

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЖИЗНЬ

Станислав Алексеевич Молчанов (к восьмидесятилетию со дня рождения)

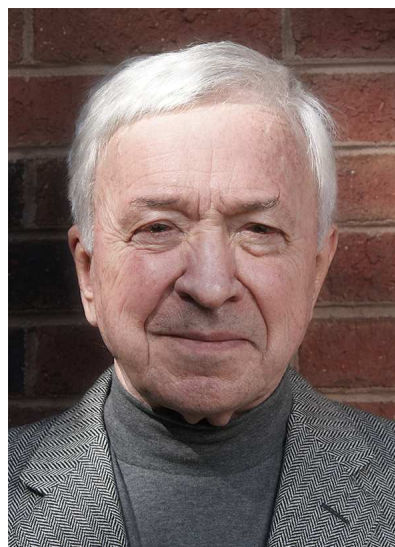
Станислав Алексеевич Молчанов родился 21 декабря 1940 г. в дер. Снетиново Ивановской области. Его мать, Нина Григорьевна Молчанова, была учительницей начальных классов, а отец, Алексей Павлович Молчанов, работал в колхозе бухгалтером. Будучи сыном репрессированного во время революции священника, Алексей Павлович смог поступить в институт (Педагогический институт в г. Иваново) только в конце 1940-х годов (как инвалид Отечественной войны). После окончания института он стал работать учителем физики в школе № 54 пос. Нерль Тейковского района Ивановской области. Нина Григорьевна перешла в ту же школу учительницей немецкого языка.

Окончив пять классов в дер. Снетиново, Станислав переехал с родителями в пос. Нерль, где и окончил в 1958 г. школу № 54 с золотой медалью. В школьные годы он самостоятельно изучал дополнительные разделы элементарной математики и начала анализа с помощью брошюр школьной математической библиотеки и книги А. Я. Хинчина.

В 1958 г. Станислав поступил на механико-математический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова. Был круглым отличником, а начиная с 3-го курса – Ленинским стипендиатом. Он активно участвовал в семинарах своего научного руководителя проф. Е. Б. Дынкина, где выполнил свои первые научные работы.

После окончания мехмата С. А. Молчанов был оставлен в аспирантуре, где учился с 1963 по 1966 г. Для школы проф. Е. Б. Дынкина, к которой принадлежал С. А. Молчанов, был характерен высокий уровень общематематического образования: не только теория вероятностей и случайные процессы, но и уравнения в частных производных, риманова геометрия, группы и алгебры Ли и т. д.

В аспирантские годы С. А. Молчанов был вовлечён в известный педагогический эксперимент: Математическая школа № 2. Проф. Е. Б. Дынкин организовал в этой школе первый математический поток, и С. А. Молчанов был его заместителем по этому потоку и по редактированию журнала “Математическая школа”. Журнал издавался не только для школы № 2, но и для Колмогоровского интерната № 18 и ряда других московских математических школ.



В 1967 г. С. А. Молчанов защитил кандидатскую диссертацию и был оставлен преподавать в МГУ (вместе с группой однокурсников), в это время мехмат резко расширился. Он начал работать с 1966 г. (ещё до защиты диссертации) ассистентом на кафедре теории вероятностей мехмата (заведующий – проф. Б. В. Гнеденко). Акад. А. Н. Колмогоров в это время уже перешёл в Межфакультетскую лабораторию, а несколько позже стал заведующим кафедрой математической логики.

В 1973 г. С. А. Молчанов стал доцентом кафедры теории вероятностей. Его научные интересы в это время сместились от чистой теории вероятностей в сторону математической физики и спектральной теории (под влиянием В. И. Арнольда с одной стороны и физиков, акад. Я. Б. Зельдовича и акад. И. М. Лифшица, – с другой). В 1983 г. он защитил докторскую диссертацию по теории локализации, но профессорское звание получил только в 1990 г. С. А. Молчанов в течение многих лет был ответственным исполнителем нескольких прикладных хозяйственных договоров.

Начиная с 1988 г. С. А. Молчанов стал выезжать за границу. Первая поездка: Международный конгресс математической физики, Англия, пленарный докладчик.

Кроме того, он был приглашенным докладчиком на Международном математическом конгрессе (Киото, Япония, 1990 г.).

В 1990 г. С. А. Молчанов получил приглашение на один семестр от Калифорнийского технологического института для совместной научной работы с проф. Б. Саймоном, одним из ведущих специалистов по математической физике. Там он (вместе с проф. Р. Кармона) получил грант от NSF на три года и был приглашен на работу в Университет Калифорнии, Ирвайн. После распада СССР Станислав Алексеевич остался в США, сохраняя российское гражданство и научные контакты в России. С 1994 г. С. А. Молчанов – профессор факультета математики и статистики Университета Северной Каролины в Шарлотте (США).

Станислав Алексеевич избран почетным членом Американского математического общества (Fellow of AMS). Его приглашали для научной работы ведущие европейские университеты – Кембридж, Париж 6, Париж 7, La Sapienza (Рим), Бонн, Билефельд и пр. Он входит в редколлегии нескольких научных журналов. С. А. Молчанов является научным руководителем Международной лаборатории стохастического анализа и его приложений в Высшей школе экономики. Он руководитель и соруководитель грантов NSF (США) и РФФИ (Россия). Вся деятельность по грантам NSF, равно как и работа над существенной частью научных публикаций после конца 1990-х годов, проходила в тесном сотрудничестве с проф. Б. Р. Вайнбергом, работающим на том же факультете Университета Северной Каролины в Шарлотте. Комбинация идей теории параболических уравнений (С. А. Молчанов) и волновых уравнений (Б. Р. Вайнберг) оказалась особенно плодотворной в прикладных задачах (оптика, демография, биофизика и пр.).

Более шестидесяти учеников С. А. Молчанова защитили под его руководством кандидатские, а некоторые и докторские диссертации. Многие из них работают в университетах России, США, Израиля, Великобритании. Один из его учеников – Александр Гордон [31], чей яркий талант в математике смог раскрыться во многом благодаря активному участию С. Молчанова во всех этапах Сашинной карьеры.

Краткий обзор научной деятельности С. А. Молчанова. Точное число публикаций установить трудно, особенно если принимать во внимание статьи в “Математической школе” или же в закрытой печати (результаты хозяйственных разработок и пр.). Можно сказать определенно, что их более трёхсот. Ниже дается обзор наиболее значимых статей. Их тематика развивалась во времени от чистой теории вероятностей к математической физике и широко понимаемой прикладной математике.

Ранние работы (1960-е годы) относились к теории диффузионных процессов и границам Мартина (гармонические функции, ассоциированные с марковскими процессами). Эта тематика была предложена проф. Е. А. Дынкиным (научным руководителем

С. А. Молчанова в аспирантуре) и стала основой кандидатской диссертации Станислава Алексеевича (1967). В статье [1], написанной под влиянием В. И. Арнольда и рекомендованной им в УМН (1975), уже наметился переход от задач теории марковских процессов к классической спектральной теории.

С середины 1970-х годов Станислав Алексеевич начал интенсивно заниматься спектральной теорией случайного оператора Шрёдингера, теорией усреднения, эффектами перемежаемости и пр. Соответствующие физические приложения включали физику неупорядоченного твёрдого тела (стационарные случайные среды) и теорию физических процессов в турбулизированных (нестационарных) средах, в первую очередь магнитогидродинамику. По первому направлению он сотрудничал со школой акад. И. М. Лифшица (акад. Л. А. Пастур и др.), по второму – с астрофизической группой акад. Я. Б. Зельдовича (А. А. Рузмайкин, Д. Д. Соколов). Полное число публикаций по этому направлению опять-таки трудно оценить, так как они часто затрагивают примыкающие разделы физики и математики, но это число превышает 100 по любому счёту. Отметим четыре публикации [2]–[5] по одномерной теории локализации, относящиеся к начальному этапу изучения спектральных свойств случайного оператора Шрёдингера. На эти статьи имеется очень большое число ссылок, особенно на работы [2], [4], которые являются основополагающими в теории случайных сред.

С. А. Молчанов читал лекции по теории случайных сред на двух престижных летних школах по теории вероятностей: Taniguchi School (Япония, 1990), Saint-Flour School (Франция, 1992), а также в Советском Союзе для сотрудников Академических институтов (Москва, 1980-е годы).

Российские лекции частично опубликованы в обзоре [10]. Лекции на летней школе в Сен-Флуре появились сначала в Шпрингеровской серии [12], а затем были переизданы в слегка переработанном виде опять-таки в Шпрингере [27].

Среди многочисленных работ С. А. Молчанова по многомерной модели Андерсона (решётчатый лапласиан плюс случайный потенциал) отметим важную статью [11] (с М. Айзенманом), в которой теорема о точечном спектре (локализации) доказана в широкой общности: широкий класс графов, нелокальный лапласиан, но, как и раньше, при условии высокого уровня хаоса. Эта статья положила начало так называемому методу Айзенмана–Молчанова, значительно развитому и широко применяемому в спектральной теории случайных операторов.

Начиная со второй половины 1990-х годов научные интересы С. А. Молчанова постепенно смещались к детерминистическим моделям спектральной теории, в которых развивались идеи фрактальности, применялись мартингалные методы, исследовались связи с нелинейными интегрируемыми уравнениями и т. д. – см. [8], [15], [18], [17]–[20]. Отметим статью [20] (с М. В. Новицким и Б. Р. Вайнбергом), где с использованием КДФ-техники было дано новое доказательство спектральной L^2 -гипотезы: одномерный оператор Шрёдингера с квадратично-интегрируемым потенциалом имеет чисто абсолютный непрерывный спектр (по модулю возмущения ранга 1, скажем, для почти всех граничных условий в нуле в случае оператора на полуоси). Там же имеются обобщения этого результата, связанные со старшими КДФ-интегралами.

Работы по нестационарной теории случайных сред были инициированы проблемой кинематического динамо, призванной объяснить генерацию сильных магнитных полей в фотосфере горячих звёзд. Эта фундаментальная астрофизическая тематика была в 1980-е и 1990-е годы в центре внимания нескольких групп (Я. Б. Зельдовича в Москве, К. Моффата в Кембридже и пр.). В 1990-е годы С. А. Молчанов опубликовал вместе с А. А. Рузмайкиным и Д. Д. Соколовым около десяти статей по кинематическому динамо и по теории флуктуации температурного поля океана, которая примыкает на техническом уровне к астрофизике. Некоторые из этих работ,

появившихся в физических журналах, не достигали математического уровня строгости, особенно в той части, которая относилась к бесконечномерной теории стохастических уравнений с частными производными. Итоги этой деятельности были подведены в обзоре [7], переизданном с небольшими добавлениями в Кембридже к столетнему юбилею акад. Я. Б. Зельдовича. Проблема “математизации” ряда фактов, изученных в [7], [28], была частично решена в работе [13] (совм. с Р. Кармона), но только для скалярных полей.

Важным понятием, введённым в математику после [7], [28], является концепция *перемежаемости* (intermittency). Она диаметрально противоположна идее усреднения, подразумевающей, что в определённых ситуациях мы можем заменить случайную или периодическую среду однородной средой. Среда обладает свойством перемежаемости, если физические процессы в ней определяются *редкими, но очень сильными флуктуациями*. Типичный пример в астрофизике: магнитное поле Солнца – его энергия концентрируется почти полностью в чёрных пятнах, где интенсивность поля в сотни раз превышает его среднее по поверхности значение. Похожие эффекты демонстрирует демография.

Первые математические работы по перемежаемости были опубликованы С. А. Молчановым в соавторстве с немецкими коллегами Ю. Гертнером и В. Кёнигом (J. Gärtner, W. König) и с Р. Кармона (R. Carmona) и его учениками. Наиболее заметные ссылки на работы по собственно перемежаемости – это уже упомянутый мемуар [13] и статьи [9], [14], [16], [25].

Решения параболического уравнения Андерсона в стационарной и нестационарной случайной среде являются однородными полями по пространству целочисленной решётки \mathbb{Z}^d (если время фиксировано), и естественно рассмотреть суммирование таких (слабо зависимых) случайных величин по расширяющимся кубам. Это даёт возможность описать переход от условных (quenched) вероятностей к полным (annealed) вероятностям, включающим усреднение по среде. Подобные вопросы возникают в физических приложениях и часто ведут к бифуркациям по параметрам систем. Эта тематика привлекла внимание специалистов, и здесь имеется много публикаций. Отметим начальные статьи [21], [22], [32].

С. А. Молчанов и в СССР, и в США, и в современной России постоянно имел гранты по прикладной тематике (иногда несколько) от различных ведомств, включая в первую очередь NSF (США) и РФФИ (Россия). Отметим некоторые прикладные публикации. Обзор [6] связан с работами по теории старения полимерных изоляционных материалов (по этой теме имеется 7 публикаций). Статьи [24], [23] относятся к оптической тематике, развиваемой в Университете Северной Каролины в Шарлотте (оптические компьютеры и т. п.; 10 публикаций). Работы [30], [33], [34] представляют популяционную динамику. Многие из них опубликованы в престижном журнале в этой области “Mathematical Population Studies (An International Journal of Mathematical Demography)”. С. А. Молчанов сотрудничает здесь с несколькими группами: Б. Р. Вайнберг (США), Ю. Кондратьев и его группа (Германия), О. Хринив (Нгуив) (Великобритания), Е. О. Черноусова (МФТИ, Россия), Е. Б. Яровая и её группа (МГУ, Россия). В этой области имеется более 20 публикаций.

Последний важный цикл статей относится к теоретической биофизике: проблема фазового перехода белковых молекул из глобулярного в диффузионное состояние (стандартный пример такого перехода – варёное куриное яйцо). Здесь имеется 10 публикаций. Укажем две из них – [29], [26].

Среди других направлений назовём только “молекулярные моторы”, фракталы, случайные процессы на аффинных группах $\text{Aff}(\mathbb{R})$, случайные геометрические процессии.

От всей души мы желаем Станиславу Алексеичу здоровья и дальнейших успехов в его научной и педагогической деятельности.

М. Айзенман, Б. Р. Вайнберг, И. Я. Гольдшейд,
С. Я. Житомирская, Л. А. Пастур, А. Клейн,
В. Д. Конаков, М. Крэнстон, Б. Саймон, В. Якишч

Список цитируемых публикаций С. А. Молчанова

- [1] С. А. Молчанов, “Диффузионные процессы и риманова геометрия”, *УМН*, **30:1**(181) (1975), 3–59; англ. пер.: S. A. Molchanov, “Diffusion processes and Riemannian geometry”, *Russian Math. Surveys*, **30:1** (1975), 1–63.
- [2] И. Я. Гольдшейд, С. А. Молчанов, Л. А. Пастур, “Случайный одномерный оператор Шрёдингера имеет чисто точечный спектр”, *Функц. анализ и его прил.*, **11:1** (1977), 1–10; англ. пер.: I. Ya. Gol'dshtein, S. A. Molchanov, L. A. Pastur, “A pure point spectrum of the stochastic one-dimensional Schrödinger operator”, *Funct. Anal. Appl.*, **11:1** (1977), 1–8.
- [3] С. А. Молчанов, “Строение собственных функций одномерных неупорядоченных структур”, *Изв. АН СССР. Сер. матем.*, **42:1** (1978), 70–103; англ. пер.: S. A. Molchanov, “The structure of eigenfunctions of one-dimensional unordered structures”, *Math. USSR-Izv.*, **12:1** (1978), 69–101.
- [4] S. A. Molchanov, “The local structure of the spectrum of the one-dimensional Schrödinger operator”, *Comm. Math. Phys.*, **78:3** (1981), 429–446.
- [5] L. N. Grenkova, S. A. Molchanov, Yu. N. Sudarev, “On the basic states of one-dimensional disordered structures”, *Comm. Math. Phys.*, **90:1** (1983), 101–123.
- [6] М. В. Меньшиков, С. А. Молчанов, А. Ф. Сидоренко, “Теория перколяции и некоторые приложения”, *Итоги науки и техн. Сер. теор. вероятн. Матем. стат. Теор. кибернет.*, **24**, ВИНТИ, М., 1986, 53–110; англ. пер.: M. V. Men'shikov, S. A. Molchanov, A. F. Sidorenko, “Percolation theory and some applications”, *J. Soviet Math.*, **42:4** (1988), 1766–1810.
- [7] Ya. B. Zeldovich, S. A. Molchanov, A. A. Ruzmaikin, D. D. Sokolov, “Intermittency, diffusion and generation in a nonstationary random medium”, *Mathematical physics reviews*, v. 7, Soviet Sci. Rev. Sect. C: Math. Phys. Rev., **7**, Harwood Academic Publ., Chur, 1988, 1–110.
- [8] В. Кирш, С. А. Молчанов, Л. А. Пастур, “Одномерный оператор Шрёдингера с неограниченным потенциалом: чисто точечный спектр”, *Функц. анализ и его прил.*, **24:3** (1990), 14–25; англ. пер.: V. W. Kirsch, S. A. Molchanov, L. A. Pastur, “One-dimensional Schrödinger operator with unbounded potential: The pure point spectrum”, *Funct. Anal. Appl.*, **24:3** (1990), 176–186.
- [9] J. Gärtner, S. A. Molchanov, “Parabolic problems for the Anderson model. I. Intermittency and related topics”, *Comm. Math. Phys.*, **132:3** (1990), 613–655.
- [10] S. A. Molchanov, “Ideas in the theory of random media”, *Acta Appl. Math.*, **22:2-3** (1991), 139–282.
- [11] M. Aizenman, S. Molchanov, “Localization at large disorder and at extreme energies: An elementary derivation”, *Comm. Math. Phys.*, **157:2** (1993), 245–278.
- [12] S. A. Molchanov, “Lectures on random media”, *Lectures on probability theory* (Saint-Flour, 1992), Lecture Notes in Math., **1581**, Springer-Verlag, Berlin, 1994, 242–411.
- [13] R. A. Carmona, S. A. Molchanov, *Parabolic Anderson problem and intermittency*, Mem. Amer. Math. Soc., **108**, № 518, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 1994, viii+125 pp.

- [14] R. A. Carmona, S. A. Molchanov, “Stationary parabolic Anderson model and intermittency”, *Probab. Theory Related Fields*, **102**:4 (1995), 433–453.
- [15] S. Molchanov, B. Vainberg, “On spectral asymptotics for domains with fractal boundaries”, *Comm. Math. Phys.*, **183**:1 (1997), 85–117.
- [16] J. Gärtner, S. A. Molchanov, “Parabolic problems for the Anderson model. II. Second-order asymptotics and structure of high peaks”, *Probab. Theory Related Fields*, **111**:1 (1998), 17–55.
- [17] S. Molchanov, “Multiscattering on sparse bumps”, *Advances in differential equations and mathematical physics* (Atlanta, GA, 1997), Contemp. Math., **217**, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 1998, 157–181.
- [18] S. A. Molchanov, “Multiscale averaging for ordinary differential equations. Applications to the spectral theory of 1D Schrödinger operator with sparse potentials”, *Homogenization*, Ser. Adv. Math. Appl. Sci., **50**, World Sci. Publ., River Edge, NJ, 1999, 316–397.
- [19] V. Jacšić, S. A. Molchanov, “Localization of surface spectra”, *Comm. Math. Phys.*, **208**:1 (1999), 153–172.
- [20] S. Molchanov, M. Novitskii, B. Vainberg, “First KdV integrals and absolutely continuous spectrum for 1-D Schrödinger operator”, *Comm. Math. Phys.*, **216**:1 (2001), 195–213.
- [21] G. Ben Arous, S. Molchanov, A. F. Ramírez, “Transition from the annealed to the quenched asymptotics for a random walk on random obstacles”, *Ann. Probab.*, **33**:6 (2005), 2149–2187.
- [22] G. Ben Arous, S. A. Molchanov, L. V. Bogachev, “Limit theorems for sums of random exponentials”, *Probab. Theory Related Fields*, **132**:4 (2005), 579–612.
- [23] S. Molchanov, B. Vainberg, “Transition from a network of thin fibers to the quantum graph: an explicitly solvable model”, *Quantum graphs and their applications* (Snowbird, UT, 2005), Contemp. Math., **415**, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 2006, 227–240.
- [24] S. Molchanov, B. Vainberg, “Scattering solutions in networks of thin fibers: small diameter asymptotics”, *Comm. Math. Phys.*, **273**:2 (2007), 533–559.
- [25] J. Gärtner, W. König, S. Molchanov, “Geometric characterization of intermittency in the parabolic Anderson model”, *Ann. Probab.*, **35**:2 (2007), 439–499.
- [26] M. Cranston, L. Koralov, S. Molchanov, B. Vainberg, “Continuous model for homopolymers”, *J. Funct. Anal.*, **256**:8 (2009), 2656–2696.
- [27] S. A. Molchanov, “Lectures on random media”, *Random media at Saint-Flour*, Reprints of lectures from the Annual Saint-Flour probability summer school held in Saint-Flour, Probability at Saint-Flour, Springer, Berlin, 2012, 1–65.
- [28] Ya. B. Zel’dovich, S. A. Molchanov, A. A. Ruzmajkin, D. D. Sokolov, *Intermittency, diffusion and generation in a nonstationary random medium*, 2 ed., Rev. Math. Math. Phys., **15**, Cambridge Scientific Publishers, Cambridge, 2014, 110 pp.
- [29] S. A. Molchanov, D. A. Faizullin, I. V. Nesmelova, “Theoretical and experimental investigation of the translational diffusion of proteins in the vicinity of temperature-induced unfolding transition”, *J. Phys. Chem. B*, **120**:39 (2016), 10192–10198.
- [30] S. Molchanov, J. Whitmeyer, “Stationary distributions in Kolmogorov–Petrovski–Piskunov type models with an infinite number of particles”, *Math. Popul. Stud.*, **24**:3 (2017), 147–160.
- [31] S. Jitomirskaya, S. A. Molchanov, B. Simon, B. R. Vainberg, “Alexander Gordon”, *J. Spectr. Theory*, **9**:4 (2019), 1157–1164.
- [32] G. Ben Arous, S. Molchanov, A. F. Ramírez, “Stable limit laws for reaction-diffusion equation in random environment”, *Probability and analysis in interacting physical*

- systems*, International conference in honor of the 75th birthday of S. R. S. Varadhan (Berlin, 2016), Springer Proc. Math. Stat., **283**, Springer, Cham, 2019, 123–171.
- [33] S. Molchanov, B. Vainberg, “Population dynamics with moderate tails of the underlying random walk”, *SIAM J. Math. Anal.*, **51**:3 (2019), 1824–1835.
- [34] E. Chernousova, O. Hryniv, S. Molchanov, “Population model with immigration in continuous space”, *Math. Popul. Stud.*, **27**:4 (2020), 199–215.