о структуре турбулентности, что позволяет надеяться на слабую зависимость *a priori* неизвестной величины от числа Рейнольдса.



За прошедшее с момента опубликования время появились работы, в которых с целью замыкания уравнений для корреляционных функций предлагаются различные способы аппроксимации третьих моментов. Однако в большинстве из них используются соображения размерности или другие эвристические соображения. Только немногие из результатов К. Хассельманна подтверждены другими способами.

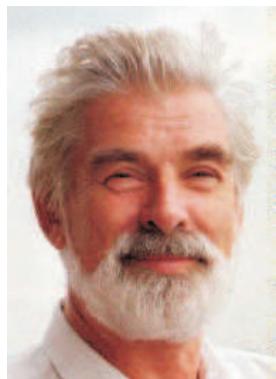
Физические представления автора и прозрачность используемого им подхода делают работу К. Хассельманна уникальной.

Поскольку статья К. Хассельманна была опубликована достаточно давно, то цель публикации предлагаемого перевода состоит, прежде всего, в ознакомлении широкого круга русскоязычных читателей непосредственно с текстом этой работы.

Оставлены оригинальные обозначения, форма библиографических ссылок и нумерация формул.

Перевод статьи К. Хассельманна с немецкого языка осуществлен С. В. Нестеровым, редактор перевода — В. А. Фрост.

Краткие биографические сведения о К. Хассельмане



Клаус Хассельманн (Klaus Hasselmann) родился 25 октября 1931 г.

Крупнейший океанограф и специалист по моделированию климата. Широко известна его модель изменчивости климата, в которой медленно реагирующая система (океан) превращает высокочастотное воздействие различных процессов в медленное изменение климата.

Его публикации посвящены как изменчивости климата, так и теории стохастических процессов, океаническим волнам и дистанционному зондированию.

Им опубликованы работы по нелинейному взаимодействию океанических волн, в которых он применил технику диаграмм Фейнмана. Впоследствии К. Хассельманн применил подобную технику при изучении волн в плазме и для объяснения теплопроводности в твердых телах, вызываемой нелинейным взаимодействием фононов.

К. Хассельманн награжден медалью им. О. Свердрупа Американского метеорологического общества (1971), медалью Саймоновского мемориала Королевского метеорологического общества (1997) и медалью им. Вильгельма Бьеркнеса Европейского геофизического общества.

С февраля 1975 г. по ноябрь 1999 г., К. Хассельман явился директором-основателем Института метеорологии им. Макса Планка в Гамбурге. В настоящее время К. Хассельман — вице-председатель Европейского климатического форума (European Climate Forum), который был основан им совместно с проф. К. Джэгером (Prof. Carlo Jaeger).

К. Хассельман опубликовал 5 книг, среди которых «Turbulent Fluxes Through the Air-Sea Inter-face», A. Favre and K. Hasselmann (eds.) (NATO Conference Series, Series V: Air-Sea Interaction, Plenum Press, New York & London, 677 pp., 1978) и 167 публикаций в реферируемых журналах (среди которых и представленная работа, являющаяся первой публикацией автора и единственной, посвященной непосредственно проблеме описания турбулентности).