

ХРОНИКА

К 90-летию Ильдара Абдулловича Ибрагимова

15 июля 2022 года исполнилось 90 лет выдающемуся математику, одному из крупнейших специалистов мира в области теории вероятностей и математической статистики, академику РАН Ильдару Абдулловичу Ибрагимову.

Научное творчество И. А. Ибрагимова началось в его студенческие годы. Уже на четвертом курсе он получил первый крупный научный результат, связанный с полным описанием свойства сильной одновершинности вероятностных распределений. Затем его научные интересы оказываются связанными с предельными теоремами для сумм независимых и слабо зависимых случайных величин. И. А. Ибрагимов ввел и детально изучил условие равномерно сильного перемешивания, явившееся важным дополнением к другим условиям перемешивания, введенным М. Розенблаттом, А. Н. Колмогоровым и В. А. Волконским. Он доказал для величин с перемешиванием разнообразные варианты центральной предельной теоремы (ЦПТ), что стимулировало множество дальнейших исследований. В 1963 г. им была впервые доказана при минимально возможных ограничениях ЦПТ для мартингал-разностей (этот фундаментальный результат был также независимо получен П. Биллингсли в США). В области классических предельных теорем для сумм независимых случайных величин И. А. Ибрагимов нашел необходимые и достаточные условия для заданной скорости сходимости в ЦПТ и необходимые условия справедливости асимптотических разложений Чебышёва — Крамера.

Ряд глубоких результатов был получен И. А. Ибрагимовым в спектральной теории стационарных случайных процессов. Ему удалось, в частности, связать свойство полной регулярности таких процессов со степенью гладкости спектральной плотности и сформулировать это в форме необходимых и достаточных условий, исследовав при этом скорость убывания максимального коэффициента корреляции.

К началу 1970-х гг. И. А. Ибрагимов был уже автором двух значительных монографий «Независимые и стационарно связанные величины» (1965 г., в соавторстве с Ю. В. Линником) и «Гауссовские случайные процессы» (1970 г., в соавторстве с



Ю. А. Розановым). Признанием его выдающегося вклада в науку явилось присуждение ему в 1970 г. совместно с Ю. В. Линником, Ю. В. Прохоровым и Ю. А. Розановым Ленинской премии за работы по предельным теоремам теории вероятностей.

В дальнейшем им был развит новый мощный метод асимптотического анализа функционалов от случайных блужданий, впервые изложенный в курсе лекций в Сен-Флуре в 1985 г., а затем в монографии «Предельные теоремы для функционалов от случайных блужданий» (1994 г., в соавторстве с А. Н. Бородиным). По сравнению с предыдущими достижениями в этой области, в частности известными результатами А. В. Скорохода и Н. П. Слободенюка, метод И. А. Ибрагимова позволил существенно расширить класс исследуемых функционалов и резко снизить моментные требования к распределению шага блуждания.

В серии работ, выполненных И. А. Ибрагимовым в соавторстве с Н. Б. Масловой, авторы далеко продвинулись в решении задачи о среднем числе и распределении числа нулей случайных полиномов с независимыми и одинаково распределенными коэффициентами. Постановка задачи и первые результаты в этой области принадлежали Литтлвуду, Оффорду, Эрдешу и Кацу, рассматривавшим частные распределения коэффициентов: нормальное, равномерное или симметричное бернуллиевское. В работах И. А. Ибрагимова и Н. Б. Масловой 1970-х гг. асимптотика среднего числа корней была получена для любых распределений коэффициентов лишь при условии конечности их дисперсии. В дальнейшем И. А. Ибрагимов неоднократно возвращался к этому направлению исследований, рассматривая, в частности, распределение числа комплексных корней случайных полиномов (1997 г., совместно с О. Зейтуни) и структуру случайных алгебраических поверхностей как далекое обобщение первоначальной задачи (1995 г., совместно с С. С. Подкорытовым). В 1970-х гг. им была решена известная проблема А. Н. Колмогорова о возможности восстановления безгранично делимого распределения по его значениям на полуоси, найден новый подход к доказательству непрерывности траекторий случайных процессов, основанный на теоремах вложения. В области так называемых предельных теорем почти наверное (это направление исследований может рассматриваться как статистический взгляд на классические предельные теоремы) им получен важный результат об условиях сходимости моментов в ЦПТ (1999 г., совместно с М. А. Лифшицем).

Первые статистические работы И. А. Ибрагимова были выполнены в 1960-е гг. и относились к оцениванию спектральной плотности стационарных процессов. Через несколько лет под влиянием работ Ю. В. Линника и лекций А. М. Кагана его внимание привлекает асимптотическая теория оценивания — обширная область деятельности, находившаяся тогда в стадии становления и полная нерешенных проблем. С конца 1960-х гг. начинается его исключительно плодотворное сотрудничество с Р. З. Хасьминским. Их работы принципиально изменили подход к предмету исследования, привели к решению множества нерешенных задач, открыли новые научные горизонты и привлекли в асимптотическую статистику новых способных исследователей. В этом цикле работ особенно ярко проявилось умение авторов видеть достижения математики как целого, переступать традиционные барьеры между отдельными областями исследования.

В ряде работ, выполненных в конце 1960-х и начале 1970-х гг., ими впервые доказана асимптотическая эффективность многих популярных оценок (байесовских, максимального правдоподобия) не только в смысле предельного поведения распределений, но и в смысле моментов любого порядка. Их подход был основан на оценке вероятностей больших отклонений для нормированного отношения правдоподобия и

естественно дополнял исследования Л. Ле Кама. Было доказано, в частности, что для гладких параметрических семейств последовательные оценки, построенные по выборкам со средним числом наблюдений N , не лучше в минимаксном смысле, чем обычные оценки, построенные по N наблюдениям, в то время как для разрывных плотностей поведение последовательных оценок предпочтительнее. В этот период была впервые построена теория оценивания для нерегулярных семейств распределений, например с разрывными плотностями и бесконечной информацией Фишера. Это позволило, в частности, разрешить спор двухсотлетней давности между Л. Эйлером и Д. Бернулли об оценивании параметра сдвига в нерегулярном полукруговом семействе распределений. Постепенно интересы авторов распространяются на бесконечномерные модели с непрерывным временем: так, выделенная и впервые изученная ими асимптотическая модель сигнала в белом шуме стала канонической в задачах непараметрического оценивания и проверки гипотез. К этому времени относится предложенное ими использование идей теории информации, в частности неравенства Фэнно, для получения нижней оценки скорости сходимости непараметрических оценок. Этот подход стал весьма популярен в последнее время. Итог весьма плодотворному десятилетию 1970-х гг. подвела знаменитая монография И. А. Ибрагимова и Р. З. Хасьминского «Асимптотическая теория оценивания» (1979), надолго ставшая источником новых методов и задач для мировой статистики.

В работах 1980–1990-х гг. изучались оценки разнообразных функционалов от неизвестного сигнала в модели «сигнал плюс белый шум», оказавшие большое влияние на становление и развитие непараметрического оценивания. Были изучены необходимые и достаточные условия построения состоятельных непараметрических оценок. Важным результатом явилось доказательство того, что построение таких оценок для бесконечномерного параметра невозможно без априорной информации о принадлежности этого параметра некоторому компакту (1977, 1997).

Творческая активность Ильдара Абдуллоевича не ослабевала и в XXI в. Он опубликовал ряд глубоких исследований по оценке аналитических функций и аналитических спектральных плотностей для гауссовских стационарных процессов. В соавторстве с Р. З. Хасьминским и П. Л. Чоу им была выполнена серия новаторских работ по обратным задачам для стохастических дифференциальных уравнений в частных производных (в том числе по оцениванию коэффициентов этих уравнений), имевших большой резонанс среди специалистов. Вместе с З. Каблучко и М. А. Лифшицем он изучал энергетически оптимальную аппроксимацию стационарных процессов.

И. А. Ибрагимов с Н. В. Смородиной и М. М. Фаддеевым совместно разработали новый подход к построению вероятностной аппроксимации решения задачи Коши для одномерного нестационарного уравнения Шрёдингера с ограниченным потенциалом через математические ожидания функционалов от случайного блуждания. С теми же соавторами он предложил новый подход к построению процессов, принимающих значения в ограниченной области на плоскости с гладкой границей и отражающихся от ее границы. В отличие от классической конструкции Скорохода, предложенный подход не требует непрерывности траекторий процесса.

В 1990 г. И. А. Ибрагимов был избран членом-корреспондентом АН СССР, а в 1997 г. — действительным членом РАН.

Международное математическое сообщество высоко оценивает плодотворную научную деятельность И. А. Ибрагимова. В 1989 г. он избирается действительным членом (fellow) Института математической статистики (IMS), на протяжении ряда лет он был членом Совета IMS. Приглашался в качестве лектора в летнюю школу

в Сен-Флуре, являлся вальдорфским лектором, выступал с пленарными докладами на множестве международных конгрессов и конференций, в том числе на Всемирном конгрессе математиков, был приглашенным профессором во многих ведущих университетах мира.

Вся трудовая деятельность Ильдара Абдулловича прошла в стенах двух организаций — Санкт-Петербургского (Ленинградского) государственного университета, где им пройден путь от студента до профессора и заведующего кафедрой, и Санкт-Петербургского (Ленинградского) отделения математического Института им. В. А. Стеклова Академии наук (ныне ПОМИ РАН), который он возглавлял в 2000–2006 гг.

И. А. Ибрагимов свыше 50 лет преподает на кафедре теории вероятностей и математической статистики Санкт-Петербургского университета, профессором которой он являлся с 1966 г. и которую возглавлял в 1997–2005 гг. Он с блеском читал не только основные курсы по теории вероятностей и математической статистике, но и разработал множество оригинальных спецкурсов, всегда отражающих последние достижения науки. На них воспитывалось несколько поколений ленинградских математиков.

Он был научным руководителем кандидатских диссертаций более тридцати молодых математиков. Десять учеников И. А. Ибрагимова стали к настоящему времени докторами наук. Семейство прямых «научных потомков» Ильдара Абдулловича насчитывает уже четыре поколения и числом приближается к сотне.

Много сил и времени уделяет И. А. Ибрагимов редакционно-издательской и научно-организационной деятельности. С начала 1990-х гг. он член бюро Отделения математики РАН, член Комитета по присуждению Государственных премий. На протяжении многих лет он является членом редколлегии журналов «Теория вероятностей и ее применения», «Mathematical Methods of Statistics», «Вестник СПбГУ» и ряда других, редактором вероятностно-статистических выпусков «Записок научных семинаров ПОМИ».

Все, кому посчастливилось познакомиться с Ильдаром Абдулловичем, отмечают его оптимизм, исключительную доброжелательность и, как жизненный лейтмотив, неизменную увлеченность своим делом. Последнее замечательно сочетается с глубоким интересом к истории науки, увлечениями литературой, поэзией, музыкой, вниманием к разделам науки, казалось бы, далеким от его основной специальности.

Уже многие десятилетия Ильдар Абдуллович возглавляет успешно работающую Санкт-Петербургскую научную школу теории вероятностей и математической статистики, созданную его учителем академиком Ю. В. Линником. Ученики и коллеги счастливы трудиться в создаваемой им атмосфере творческой активности и высоких моральных принципов и желают юбиляру всего самого доброго.

*От имени: С. М. Ананьевского, А. Н. Бородина, С. С. Валландера,
Ю. А. Давыдова, С. М. Ермакова, А. Ю. Зайцева, Д. Н. Запорожца,
М. А. Лифшица, Н. Ф. Морозова, В. Б. Невзорова, Я. Ю. Никитина,
В. В. Петрова, А. И. Разова, Н. В. Смородиной, В. Н. Солева*

главный редактор А. К. Беляев