

## ЮРИЙ ЛЕОНИДОВИЧ ЕРШОВ

(к шестидесятилетию со дня рождения)

Академик Ю. Л. Ершов — крупнейший специалист по алгебре и математической логике, информатике и прикладной логике, философии математики. Первого мая 2000 года ему исполняется шестьдесят лет. Ю. Л. Ершов опубликовал более 170 научных работ, из них 8 монографий, которые переведены за рубежом и получили высокую оценку специалистов. По словам академика А. И. Мальцева, Ю. Л. Ершов — сибирский математик необычайно яркого дарования. Известный американский математик А. Тарский в 1966 году был удивлен теоремой Ершова о разрешимости элементарной теории поля  $p$ -адических чисел и мягко, почти с нежностью, стал называть автора Юрой. И было чему удивляться: к классическим результатам о разрешимости элементарных теорий полей комплексных и вещественных чисел был неожиданно добавлен новый классический результат, причем автор его всего лишь год назад окончил Новосибирский университет.

Юрий Леонидович Ершов родился 1 мая 1940 г. в Новосибирске в семье инженеров-железнодорожников. В 1958 г. он поступил на механико-математический факультет Томского университета. Математический талант Ю. Л. Ершова проявился еще в студенческие годы. Увлеченный математикой, он переводится в только что организованный в Новосибирске университет при Сибирском отделении Академии наук СССР, куда приехали развивать науку в уникальном сибирском крае выдающиеся математики из Москвы и Ленинграда вместе со своими учениками и последователями. Одна из основных идей первого председателя Сибирского отделения АН СССР академика М. А. Лаврентьева состояла в необходимости одновременно с организацией Сибирского отделения Академии наук создать и университет, для подготовки молодых научных кадров для Сибирского отделения АН СССР, а также для вузов и промышленных предприятий Сибири на основе самых современных идей и открытий. В Новосибирске студент Ершов встречается со своим учителем академиком А. И. Мальцевым, который направляет молодого исследователя на решение важных проблем математической логики, связанных с разрешимостью элементарных теорий. Напомним, что элементарная теория называется разрешимой, если существует алгоритм для распознавания истинных утверждений этой теории.

В Новосибирске удивительный математический талант молодого математика Ю. Л. Ершова раскрывается во всем его блеске. Он решает ряд труднейших проблем, его результаты и методы по разрешимости элементарных теорий получают всемирное признание. Ему принадлежат выдающиеся результаты по

разрешимости элементарных теорий полей, созданы мощные методы для доказательства их разрешимости, как уже говорилось, решена классическая проблема А. Тарского о разрешимости теории  $p$ -адических чисел. Эти результаты сразу ставят молодого ученого в один ряд со всемирно признанными корифеями современной математической логики. Научные достижения Ю. Л. Ершова были высоко оценены академиком П. С. Новиковым в России и, как уже отмечалось, А. Тарским в США. Среди участников семинара «Алгебра и логика» устанавливается неформальный критерий трудности математических проблем: проблемой стоит заниматься если молодой математик Ю. Л. Ершов не может решить ее за пять минут. В 1963 г., через несколько месяцев после окончания университета Ю. Л. Ершов защитил кандидатскую диссертацию, а через два года — докторскую диссертацию по элементарным теориям полей. Ю. Л. Ершов доказал разрешимость теории булевых алгебр, теории дистрибутивных решеток с относительными дополнениями, теории алгебр Поста. Им же была доказана неразрешимость теории конечных простых групп, теории свободных дистрибутивных решеток, теории полей простой характеристики. Изложению результатов и методов о разрешимости и неразрешимости теорий посвящена монография Ю. Л. Ершова «Проблемы разрешимости и конструктивные модели» (1980). Его исследования по проблеме разрешимости элементарных теорий различных классов полей в серии его последних работ привлекли внимание многих специалистов. Им разработаны новые методы, базирующиеся на глубоких исследованиях теоретико-модельных свойств полей и проконечных групп. В 1995 году он доказал разрешимость элементарной теории totally  $p$ -адических алгебраических чисел. Эта одна из классических проблем теории полей. Эти новые результаты отражены в изданной в 2000 г. монографии «Кратно нормированные поля».

Выдающийся вклад внесен Ю. Л. Ершовым в теорию алгоритмов. Им создана структурная теория нумераций, построена иерархия Ершова и обоснованы ее свойства, решена проблема характеристики полурешетки  $m$ -степеней. В исследованиях Ю. Л. Ершова глубокого содержания достигла теория нумераций, основные идеи которой восходят к работам А. Н. Колмогорова, В. А. Успенского, А. И. Мальцева и А. Лахлана. В теории нумераций разработаны методы исследования алгоритмических свойств различных классов объектов. Основная идея здесь состоит в переходе от абстрактных объектов к их именам, которые поддаются алгоритмической обработке (например, номерам или — что эквивалентно с алгоритмической точки зрения — словам в конечном алфавите и т. п.). Ярким примером использования нумераций в математике является доказательство К. Гёделем его знаменитой теоремы о неполноте арифметики. Теория нумераций в математике ставит в основу понятие натурального числа и идейно следует заветам Пифагора и Гильберта. В теории нумераций естест-

венно рассматривать проблемы, связанные с вычислимыми перекодировками одной системы имен в другую, что приводит к понятиям эквивалентности и сводимости нумераций и т. п. На множестве классов эквивалентных нумераций множества  $M$  отношение сводимости индуцирует отношение частичного порядка, относительно которого это множество является верхней полурешеткой. Эту полурешетку называют полурешеткой Роджерса всех нумераций множества  $M$ . Нетрудно заметить, что для двухэлементного множества она изоморфна множеству всех  $m$ -степеней. Ю. Л. Ершовым получено полное описание типа изоморфизма этой полурешетки. Этот удивительный результат позволил уже чисто решеточными методами получить решение многих исследуемых в этом направлении проблем. И этот результат до сих пор не превзойден. Для всех других типов полурешеток алгоритмических сводимостей в характеристике их типов изоморфизмов получены пока лишь частичные результаты. Теоремы Ю. Л. Ершова о структурной теории подобъектов, о вычисляемых универсальных нумерациях и полно и предположно нумерованных множествах составляют основу этого направления. Важное место в этих исследованиях занимает теория вычисляемых морфизмов, которые легли в основу построенной Ю. Л. Ершовым теории вычисляемых и непрерывных функционалов конечных типов. Построенная Ю. Л. Ершовым теория непрерывных и вычисляемых функционалов конечных типов стала ярким событием в математической логике. Им были получены глубокие результаты по нумерациям с аппроксимациями и построена теория топологических пространств, которые получили в литературе название пространств Ершова. Эти результаты и методы, изложенные в его монографии «Теория нумераций» (1977), приобрели фундаментальное значение как в теории алгоритмов, так и в приложениях в теоретическом программировании.

Методы теории нумераций успешно применены Ю. Л. Ершовым в теории конструктивных моделей. Теория конструктивных моделей является новым направлением в классической математической логике. Ее следует отличать от конструктивизма в математике. Она не предполагает освобождения математического мышления от неконструктивных методов рассуждений, а ставит своей задачей изучение связей алгоритмических и структурных свойств моделей путем задания нумераций их основных множеств. Модель  $A$  называется вычисляемой (рекурсивной), если элементы ее основного множества можно закодировать (занумеровать) так, чтобы все операции и отношения этой модели стали вычислимыми. Одной из фундаментальных проблем этого направления является проблема существования конструктивных моделей и их конструктивных расширений с различными свойствами, а также существования конструктивизаций классических алгебраических систем.

Ю. Л. Ершову принадлежит теорема о конструктивности ядра, позволившая с единых позиций получить ряд результатов о конструктивности замы-

каний для групп, колец и полей. Им получены важные результаты по проблемам существования конструктивных моделей для элементарных теорий с конечными препятствиями и конструктивности классических алгебр: групп, полей, булевых алгебр, топологических пространств и других систем. Важную роль в развитии этого направления исследований в мире сыграла монография Ю. Л. Ершова «Проблемы разрешимости и конструктивные модели», изданная в 1980 году. Итоги исследований в теории конструктивных моделей были подведены в монографии Ю. Л. Ершова и С. С. Гончарова «Конструктивные модели», изданной в 1999 году в издательстве «Научная книга» и в переводе на английский язык в издательстве «Плиnum» в 2000 году. Важную роль в развитии рекурсивной математики играет и двухтомное издание «Handbook of recursive mathematics», вышедшая во всемирно известной серии «Studies in Logic and Foundations of mathematics» в 1998 году под редакцией С. С. Гончарова, Ю. Л. Ершова и американских математиков А. Нероуда и Дж. Реммела, которое завершило совместный международный проект по изложению основных результатов, идей и методов теории рекурсивной математики, в который были вовлечены ведущие в мире специалисты.

Крупный вклад Ю. Л. Ершов внес в теорию групп. Его результаты по теории проконечных групп и алгоритмическим проблемам проконечных групп во многом определяют современное состояние этого направления. В последнее время им ведутся интересные исследования по теории допустимых множеств, где Ю. Л. Ершовым получены важные результаты о расширениях моделей с допустимыми надстройками и представимости моделей над допустимыми множествами. Наряду с выдающимися результатами в чистой математике Ю. Л. Ершовым получены и фундаментальные результаты в информатике (Theoretical Computer Science). Важнейший вклад Ю. Л. Ершов внес в теорию денотационной семантики программ, где им построены и изучены топологические  $A$ -пространства, которые получены независимо и одновременно с денотационной семантикой Скотта, но обладают более естественной структурой. Им были разработаны и проблемы вычислимости через аппроксимации конечными элементами. Сюда же можно отнести и упоминавшиеся уже результаты по теории допустимых множеств. Им построена теория вычислимых отношений конечных типов. Эти результаты легли в основу нового подхода к созданию логических языков программирования — семантическое программирование. На базе теории определимости в допустимых множествах строится Сигма-язык программирования, его денотационная и теоретико-модельные семантики. Языки Сигма-программ и Сигма-выражений позволяют взглянуть на вычислимость с другой стороны: не через алгоритмическую реализацию, а через определимость в формальном языке допускающем ясную семантику и в то же время допускающем универсальную реализацию этих описаний в виде

конкретного алгоритма. Этот подход показал свою эффективность при решении проблем выбора стратегий управления, экспертных системах, гибридных системах и решении других прикладных задач. В тоже время он оказался эффективным и при решении математических проблем, связанных с основаниями математики, проблемами неразрешимости, проблемами теории конструктивных моделей и другими. В 1996 году появилось первое издание монографии Ю. Л. Ершова «Определимость и вычислимость», которое привлекло внимание специалистов работающих в области математической логики, а также специалистов по теоретическому и практическому программированию. В сокровищницу математических знаний прочно вошли такие понятия как принцип Акса — Кочена — Ершова, элементарная классификация Ершова — Тарского булевых алгебр, иерархия Ершова и многие теоремы Ершова.

Научное творчество академика Ю. Л. Ершова отличается наряду с глубокой проникновением в исследуемый предмет и удивительной широтой. Основной принцип его математических исследований — «математика едина». В его работах тесно переплетаются методы из самых различных разделов математики. Он принадлежит к числу тех немногих математиков, кто обладает уникальными энциклопедическими знаниями по самым разным разделам математики. Другим принципом его исследований является, как он сам говорит, прагматический позитивизм, который отличает выбор предмета исследований, определение приоритетных направлений. Математические исследования должны определяться обоснованными целями, связанными с конкретными проблемами познания окружающего мира и реальными проблемами математики или связанными с ее применениями наук. Его отличает также высокая требовательность к себе и окружающим его коллегам, он не переносит халтуры в науке. Его глубоко волнуют проблемы развития математики. В этой связи он уделяет большое внимание и проблемам философии и оснований математики и путей развития математики. Его яркие и глубокие результаты в области математики получили широкое признание. В 1970 г. тридцатилетний Ю. Л. Ершов был избран членом-корреспондентом АН СССР, а в 1991г. — действительным членом РАН. Он является первым лауреатом премии академика А. И. Мальцева Российской Академии наук. Он был приглашенным докладчиком на конгрессах математики в Москве (1966), Ницце (1970) и на ряде других международных конгрессов и конференций в Англии, Канаде, Польше, ФРГ, США, Японии, Финляндии и других странах. Ю. Л. Ершов является крупным организатором науки. В течение восьми лет он был ректором известного во всем мире Новосибирского госуниверситета, а с 1991 он ведет большую научно-организационную работу в качестве директора Государственного научно-исследовательского института дискретной математики и информатики Министерства образования Российской Федерации, заведует кафедрой алгебры и математической логи-

ки Новосибирского университета и осуществляет научное руководство отделом математической логики Института математики Сибирского Отделения РАН, с 1973 по 1978гг. он был деканом механико-математического факультета Новосибирского государственного университета.

Он является признанным лидером Сибирской школы алгебры и логики, созданной его учителем академиком А. И. Мальцевым. В настоящее время эта школа включает более 35 докторов и 80 кандидатов наук. Ю. Л. Ершов вносит неоценимый вклад в развитие и становление этого коллектива алгебраистов и логиков. Его учениками защищено 10 докторских и более 40 кандидатских диссертаций. Члены научной школы Ю. Л. Ершова работают в Новосибирском государственном университете и Институте математики СО РАН, в других вузах Сибири, институтах Сибирского отделения, а также в странах СНГ и за рубежом. Высокий научный и педагогический уровень членов научной школы Ю. Л. Ершова получил признание во всем мире. Ю. Л. Ершов и члены Сибирской школы алгебры и логики постоянно приглашаются с докладами на международные конференции, в оргкомитеты конференций и на работу в университеты других стран. Сибирская логическая школа, возглавляемая академиком Ю. Л. Ершовым, занимает одно из лидирующих мест в современной математической логике. Сибирская логическая школа имеет тесные научные связи со многими зарубежными научными центрами США, Японии, Германии, Италии, Англии, Австралии, Ирана и Новой Зеландии, Польши, Болгарии, Испании, вместе с которыми ведутся исследования и проводятся конференции. Ее члены неоднократно приглашались во многие зарубежные университеты для чтения лекций, а также в качестве пленарных докладчиков на международные симпозиумы и конференции. Важнейшая роль в сохранении и развитии этой знаменитой школы принадлежит ее лидеру Ю. Л. Ершову. В трудное последнее десятилетие она пополнилась новыми членами — выпускниками так же знаменитой кафедры Алгебры и логики, научные результаты которых уже получили признание среди специалистов. Членами Сибирской школы алгебры и логики создан благотворительный фонд «Сибирский фонд алгебры и логики», который призван оказывать поддержку молодым математикам в современных трудных условиях. Академик Ю. Л. Ершов был выбран президентом этого фонда. Фонд оказывает финансовую поддержку аспирантам, магистрантам, студентам Новосибирского университета, успешно обучающимся на кафедре алгебры и логики, молодым сотрудникам Института математики. Совместно с Государственным научно-исследовательским институтом дискретной математики и информатики Министерства образования издает всемирно известный журнал «Алгебра и логика», главным редактором которого является Ю. Л. Ершов, и начал издание серий монографий «Сибирская школа алгебры и логики», которые переводятся на английский язык. В 1996 году Ю. Л. Ершов был

сопредседателем конгресса ЮНЕСКО «Образование и информатика». В течение многих лет он является председателем программного комитета ежегодной всероссийской конференции «Новые информационные технологии в университетском образовании», собирающей ведущих специалистов из вузов России и международной конференции «Мальцевские чтения», позволяющей российским ученым обмениваться новыми идеями и результатами и скоординировать свои научные исследования по выполнению совместных исследований с российскими и зарубежными исследователями. Ю. Л. Ершов является председателем программного комитета этих традиционных научных встреч. Чрезвычайно важна для дальнейшего развития математической логики в России издательская деятельность, ведущаяся в научной школе Ю. Л. Ершова. Под руководством академика Ю. Л. Ершова в Сибирской логической школе ведется и большая научно-организационная и преподавательская работа по проведению всероссийских и международных научных конференций, семинаров, работе со студентами и аспирантами, читаются в Новосибирском университете основные курсы по математической логике, теории алгоритмов и прикладной логике, а также целый спектр специальных курсов. Ю. Л. Ершов заведует кафедрой алгебры и логики в НГУ. Совместно с профессором Е. А. Палютиным им был написан и издан учебник «Математическая логика» для вузов. Его ученики удостоивались за научные работы самых высоких научных наград. Многие из них участвовали в работах по научным грантам РФФИ, Госкомитета по высшему образованию, Международного научного фонда и Европейского Сообщества, Шведской академии наук и зарубежных фондов.

Юрий Леонидович Ершов находится в расцвете своих духовных и физических сил, полон неиссякаемой энергии для новых свершений в математической науке и всей его многогранной деятельности. Его умение во всем искать и находить эффективные решения будет и в дальнейшем способствовать развитию и укреплению науки в Сибири. Юрий Леонидович Ершов пользуется исключительным доверием и уважением в коллективе. Желаем ему крепкого, сибирского здоровья, новых творческих успехов и большого семейного счастья.

*С. С. Гончаров, И. А. Лавров, В. Д. Мазуров,  
А. А. Мальцев, А. С. Морозов, А. А. Никитин,  
Е. А. Палютин, Д. М. Смирнов*