

Программная инженерия

Пр 6
2014
ИН

Учредитель: Издательство "НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"

Издается с сентября 2010 г.

Редакционный совет

Садовничий В.А., акад. РАН, проф. (председатель)
Бетелин В.Б., акад. РАН, проф.
Васильев В.Н., чл.-корр. РАН, проф.
Жижченко А.Б., акад. РАН, проф.
Макаров В.Л., акад. РАН, проф.
Михайленко Б.Г., акад. РАН, проф.
Панченко В.Я., акад. РАН, проф.
Стемпковский А.Л., акад. РАН, проф.
Ухлинов Л.М., д.т.н., проф.
Федоров И.Б., акад. РАН, проф.
Четверушкин Б.Н., акад. РАН, проф.

Главный редактор

Васенин В.А., д.ф.-м.н., проф.

Редколлегия:

Авдошин С.М., к.т.н., доц.
Антонов Б.И.
Босов А.В., д.т.н., доц.
Гаврилов А.В., к.т.н.
Гуриев М.А., д.т.н., проф.
Дзегеленок И.И., д.т.н., проф.
Жуков И.Ю., д.т.н., проф.
Корнеев В.В., д.т.н., проф.
Костюхин К.А., к.ф.-м.н., с.н.с.
Липаев В.В., д.т.н., проф.
Махортов С.Д., д.ф.-м.н., доц.
Назирова Р.Р., д.т.н., проф.
Нечаев В.В., к.т.н., доц.
Новиков Е.С., д.т.н., проф.
Нурминский Е.А., д.ф.-м.н., проф.
Павлов В.Л.
Пальчунов Д.Е., д.ф.-м.н., проф.
Позин Б.А., д.т.н., проф.
Русakov С.Г., чл.-корр. РАН, проф.
Рябов Г.Г., чл.-корр. РАН, проф.
Сорокин А.В., к.т.н., доц.
Терехов А.Н., д.ф.-м.н., проф.
Трусов Б.Г., д.т.н., проф.
Филимонов Н.Б., д.т.н., с.н.с.
Шундеев А.С., к.ф.-м.н.
Язов Ю.К., д.т.н., проф.

Редакция

Лысенко А.В., Чугунова А.В.

Журнал издается при поддержке Отделения математических наук РАН, Отделения нанотехнологий и информационных технологий РАН, МГУ имени М.В. Ломоносова, МГТУ имени Н.Э. Баумана, ОАО "Концерн "Сириус".

СОДЕРЖАНИЕ

Левин И. И., Дордопуло А. И., Каляев И. А., Гудков В. А.

Высокопроизводительные реконфигурируемые вычислительные системы на основе ПЛИС Virtex-7 3

Вьюкова Н. И., Галатенко В. А., Самборский С. В. Генерация кода методом точного совместного решения задач выбора и планирования команд 8

Юрушкин М. В. Автоматизация блочного размещения данных в оперативной памяти компилятором языка Си 16

Карпухин С. А. О геометрической оптимизации методом растеризации сумм Минковского. 19

Туровский Я. А. Создание фильтров для анализа ЭЭГ-состояний на основе генетических алгоритмов. 23

Иванова О. А., Марчевский И. К. Моделирование нестационарных аэроупругих колебаний провода ЛЭП с использованием возможностей многопроцессорных вычислительных комплексов 29

Подловченко Р. И. Истоки российского программирования глазами очевидца 38

Журнал зарегистрирован

в Федеральной службе

по надзору в сфере связи,

информационных технологий

и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации

ПИ № ФС77-38590 от 24 декабря 2009 г.

Журнал распространяется по подписке, которую можно оформить в любом почтовом отделении (индексы: по каталогу агентства "Роспечать" — 22765, по Объединенному каталогу "Пресса России" — 39795) или непосредственно в редакции.

Тел.: (499) 269-53-97. Факс: (499) 269-55-10.

Http://novtex.ru/pi.html E-mail: prin@novtex.ru

Журнал включен в систему Российского индекса научного цитирования.

Журнал входит в Перечень научных журналов, в которых по рекомендации ВАК РФ должны быть опубликованы научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

© Издательство "Новые технологии", "Программная инженерия", 2014

Истоки российского программирования глазами очевидца*

Отражены годы становления программирования в нашей стране через призму ощущений непосредственного очевидца и участника событий тех лет.

Ключевые слова: вычислительная математика, программирование, теория схем программ, кибернетика

R. I. Podlovchenko

The Origins of Russian Software Engineering in the Eyes of the Witness

This paper is a story of the formation of software engineering in Russia in the light of contemporary and participant of the bygone events.

Keywords: computational mathematics, software engineering, theory of program schemata, cybernetics

Можно сказать, что автор, родившаяся в далеком 1931 г., принадлежит к уже "вымирающему" племени людей, чья профессиональная деятельность в программировании начиналась в годы его становления в нашей стране. Эти годы, по мнению автора, не нашли должного отражения в литературе. В связи с этим интересно проследить вехи становления программирования через призму ощущений непосредственного очевидца и участника событий тех лет. Чтобы лучше понять личное восприятие этих событий, начну с себя, с полученного мною воспитания в семье.

Итак, коротко о моих родителях.

Мой отец был выходцем из безграмотной крестьянской семьи, переселившейся, по призыву царского правительства, из бесплодных земель Белоруссии в благодатные земли Башкирии. Возможности, предоставленные советской властью, позволили ему окончить педагогический институт в г. Уфа и посвятить себя педагогической работе. Он занимал должность директора в Талдомской средней школе и в Расторгуевской школе № 6, одновременно проводя уроки по истории и конституции СССР.

Отец моей матери, будучи известным портным в своем городе Белебей, Башкирия, владел начальной грамотностью, а его жена так и не научилась читать и писать. Отец считал блажью давать образование выше начального своим дочерям, и моей маме пришлось пробивать дорогу к образованию вопреки желаниям родителя. Помогла бытовавшая в те годы установка советской власти на всеобщее образование. В результате мама тоже окончила педагогический институт в г. Уфа, но по естественным наукам, и стала преподавателем химии и биологии в средней школе. Понятно, что в семье родителей культом служила идея обязательности высшего образования для детей.

Война застала нашу семью, в которой было четверо детей, в поселке Расторгуево, который находится в 23 км от Москвы. Первого июля 1941 г. отец в свои 40 лет записался в народное ополчение и стал проходить обучение военному делу. Начавшиеся бомбежки Москвы побудили его отправить семью в эвакуацию. Он как и многие считал, что война окончится через пару месяцев и семья воссоединится. В начале августа 1941 г. (во время массового бегства из Москвы) отцу с трудом удалось втиснуть нас в поезд, отправлявшийся на восток.

* Статья публикуется в редакции автора.

Четверо детей в возрасте от двух до десяти лет (я была старшей) плюс минимальный набор носильных вещей составили наше богатство, как оказалось, на многие годы.

В эвакуации мы жили в доме маминых родителей в г. Белебей. Мама сразу устроилась на работу учительницей, я пошла в четвертый класс, старший из моих братьев начал учиться в первом классе, два других брата коротали дни дома. Так и жили, во всяком случае, не голодая, почти год.

В феврале 1942 г. отец погиб в боях под Ржевом, позднее приобретших известность своей кровопролитностью, он уже был в регулярных действующих войсках, куда влили народное ополчение. Получив похоронку, мама тут же начала хлопотать о разрешении вернуться на прежнее место жительства, т. е. в Расторгуево. Основной причиной этого решения была боязнь, что в таком захолустье, как Белебей, трудно рассчитывать на то, что удастся дать детям достойное высшее образование.

Разрешение на возвращение было получено, и к осени 1942 г. мы вернулись в нашу старую квартиру. Она была полностью разворована, отопление, естественно, не работало, что оказалось весьма существенным при отсутствии у нас необходимой одежды. Это послужило основой нашей постоянной борьбы с холодом. К тому же на протяжении всех военных лет мы страшно голодали, поскольку к маминой зарплате учителя и весьма скромной пенсии за папу добавить было нечего, у нас ничего не было для обмена на продукты, что практиковалось в те годы в семьях, подобных нашей. Летом я работала в соседнем совхозе, небольшая, но все-таки подмога семье. Одного из моих братьев мы потеряли в этих лишениях.

Школа, в которой работала мама, а мы учились, была хорошей по составу учителей. Согласно общему настрою в семье я училась с должным прилежанием и всегда была отличницей. Моим классным руководителем была Нина Михайловна Часовникова, преподававшая русский язык и литературу. Она в свое время окончила гимназию и сумела превратить в праздники уроки литературы, организовала драматический кружок в школе, непременным членом которого была и я. Она направила меня в Московский дом детского творчества осваивать азы декламаторского искусства, и я их постигала под руководством двух дам — Розы Соломоновны и Иды Исааковны. И хотя обучение шло на материале, не слишком для меня интересном, определенные навыки грамотного и выразительного чтения стихов и отрывков прозы я получила. Итак, все складывалось в пользу выбора филологии в качестве будущей профессии.

Однако внезапно мой настрой изменился. В старших классах математику стал преподавать Геннадий Михайлович Сухарев, демобилизованный из армии, а в прошлом преподаватель вуза. Он заметил у меня способности к математике и стал их развивать посредством индивидуальных заданий. Благодаря этому выбор будущей профессии пал на математику.

Нельзя не упомянуть преподавателя немецкого языка Марию Федоровну Лесковец, урожденную немку, чудом не подвергнутую высылке в начале войны. Строгость Марии Федоровны на уроках заставляла буквально трепетать учеников. Ко мне она прониклась симпатией как к усердной ученице и стала заниматься со мной немецким языком у себя дома. Эти уроки сочетались с подкармливанием меня перед ними, так как по своей доброте она не могла не учитывать моего всегдашнего полуголодного состояния. Под ее руководством я освоила немецкий язык как разговорный (жаль, что потом у меня не было практики в его использовании), на выпускном экзамене я прочитала известное стихотворение Гейне "Lorelei", тем самым мне посчастливилось продемонстрировать ее педагогический дар.

В школе я впервые получила практику преподавания: проводила уроки русского языка в параллельном классе, где учились ребята из соседних деревень.

Закончив в 1948 г. школу с золотой медалью, я отправилась поступать на механико-математический факультет Московского государственного университета и была принята после предписываемого собеседования с одним из членов приемной комиссии.

Вживание в новую для меня атмосферу не прошло безболезненно: обнаружилось, что я любила лишь подступы к настоящей математике — таким огромным был разрыв между школьной математикой и той, что преподносилась в лекциях на нашем факультете в Московском государственном университете. "Акклиматизировалась" я благодаря великолепному составу преподавателей. С неизменной благодарностью вспоминаю тех, кто читал нам лекции. Выдающимся преподавателем был Александр Яковлевич Хинчин, который читал курс по математическому анализу: он демонстрировал искусство речи, которому, как говорили, обучался по примеру Демосфена, практикуясь с камушком во рту. А Александр Геннадиевич Курош так вел лекции по высшей алгебре, что мы просто видели, не обращаясь к доске, векторы и матрицы, о которых он говорил. Сергей Владимирович Бахвалов поражал тем, что после с вдохновением прочитанной

лекции по аналитической геометрии даже карманы его пиджака были усыпаны мелом. Практические занятия по математическому анализу вела Зоя Михайловна Кишкина, она строго проверяла, как мы прорешали заданные на дом примеры, число которых исчислялось десятками, и сопровождала проверку нетривиальными комментариями; мы горячо ее любили. Неизгладимое впечатление оставили и другие менторы.

К концу второго курса обучения нужно было выбрать кафедру, на которой следовало специализироваться дальше. Это был 1950 г., а на факультете в 1949 г. была учреждена новая кафедра — кафедра вычислительной математики. Ее открытие было данью времени: сначала за рубежом, а затем и у нас для решения различных задач теории и практики стали применять быстродействующие вычислительные машины, а это сделало актуальным развитие методов вычислительной математики.

Под влиянием хотя скудных, но завораживающих сведений о новых вычислительных машинах, создаваемых за рубежом, я выбрала именно эту кафедру. Первый набор на кафедру состоял всего из тринадцати человек, привожу их список: Гера Артамонов, Кирилл Багриновский, Сергей Ломов, Сусанна Каменомостская, Кариженский (не помню его имени), Спартак Разумовский, Нонна Тархнишвили, Анна Фалетова и я, кроме того, прочувшиеся на ней всего один год Валентин Волков, Саша Комаров, Виктор Ломакин и Михаил Шабунин. Последних перевели на другие, так называемые "закнопочные" кафедры, вход на территорию которых был ограничен.

Заведующим кафедрой вычислительной математики был назначен профессор Борис Михайлович Щиголев, специалист в области небесной механики, который занимался и вычислительной математикой. Он-то и стал читать нам курс по вычислительным методам. В преподавательский состав кафедры входил, кроме него, Николай Петрович Жидков, остальные были совместителями. И это неудивительно, поскольку план обучения студентов кафедры исходил из намерения готовить специалистов, которые параллельно с методами решения задач на грядущей вычислительной технике владели бы на инженерном уровне тонкостями ее устройства. Поэтому в план были включены годовые курсы электротехники и радиотехники, семестровые курсы импульсной техники, теории механизмов и машин, начертательной геометрии, сведения о счетных механизмах и приборах, и разумеется, черчение. Вместе с тем практические занятия по методам вычислений проходили на до-

потопных машинах "Феликс", не было даже машин "Мерседес".

Полученные нами знания практически не потребовались в будущем, но ведь все эти предметы вытеснили целый ряд дисциплин, необходимых для полноценного математического образования, таких как теория функций действительного переменного, функциональный анализ, спецглавы уравнений математической физики. Уместно заметить, что в то время теория алгоритмов и математическая логика еще не преподавались на механико-математическом факультете. Определенная обделенность математическими знаниями в будущем остро ощущалась выпускниками нашей кафедры.

Малочисленность нашей группы слегка расхолаживала лекторов. Например, профессор Делоне чуть ли не половину своих лекций посвятил основной теореме планиметрии, а К. А. Семендяев весь лекционный час, стоя к нам спиной, рисовал схемы коммутационных досок без необходимых содержательных пояснений. И слушатели имели время для развлечений, пытаясь определить, где же находится у Щиголева вторая нога, если всю лекцию он стоит на одной.

На третьем курсе за отличную учебу и активное участие в комсомольской жизни факультета мне назначили сталинскую стипендию, и в статусе сталинского стипендиата я продержалась до конца обучения. Сталинская стипендия, 780 руб. в месяц, из коих, правда, в принудительном порядке 100 руб. уходило на обязательную подписку на какие-то облигации, существенно улучшила материальное положение нашей семьи. Должна заметить, что участие в комсомольской жизни, необходимое для получения этой стипендии, отнюдь не было для меня тягостным, я верила в полезность этой работы.

Программа обучения на кафедре вычислительной математики не придавала ей популярности, желающих поступить на нее было так мало, что руководство факультета в 1951 г. решило зачислять студентов на кафедру в принудительном порядке. Это произошло, когда мы перешли на четвертый курс, а наша группа сократилась до девяти человек. Среди зачисленных на нашу кафедру были Андрей Ершов, Саша Любимский, Сева Штаркман, Оля Кулагина, Игорь Задыхайло, чьи имена оказались потом на слуху у работающих в области программирования, но были и те, кто приложил усилия по переходу на другую кафедру.

Принципиальным образом ситуация на кафедре поменялась с нашим переходом на пятый курс, т. е. в 1952 г. Заведовать кафедрой стал академик Сергей Львович Соболев, и с его именем связано становление кафедры [1]. В первую очередь был вы-

работан новый учебный план и для его выполнения к преподаванию привлечены известные специалисты. В числе первых были Алексей Андреевич Ляпунов, Лазарь Аронович Люстерник, а со временем в жизни кафедры приняли участие Мстислав Всеволодович Келдыш, Михаил Романович Шура-Бура, Иван Семенович Березин и многие другие, список которых есть в работе [1], в разделе "Страницы истории факультета". Кафедрой были заложены основы целого ряда научных направлений.

В 1954 г. при кафедре был создан отдел вычислительных машин, руководство которым было поручено И. С. Березину. Отдел был оснащен лишь счетно-перфорационными, настольными клавишными и аналоговыми машинами, и основной его задачей было сопровождение учебного процесса. А в 1955 г. по инициативе С. Л. Соболева и при поддержке ректора МГУ академика И. Г. Петровского на базе этого отдела был создан Вычислительный центр, заведовать которым стал И. С. Березин. Началось бурное оснащение его современной вычислительной техникой [2].

Этот краткий экскурс в историю завершу заключением: усилиями С. Л. Соболева кафедра вычислительной математики приобрела чрезвычайно весомый авторитет.

Вернусь к 1952 г. Тогда особенно ярко в жизни кафедры проявилось преподавание на ней Алексея Андреевича Ляпунова. Именно в 1952/53 учебном году Алексей Андреевич прочел курс из восьми лекций под названием "Принципы программирования", явившийся первым в отечестве курсом по программированию. В процессе преподавания у лектора сформировалась система понятий, положенная в основу его операторного метода. Фактически этим курсом лекций было провозглашено, что программирование — это самостоятельная область знания. Он был опубликован только годы спустя [3], хотя сразу стал руководством для всех, кто занимался программированием.

Обращение к данному предмету не было случайным: в отечестве появились быстродействующие электронные вычислительные машины собственного производства. Огромным толчком к пониманию основных задач программирования стали для Алексея Андреевича поездка в Феофанию под Киевом и личное знакомство с первой отечественной ЭВМ МЭСМ, сконструированной Сергеем Алексеевичем Лебедевым. Следом за созданием МЭСМ Лебедев, уже в Институте точной механики и вычислительной техники АН СССР, находящемся в Москве, приступил к разработке БЭСМ. Тут уже Алексей Андреевич был вынужден вникнуть в то, как функционирует эта машина, не дожидаясь

окончания работ над ней, для чего он однажды провел полную ночную смену вместе с программистами, работавшими в машинном зале. Об этом эпизоде расскажу подробнее дальше.

Размышляя над процессом программирования на этих машинах, Алексей Андреевич в качестве первоочередной поставил задачу его автоматизации путем использования языка описания программ, предложенного им в курсе "Принципы программирования" и названного операторным. В сущности, он был первым алгоритмическим языком программирования, определенным не формально, а на содержательном уровне. Составление программы по алгоритму, записанному на операторном языке, должно быть реализовано так называемой программирующей программой — прообразом будущих трансляторов с алгоритмических языков программирования. Задачу построения программирующей программы Алексей Андреевич разбил на подзадачи, на входе каждой из которых были блоки исходного алгоритма, и поручил решение таких подзадач студентам четвертого курса. В частности, Андрею Ершову была поручена работа с арифметическим блоком. Так начался профессиональный путь будущих известных создателей трансляторов, Ершова и Любимского, именно с использования операторного языка.

Оценив перспективы, открытые быстродействующими счетными машинами, Алексей Андреевич поставил задачу автоматического перевода с одного языка человеческого общения на другой. Перевод с французского языка на русский составил задачу, предложенную Оле Кулагиной, а возникшие при этом трудности положили начало новому направлению в науке — математической лингвистике. О. С. Кулагина стала впоследствии одним из самых известных специалистов в этой области.

Однако все это прошло мимо нашей группы, поскольку общение с кафедрой свелось к минимуму. Согласно учебному плану, в первом семестре пятого года обучения мы должны были пройти производственную практику, а второй посвятить написанию дипломных работ.

На практику нас направили в Институт точной механики и вычислительной техники (ИТМиВТ), где мы должны были получить навыки в программировании на БЭСМ — большой электронной счетной машине, которая там разрабатывалась. Директором института тогда был академик Михаил Алексеевич Лаврентьев, а конструктором БЭСМ — Сергей Алексеевич Лебедев. Сама машина создавалась на наших глазах. Так, придя в машинный зал, занимавший почти весь первый этаж здания, мы увидели там штабеля ртутных трубок, используе-

мых ранее как память машины и уступивших эту роль электронным лампам. И далее на наших глазах постоянно шло усовершенствование техники, обеспечивающей основное назначение машины.

Мы пришли в отдел, занимающийся программированием. Моим куратором стал Владимир Михайлович Курочкин, защитивший кандидатскую диссертацию по алгебре и переключившийся на новое направление в науке. Кроме него в отделе была единственная сотрудница-программист Александра Ивановна Срагович, окончившая пару лет тому назад механико-математический факультет МГУ, и очень скоро ставшая для нас просто Шурочкой. Задания мне давал Курочкин, и эта процедура вначале была необычной: не помня имени практиканта, он предварительно забежал за поворот коридора, где заглядывал в записную книжицу, а выходя обращался непременно по имени-отчеству. Так меня называли впервые. А Шурочка помогала в выполнении заданий, обучая меня мастерству составления программы для решения конкретной задачи. Задачи поступали из различных организаций, поток их был неиссякаем. Работа на машине проходила посменно, в дневные и ночные часы, поскольку сама она функционировала круглосуточно. Мне тяжело давались ночные смены, и при первой возможности я отказалась от них.

Отдел программирования постепенно разрастался, его руководителем стал Иван Сергеевич Мухин, который первым в отечестве защитил кандидатскую диссертацию в области программирования.

Составление программы, помимо предварительной работы над выбором алгоритма решения рассматриваемой задачи, выливалось в написание ее команд последовательностями из 32 нулей и единиц, что было непросто. Дальше программа переносилась на перфокарты, и требовалась проверка, конечно, вручную, правильности пробивки перфокарт. Все это составляло весьма трудоемкий процесс.

Работа на машине проходила в компании обслуживающих ее инженеров. Компания была дружной, так как почти одновременно с нашим приходом на практику в ИТМиВТ пришли молодые, только что окончившие институты инженеры, и мы прекрасно понимали друг друга. Среди них были Володя Мельников и Сева Бурцев — будущие академики, а тогда просто милые веселые ребята. Замечательный вклад в общее дело вносил Андрей Соколов, который чувствовал, в каком месте машинного зала нужно подпрыгнуть, чтобы восстановить контакт, нарушивший работу машины.

Вне общения с машиной мы, практиканты, сидели в отведенной отделе комнате, что находилась на третьем этаже в башенном торце здания института. Дружно ходили обедать в столовую Дома профсоюзов, а остатки бесплатного хлеба раскладывали на батареи в комнате, где они ожидали нашего прихода следующим утром и составляли наш завтрак. В положенные перерывы играли в домино, сочиняли стишки на злобу дня (жаль, что ничего из них не сохранилось), забавлялись прибаутками типа "сколько же в институте сотрудников с птичьими фамилиями — Курочкин, Дроздов ... Мухин", в общем, радовались каждому дню. Обычная наша компания — это Кирилл, Гера, Спартак, Аня и я. Нонна Тархнишвили, формально числившаяся практикантом, возложила на меня выполнение своих заданий и почти не появлялась в институте. А Сергей Ломов и Сусанна проходили практику где-то в других местах. Что же касается Кариженского, он, бывший фронтовик и явный выпивоха, был под особым попечительством факультета, ему прощалось многое, в частности, игнорирование производственной практики. Со временем в нашей комнате появился еще один "соплеменник" — Коля Трифонов, аспирант С. Л. Соболева, работающий над решением на БЭСМ задач структурного анализа кристаллов. Он был старше нас и не принимал участия в наших развлечениях, занимаясь своим делом. Отмечу, что защищенная им в 1954 г. диссертация была второй в отечестве, посвященной программированию. Сама защита проходила закрыто, так как считалась секретной.

Наше обучение программированию "со слуха" дополнилось откровениями, почерпнутыми из уникальной в то время и ставшей знаменитой впоследствии монографии [4]: "Решение математических задач на автоматических цифровых машинах. Программирование для быстродействующих электронных счетных машин", авторами которой были Л. А. Люстерник, А. А. Абрамов, В. И. Шестаков, М. Р. Шура-Бура. Монография была опубликована издательством Академии наук в 1952 г. и стала первым в отечестве пособием по программированию. Она имела гриф "секретно", а мы все "ходили" под этим грифом и с упоением изучали ее в институте, так как выносить секретные материалы запрещалось. Кстати, и отчеты по выполненным нами работам тоже снабжались грифом "секретно".

Как я уже отмечала, к нам поступали задачи из разных организаций. Они регистрировались, а потом распределялись по программистам. Получивший задачу поддерживал связь с ее заказчиком. По завершении начиналась работа с другой задачей, и так постоянно.

Конструируемая машина была событием в стране, поэтому ее в действии хотели увидеть многие. Допущенным к посещению машинного зала демонстрировали, как машина считает, для чего заранее подбиралась программа, обязательно с выводом на печать результатов. Во время одного из моих дежурств на машине появились в зале Никита Сергеевич Хрущев (не помню его статуса в то время) и сопровождающий его президент Академии наук Несмеянов. Для них машина работала без сбоя, выводя на печать результаты счета и радуя посетителей ритмичной работой печатающего устройства. Приходилось давать пояснения к тому, что происходит, и отвечать на возникающие вопросы. Запомнился вопрос Хрущева, узнавшего о том, что мы имеем дело с числами, которые записываются наборами из нулей и единиц: "Как же вы понимаете, что выдает вам машина, если она работает не с обычными числами, а с какими-то иными?" Вопрос удивил своей нетривиальностью.

Из всех посетителей глубокое впечатление произвел Алексей Андреевич Ляпунов, имя которого мы узнали, познакомившись по его приходу в одну из наших ночных смен. Явился высокий сутулый человек с какой-то кошелкой в руках, из которой торчал термос. Мы, находящиеся в машинном зале, сразу настроились на веселый лад. Однако задаваемые им вопросы, реакция на наши ответы, а главное манера общения, свидетельствующая о том, что мы имеем дело с редким представителем научной интеллигенции, быстро сбили наш настрой. Установилась дружеская атмосфера, мы узнали, что у Алексея Андреевича сахарный диабет, поэтому требуется регулярное подкрепление едой и питьем, без чего его просто не выпустили бы из дома на целую ночь. Из кошелки были извлечены бутерброды, которыми он щедро поделился с нами. Вдумчивое изучение того, как работает машина, вникание в трудности при составлении программ для нее — все это стало для Алексея Андреевича необходимым подспорьем при дальнейшем развитии начатой им работы по выявлению основных проблем нового направления — программирования. До сих пор я горжусь тем, что в ту ночную смену консультировала его, а он был моим "учеником". Это сыграло решающую роль в моем профессиональном становлении и не только в нем.

В процессе нашей практики приходилось подстраиваться к возможностям, предоставляемым усовершенствованием самой машины, что шло непрерывно. Так, немаловажным новшеством явилась возможность изменять команды программы при ее выполнении, это сильно расширило класс решаемых задач.

К концу семестра закончилась практика, благодаря которой в институте, где она проходила, были взяты на заметку появившиеся новые программисты. Институт пригласил некоторых из нас, в том числе и меня, на работу, совмещая ее с учебой в университете. Я получила должность конструктора на полставки и мне завели трудовую книжку. По законам того времени совмещение работы с учебой разрешалось на срок, не превосходящий двух месяцев, что, конечно, соблюдалось: по истечении этого срока меня увольняли и через пару дней снова принимали на ту же должность.

Работа в институте подсказала тему моего дипломного проекта. Им стало решение на БЭСМ одной из принятых институтом задач. Я должна была проявить полученные знания вычислительных методов, с толком применить их при построении алгоритма решения задачи, составить программу по построенному мной алгоритму и, убедившись в ее правильности, дать численное решение задачи. Не даю формулировки самой задачи, которая не нашла продолжения в моей деятельности, не зафиксирована публикацией, хотя ее решение получило на защите дипломных работ отличную оценку.

Весной 1953 г. на кафедре прошла процедура по рекомендации выпускников в аспирантуру. Это всегда сопровождается выделением для каждого рекомендуемого его будущего научного руководителя. Необходимым условием получения рекомендации, конечно, были отличная учеба и активное участие в жизни факультета. По обоим статьям моя кандидатура проходила, но вот вопрос о научном руководителе требовал специального решения. Дело в том, что моим куратором на кафедре был Николай Павлович Жидков, кандидат физико-математических наук, а по традициям университета руководство аспирантом возлагалось на доктора. И тут, к моей великой радости, на руководство дал согласие Алексей Андреевич Ляпунов. Возможно, он заметил меня при посещении института, когда я выполняла роль гида в машинном зале.

Сдав благополучно осенью 1953 г. вступительные экзамены в аспирантуру, я поступила в распоряжение Алексея Андреевича. Хорошо помню, как он буквально схватился за голову, узнав о том, какие именно курсы я прослушала за три последних года. Естественно, он решил наверстать упущенное мной из настоящего математического образования. Сделать это можно было пользуясь тем, что программой обучения в аспирантуре предписывались три годовых курса с экзаменом по каждому, три семестровых курса с зачетом по каждому, причем предметы этих курсов выбирались руководителем аспиранта и утверждались кафедрой. Экзамен при-

нимала комиссия из двух преподавателей, одним из которых должен быть руководитель аспиранта, а зачет — только руководитель. Понятно, что дополнительно обязательными были годовые курсы по философии и какому-нибудь иностранному языку. И вот Алексеем Андреевичем были выбраны для меня экзамены по теории множеств, по теории функций действительного переменного, по специальным главам уравнений математической физики, а зачеты — по теории вероятности, по алгебре и по функциональному анализу. Кое-что еще из предлагаемого Алексеем Андреевичем кафедра отклонила, сочтя достаточным объем утвержденного.

Большим событием осени этого года было открытие на Ленинских горах нового здания университета, куда с Моховой переместился механико-математический факультет. Обилие учебных аудиторий, отдельные помещения для кафедр и библиотек, широкие коридоры и прочие прелести описаны многими поклонниками университета, я же отмечу наличие общежитий, позволившее разместить в них большое число студентов и аспирантов, что исключалось общежитием на ул. Стромынка, куда селили только иногородних. Поэтому при поступлении в университет, засвидетельствовав свое проживание в пригороде Москвы, я и не претендовала на общежитие. Все пять лет ездила в университет на электричке, домой возвращалась на ночь, так как после аудиторных занятий перемещалась в библиотеку, где и проводила часы до вечера. И вот я получила место в общежитии на Ленинских горах, в блоке из двух комнат с собственным туалетом и душевой и даже с телефоном. Через год общежитие стали уплотнять, меня переместили в другой блок, уже без телефона, а моя отдельная комната была восьмиметровой, против двенадцатиметровой прежде. Там я провела последние два года аспирантуры, не переставая радоваться тому, какая благодать выпала на мою долю.

Первый год моей аспирантуры был заполнен подготовкой к очередному экзамену, что строго контролировалось Алексеем Андреевичем, участием в семинаре по программированию, которым он руководил, а главное, приобщением к совершенно новой для меня атмосфере существования. Убедившись, что я не отлыниваю от предписанного им обучения, Алексей Андреевич ввел меня в свою среду. Сначала я была частым гостем в его квартире на Хавско-Шаболовском проезде, а со временем почти членом его семейства. У себя дома Алексей Андреевич проводил многочисленные беседы с соратниками по самым различным направлениям науки, и мною были приобретены знакомства с рядом интереснейших людей. К ним принадлежали Сер-

гей Всеволодович Яблонский, Николай Андреевич Криницкий, Николай Пантелеймонович Бусленко, а позднее Леонид Витальевич Канторович. Беседы в традициях этого гостеприимного дома непременно завершались чаепитием. Приобретенные знакомства оказались прочными.

Круг тем, интересовавших Алексея Андреевича, был воистину необозримым, и на мою долю выпало несомненное счастье находиться вблизи этого яркого человека. Главное направление его деятельности в то время описано мною в статье "Размышления о феномене Алексея Андреевича Ляпунова", в настоящей статье я хочу это повторить.

В 1953 г. академик Мстислав Всеволодович Келдыш организовал в составе Математического института имени В. А. Стеклова Отделение прикладной математики (ныне Институт прикладной математики имени М. В. Келдыша) и предложил Алексею Андреевичу возглавить в нем работы по программированию. Это определило обращение Алексея Андреевича к кибернетике как направлению, призванному выявить законы возникновения, передачи, хранения и переработки информации как в живой природе, так и в различных сферах человеческой деятельности. Этот интерес появился после его знакомства с книгой Винера, давшей название самому направлению — кибернетика.

Работы в области кибернетики начались борьбой Алексея Андреевича за ее существование. Дело в том, что в те годы малоизвестная в нашей стране кибернетика носила ярлык "буржуазной науки", и для развития кибернетики надо было его снять. Алексей Андреевич проводил большую разъяснительную работу, он убеждал людей разного научного и служебного ранга в ошибочности официального суждения о кибернетике, вел многочисленные лекции и беседы об ее истинном содержании. Наконец, совместно с Сергеем Львовичем Соболевым и Анатолием Ивановичем Китовым он опубликовал в "Вопросах философии" обстоятельную статью о том, что составляет предмет кибернетики и сколь важно ее развитие для науки и государства [5]. Алексей Андреевич организовал кибернетический семинар в МГУ, добился издания "Кибернетических сборников", в которых были даны переводы наиболее значительных работ в теоретической кибернетике (они вышли под редакцией А. А. Ляпунова и О. Б. Лупанова). Благодаря настойчивым усилиям Алексея Андреевича вышел в свет перевод книги Винера, началось издание "Проблем кибернетики", сборников, где публиковались отечественные работы в этой области (под его редакцией вышло 29 томов). При Президиуме АН СССР был создан Совет по кибернетике под руководством

академика Акселя Ивановича Берга, и Алексей Андреевич Ляпунов стал его заместителем.

На IV Всесоюзном математическом съезде (1966 г.) Алексей Андреевич подвел итоги борьбы за кибернетику: "За короткий срок отношение к кибернетике прошло следующие фазы: 1) категорическое отрицание; 2) констатация существования; 3) признание полезности, но отсутствие задач для математиков; 4) признание некоторой математической проблематики; 5) полное признание математической проблематики кибернетики". Подробному изложению проблематики кибернетики посвящена статья, написанная Алексеем Андреевичем и Сергеем Всеволодовичем Яблонским.

Приятно сознавать, что я была непосредственным свидетелем этого процесса, более того, принимала участие во многих обсуждениях.

Алексей Андреевич Ляпунов вполне оправданно считается отцом отечественной кибернетики. Он внес существенный научный вклад в различные области кибернетики. Так, параллельно с закладыванием основ теоретического программирования, он организовал первые в нашей стране работы по машинному переводу и математической лингвистике. Глубоким и постоянным был интерес Алексея Андреевича к биологии. Уже в тридцатых годах он столкнулся с тяжелым положением в генетике и встал на ее защиту; тогда по инициативе А. Н. Колмогорова он вместе с Ю. Я. Керкисом проводил статистическое исследование экспериментов по расщеплению признаков при наследовании. В 1950-х гг. Алексей Андреевич возобновил борьбу за восстановление отечественной биологии. Совместно с Сергеем Львовичем Соболевым он подготовил письмо в ЦК КПСС о положении в генетике, письмо было подписано пятнадцатью крупнейшими математиками страны. Оно вошло в поток других писем, и в 1956—1957 гг. в стране были созданы первые исследовательские коллективы ученых-генетиков. С основанием "Проблем кибернетики" в них стали публиковаться работы по генетике и теории эволюции. Собственные активные исследования Алексея Андреевича в биологии относятся к последнему десятилетию его жизни.

Здоровье Алексея Андреевича часто заставляло его оставаться дома, отказываться от дел и встреч за его пределами. Иногда мне удавалось прийти на помощь. Несколько раз я заменяла Алексея Андреевича на лекциях по программированию, которые он проводил для всех желающих постичь эту науку. Это происходило в университете, слушатели собирались не только из московских организаций, но и приезжали из других городов, большая аудитория амфитеатра была полна. По молодости я отважива-

лась замещать Алексея Андреевича, естественно, он меня готовил к предстоящей лекции. А как-то раз он отрядил меня на встречу со школьниками в близлежащей школе, чтобы я провела беседу по программированию. Я не отказалась, хотя это было большой смелостью: не так уж много я знала об этом предмете сама.

Я стала вторым аспирантом Алексея Андреевича, посвятившим себя программированию, первым был Юрий Иванович Янов, которому было поручено использование приемов математической логики в исследованиях схем программ, записанных на операторном языке. В 1954 г. выпускниками кафедры вычислительной математики стали студенты, с которыми он работал с прошлого года. Алексей Андреевич взял в аспиранты Андрея Ершова и Олю Кулагину. Саша Любимский, Сева Штаркман и, если не ошибаюсь, Игорь Задыхайло пошли в Отделение прикладной математики и стали работать с Михаилом Романовичем Шура-Бурой. Там проходили семинары, на которых дебатировались проблемы настоящего и будущего программирования, обсуждались достоинства и недоработки операторного метода, предложенного Ляпуновым. Эти семинары под его руководством вносили свою лепту в формирование взгляда на программирование как на науку.

Тем же целям служили и семинары по программированию, которые проводил Алексей Андреевич на механико-математическом факультете. Семинар проходил при стечении народа, и доклады на нем бурно обсуждались. Запомнилось заседание, на котором выступал Тони Хоар — стажер из Великобритании, ставший со временем одним из ведущих специалистов в области программирования. Возможно, именно участие в семинаре внесло свою лепту в его выбор направления исследований. Приходилось и мне выступать на семинаре. В частности, в полемику по одному из моих докладов вступил и Тони Хоар.

Часто дискуссия, возникшая на семинаре, продолжалась по пути Алексея Андреевича домой на Шаболовку, сопровождаемого не остывшими от споров участниками семинара. Компания вваливалась в дом, и дискуссия мирно завершалась за чайным столом.

К моей работе в институте Алексей Андреевич относился с одобрением, и она вносила дополнительную струю в мою жизнь. Директором института стал Сергей Алексеевич Лебедев, БЭСМ была принята государственной комиссией, а ее конструктору было присвоено звание академика. Это событие бурно праздновалось в институте, конечно

же, программисты были не последними в этих празднованиях.

По-прежнему поступали в отдел И. С. Мухина, в котором я работала, заявки на решение задач, задачи сменяли друг друга, не давая программисту возможности углубиться в осмысление очередной. И хотя Иван Сергеевич ослабил для меня эту текучку, я стала явно ею тяготиться.

В 1954 г. научные сотрудники Физического института Академии наук (ФИАН) предложили мне прочитать им курс лекций по программированию. Алексей Андреевич посоветовал принять это предложение. Конечно, я была вооружена операторным методом, который помогал в описании алгоритмов задач, подлежащих программированию. И тем не менее, мое преподавание программирования шло на примитивном уровне, приемы программирования излагались при описании программ для решения простых задач, например, вычислить значение функций $\sin(x)$, $\cos(x)$, $\log(x)$, найти общий наибольший делитель чисел. Программы составлялись на воображаемой трехадресной машине, а сами адреса были буквенными. Этот прием был предложен Алексеем Андреевичем и сразу вошел в практику.

Моими слушателями в основном были научные сотрудники Лаборатории оптики, которой руководил академик Григорий Самуилович Ландсберг. Они восприняли прочитанный мной курс с явным одобрением, следствием чего явилось приглашение на постоянную работу в их лабораторию. Алексей Андреевич знал о том, что работа в отделе И. С. Мухина перестала меня удовлетворять, и к концу года с его согласия я перевелась в соседний ФИАН. Став младшим научным сотрудником лаборатории оптики (естественно, по совместительству с учебой в университете), я не потеряла связи со своими бывшими коллегами в ИТМиВТ, по-прежнему имела доступ к машине, но теперь занималась одной задачей — расчетом колебательных спектров молекул простейших углеводородов. Моим непосредственным руководителем стал Михаил Михайлович Сушинский, доктор физико-математических наук. В решении этой задачи было немало творческих моментов, начиная с автоматизации построения матриц, собственные значения которых представляют собой искомые частоты колебаний, и кончая выбором метода вычисления этих собственных значений, позволявшего оперировать матрицами высоких порядков. Отбраковывались методы, не обеспечивающие допустимой точности вычисленных значений. Эта работа была утверждена кафедрой в качестве диссертационной, естественно, после представления ее Алексеем Андреевичем.

Уместно отметить следующее. В своей работе с учениками Алексей Андреевич следовал традициям старшего поколения ученых, в значительной мере утраченным в наши дни. Свою задачу он видел, прежде всего, в пробуждении научной активности ученика и в возможно большем расширении его кругозора. Предлагая то или иное направление исследований, Алексей Андреевич на содержательном уровне описывал стоящие в нем задачи, выделяя "стержневую" и рассматривая их во взаимосвязи друг с другом. Да и само направление преподносилось в связи с другими. Предоставлялась свобода в выборе той задачи, которая станет "своей", и отпущалось на это солидное время. А пока шло обростание знаниями. Когда выбор был позади, Алексей Андреевич не подменял собой ученика даже в вопросе формальной постановки задачи, не говоря уже о поиске методов ее решения. Он играл роль среды, в которой проходила эта работа. Подсказки давались деликатно, не связывая инициативы работающего. Так проходило "выращивание" будущего ученого-исследователя. Понятно, что этот процесс не укладывался в три аспирантских года. Да и выбранное направление бывало таким, что требовалась разработка понятийного аппарата, на что уходило немало времени. Научное руководство Алексея Андреевича часто перерастало в длительную творческую дружбу.

Этот метод "выращивания" давал замечательные плоды, свидетельством чему служат такие ученики Ляпунова, как Сергей Всеволодович Яблонский и Юрий Иванович Журавлев. К слову сказать, испытав на себе этот метод, я ввела его потом в свою практику.

Возвращаясь к повествованию о том, как шли мои аспирантские дела на факультете. Подготовка к запланированным экзаменам требовала многочасовой работы в библиотеке, ведь необходимых учебников у меня не было. Проникновение в тайны теории множеств дало мне понимание того, почему эта область математики постоянно присутствовала в научной работе Алексея Андреевича. Он не покидал ее, как бы ни отвлекали его другие направления, до последних дней жизни. Экзамен по теории множеств Алексей Андреевич принимал вместе с профессором Ниной Карловной Бари, хотел было снизить оценку до четверки, но Нина Карловна опротестовала такое намерение.

Сдача следующего экзамена, по теории функций действительного переменного, подзадержалась в силу моей занятости в ИТМиВТ, а потом у физиков. Нас с Алексеем Андреевичем по этому поводу вызвал на соответствующее внушение академик Андрей Николаевич Колмогоров, который

тогда заведовал Отделом аспирантуры МГУ. Он отметил недостойное поведение бывшего сталинского стипендиата, но в конечном итоге согласился с тем, что мои аспирантские дела не внушают опасений. Сам экзамен я сдавала двум профессорам — Алексею Андреевичу и Лазарю Ароновичу Люстернику, и в процессе сдачи была просто очарована Лазарем Ароновичем. Получив очередную пятерку, приступила к подготовке к следующему экзамену. В специальные главы уравнений математической физики были включены последние результаты, полученные докторами наук Ладыженской и Олейник, двумя Ольгами. Именно Ольгу Олейник Алексей Андреевич пригласил принимать у меня этот экзамен. При подготовке к нему, как мне представляется, мне удалось постичь методы исследований, выполненных этими научными дамами. Мелькала даже мысль заняться задачами из этой области, но это оказалось нереально при моей общей занятости.

Сдача зачетов не была нормирована сроками, да и проходила она почти всегда в домашней обстановке у Алексея Андреевича. Большим подспорьем при подготовке служили спецсеминары. На одном из них реферировалась книга Розы Петер "Рекурсивные функции", докладчиком был Володя Успенский, тоже аспирант нашего факультета. Этот спецсеминар был первым шагом на пути включения в учебные планы факультета курса по теории алгоритмов. На другом спецсеминаре обсуждались проблемы, относящиеся к математической логике, им руководила профессор С. А. Яновская. Этот курс тоже вскоре вошел в учебный план.

А с признанием кибернетики при поддержке С. Л. Соболева Алексей Андреевич в 1954/55 учебном году организовал при кафедре научный семинар по кибернетике. Он был ориентирован сначала на студентов и аспирантов кафедры, но быстро перерос в общемосковский, а затем — в общесоюзный.

Основную задачу семинара Алексей Андреевич видел в координации исследований в многочисленных направлениях науки и техники, оперирующих понятиями информации и управления. Семинар проработал десять лет и внес решающий вклад в становление кибернетических исследований в нашей стране.

На заседания семинара стекались люди из самых разных мест. В его работе активно участвовали Игорь Андреевич Полетаев, автор нашумевшей тогда книги "Сигнал", и коллеги Алексея Андреевича по Артакадемии, где он служил до того как Соболев пригласил его в МГУ. Выступали с докладами Н. П. Бусленко и Н. А. Криницкий. Сохранилась летопись докладов, сделанных и обсужден-

ных на заседаниях (см. статью М. Г. Гаазе-Раппорта в работе [6]).

Программой обучения в аспирантуре предусматривалась обязательная педагогическая практика. Алексей Андреевич придавал большое значение приобретению педагогического опыта. О его поддержке моих первых шагов в этой области я уже писала. На кафедре мне поручили ведение практических занятий по программированию. Они проходили успешно, на третьем году аспирантуры мне доверили чтение собственного курса по программированию, руководство курсовыми и даже дипломной работой; моей первой дипломницей была Таня Гаврилова, научные и просто дружеские связи с которой продолжались многие годы.

Продолжалась и моя работа по комсомольской линии. Одним из самых удачных мероприятий, организованных мною совместно с В. А. Успенским, был вечер для аспирантов и преподавателей факультета. Он получился ярким и запоминающимся благодаря активному участию Лазаря Ароновича Люстерника, который занимал собравшихся импровизированными шарадами. Например, сначала выходил якобы лектор с докладом, в котором непрерывно повторялось слово "век", затем появлялся подвязанный салфеткой человек, произносящий "уа-уа-уа", а потом Лазарь Аронович выводил к зрителям профессора Илью Несторовича Векуа — отгадку шарады. Восторг был полным.

Годы моей аспирантуры проходили. В заключение кафедра организовала предзащиту моей диссертационной работы, посвященной решению задачи о колебательных спектрах простейших углеводородов, и дала ей положительную оценку. Прошло и распределение на работу, в те времена вуз должен был удовлетворять заявки от работодателей. По заявке от ФИАН меня направили в этот институт.

Во второй половине 1956 г. я вышла замуж за Теодора Михайловича Тер-Микаэляна. Наше знакомство состоялось в ИТМиВТ, где я выполняла функции программиста. Теодор Михайлович, защитивший к тому времени кандидатскую диссертацию под руководством Мстислава Всеволодовича Келдыша, работал в Институте математики в Ереване и был откомандирован в Москву, во Всесоюзный НИИ электромеханики, который возглавлял академик Армянской ССР Андраник Гевондович Иосифьян. Цель командировки — освоить программирование, Теодору Михайловичу было поручено решение на БЭСМ задач по плану этого НИИ. Будучи уже состоявшимся программистом, я консультировала его. Наше эпизодическое знакомство закрепились, когда он стал регулярно посещать за-

седания кибернетического семинара, которым руководил Алексей Андреевич, и закончилось жеманьюбой. Назревал мой переезд из Москвы в Ереван, и Алексей Андреевич заблаговременно подготовил почву для моей работы там. Как это происходило — отдельный рассказ, который мыслится как продолжение этого повествования.

Осенью 1956 г. меня перевели в штат ФИАН на должность младшего научного сотрудника. В лаборатории оптики я была уже "старожилом", летом этого года участвовала в организованной институтом конференции в г. Львов, была соавтором Михаила Михайловича Сущинского в публикациях лаборатории, вместе с ним ездила домой к Григорию Самуиловичу Ландсбергу с рабочими отчетами. Цирроз печени держал нашего руководителя в постели. Очень скоро мы простились с ним, похороны Ландсберга на Новодевичьем кладбище были очень торжественными.

Параллельно с выполнением моих институтских обязанностей не только шлифовался текст диссертации, но начались первые попытки формализации процесса программирования, что вылилось, в будущем, в профессиональную работу в области теоретического программирования. Составление программ для решения конкретной задачи, как профессиональная деятельность, ушло в прошлое с

моим отъездом из Москвы, а это произошло в мае 1957 г.

Рассказ о том, как сложился мой путь в программировании, и как протекала моя работа в роли программиста, подошел к концу. Я намеренно не упоминала своих друзей, сопровождавших меня на этом отрезке моей жизни, полагая, что это — тема отдельного повествования. Не рассказать же об Алексее Андреевиче, плотно вошедшем в мою жизнь, было бы непростительно. Он был и остается примером того, как нужно строить свою жизнь.

Список литературы

1. **Факультет** вычислительной математики и кибернетики. История и современность. Биографический справочник // автор-составитель Е. А. Григорьев. М.: Изд-во МГУ, 2010. С. 10—11.
2. **Иван Семенович Березин**. Биография, воспоминания, документы // автор-составитель Е. А. Григорьев. М.: Изд-во МГУ, 2011. 167 с.
3. **Ляпунов А. А.** О логических схемах программ // Проблемы кибернетики. 1958. Вып. 1. С. 46—74.
4. **Люстерник Л. А., Абрамов А. А., Шестаков В. И., Шура-Бура М. Р.** Решение математических задач на автоматических цифровых машинах. Программирование для быстродействующих электронных счетных машин. М.: Изд-во АН СССР, 1952.
5. **Соболев С. Л., Ляпунов А. А., Китов А. И.** Основные черты кибернетики // Вопросы философии. 1955. № 4. С. 136—148.
6. **Очерки** истории информатики в России // редакторы-составители Д. А. Поспелов, Я. И. Фет. Новосибирск: Научно-издат. центр ОИ ГТМ СО АН, 1998. 662 с.

ООО "Издательство "Новые технологии". 107076, Москва, Стромьинский пер., 4

Дизайнер *Т. Н. Погорелова*. Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *Е. В. Комиссарова*

Сдано в набор 07.04.2014 г. Подписано в печать 21.05.2014 г. Формат 60×88 1/8. Заказ Р1614
Цена свободная.

Оригинал-макет ООО "Авансед солюшнз". Отпечатано в ООО "Авансед солюшнз".
119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1.