

Предисловие редакторов перевода



Андрей Николаевич Колмогоров 28 декабря 1940 года подал в «Доклады Академии наук» заметку [13]. В ней и в продолжающих ее заметках [14, 15] Колмогоров с характерным лаконизмом изложил основные положения своей новой теории гидродинамической турбулентности. Теория Колмогорова стала классической. В гидродинамике началась новая эпоха.

Колмогоров опирался на достижения британских гидродинамиков, в первую очередь Ричардсона и Тейлора, и его работы по гидродинамической турбулентности были сразу оценены в Великобритании. Владимир Михайлович Тихомиров вспоминает¹:

Андрей Николаевич перед самой войной успел опубликовать в «Докладах Академии наук» несколько ничтожных по размерам текстов, посвященных

¹ В интервью журналу «Коммерсантъ» (Наука. Приложение № 116 от 30.06.2023. С. 8).

турбулентности. И каким-то невероятным образом Тейлор о них узнал в Англии. Он прочитал резюме о заметках и пригласил своего ученика Бетчелора для того, чтобы тот попробовал с этим разобраться. Бетчелор — тоже выдающийся математик — потратил огромные усилия и действительно разобрался в трудах Андрея Николаевича, а затем написал огромную статью, благодаря которой работы Колмогорова стали известны всему миру. Однажды мы общались с Бетчелором в Новосибирске, и он рассказал об интересной детали. Как-то он спросил своего учителя Тейлора, почему тот не догадался о тех законах, которые придумал Колмогоров. На это Тейлор, один из величайших ученых Англии, сказал: «Для этого нужна была гениальность Колмогорова».

Вслед за Колмогоровым турбулентностью стали заниматься его ученики. Среди них Александр Михайлович Обухов, ставший академиком и директором Института физики атмосферы АН СССР, и Андрей Сергеевич Монин, ставший академиком и директором Института океанологии АН СССР. Колмогоров шутил: «Один из моих учеников управляет земной атмосферой, а другой океанами»¹. Изложению теории Колмогорова — на Западе ей дали имя K41 — посвящена классическая монография А. С. Мони́на и А. М. Ягло́ма [28]. Некоторые ее главы написаны математически строго — таков, например, раздел о случайных полях. Изложение других разделов остается на физическом уровне строгости.

Удивительным образом, теория Колмогорова практически не дала математических работ в СССР в 60-е и 70-е годы. Математики старшего поколения подтвердили нам, что теория Колмогорова в то время не воспринималась как источник математических задач.

Такие математические работы появились, однако, во Франции, где Мандельброт, Перьер и Кахан, отправляясь от лог-нормальной гипотезы Колмогорова—Обухова, разработали математически строгую концепцию гауссова мультипликативного хаоса. Взгляд французской школы на теорию Колмогорова изложен в книге Фриша [38], доступной русскому читателю в превосходном переводе А. Н. Соболевского под редакцией М. Л. Бланка. Замечательная книга Фриша написана на физическом уровне строгости.

По воспоминаниям, Марк Иосифович Вишик начал заниматься статистической гидродинамикой, вдохновившись беседами с Андреем Николаевичем Колмогоровым в санатории, где оба отдыхали. Марк Иосифович вошел в новую область, уже достигнув 50-летнего возраста. В 1980 году Марк Иосифович Вишик и Андрей Владимирович Фурсиков опубликовали написанную на математическом уровне строгости монографию «Математические задачи статистической гидромеханики». Среди ключевых результатов книги — теоремы 7.1 и 7.2, строящие для трехмерного уравнения Навье—Стокса

¹ См. А. Н. Ширяев. Неземное притяжение // Колмогоров в воспоминаниях. М.: МЦНМО, 2023. С. 10—27.

со случайной правой частью решения, являющиеся однородными по пространству случайными полями. Влияние Колмогорова очень чувствуется в книге Вишика—Фурсикова. Английский перевод монографии, вышедший в 1988 году, посвящен памяти Андрея Николаевича. Вместе с тем М. И. Вишик и А. В. Фурсиков не обсуждают теорию K41 напрямую.

Книга А. А. Боричева и С. Б. Куксина, которую держит в руках читатель, — первая монография, написанная на математическом уровне строгости и посвященная колмогоровской теории гидродинамической турбулентности. Авторы рассматривают одномерную турбулентность, т. е. уравнение Бюргерса со случайной правой частью. В этом случае авторы строго доказывают предсказания теории Колмогорова как в координатном пространстве, так и в пространстве частот. С технической точки зрения ключевую роль в анализе авторов играет принцип максимума Олейник. Подробное общее обсуждение результатов книги дано во введении, непосредственно следующем за данным предисловием. Книга снабжена упражнениями для читателя и может служить основой для аспирантских курсов: по нашему ощущению, каждая из ее двух первых частей содержит материал примерно на семестр.

Специально для русского издания С. Б. Куксин написал дополнение, посвященное колмогоровскому «закону 4/5» и критике Ландау теории K41. В русском издании исправлен ряд неточностей английского.

Мы надеемся, что появление на русском языке монографии А. А. Боричева и С. Б. Куксина станет шагом на пути построения математической теории гидродинамической турбулентности.

*А. И. Буфетов, А. Д. Рыжков,
Санкт-Петербург — Бари,
29.11.2024*