

О научной школе Валерия Борисовича Кудрявцева

С. В. Алешин¹, Э. Э. Гасанов², В. Н. Козлов³

В данной работе рассказывается о научной школе профессора Валерия Борисовича Кудрявцева и созданной им кафедре математической теории интеллектуальных систем.

Ключевые слова: Теория автоматов, теория интеллектуальных систем, распознавание образов.

4 июля 2021 г. исполнилось 85 лет доктору физико-математических наук, профессору, заведующему кафедрой математической теории интеллектуальных систем механико-математического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова Валерию Борисовичу Кудрявцеву, создателю крупной научной школы в области дискретной математики, кибернетики и информатики.

В далекие 50-е годы по окончании средней школы В. Б. Кудрявцев поступил в Московский государственный университет, строительство нового комплекса зданий которого на Воробьевых горах тогда только что было завершено. Это было удивительное для науки время. Ученые, в первую очередь физики и математики, были подняты на пьедестал общественного внимания, воспринимались современными магами, волшебниками. В целом образ науки — огромной, величественной — предстает, можно считать, в облике здания МГУ.

Валерия Борисовича увлекло новое направление в науке — кибернетика, и математические задачи, с нею связанные. Эта наука представлялась как дающая ключ к пониманию процессов управления в совершенно разнородных областях, таких, как технические устройства, алгоритмы работы мозга, процессы управления в обществе, и т.д. Кибернетика

¹Алешин Станислав Владимирович — профессор каф. математической теории интеллектуальных систем мех.-мат. ф-та МГУ, e-mail: stanislav.aleshin@rambler.ru.

Aleshin Stanislav Vladimirovich — professor, Lomonosov Moscow State University, Faculty of Mechanics and Mathematics, Chair of Mathematical Theory of Intelligent Systems.

²Гасанов Эльяр Эльдарович — профессор каф. математической теории интеллектуальных систем мех.-мат. ф-та МГУ, e-mail: el_gasanol@mail.ru.

Gasanol Elyar Eldarovich — professor, Lomonosov Moscow State University, Faculty of Mechanics and Mathematics, Chair of Mathematical Theory of Intelligent Systems.

³Козлов Вадим Никитович — профессор каф. математической теории интеллектуальных систем мех.-мат. ф-та МГУ, e-mail: vnkozlov@mail.ru.

Kozlov Vadim Nikitovich — professor, Lomonosov Moscow State University, Faculty of Mechanics and Mathematics, Chair of Mathematical Theory of Intelligent Systems.

завораживала, с одной стороны, своей всеобщностью (сравнимой с философией), с другой — опорой на точные методы, на доказательность в своих построениях.

Научные интересы С.В. Яблонского и О.Б. Лупанова, учителей В.Б. Кудрявцева, в то время были сосредоточены на создании основ кибернетики: ее понятий, разделов, задачах, связях с другими науками. Одним из таких направлений кибернетики, активно разрабатываемых С.В. Яблонским, стали функциональные системы, то есть алгебры дискретных функций с операциями суперпозиции и их обобщениями. В этом направлении начал вести исследования и В.Б. Кудрявцев. Одним из важных результатов этого периода стало переработанное изложение знаменитой теоремы Поста об описании всех подалгебр двузначной логики, изданное в 1966 г. в виде монографии С.В. Яблонского, Г.П. Гаврилова и В.Б. Кудрявцева «Функции алгебры логики и классы Поста» [1]. Одновременно В.Б. Кудрявцев начал изучать преобразователи информации, обладающие в отличие от дискретных функций «памятью», то есть объекты, реакция которых на входные воздействия происходит с временной задержкой. Сейчас эти объекты являются базовыми в дискретной математике, кибернетике и информатике и называются конечными автоматами, или для краткости — автоматами. Это очень общее понятие, и оно может рассматриваться как модель для любых реальных явлений, в которых присутствуют входно-выходные соответствия. Обучаясь на механико-математическом факультете МГУ (в аспирантуре), В.Б. Кудрявцев решил проблему полноты для автоматов, называемых функциями с задержками, с операциями синхронной суперпозиции, что явилось первым из важных результатов по проблематике полноты для автоматов и показало существенное отличие автоматов с памятью от случая автоматов без памяти. Им же был изучен общий случай конечных автоматов с операциями суперпозиции и обратной связи, для которого было установлено наличие континуума предполных классов как критерияльной системы для проверки полноты для автоматов, что дало представление о сложности и неэффективности решения задачи о полноте для автоматов как средствами алгебры, так и средствами логики. Эти результаты составили содержание кандидатской диссертации В.Б. Кудрявцева, выполненной под руководством О.Б. Лупанова и защищенной в ИПМ АН СССР в 1963.

После аспирантуры механико-математического факультета В.Б. Кудрявцев был оставлен на кафедре математической логики в должности ассистента, затем стал доцентом, и, в последующие годы, профессором механико-математического факультета. В эти годы он активно занимается учебной, научной и организационной работой, и, что очень важно, открывает научно-исследовательский семинар по

теории автоматов, который стал научно-организационным центром этого нового научного направления. Со временем вокруг этого ядра возникла крупная научная школа, организатором и руководителем которой он является с тех пор и поныне.

Эта работа нашла свое сопряжение с созданием на факультете в 1986 г. по инициативе В. А. Садовниченко Отдела прикладных исследований по математике и механике, который и возглавил В. А. Садовничий. Отдел состоял из трёх лабораторий, и его тематика определялась проблемами космоса. В. Б. Кудрявцев стал руководителем отраслевой лаборатории № 1, которая начала работать над созданием интеллектуальных систем промышленного назначения в интересах обороны и народного хозяйства страны. Накопленный опыт исследований по теории автоматов стал естественным базисом для создания интеллектуальных систем в приложениях. В лабораторию вместе с исследователями пришла работать талантливая молодежь. Костяк коллектива составили ученики В. Б. Кудрявцева. Тематика работ постоянно расширялась, появились новые заказы промышленности. Необходимо было расширять как тематику исследований, так и увеличивать штат лаборатории. Кроме того, остро возник вопрос подготовки кадров высшей квалификации по теории интеллектуальных систем. Отчасти такая подготовка присутствовала на кафедрах математической кибернетики факультета ВМиК и кафедре дискретной математики механико-математического факультета, но именно отчасти. Нужна была специализированная кафедра. Весь этот комплекс проблем привел к созданию в декабре 1991 г. на механико-математическом факультете МГУ новой кафедры Математической теории интеллектуальных систем (МаТИС). Заведующим кафедрой МаТИС стал профессор В. Б. Кудрявцев, оставаясь при этом руководителем лаборатории № 1, которая была преобразована в лабораторию проблем теоретической кибернетики. Переход от автоматов к интеллектуальным системам был, можно считать, подготовлен проблематикой пионеров кибернетики еще при её становлении. В последующем на факультете ВМК возникла кафедра «Математических методов прогнозирования», руководимая Ю. И. Журавлевым и с тематикой, в немалой мере связанной с распознаванием образов. А сравнительно недавно кафедра МаТИС приросла новой лабораторией, заведует которой Г. В. Боков, специализирующийся на логических исчислениях.

Одним из главных вопросов, поставленных классиками кибернетики при ее возникновении, был вопрос о том, как функционирует наш мозг, самая совершенная интеллектуальная система, созданная природой. В. Б. Кудрявцев, будучи математиком и по складу своего мышления и по образованию, проводил исследования на уровне математической строгости и точности в рассуждениях. Автомат является объектом, кото-

рый реализует триаду «воспринимаю—думаю—действую» и через влияние на среду итеративно повторяет эту триаду, определяя свое поведение в среде. Но даже такая простая с содержательной точки зрения модель потребовала для исследования многих лет квалифицированного труда разных групп исследователей. И только к середине 80-х годов XX века появились существенные математические результаты, изложенные в монографии В. Б. Кудрявцева и его учеников С. В. Алешина и А. С. Подколзина «Введение в теорию автоматов» [2] (содержащей в основном результаты научной школы В. Б. Кудрявцева). С. В. Алешин известен не только в теории автоматов, но и успешен в распознавании образов. В теории автоматов работает и ученик С. В. Алешина — С. Б. Родин. Исследования на кафедре распространились в последующем и на такие системы, которые больше соответствуют слову «интеллектуальные» в широком и общепринятом понимании. Подтверждение этому — труды А. С. Подколзина, который развил теорию компьютерных решателей задач. Весьма существенные результаты по теории автоматов были получены В. А. Бувичем.

В дополнение к этим результатам, уже в 2000-е годы, при участии В. Б. Кудрявцева как консультанта выполнено важное исследование Д. Н. Бабина, нашедшего конструктивную границу отделения семейств базисов автоматов с разрешимой проблемой полноты от неразрешимых семейств.

Недавним существенным вкладом в теорию автоматов стала докторская диссертация А. А. Часовских по теории линейных автоматов.

Рассмотрение функциональных систем автоматов было распространено В. Б. Кудрявцевым на клеточные автоматы, для которых вместе с учениками А. С. Подколзиным, А. А. Болотовым и другими он изучал их поведение и моделирующие возможности для параллельных вычислений [3]. Поведение автоматов в лабиринтах — тематика Н. Ю. Волкова.

В распознавании образов В. Б. Кудрявцев развил новое направление — теорию тестового распознавания. Эти результаты содержатся в монографии В. Б. Кудрявцева, А. Е. Андреева, Э. Э. Гасанова «Теория тестового распознавания» [4]. Свой интересный вклад в теорию тестового распознавания сделал М. В. Носов. В исследованиях И. Л. Мазуренко автоматный подход использован для распознавания речи.

Другим направлением в теории распознавания образов, развитие которого курирует В. Б. Кудрявцев, явилось распознавание зрительных образов, в котором активно работает его ученик В. Н. Козлов. Это направление возникло из контактов с кафедрой физиологии высшей нервной деятельности биологического факультета, из этих же контактов происходит монография В. Б. Кудрявцева и В. Н. Козлова «Введение в математическую биологию» [5].

Разнообразные по направленности работы, включающие распознавание образов и математическое моделирование в биологии, представляет на кафедре Д. В. Алексеев. Ю. Г. Чернова построила математическую модель легочной системы человека. Л. Минчичем предложена модель восстановления двумерного изображения по его одномерным проекциям в условиях «зашумления». Нейронные сети — область интересов В. С. Половникова.

Совместно с Э. Э. Гасановым В. Б. Кудрявцевым построена теория хранения и поиска информации, обобщающая известные подходы и позволившая с единых позиций рассмотреть и решить базовые проблемы для баз данных. Построенная теория накрывает все частные находки для конкретных баз данных и дает алгоритмы и новые технологии синтеза баз данных нового типа, которые эффективнее известных. Эти результаты изложены в монографии Э. Э. Гасанова и В. Б. Кудрявцева «Теория хранения и поиска информации» [6]. Развитие данной теории продолжили ученики Э. Э. Гасанова — Ю. С. Шуткин и В. В. Осокин.

Интересные исследования в области нечеткой математики и ее приложений проведены А. П. Рыжовым.

Существенен вклад В. Б. Кудрявцева в теорию сложности управляющих систем. Здесь в первую очередь надо отметить выдающиеся результаты ученика Валерия Борисовича А. Е. Андреева. Интересные результаты по синтезу плоских схем получил Г. В. Калачев.

В. Б. Кудрявцев вместе со своими учениками А. С. Строгаловым, П. А. Алисейчиком и другими разработал новые адаптивные модели компьютерных обучающих систем, имитирующих взаимодействие учителя, ученика и обучающей базы данных, что привело к построению конкретных таких систем по языкам, информатике, искусству и др. Эти результаты опубликованы в виде монографии К. Вашика, В. Б. Кудрявцева, А. С. Строгалова «Проект IDEA» [7].

Тематика, связанная с криптографией, зримо представлена на кафедре интересными работами В. А. Носова, А. В. Галатенко, А. Е. Панкратьева. Тематика помехозащищенных кодов - область успешной деятельности П. А. Пантелеева. В теории кодирования активно работает П. С. Дергач.

Двузначные и многозначные функции логики — важная область исследований, и в ней существенные результаты были получены Д. Н. Жукком. А. А. Ирматов провел значительные исследования по оценке числа пороговых функций 2-значной и k -значной логики. В области пороговых функций лежат научные интересы А. П. Соколова. Постоянен в связях с кафедрой специалист в логике Г. И. Сыркин.

В начале 70-х годов В. Б. Кудрявцев был приглашен в ГДР в университет Росток как гость-профессор для развития нового направления — кибернетики. В это время им была создана там одна из значимых

групп в области кибернетики. Участники этой группы под руководством В. Б. Кудрявцева со временем подготовили и защитили 6 докторских диссертаций по кибернетике. Позже они стали известными специалистами и заняли высокие позиции в университетах и научных центрах Германии. Среди них Д. Лау, Б. Тальхайм, Ю. Дассов и др. Есть ученики В. Б. Кудрявцева в Венгрии — Я. Деметрович, в бывшей Югославии — Г. Килибарда, Р. Шчепанович и Ш. Ушчумлич, и — ныне в Японии — Г. Погосян и В. Лашхиа.

Более 10 лет назад В. Б. Кудрявцев стал руководителем Филиала МГУ в Ташкенте. Учебный процесс там в части математики обеспечивает кафедра МаТИС. Ныне Филиалом руководит А. С. Строгалов, ученик Валерия Борисовича.

Нельзя не отметить, что весьма существенную роль в жизни кафедры и в целом научной школы играет журнал «Интеллектуальные системы. Теория и приложения», основанный В. Б. Кудрявцевым.

В целом кафедра всегда придерживалась трех принципиальных подходов в своей работе. Первое: внимание к научной работе, кафедра должна «продуцировать» качественный научный материал. Второе: образовательный аспект, причем не только в целом в отношении студентов, но и в части внимания и подготовки потенциальных кадров для работы на кафедре. Третье: внимание к прикладным исследованиям (контракты, договора), дающим возможность не только результаты теоретических исследований «внедрить» в жизнь, но и, что существенно, поддержать материально членов кафедры, что, учитывая, например, наши 90-е годы, имело кардинальное значение. Так сотрудничество с американской фирмой LSI Logic принесло более 300 патентов. Ныне кафедра заметно сотрудничает с компанией Huawei из КНР, с некоторыми отечественными организациями.

Понимая, что молодежи нужны не только точные научные ориентиры, но и нравственные точки отсчета, В. Б. Кудрявцев в 1992 г. организовал на механико-математическом факультете необычный семинар, аналога которому, по-видимому, и не было. Это «Открытый семинар по науке и культуре». В большой аудитории механико-математического факультета собираются до ста и более человек, чтобы в академической атмосфере выслушать доклады и принять участие в обмене мнениями по широкому спектру вопросов науки, культуры и общественной жизни. Высокий авторитет руководителя семинара, механико-математического факультета и в целом МГУ обеспечивает возможность приглашать в качестве докладчиков известных деятелей культуры и науки. Большой профессиональный интерес вызвали доклады академиков А. А. Логунова, А. А. Самарского, Ю. Л. Ершова, О. Т. Богомолова, В. Л. Макарова, Н. Н. Моисеева, А. Ю. Ишлинского, Б. А. Рыбакова, А. Г. Чучалина,

С. П. Курдюмова и др., выступавших по фундаментальным проблемам науки и техники, связанными с теорией элементарных частиц, энергетике, управления, экономики, организации общества, медицины и т.п. Они оставили неизгладимое впечатление у слушателей.

Яркими были выступления писателей В. Г. Распутина, В. И. Белова, В. С. Розова, В. В. Карпова, В. В. Кожина, Ю. П. Власова, А. И. Казинцева, режиссеров Н. Н. Губенко, Ю. М. Соломина, С. С. Говорухина, Н. П. Бурляева, актрисы Ж. А. Болотовой, балерины Е. С. Максимовой, руководителя «Кремлевского балета» А. Б. Петрова, художника И. С. Глазунова, скульптора В. М. Клыкова, представителей духовенства митрополитов Кирилла (ныне патриарха) и Питирима, шахматиста М. М. Ботвинника и др., которые рассказывали о своей деятельности и о состоянии представляемой ими области.

Большой интерес вызвали также выступления общественных деятелей А. А. Зиновьева, С. Г. Кара-Мурзы, А. Н. Крутова, Н. С. Леонова, Н. Г. Ивашова и др.

В Валерии Борисовиче Кудрявцеве уникально сочетаются крупный ученый, великолепный организатор и администратор, требовательный и всегда готовый помочь научный руководитель, чуткий и внимательный к окружающим человек. По отдельности эти качества — не редкость, вместе — очень и очень нечастое явление.

За свою научную, преподавательскую и организационную деятельность В. Б. Кудрявцев отмечен заслуженным признанием со стороны научного и преподавательского сообщества. Он является заслуженным деятелем науки Российской Федерации, заслуженным профессором МГУ, почетным доктором Белградского университета, действительным членом РАЕН и МАТН, членом ряда других научных организаций как в России, так и за рубежом. Он автор свыше 200 научных статей, 12 монографий и учебников, свыше 60 его учеников защитили кандидатские и 26 — докторские работы. Среди них более двадцати зарубежных учеников из США, Канады, Германии, Венгрии, Сербии.

История Московского университета длится со времен императрицы Елизаветы, дочери Петра Великого, именно она подписала указ об образовании первого в России университета. В этой истории много славных страниц. Но в первую очередь это история людей Московского университета, история их свершений. Имя Валерия Борисовича Кудрявцева, имена ученых созданной его трудами научной школы несомненно достойным образом вплетаются в историю нашей альма матер.

На рисунке 1 приведен граф научной школы В. Б. Кудрявцева.

Список литературы

- [1] С. В. Яблонский, Г. П. Гаврилов, В. Б. Кудрявцев, *Функции алгебры логики и классы Поста*, Изд-во «Наука», Москва, 1966, 90 с.
- [2] В. Б. Кудрявцев, С. В. Алёшин, А. С. Подколзин, *Введение в теорию автоматов*, 2-е издание, Издательство Московского университета, Москва, 2019, 436 с.
- [3] В. Б. Кудрявцев, А. С. Подколзин, А. А. Болотов, *Основы теории однородных структур*, Изд-во «Наука», Москва, 1990, 296 с.
- [4] В. Б. Кудрявцев, А. Е. Андреев, Э. Э. Гасанов, *Теория тестового распознавания*, Изд-во ФИЗМАТЛИТ, Москва, 2007, 320 с.
- [5] В. Б. Кудрявцев, В. Н. Козлов, *Введение в математическую биологию*, Изд-во «МАКС пресс», Москва, 2017, 76 с.
- [6] Э. Э. Гасанов, В. Б. Кудрявцев, *Теория хранения и поиска информации*, Изд-во ФИЗМАТЛИТ, Москва, 2002, 288 с.
- [7] К. Вашик, В. Б. Кудрявцев, А. С. Строгалов, *Проект "IDEA". Введение в новое поколение программного обеспечения типа ICBI для передачи знаний и навыков с помощью экспертной системы*, Link&Link Software GmbH, Dortmund, Germany, 1994, 40 с.

About the scientific school of Valery Borisovich Kudryavtsev S.V.Aleshin, E.E.Gasanov, V.N.Kozlov

This paper tells about the scientific school of Professor Valery Borisovich Kudryavtsev and the department of the mathematical theory of intelligent systems created by him.

Keywords: Automata theory, theory of intelligent systems, pattern recognition.

References

- [1] S. W. Jablonsky, G. P. Gawrilow, V. B. Kudryavtsev, *Boolsche Funktionen und Postsche Klassen*, Akademie-Verlag, Berlin, 1968, 85 pp.
- [2] V. B. Kudryavtsev, S. V. Aleshin, A. S. Podkolzin, *Introduction to automata theory*, MSU Press, Moscow, 2019 (In Russian), 436 pp.
- [3] V. B. Kudryavtsev, A. S. Podkolzin, A. A. Bolotov, *Fundamentals of the theory of homogeneous structures*, Nauka, Moscow, 1990 (In Russian), 296 pp.
- [4] V. B. Kudryavtsev, A. E. Andreev, E. E. Gasanov, *Test recognition theory*, FIZMATLIT, Moscow, 2007 (In Russian), 320 pp.
- [5] V. B. Kudryavtsev, V. N. Kozlov, *Introduction to Mathematical Biology*, MAKS press, Moscow, 2017 (In Russian), 76 pp.
- [6] E. E. Gasanov, V. B. Kudryavtsev, *Information storage and retrieval theory*, FIZMATLIT, Moscow, 2002 (In Russian), 288 pp.
- [7] K. Vashik, V. B. Kudryavtsev, A. S. Strogalov, *Project "IDEA". Introduction to a new generation of ICBI-type software for transferring knowledge and skills using an expert system*, Link&Link Software GmbH, Dortmund, Germany, 1994 (In Russian), 40 pp.