

Научно биографический очерк

В.С. Урусов родился 2 июня 1936 года в поселке Дирижабльстрой (ныне Долгопрудный). Родители В.С.Урусова в середине 30-х годов окончили Московский авиационно-технологический институт и были направлены на завод по строительству дирижаблей. Однако, это предприятие имело хоть и славную, но непродолжительную историю. В начале 1938 г. "В-6" полетел к Северному полюсу для спасения экспедиции Папанина с дрейфующей льдины и ночью вблизи Кандалакши врезался в гору. После этой катастрофы советские власти потеряли интерес к дирижаблестроению и завод "Дирижабльстрой" был расформирован. В результате этих событий перед началом войны вся семья переехала в Минск, где предполагалось строить авиационный завод. В воскресный день 22 июня 1941 г. началась массовая эвакуация жителей этого города, который одним из первых подвергся жестоким немецким бомбардировкам. После многих испытаний в конце этого первого года войны вся семья собралась в г. Куйбышеве. В 1943 г. семилетний Вадим поступил в школу, где большинство учителей было такими же беженцами из крупных городов, и поэтому школьное образование было достаточно высокого уровня, несмотря на то, что ученикам часто приходилось пользоваться одним старым и рваным учебником на несколько человек. В.С. Урусов всегда вспоминал своих первых учителей с огромной благодарностью и любовью. Большой роль в школьный период жизни занимала работа в краеведческом кружке, сначала школьном, а затем городского Дворца пионеров. Ведь рядом, через Волгу, поднимались Жигули - островок лесистой и гористой местности. Начались многочисленные походы и экскурсии, сначала с руководителем, а затем и самостоятельные, а значит, еще более увлекательные и романтические. Приходилось падать с утеса на камни, тонуть и с трудом выплывать. Но все это пали большие восторги от маленьких открытий - новых дорог, новых названий цветов и растений, новых образцов камней и ископаемых. Его первым заочным наставником стал А.Е.Ферсман, чьи книги юный Вадим зачитывал до дыр. Оказалось, что есть наука, в которой сочетаются и химия, и науки о Земле, и это привело будущего ученого к решению стать геохимиком. Однако путь в избранную область науки неожиданно оказался тернистым, и первые препятствия обнаружились еще при поступлении в МГУ в 1953 году. Как абитуриент, получивший серебряную медаль, он поступил без вступительных экзаменов, после собеседования. Однако, вместо отделения геохимии его зачислили на направление «мерзлотоведение». Только лет через двадцать после окончания МГУ, Урусов узнал, что в деканате тогда поручили «уравнять» конкурс среди медалистов по разным кафедрам, и его личное дело было «переброшено». В.С. Урусов сразу же начал отстаивать свое право на учебу по специальности «геохимия». Но все его усилия были сначала тщетны. По программе, составленной для студентов – мерзлотоведов, ему пришлось проучиться целых два года. Он блестяще сдавал все зачеты и экзамены, но не забирал заявление из деканата со своей настоятельной просьбой о переходе. Лишь только благодаря своей завидной настойчивости и упорству, Урусову удалось через некоторое время добиться согласия на перевод на кафедру геохимии, с потерей учебного года. Однако, в течение двух месяцев он экстерном сдал все необходимые экзамены, выполнил трудоемкий практикум по аналитической химии и догнал по всем предметам товарищей, сделавшись, наконец-то, полноправным студентом-геохимиком. После окончания учебы на геологическом факультете и успешной защиты диплома с отличием В.С. Урусов был зачислен в «московскую группу» нового Иркутского института геохимии (ныне Институт геохимии им А.П. Виноградова СО РАН). Директором-организатором этого института был сам А.П., а шефом «московской группы», К.К. Жиров, под руководством которого молодой специалист обстоятельно ознакомился с пегматитами, побывал на классических месторождениях мусковитовых пегматитов в Северной Карелии, Восточной Сибири, на Байкале и отобрал представительный материал для исследования. После этого В.С. Урусову предложили поступить в аспирантуру

ГЕОХИ. В течение первых трех лет работы (1960-1963г.г.) научная деятельность В.С. Урусова свелась к поиску собственного пути в науке.

Так, В.С. Урусов, применив статистические критерии, установил, что практически все месторождения имеют значимо различающие изотопные составы, т.е. имеют разные источники, либо испытали другие влияния геохимической среды. Этот неожиданный вывод, сделанный молодым специалистом, сначала до некоторой степени озадачил маститого академика А.П.Виноградова. Но, к чести А.П., после тщательной проверки результата, он принял решение представить статью Урусова для публикации в Докладах АН СССР. Этот случай показал, насколько интересы науки для А.П. были выше его авторского самолюбия, и послужил и для молодого геохимика первым уроком такого рода. Уже являясь аспирантом ГЕОХИ, Урусов проявил интерес к кристаллохимии, а также к теоретической и квантовой химии. Ощущая недостаток знаний в этой области, он посещает избранные курсы лекций на химическом и физическом факультетах МГУ, научные семинары в Институте общей и неорганической химии АН СССР. Итогом этих уроков и размышлений о возможностях установления характера химической связи в кристаллах различных минералов и выявления эффективных параметров электронной структуры атомов явился ряд статей, подготовленных для публикации в “Журнал структурной химии”, и опубликованных после рекомендации А.П. и положительной рецензии главного редактора журнала члену-корреспонденту АН СССР Георгия Борисовича Бокия. Здесь следует отметить тот известный историкам науки факт, что А.П.Виноградов обладал важнейшим достоинством для крупного ученого – безошибочно угадывать среди молодых специалистов наиболее одаренных людей, содействуя их научному росту. Он посоветовал ему выбрать свой путь в науке и показал Урусову книгу ленинградского геохимика В.И. Лебедева “Основы геоэнергетического анализа геохимических процессов”, порекомендовав развить это направление. В.С. Урусов использовал вместо фиктивных значений энергии решетки, не существующих реально для большинства кристаллов, новое для геохимиков понятие энергии атомизации. Благодаря этому решению вопросы расчетов характера химической связи и применения понятия энергии атомизации нашли отражение в новаторской кандидатской диссертации В.И. Урусова, успешно защищенной им в начале 1966 г. В конце того же 1966 г. на совещании, собранном А.П., перед лабораторией кристаллохимии была поставлена сложная задача, в решении которой, как заявил А.П., остро нуждается геохимия - проблема изоморфизма. Сразу после этого В.С. Урусов стал знакомиться с разрозненными и неизвестными до тех пор кристаллохимикам публикациями по проблеме смесимости разных химических элементов в кристаллических фазах и уже через несколько месяцев подготовил свою первую статью по этой теме, доложив А.П., что подобрал «ключ» к решению проблемы изоморфизма для широкого круга кристаллических веществ, включая оксиды, силикаты и др. с использованием концепции реального характера химической связи и энергии атомизации. В начале 70-х г.г., когда советские автоматические станции сели на поверхность Луны и вернулись на Землю с образцами лунного грунта. Доставка образцов с Луны стала огромным успехом Советской науки и многие сотрудники института под руководством акад. Виноградова сразу включились в исследование неведомого вещества. В. Урусов и В. Нефедов предложили изучить лунный грунт методом РЭС. Директор ГЕОХИ, крайне бережно относившийся к расходованию для исследований хранившегося в его институте уникального материала, распорядился выделить Урусову 50мг ценнейшего вещества в пробирке, что оказалось прелюдией к сенсационному открытию. Анализ спектров принес неожиданный сюрприз. Пик железа раздваивался, указывая на значительную долю металлического железа наряду с наличием окисной и силикатной форм этого металла.

Проверка на американском лунном грунте подтвердила наличие неокисляемого лунного железа. Ученые пришли к твердому выводу, что мельчайшие частицы железа в лунном грунте образовались на поверхности железосодержащих оксидных и силикатных

минералов под влиянием длительного облучения Луны, лишенной атмосферы, солнечным «ветром», т.е. потоком протонов H^+ . Именно они явились факторами восстановления железа до элементарного состояния. Стабилизация частиц железа и их уникальная сопротивляемость окислению на воздухе обязана не только прочному взаимодействию этих частиц с подложкой, но и радикальному изменению свойств такого лунного железа по сравнению с обычным земным железом. Таким образом, по существу это было одним из первых по времени открытий так называемого наносостояния вещества, которое сейчас привлекает к себе пристальное внимание как со стороны чистой науки, так и особенно в области современных высоких технологий. Феномен с мелкодисперсным неокисляемым железом, обнаруженном в лунном реголите был зарегистрированным в качестве открытия №119 в авторском коллективе с участием акад. А.П. Виноградова, В.И. Нефедова, В.С. Урусова, акад. Н.М. Жаворонкова. Двое упомянутых коллег, «зажатые» в почетном перечне ученых с академическими званиями, со временем сами стали академиками Российской Академии Наук.

В 1973 г. академик Виноградов докладывал на заседании Президиума АН СССР результаты изучения лунного грунта. Президент Академии Келдыш довольно рассеянно слушал сообщение до того момента, когда А.П. Виноградов рассказал об обнаруженном неокисляемом железе. Вот тогда то он необычайно оживился и перебил Виноградова словами: «Александр Павлович, что вы нам рассказываете обо всяких пироксенах-плагиоклазах! Ведь если подтвердится, что можно создать устойчивую на воздухе форму железа, это многократно окупит все наши затраты на Космос!» К середине 70-х годов прошлого столетия в картотеке ученого насчитывались тысячи ссылок и кратких рефератов по самым различным вопросам кристаллохимии и энергетики кристаллов, а также по физическим методам изучения химической связи. Помимо этого в его научной библиотеке под рукой находилось несколько десятков книг и тетрадей с конспектами нужных статей по выше-указанной проблематике. В.С. Урусов сознавал, что, обладая уникальным собранием данных по энергетической кристаллохимии, ему необходимо суммировать эти сведения в виде монографии. Книга В.С. Урусова под названием «Энергетическая кристаллохимия» вышла в свет в издательстве «Наука» в 1975 г. Она очень быстро разошлась, заинтересовав не только кристаллографов, но геологов, химиков и даже физиков.

Поскольку некоторые главы этой монографии были подготовлены автором преимущественно по литературным материалам, В.С. Урусов решил развернуть содержание заключительной главы, посвященной энергетической теории твердых растворов, которой ученый занимался в 70-ые годы наиболее активно, в отдельную монографию, которую вначале оформил в виде докторской диссертации. Эту идею поддержали оппоненты докторской диссертации – член-корр. АН СССР Г.Б. Бокий, акад. АН УССР А.С. Поваренных и д. г.м. н. А.С. Марфунин.

После успешной защиты докторской диссертации в 1975 г., через 2 года по этому материалу была опубликована новая монография В.С. Урусова «Теория изоморфной смесимости» (Москва, Изд-во Наука. 1977). Проблемы изоморфизма привлекали внимание В.С. Урусова еще с середины 60-х годов, после памятного ему совещания в кабинете Виноградова, когда решалась судьба нового направления научных работ лаборатории кристаллохимии. А к тому же в 1966 г. он был приглашен участвовать в работе первого Симпозиума по проблеме изоморфизма, собранного в Ленинграде по инициативе уже упоминавшегося проф. В.И. Лебедева. Там В.С. Урусов познакомился и с акад. Николаем Васильевичем Беловым – одним из крупнейших кристаллографов мира, который, как догадался Вадим Сергеевич, был рецензентом тех его статей, которые публиковались в журнале «Геохимия», ибо «невозможно было не определить их автора, так как они были написаны от руки неповторимым «беловским» языком».

Регулярными Всесоюзные Симпозиумы по проблемам изоморфизма стали после Второго Симпозиума, который был уже подготовлен и проведен в ГЕОХИ в 1969 г. по

инициативе В.С. Урусова, выполнявшего роль ответственного секретаря Оргкомитета. Этот симпозиум прошел с явным успехом. Дискуссии породили нешуточные страсти, но новые количественные подходы, одним из главных пропагандистов и инициаторов которых был В.С. Урусов, вызвали к ним острый интерес участников. Скоро стало ясно, что они постепенно возьмут верх над устаревшими классическими представлениями о природе изоморфизма. Последующие симпозиумы по проблемам изоморфизма проходили в разных местах (Киев, 1974 г.; Казань, 1977 г.; Черноголовка, 1981 г.; Звенигород, 1988 г.). Эти научные сборы специалистов сыграли свою немалую роль в координации и объединении усилий очень многих ученых нашей страны (не только геохимиков, но и химиков и физиков), проявивших активный интерес к одному из важных разделов геохимии и кристаллохимии. Такие совещания были хорошей иллюстрацией известной истины об отсутствии границ между различными отраслями науки и о том, что наибольшие прорывы возникают как раз на стыке различных дисциплин. Между тем работа В.С. Урусова по построению количественной теории изоморфных замещений привела его к пониманию природы всех основных эмпирических правил изоморфизма и формулировке ряда новых правил, а также возможности даже предсказывать для ряда относительно простых случаев пределы взаимных замещений в зависимости от температуры и давления. Теперь на повестку дня вставал вопрос о создании количественной модели коэффициентов распределения химических элементов между кристаллами и материнской средой в различных процессах кристаллизации. Это оказалось возможным благодаря тому, что именно смесимость компонентов в кристалле является критической для величины коэффициентов распределения. В.С. Урусову удалось в течение нескольких лет в конце 70-х и начале 80-х годов прошлого столетия создать принципиальные подходы к расчетам коэффициентов распределения из расплавов и водных растворов. Проведенную работу, как отмечал сам В.С. Урусов, можно считать только началом дальнейшей работы, как экспериментальной, так и теоретической, но все-таки это было начало тому развитию науки, о чем мечтали академики В.И. Вернадский и А.П. Виноградов еще в 40-х годах прошлого века. Именно в этой области кристаллохимия наиболее близко подходит к границам с физикой и химией твердого тела и к решению задач насущных задач материаловедения и прикладной химии. По существу она переходит в новый раздел этой науки, за которым к настоящему времени по предложению В.С. Урусова закрепилось название “геохимия твердого тела”. Под руководством В.С. Урусова, был обнаружен неожиданный эффект резкого возрастания величин коэффициентов распределения примеси в области ее микросодержаний по сравнению с теми, которые можно было бы ожидать из общих кристаллохимических соображений и теоретических предсказаний. Ответ удалось получить только при рассмотрении процессов взаимодействия примесных и собственных (тепловых, ростовых и т.п.) дефектов в реальном кристалле. Когда концентрация примеси мала и сравнима с концентрацией собственных дефектов (вакансий, междоузельных атомов, дислокаций) при температурах кристаллизации из расплава или газовой-жидкого флюида, а это обычно сотые или тысячные доли процента примеси в кристалле, тогда большая часть атомов примеси оказывается не изолированными в позициях атома- «хозяина», а связываются прочным взаимодействием с собственными дефектами кристалла в достаточно прочные комплексы (ассоциаты). А это создает дополнительную стабилизацию примесей в кристалле, увеличивая их концентрацию по сравнению с «нормой», что и является основной причиной повышения коэффициента распределения при таких низких содержаниях примеси. В.С. Урусов назвал это явление эффектом улавливания микропримеси дефектами кристаллической структуры. Для подтверждения и более углубленного понимания этого эффекта ученым были организованы экспериментальные исследования в области направленного роста монокристаллов галогенидов и силикатов из расплава. Эти работы продолжались в течение всех 80-х и 90-х годов прошлого столетия и не закончены даже сейчас. Параллельно проводилось усовершенствование моделей взаимодействия

примесей в кристалле и его собственных дефектов (вакансий, междоузельных атомов). Правда, если примесь заряжена относительно иона-«хозяина» (гетеровалентный изоморфизм), то электростатическое происхождение ее взаимодействия с противоположно заряженным дефектом понять нетрудно, и соответствующие уравнения могут быть относительно легко записаны. Но эффект улавливания наблюдался экспериментально и для изовалентных примесей. Природу таких взаимодействий понять было гораздо труднее. Это удалось сделать только много лет спустя, после длительных бесплодных попыток анализа такого эффекта. Оказалось, что в этом взаимодействии основную роль играют упругие напряжения и «возмущения структуры», которые обязательно возникают вокруг примесного атома иного размера или иного электронного строения, по сравнению с тем собственным атомом структуры, который он замещает. В 80-90 г.г. прошлого века В.С. Урусов со своими молодыми коллегами – сотрудниками и аспирантами – изучал различные процессы посткристаллизационного изменения минеральных и синтетических твердых растворов: упорядочение, распад, полиморфизм и др. Ученому удалось наладить рентгенографические, электронно-микроскопические и спектроскопические исследования таких превращений твердых растворов, в некоторых случаях даже *in situ* – при высоких температурах и давлениях. Эти работы были необходимы для уточнения существующих и создания ряда новых геотермометров, геобарометров и геоспидометров, основанных на изучении реальной структуры кристалла и его превращений (распада твердых растворов, полиморфных переходов, «двойникования», кристаллографически закономерных срастаний и т.п.). Эти проблемы изучаются генетической кристаллохимией, которая устанавливает связь кристаллохимии и структурной минералогии с условиями генезиса минералов и горных пород и их последующей историей. В 1980 г. В.С. Урусов был избран заведующим лабораторией кристаллохимии ГЕОХИ им. В.И. Вернадского. В это время его стали приглашать на Геологический факультет МГУ как для руководства аспирантами и дипломниками на кафедре кристаллографии и кристаллохимии, так и для чтения лекций на кафедре геохимии. Первый курс лекций, который В.С. Урусов прочел в университете, назывался «геохимия твердого тела». К 1983 году число его учеников, ставших под его руководством кандидатами наук, превысило тот необходимый минимум, который позволило ему получить ученое звание профессора по специальности «кристалло- химия». В 1983 г. после смерти выдающегося русского ученого в области структурной минералогии академика Николая Васильевича Белова, В.С. Урусову предложили возглавить кафедру кристаллографии и кристаллохимии на Геологическом факультете МГУ. Перспектива занять на кафедре кристаллографии место такого авторитетного ученого высочайшего класса заставила В.С. Урусова по его собственным словам «сильно призадуматься». Ведь он сам считал себя самоучкой в кристаллохимии, не получившим в этой области систематического образования, поскольку заканчивал в университете другую кафедру. Он долгое время оставался довольно далеким от классических методов рентгеноструктурного анализа монокристаллов, на котором, как на краеугольном камне, держится все здание структурной кристаллохимии. Но, видимо, его «самодельному» кристаллографическому образованию были присущи не только недостатки, но и немалые преимущества. Ведь большинство сотрудников кафедры были в то время представителями одной школы и имели очень определенную специализацию в области структурной минералогической кристаллохимии. Хотя В.С.Урусову было ясно, что это направление должно остаться ведущим, но наряду с этим существовала острая необходимость привнесения на кафедру новых идей, новых знаний и новых направлений, к этому периоду выработанных и приобретенных, в том числе, и самим претендентом на должность заведующего.

Летом 1983 г. Ученый Совет геологического факультета МГУ избрал д.х.н., профессора В.С. Урусова заведующим кафедрой кристаллографии и кристаллохимии. С этим крупным ученым, разумеется, не пожелал расставаться и его родной институт ГЕОХИ, где у Урусова оставалась лаборатория, в которой успешно продолжались

исследования в области кристаллохимии и геохимии твердого тела. Более 30 лет В.С. Урусов руководил кафедрой кристаллографии и кристаллохимии. При нем разросся и укрепился дружный коллектив сотрудников различных направлений и специализации. Продолжилась активная подготовка выпускников и аспирантов, творческой молодежи среди новых сотрудников кафедры. За это время на кафедре возникли и по сей день развиваются и совершенствуются несколько новых и важных научных направлений современной кристаллохимии. Так, в частности, был автоматизирован порошковый рентгеноструктурный анализ. Эти усилия совпали с общей мировой тенденцией автоматизации научных исследований. Это позволило, в частности определять структуры тех новых минералов, которые доступны только в мелкокристаллической (порошковой) форме. Были внедрены также специальные методы прецизионных измерений и математической обработки рентгенодифракционных данных для монокристаллов, что позволило перейти от определения кристаллической структуры, т.е. только позиций центров атомов в элементарной ячейке, к отысканию распределения электронной плотности в области между атомами и ряда характеристик химической связи в кристаллах. Под руководством В.С.Урусова на кафедре появились новые современные рентгеновские приборы: С ноября 2004 г. на кафедре функционирует (к. 437) новый порошковый дифрактометр STOE STADI MP, позволяющий на современном уровне проводить рентгенофазовые исследования природных и синтетических соединений. С марта 2008 г. на кафедре введен в эксплуатацию новейший высокочувствительный монокристалльный дифрактометр Xcalibur фирмы Oxford Diffraction (к. 403). В последние 25 лет группа молодых сотрудников, аспирантов и студентов под руководством В.С. Урусова одной из первых в мире начала развивать метод компьютерного моделирования структуры и свойств кристаллов путем минимизации энергии. Успешно продолжая развивать новые подходы, эти исследователи оказались по существу первыми в специальной проблеме моделирования локальной структуры и свойств твердых растворов. Таким образом, в этой области исследований В.С.Урусов вернулся к своим старым работам по развитию теории изоморфизма на более высоком и современном уровне. Кроме того, в последние годы «центр тяжести» работ по моделированию стал перемещаться от чистых веществ и идеальных кристаллов к кристаллам с дефектами (твердым растворам, вакансиям, интерстициям в кристаллической структуре, комплексам дефектов или кластерам). Это очень существенно приближает результаты моделирования к реальной картине существования минерала в природе или в процессе роста и последующего его поведения в технологических условиях. В конце 90-х годов В.С. Урусов в содружестве с В.Л. Таусоном и В.В.Акимовым из Института геохимии Сибирского отделения РАН г. Иркутск подготовил большую монографическую работу по развитию теории изоморфизма, расчетам коэффициентов распределения, эффекту улавливания и другим родственным темам. Она была издана в 1997 году и получила название «Геохимия твердого тела». Эта книга была удостоена медали и диплома Президиума и Ученого Совета ВМО РАН (1999 г.). Оригинальные исследования, поставленные и реализованные на кафедре кристаллографии за годы руководства В.С. Урусовым, закономерно подняли его научный престиж. В 1991 г. он был удостоен премии АН СССР имени академика А.Е. Ферсмана, а в 2006 году - премии им. Е.С.Федорова РАН. В 1994 г. В.С. Урусов был выбран членом-корреспондентом Российской Академии наук по специальности «геохимия», а в 2003 г. его избирают действительным членом Российской Академии наук.



Чествования заведующего-юбилера на кафедре, 2006 год

В 2001 г. его фундаментальные работы по энергетической кристаллохимии и теории изоморфизма удостоиваются Государственной премии РФ в области науки и техники. Он награжден несколькими премиями ВМО РАН, нагрудными знаками «Почетный работник высшего образования РФ» и «Отличник разведки недр». В.С. Урусов - член Национального Комитета российских кристаллографов, председатель Комиссии по кристаллохимии и рентгенографии минералов Российского Минералогического общества. Многие из коллег и учеников Вадима Сергеевича Урусова за последние годы получили зарубежные и отечественные премии и гранты. Показательно, что из 13 аспирантов МГУ - победителей конкурса фонда Сороса 1999 года по наукам о земле – 5 лауреатов оказались аспирантами кафедры кристаллографии и кристаллохимии. В любом поле деятельности людей всегда играл существенную роль человеческий фактор. Отмечая несомненные научные заслуги академика РАН В.С. Урусова, следует подчеркнуть и его привлекательные личностные качества – принципиальность, высокую трудоспособность, исключительно добросовестное отношение к выполняемой огромной работе, благожелательное и корректное отношение к каждому члену руководимого им коллектива, разносторонний интерес, проявленный им к отечественной и мировой литературе, истории, классической музыке, другим видам искусства и знания. Так, в последней монографии В.С.Урусова “Симметрия-диссимметрия в эволюции мира” затронуты и вопросы мироздания, и загадочная природа нарушения паритета правого и левого в неживом и живом веществе и общая эволюция вещества вселенной от галактик и

звезд до природы и человека. В.С. Урусов принадлежит к одному из первых поколений послевоенного периода выпускников Московского Государственного университета им Ломоносова, усилиями которого и его беззаветной преданностью избранной профессии, наряду с выпускниками других геологических вузов и техникумов страны, во второй половине прошлого столетия изучались и осваивались на обширной территории СССР огромные минерально-сырьевые богатства нашей страны. Именно благодаря им сегодня Россия все еще может считать себя крепко стоящей на ногах. И в этой грандиозной работе имеется весомая лепта труда талантливого ученого - Вадима Сергеевича Урусова.