# АЛЕКСАНДР АЛЕКСЕЕВИЧ БОРОВКОВ

**(К 70-летию со дня рождения)**

6 марта 2001 г. исполнилось 70 лет академику Александру Алексеевичу Боровкову — выдающемуся математику, крупнейшему специалисту в области теории вероятностей и ее приложений.

А. А. Боровков родился в Москве в семье известного авиационного конструктора. Окончив в 1954 г. с отличием механико-математический факультет Московского университета, он несколько лет проработал в организации, занимающейся прикладными исследованиями. Одновременно Александр Алексеевич продолжал участвовать в работе научных семинаров по теории вероятностей, которыми руководили А. Н. Колмогоров и Е. Б. Дынкин, что в конечном счете и предопределило выбор его пути. Он поступает в аспирантуру. Его научным руководителем стал Андрей Николаевич Колмогоров, чье влияние сыграло большую роль в формировании научных интересов молодого ученого. А. Н. Колмогоров предложил своему ученику исследовать асимптотику распределений в так называемых граничных задачах для случайных блужданий. Эта проблема была впоследствии блестяще решена А. А. Боровковым. После успешного окончания аспирантуры он переехал в Новосибирск, где по рекомендации А. Н. Колмогорова в 1960 г. возглавил формирующийся отдел теории вероятностей и математической статистики в Институте математики Сибирского отделения АН СССР. Уже в 1964 г. он защитил докторскую диссертацию, посвященную граничным задачам для случайных блужданий, а в 1966 г. был избран членом-корреспондентом АН СССР. В 1990 г. А. А. Боровков стал действительным членом (академиком) АН СССР.

Важнейший результат сорокалетней работы А. А. Боровкова в Сибири — создание новосибирской вероятностной школы, завоевавшей признание во всем мире. Им создан коллектив специалистов, осуществляющих исследования по широкому спектру проблем и одновременно составляющих основу преподавательского состава кафедры теории вероятностей и математической статистики Новосибирского государственного университета. Многие годы в Институте математики работают научные семинары, участники которых получили ряд фундаментальных результатов по многим направлениям теории вероятностей и математической статистики.

Диапазон научных исследований А. А. Боровкова весьма широк. Основные его научные достижения затрагивают следующие области: предельные теоремы теории вероятностей (включая граничные задачи, исследование вероятностей больших уклонений и так называемые функциональные предельные теоремы); эргодичность и устойчивость случайных процессов; теорию систем обслуживания; асимптотические методы математической статистики; асимптотический анализ многомерных цепей Маркова и др. Им опубликовано более 200 научных работ, в том числе пять монографий и несколько учебников, ставших базовыми для университетов страны. Среди его важнейших научных результатов необходимо выделить следующие.

В области граничных задач А. А. Боровков первым получил теоремы о больших уклонениях и асимптотические разложения для распределений максимального уклонения, времени первого пересечения уровня и некоторых других функционалов от траектории случайного блуждания, порожденного суммами независимых случайных величин. Он разработал для этого мощный аналитический метод, основанный на факторизационных представлениях преобразований Фурье — Лапласа совместных распределений исследуемых характеристик и последующем асимптотическом анализе полученных представлений в комплексной области. Таким образом были решены многие весьма актуальные и трудные задачи для случайных блужданий. Развитый А. А. Боровковым подход оказался чрезвычайно плодотворным и получил значительное развитие, прежде всего в работах его учеников и последователей. На этом пути позже были получены полные асимптотические разложения распределений в задачах с одной и двумя прямолинейными границами для случайных процессов с независимыми приращениями и для случайных блужданий, заданных на переходах конечной цепи Маркова.

Методы исследования, разработанные А. А. Боровковым для граничных задач, нашли широкое применение в теории массового обслуживания. С их помощью удалось описать асимптотику основных характеристик систем обслуживания, управляемых последовательностями независимых случайных величин. В более общем случае, когда управление осуществляется произвольными стационарными последовательностями, А. А. Боровковым получены теоремы эргодичности и устойчивости для всех основных типов процессов обслуживания. Эти теоремы содержат также оценки погрешности асимптотических приближений. Исследования по теории массового обслуживания систематизированы в монографии «Вероятностные процессы в теории массового обслуживания» (1972 г.).

В работе «Граничные задачи для случайных блужданий и большие уклонения в функциональных пространствах» (1976 г.) А. А. Боровковым впервые (одновременно с американским математиком Варадaном) описаны вероятности больших уклонений для случайных блужданий в пространстве траекторий, например, вероятности попадания траектории в произвольное удаленное множество функционального пространства, в том числе вероятности выхода траектории за произвольные криволинейные границы. Эта работа, ставшая классической, до сих пор является источником идей для специалистов, работающих в области больших уклонений. А. А. Боровков неоднократно в своих исследованиях возвращался к тематике больших уклонений. Сравнительно недавно им получены так называемые интегролокальные теоремы для сумм случайных векторов, изучена асимптотика больших уклонений многомерной функции восстановления, выяснен простой вероятностный смысл известного преобразования Крамера, играющего важную роль во многих теоремах о больших уклонениях. Эти результаты позволили получить точные асимптотические представления во всем спектре уклонений для распределения момента первого достижения произвольного множества многомерным случайным блужданием, порожденным суммами независимых одинаково распределенных случайных векторов.

А. А. Боровков предложил новые подходы к исследованию сходимости мер и случайных процессов. Это так называемый аппроксимативный подход, который имеет очень простую методологию, и подход, основанный на исследовании слабой сходимости в сигма-топологических пространствах А. Д. Александрова. Последний позволяет получить минимальные условия сходимости распределений функционалов (из заданного класса) от последовательности случайных процессов. В результате получено обобщение многих известных теорем о сходимости процессов в метрических и произвольных топологических пространствах, а также установлен целый ряд новых результатов, например, таких, как теоремы о сходимости распределений функционалов, заданных на несепарабельных метрических пространствах (скажем, распределений супремума траекторий случайного процесса, заданного на положительной полуоси). Общие теоремы о сходимости к марковским диффузионным (в том числе вырожденным) процессам, доказанные А. А. Боровковым, позволили разработать эффективные асимптотические методы исследования систем обслуживания. Это явилось важным этапом в развитии теории массового обслуживания. Вместе с общими предельными теоремами о процессах обслуживания с интенсивным входным потоком эти результаты легли в основу монографии «Асимптотические методы в теории массового обслуживания» (1978 г.). Обе монографии, посвященные теории массового обслуживания, переведены на основные европейские языки.

В самом начале 70-х годов А. А. Боровков впервые получил неулучшаемые оценки скорости сходимости в функциональной центральной предельной теореме (принципе инвариантности Донскера — Прохорова) для разнораспределенных слагаемых при условии существования моментов невысокого порядка, доведя до совершенства метод одного вероятностного пространства, разработанный Ю. В. Прохоровым. Это работа предвосхитила появление значительного числа исследований в 70–90-х годах как у нас в стране, так и за рубежом, связанных с построением точных оценок аппроксимации распределений так называемых процессов частных сумм. В этой связи А. А. Боровковым в начале 80-х годов была предложена идея асимптотической факторизации указанных распределений с последующей аппроксимацией ее компонент гауссовскими и обобщенными пуассоновскими законами. Идейно этот подход примыкал к методам исследования известной проблемы А. Н. Колмогорова о близости распределений сумм независимых одномерных случайных величин к множеству безгранично делимых распределений. А. А. Боровков высказал предположение, что указанная факторизация будет весьма полезна при исследовании скорости сходимости распределений регулярных функционалов в принципе инвариантности Донскера — Прохорова и что она позволит усилить ряд оценок указанной аппроксимации. В дальнейшем эта гипотеза была подтверждена в работах его учеников.

В области математической статистики А. А. Боровков разработал альтернативный к подходу Ле Кама (основанному на концепции контигуальных (близких) гипотез) метод отыскания асимптотически оптимальных процедур, основанный на концепции больших уклонений (или редких событий, что адекватно природе вещей при рассмотрении тестов с малыми вероятностями ошибок). На этом пути найдены асимптотически оптимальные тесты в одной из наиболее трудных проблем математической статистики — в задаче о проверке произвольных сложных гипотез. Установлена справедливость так называемого статистического принципа инвариантности в области больших уклонений. Открыт закон сохранения в теории проверки гипотез, являющийся аналогом известного неравенства Рао — Крамера в теории оценивания. Эти результаты легли в основу монографии «Большие уклонения и проверка сложных гипотез» (1992 г.).

А. А. Боровковым был получен интегральный вариант классического неравенства Рао — Крамера с неулучшаемой асимптотической погрешностью. Это интегральное неравенство значительно укрепило позиции байесовского подхода в теории оценивания и оказалось методологически важным — оно сильно упростило доказательство асимптотической оптимальности оценок.

А. А. Боровков предложил новые подходы, связанные с выделением класса асимптотически однородных во времени статистических процедур, позволяющие находить в явном виде асимптотически оптимальные решения в классической задаче о разладке.

За время своей научной деятельности А. А. Боровков неоднократно возвращался к классическим проблемам теории вероятностей, связанным с асимптотическим анализом тех или иных случайных блужданий. Он разработал новые методы исследования эргодичности и устойчивости рекурсивных последовательностей и так называемых рекурсивных цепей, играющих важную роль в приложениях. Среди них можно отметить известный метод обновлений, позволяющий получить общие условия эргодичности рассматриваемых процессов, близкие к минимальным. Использование этого метода позволило (в основном уже другим авторам) доказать эргодичность основных видов сетей обслуживания при весьма слабых ограничениях.

А. А. Боровковым найдены близкие к минимальным условия эргодичности и оценки вероятностей больших уклонений для асимптотически однородных в пространстве многомерных цепей Маркова, в том числе для цепей Маркова в положительных ортантах (обобщение известных результатов, касающихся эргодичности одного класса цепей Маркова). На этой основе доказана эргодичность многих основных типов сетей обслуживания и коммуникационных сетей.

Совсем недавно А. А. Боровков получил точную асимптотику вероятностей больших уклонений для частично однородных в пространстве двумерных цепей Маркова в положительном квадранте. Одновременно по существу был получен отрицательный ответ на вопрос о возможности нахождения подобной асимптотики в пространствах размерности больше двух. Кроме того, им была найдена асимптотика вероятностей больших уклонений, включая асимптотические разложения, в граничных задачах для случайных блужданий, скачки которых имеют распределения с так называемыми «толстыми хвостами».

Много сил и времени А. А. Боровков уделяет делу подготовки научных кадров. Он заведует кафедрой теории вероятностей и математической статистики Новосибирского государственного университета, основанной им в 1965 г. За время существования кафедры на ней прошли специализацию более ста пятидесяти студентов, многие из которых стали известными специалистами в области теории вероятностей и математической статистики. Выпускниками кафедры защищено более 40 кандидатских и 12 докторских диссертаций. Александр Алексеевич отличается необыкновенной широтой научных интересов. Его идеи и подходы стали основополагающими в самых разных направлениях теории вероятностей и математической статистики и образовали тот мощный фундамент, с которого начинают свой путь в науку его многочисленные ученики и последователи.

Особое место в жизни А. А. Боровкова занимает создание учебных пособий, отражающих современное состояние науки. Его учебник по теории вероятностей сразу стал основным в системе университетского образования СССР и России (в 1999 г. вышло уже четвертое, существенно переработанное и дополненное издание этого учебника). В 1984 г. появляется новый труд А. А. Боровкова — двухтомник по математической статистике. Этот поистине энциклопедический труд получил высокую оценку специалистов (в 1997 г. в России вышло второе издание этого учебника). В книгах удивительным образом сочетаются значительная широта охвата материала и весьма глубокие результаты с тщательно отработанными ясными доказательствами и логической стройностью изложения материала. Каждое издание отличается от предыдущего рядом методологических усовершенствований и появлением новых разделов, ранее не встречавшихся в учебной литературе. На учебниках А. А. Боровкова воспитывалось не одно поколение научных работников, среди которых немало кандидатов и докторов наук, в том числе и по другим специальностям, связанным с применением теоретико-вероятностных методов. Многие специалисты относят эти книги к лучшим образцам учебных пособий в мировой литературе в области теории вероятностей и математической статистики. Различные издания этих книг в разное время переведены на английский, немецкий, французский, испанский, польский, венгерский языки. Можно с уверенностью сказать, что книги А. А. Боровкова еще долгое время будут определять направление основного развития учебного процесса по специальности «Теория вероятностей и математическая статистика» в ведущих университетах мира.

А. А. Боровков уделяет серьезное внимание организационной работе. Он является членом комиссии по теории вероятностей и математической статистике при Отделении математики РАН, председателем специализированного совета по защитам докторских диссертаций, членом ряда других ученых советов, председателем редакционно-издательского совета Института математики им. С. Л. Соболева СО РАН, главным редактором журналов «Математические труды», "Siberian Advances in Mathematics", членом редколлегий ряда других журналов как отечественных, так и зарубежных.

Возглавляемый А. А. Боровковым коллектив специалистов по теории вероятностей и математической статистике имеет широкие международные связи. А. А. Боровков избирался членом Международного статистического института и членом правления Общества им. Бернулли — основных международных организаций, занятых координацией и развитием исследований в области теории вероятностей и математической статистики в мире. Он сам и его коллеги постоянно участвуют в международных научных конференциях и конгрессах в качестве приглашенных докладчиков. Вместе с коллегами из США, Великобритании, Германии, Франции, Нидерландов и других стран коллектив в течение многих лет участвует в разработке международных научных проектов по линии INTAS, CRDF, EURANDOM, РФФИ–ННИО.

За разработку асимптотических методов теории вероятностей А. А. Боровкову в 1979 г. присуждена Государственная премия СССР. Он награжден также орденами «Знак почета» (1975 г.) и «Дружба народов» (1981 г.), несколькими медалями.

Александра Алексеевича отличают увлеченность наукой и всепоглощающий самоотверженный труд. Он не сбавляет темпа и на пороге своего юбилея, демонстрируя фантастическую работоспособность и поражающую воображение производительность. Только за последние пять лет им опубликованы две новые объемистые монографии, существенно переработанные и дополненные издания его ставших классическими учебников по теории вероятностей и математической статистике, а также англоязычные переводы трех из указанных книг. Кроме того, за это время им опубликовано более 30 статей в центральных российских и зарубежных математических журналах.

Основатель, безусловный лидер и идейным вдохновитель объединенного научно-исследовательского семинара лаборатории теории вероятностей и математической статистики Института и одноименной кафедры НГУ, Александр Алексеевич постоянно генерирует новые идеи, демонстрируя феноменальную интуицию и втягивая в водоворот своих творческих изысканий как своих коллег, так и талантливую студенческую молодежь. Его преданность науке и огромная работоспособность являются примером для более молодых сотрудников, примером, следовать которому весьма непросто.

С 1965 г. А. А. Боровков состоит в редакционной коллегии «Сибирского математического журнала», формируя его политику в области теории вероятностей и математической статистики. Высокая требовательность Александра Алексеевича к научному уровню и литературному качеству публикуемых работ во многом определяет стиль журнала в течение более тридцати пяти лет.

Друзья, коллеги и многочисленные ученики Александра Алексеевича желают ему в дни его славного юбилея крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов на благо науки, во имя прогресса и процветания нашего Отечества.

Редакционная коллегия «Сибирского математического журнала» с удовлетворением присоединяется к этим пожеланиям.

*М. М. Лаврентьев, В. Л. Береснев, И. С. Борисов, С. К. Годунов,*
*С. С. Гончаров, Ю. Л. Ершов, В. И. Лотов, А. А. Могульский,*
*С. С. Кутателадзе, Ю. Г. Решетняк, В. Г. Романов*