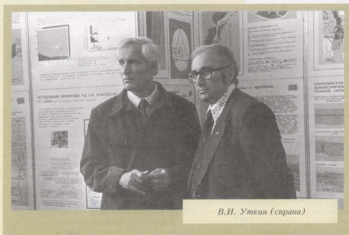


# Воспоминания

ДИРЕКТОР ИНСТИТУТА ГЕОФИЗИКИ УрО РАН, ПРОФЕССОР  
ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ УТКИН (вып. 1958 г.)

## СОРОК ЛЕТ СПУСТЯ СОРОК ЛЕТ СПУСТЯ

научная автобиография выпускника физтеха



В.И. Уткин (справа)

Я держу в руках пожелтевшие страницы своей первой статьи «Системы квантования многоканальных анализаторов амплитуд», написанной по результатам дипломной работы в 1958г. Самое интересное, что из предложенных нами в то время трех типов преобразования амплитуд — линейного, логарифмического и квадратичного — последнее так и не было реализовано до сих пор, хотя с точки зрения метрологии оно идеально: вопервых, все пики полного поглощения гамма-квантов регистрируются с одинаковой погрешностью, во-вторых, за счет квадратичного преобразования увеличивается динамический диапазон измерения энергии гамма-квантов, в-третьих, по отклонению формы пика от стандартной формы можно судить о наличии слабых гамма-линий вблизи интенсивной гамма-линии, повышая тем самым разрешающую способность сантиметрного спектрометра.

В настоящее время создание таких преобразователей не представляет сложной задачи для схемотехники, но в то время, время расцвета электрвакуумного приборостроения, решение этой задачи

было действительно оригинальным, и мы, молодые и нахальные физтехи, создавая многоканальный анализатор амплитуд, даже не понимали, на каком уровне пытались работать. По-иному, даже наш руководитель дипломного проекта Юрий Константинович Худенский, имеющий всегда (и до сих пор, в почти 70-летнем возрасте) невероятное количество необычных идей, не понимал в полном объеме значения работы, на которую он нас подрадил. Оценка нашей работы пришла с другой стороны — она была отмечена медалью Минвуза. Ее мы тоже не оценили вовремя, так как к тому времени мы уже трудились и зарплата была основной нашей проблемой, как и для всех молодых специалистов. Из нашей «обидеделенной» команды двоих уже нет в живых. Очень рано покинули нас Женя Панков и Игорь Ребрин, но память хранит их живые образы как воспоминание о лучших днях нашей жизни — последних годах учебы на физтехе. Сегодня, когда я читаю лекции студентам, я всегда им инуюю, что те трудности, которые им кажутся непреодолимыми сейчас, это ничто по сравнению с будущим: что годы учебы в ин-

ституте являются годами их становления как специалистов и поэтому являются их лучшими годами, поэтому нельзя терять время впустую, ибо время есть вектор, направление которого не изменяется, и утерянное времени не вернуть.

Сейчас, много лет спустя, можно сказать, что нам очень повезло на учителей. В 50-х годах в УПИ на физтехе преподавали будущий академик Н.Н.Красовский, будущий академик В.П.Скрипов, профессора Г.В.Скороцкий и П.С.Зыринов, доценты А.С.Виглин, И.М.Волк, Я.А.Арест, К.С.Гришин, К.А.Суханова, молодые выпускники физтеха Ю.К.Худенский, В.М.Еленский, А.А.Кожин. Даже такую, с сегодняшней точки зрения «неразумную» науку, как «Основы марксизма - ленинизма», преподавал блестящий риторик Кин (к сожалению, я не помню его имени). Семинарские занятия у Кима были увлекательные, поучительные, заставляли думать и размышлять. Он сумел заложить в нас не догмы теории коммунизма, а творческое отношение к любой теории общественного строя, за что я лично был ему благодарен, когда в 70-х годах мне пришлось отбиваться от неграмотных, но власть имущих «партайгеноссе».

40 лет назад Юрий Бурдин и я были приняты на работу в Институт геофизики Уральского филиала Академии наук СССР (ныне Институт геофизики Уральского отделения Российской Академии наук), в лабораторию ядерных методов разведки, которой руководил организатор Института геофизики профессор (с 1971г. член-корреспондент РАН) Юрий Петрович Булашевич. Оглядываясь на прошедшие годы, интересно вспомнить, как изменялись наши подходы к решению научных проблем, как возникали сами решения, подчас неожиданно, во сне, в городском транспорте, по ассоциации с различными явлениями в природе и быту, во время «перекуров» и дружеских вечеринок. До сих пор я не знаю, когда, в какой момент времени, в каком мне это в голову придет решение задачи. Это таинство нашего подсознания, надо только немного сделать — оставить его работать.

Непосредственным нашим руководителем был неподражаемый Георгий Ин-

рофанович Воскобойников (1913-1990), который сразу поставил перед нами задачу создания прецизионного скважинного сцинтилляционного гамма-спектрометра для ядерно-геофизических исследований. Не представляю, как мы тогда работали, как выдержали такой бешеный темп, но в полемное

сезоне 1960г. прибор этот мы испытали. Спектрометр имел кодоимпульсную передачу информации от скважинного прибора на поверхность. Сделав такую машину было достаточно сложно, и тем более сложно было добиться его надежной работы, но мы были вознаграждены. Впервые в мировой практике в условиях скважины было получено спектральное распределение рассеянных гамма-квантов относительно малой энергии (менее 100 кэВ). Тем более, что в те годы даже существовала теория о невозможности регистрации гамма-квантов с энергией менее 200 кэВ в скважине. Впервые в мировой практике был применен скважинный прибор с выносным измерительным блоком, обеспечивавшим не-

искаженную передачу распределения гамма-квантов, рассеянных горными породами. Расчет этого измерительного блока был моей экзаменационной работой перед старшим коллегами. Оказалось, что этот расчет предлагался нескольким молодым сотрудникам института, но я был единственным, кто расчет сделал быстро и правильно, за что спасибо моим институтиным учителям. Вообще в то время в Институте геофизики было много, как говорят сегодня, «прикольных» заданий для молодых. Например, профессор Ю.П. Булашевич мог с озабоченностью в голосе просить молодого сотрудника продифференцировать некоторую «хитрую» функцию, пописать вроде бы простую справку и т.п. Спустил много лет он признался, что таким образом хотел, с одной стороны, проверить наши знания, а с другой — ввести в нас уверенность при проведении научных исследований. Расчет скважинного прижимного измерительного блока как раз относится к таким «хитрым» заданиям.

Работы Института геофизики начала 60-х годов оказали громадное влияние на состояние ядерной геофизики. В настоящее время в мире не существует скважинных приборов без прижимного измерительного блока, предназначенных для исследований скважин различных гамма-методами. Это рассматривается как

классика, и я рад, что в начале своей научной деятельности принимал участие в создании этой классики.

Другое наше предложение оказалось преждевременным. Наш спектрометр с кодоимпульсной модуляцией, как говорится, «не пошел». Слишком сложная и ненадежная была электроника, выполненная на электронных лампах. Однако начиная с 90-х годов несколько зарубежных фирм с успехом перешли на кодовую модуляцию, которая сейчас преобладает в скважинной аппаратуре, выполненной уже на интегральных микросхемах. Значит, наша идея была не так уж и плоха.

При конструировании скважинных спектрометров мы с Ю.Б. Бурдиним придерживались концепции анализа сигнала сцинтилляционного детектора в скважинном приборе, что позволяло существенно снизить погрешности, связанные с передачей амплитудной информации по геофизическому кабелю, длина которого достигала в 60-х годах 600—800 км. В те времена не существовало геофизических кабелей с коаксиальной парой и наш подход позволил детально исследовать в условиях скважины распределение рассеянных гамма-квантов в диапазоне энергий от 20 до 300 кэВ.

В начале 60-х годов нами было сконструировано несколько моделей малокалорийных скважинных спектрометров уже на основе полупроводниковых приборов. Эти спектрометры выпускались относительно простыми и высокой надежностью использовались многими исследователями. Мы изготовили аппаратуру для Горного Алтая, Казахстана, Узбекистана, Таджикистана. В итоге Киевский СКБ геофизического приборостроения в 1965г. на основе наших разработок была выпущена опытная серия скважинных спектрометров. К этому времени немалого разошлись наши научные интересы с Ю.Б. Бурдиним. Я увлекся исследованием сред малого и среднего атомного номера гамма-гамма методов, изучал формирование спектра рассеянного гамма-излучения в этих средах на малых расстояниях от источника излучения, определял условия формирования максимума в спектре рассеянного гамма-излучения. Практическим выходом этих работ было предложение по исследованию угольных пластов в естественном залегании. Первые же испытания метода были успешны, что позволило защитить в 1965г. кандидатскую диссертацию.

Дальнейшая моя научная работа проходила как бы в двух плоскостях. С одной стороны, я продолжал развивая идеи, изложенные в кандидатской диссертации, продолжал изучение тонких эффектов рассеяния гамма-квантов малых энергий, изучал возможность использования выявленных закономерностей для исследования строения угольных пластов непосредственно в скважине, определения зольности угольных пластов,

выявления различных помех, которые связаны как с измерениями в скважинах (каверны, глинизация пластов и т.п.), так и со свойствами самого угольного пласта: непостоянство химического состава золы, минерализация пласта и т.д. В это время было предложено новое направление исследований, которое мы назвали микро-гамма-гамма каротаж. В этих исследованиях активно участвовал безмерно уважаемый Василий Ермаков, который не успел защитить практически готовую кандидатскую диссертацию. На основе наших аппаратурных и методических разработок был организован выпуск серийной аппаратуры на Киевском заводе геофизического приборостроения. Завод выпускал практически копии наших приборов. Вся коррекция документации свелась к смене нормалей на чертежах да замене устаревших электронных элементов, поскольку в это время элементная база в Союзе стремительно развивалась. Тем не менее, прибор три раза модифицировался и выпускалось много лет. В отдельные годы выпускалось до 100 комплектов в год, что для скважинной ядерно-геофизической аппаратуры весьма солидно. Много приходилось быть в командировках, связанных с обучением производственников нашему методу и аппаратуре. К середине 70-х годов в бывшем Союзе создавалась такая ситуация, что мы практически уже не могли контролировать применение предложенного нами метода при изучении угля в естественном залегании: наша методика и аппаратура (спасибо Киевскому заводу) применялись для разведки и разведки угольных пластов практически на всех угольных месторождениях СССР. Часть приборов завод продал в Чехословакию, Польшу, ГДР. Итогом этой работ была моя докторская диссертация, представленная нашему ученому совету в 1975г. Однако защита диссертации произошла значительно позже по двум причинам: во-первых, в Свердловске не было Совета по защите соответствующего профиля (в то время в городе было всего три (!) докторская наук по нашей специальности, да и сейчас, наверное, всего только шесть-семь), во-вторых, в это время проходила реформа системы аттестации (системы ВАКа), многие советы были закрыты, многие меняли направление. Короче говоря, диссертация пролежала в Москве три года, пока ее приняли к защите. Причем оказалось, что за время этой принудительной выдержки диссертация не только не устарела, а материал стал более актуальным в связи с продолжающимся серийным выпуском нашей аппаратуры. Пришлось к защите добавлять новый материал по применению нашего метода в условиях угольных месторождений Дальнего Востока, Сахалина и Якутии.

Близке к защите я впервые столкнулся с недоброжелательным отношением некоторых научных школ к нашим дости-

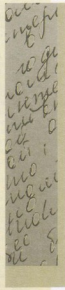
жения. Меня обвинили в том, что наши работы по микро - гамма - гамма методам не новы (слава богу, что не обвинили в плагиате), поскольку вышли в один год, но позже статьи моих оппонентов, хотя они прекрасно знали, что все наши работы были выполнены за пять лет до нашей статьи. Мои оппоненты, правда, не знали, что по данной теме мы получили еще пять лет назад два авторских свидетельства, которые долгое время были закрыты и оппонентам были неизвестны. Дело в том, что за десяток лет работы над темой исследования уольных пласток мы получили более двух десятков авторских свидетельств на изобретения, как на методические, так и на аппаратные разработки. При этом большинство из этих авторских свидетельств были закрыты в соответствии с действовавшим в то время положением, поэтому многие наши публикации в научных журналах выходили с большим опозданием, которое было связано со снятием грифа секретности с авторских свидетельств. В итоге я защищаясь в Москве с отрицательным отзывом из Ленинграда. Многие детали защиты уже стерлись из памяти, но мне потом говорили, что это была «настоящая защита», где были и скользкие вопросы, и сарказм по поводу моих оппонентов, и которые не удосужились прочитать описание авторского свидетельства, и многие другие. Совет проголосовал единогласно за присуждение ученой степени, и эта защита оказалась очень хорошей школой для меня. Я понял на собственной опыте, что сделать хорошую работу недостаточно, надо еще и убедить своих коллег, доказав им, что это действительно хорошая работа. Поэтому когда я слышу обиженные голоса некоторых докторантов, что их «завалили», что их не так поняли, я думаю, им надо бы помнить завет Резерфорда: «Если вы не можете объяснить своей худшей проблеме, над которой работаете, значит, вы сами не понимаете, чем вы занимаетесь». Мне приходится много работать с соискателями различных степеней и часто приходится доказывать им, что есть главное в их работе, на что надо обратить особое внимание, что является «изюминкой», а что просто красивое оформление. К сожалению, многие руководители аспирантов не обращают внимания на речь своих подопечных, на то, как они представляли свои научные достижения, как ведут себя в процессе научной дискуссии. Для меня всегда был примером мой учитель Г.М.Воскобойников, который всегда, даже в самой повседневной работе, искал здоровое зерно и, удивительно, всегда его находил. Его выражение, что в данной работе «есть о чем поговорить», стало уже нарицательным в нашей научной жизни.

Говорят, что защита докторской диссертации — это подвиг. Тогда надо сказать сразу, что на этот подвиг меня вдохновил также выпускник физтеха, профес-

сор Ю.В.Егоров. Я встретил его через некоторое время после его защиты докторской диссертации и спросил, как ему удается диссертации писать, да еще и защищать их при невероятном дефиците времени. Мудрый Ю.В. ответил, что для защиты докторской диссертации надо иметь хороший научный багаж, немного нахальства и достаточно организованности. Багаж и немного нахальства я имел, пришлось добавить организованности, вот и получилась диссертация. Тем не менее, написание диссертации на тему ядерно-геофизических исследований, подготовка к ее защите и в дальнейшем ее защита были для меня чем-то вроде хобби. Дело в том, что начиная с конца 60-х годов в Институте геофизики стала развиваться космофизическая тематика. Моя группа увлеклась этой темой, и в 1972 году в институте уже работала станция космических лучей в составе нейтронного монитора, мезонного телескопа и ионизационной камеры. Причин обработка данных наблюдений осуществлялась самой лучшей на то время малой ЭВМ типа «Наир». Приходилось наравне со старой тематикой заниматься и космофизической темой. Причем природа, если можно так выразиться, баловала нас. В августе 1972 года наблюдалась одна из крупнейших серий вспышек на Солнце и, соответственно, магнитных бурь на Земле. К слову, такие мощные бури в нашем столетии наблюдались только три раза. Наша станция была единственной на пространстве от Москвы до Иркутска, которая фиксировала так называемый эффект Форбуша в космических лучах, что позволяло более точно рассчитать структуру межпланетной ударной волны, раскачавшей нашу магнитосферу.

В 1973г. в Институте геофизики была организована лаборатория космических лучей, и я был избран ее заведующим. Новые заботы, конечно, отодвинули несколько подготовку диссертации, но я вскоре понял, что космофизика «не моя любовь». Мироздание, несомненно, интересная вещь, но для людей более спокойных, более уравновешенных, чем я. Поэтому, когда в 1976г. мне предложили возглавить Отдел геофизического приборостроения (ОГП), я согласился, поскольку эта область деятельности мне была значительно понятней и ближе.

За 10 лет, что я руководил отделом приборостроения, мы выполнили много оригинальных разработок, наибольший интерес из которых представляла ССПИ (система сбора и передачи информации). Основная идея системы состояла в сборе низколетящим спутником (высота 200—250 км) геофизической ин-



формации, которая фиксировалась автономными многопараметровыми станциями (буями), расположенными на земной поверхности. Фактически, выражаясь современным языком, спутникалась к разработке спутниковая система геофизического мониторинга. Реализация системы предполагалась в крайне труднодоступных условиях, при исследовании в районах Крайнего Севера и т.п. Разработка системы была включена в программу «ИНТЕРКОСМОС». На нашу долю выпало создание подспутниковой аппаратуры (автономные станции — буи), регистрирующей вариации магнитного поля и поле сейсмических волн. В 1978 г. был проведен первый крупномасштабный эксперимент — «СЕВЕР-78». Автономные станции размещались в тундре, в районе станции Лаборатория (приблизительно на 150—180 км севернее Салехарда). Наземная станция приема сигналов со спутника была установлена в Салехарде. Экспе-

римент проводила большая интернациональная бригада из четырех стран, в разработке наземной станции принимали участие сотрудники Академии наук ЦДР, ЦСР и ВНР. От России участвовали сотрудники Института космических исследований, Института земного магнетизма и нашего Института геофизики. На первом этапе работы специально оборудованный самолет, несущий спутниковую аппаратуру, принимал информацию с автономных станций и немедленно передавал ее на наземную базу. При этом обрабатывался прием сигналов, поступающих под малым углом к земной поверхности. Затем самолет сбрасывал накопленную ранее информацию уже над Салехардом, и сопоставлялись результаты этих экспериментов. В качестве реальной задачи исследовалось небольшое геомагнитное месторождение методом геомагнитных вариаций. В течение месяца были изучены практически все возможности разработанных макетов аппаратуры. Отчет по данному эксперименту был защищен с оценкой «отлично» на комиссии «ИНТЕРКОСМОС». Дело осталось за спутником. И тут нас ждало горькое разочарование: из трех запущенных под эту программу спутников ни один не обеспечал надежной работы. Как потом я понял, дело было не в неудачной конструкции или схемотехнике, а чисто в организационной неразберихе, которая наблюдалась при подготовке программы в «ИНТЕРКОСМОС». В результате программа ССПИ была снята, но я думаю, что идеи, которые были заложены в ССПИ, живут, и мы сегодня наблюдаем

новый всплеск спутниковых программ активного наблюдения с использованием подспутниковой аппаратуры. Развитие спутниковой телефонии позволяет в настоящее время без особых трудностей реализовать программу ССПИ, но пока нет заказчика. Надеюсь, что с ростом потребности в глобальных геоэкологических исследованиях программа ССПИ будет выполнена в лучшем варианте.

На основе программы ССПИ была разработана наземная станция для геофизических исследований. Впервые на этой станции параллельно работали три ЗВМ типа ДВК-3 (лучшее, что было в то время в Союзе) для приема и обработки сигналов. По внешнему временная мощность этих ЗВМ смехотворно мала, но те работы показали всем нам, даже скептикам, что будущее экспериментальной геофизики только при использовании портативных ЗВМ. Проведенные с данной аппаратурой эксперименты по электромагнитному зондированию, по измерению геоакустических шумов показали перспективность выбранного направления геофизического приборостроения.

Одним из наиболее талантливых разработчиков аппаратуры в Отделе геофизического приборостроения был выпускник радиотехнического факультета УПИ В.Н.Овчинников. Он активно участвовал в разработке комплексов ССПИ и приобретенный опыт полностью использовал при разработке автоматизированной аппаратуры для метода искусственного подмагничивания — МИП. Созданные в Отделе наборы пользовались заслуженным успехом у геофизиков Южного Урала и Восточной Сибири.

Очень интересной была разработка автоматизированного протонного магнитометра, в котором использовались интересные идеи бывшего нашего физика В.М.Рыжкова. Была выпущена серия из пяти приборов, которые прошли всестороннюю проверку в полевых условиях. Приведенная погрешность приборов составляла  $\pm 0.03$  нТл, что для 80-х годов казалось недостижимой точностью. При использовании этих приборов был проведен уникальный эксперимент по изучению влияния приливных движений Земли на магнитные свойства железных руд.

Вообще идея о влиянии приливных движений на свойства верхней части земной коры была очень модна в конце 70-х начале 80-х годов. В институте активным сторонником этой идеи был наш новый

(с 1976г. по 1986г.) директор — Б.П.Дьяконов. По его техзаданию в ОГП была разработана автоматизированная аппаратура для исследования вариаций электрического сопротивления верхней части земной коры. Ответственным исполнителем темы был выпускник нашего радиофизика И.М.Федоров (сейчас доктор технических наук, работает в Красноярске). Аппаратура получилась очень удачной: погрешность определения сопротивления не превышала 0.2%. Автоматическая градуировка измерительного тракта позволяла снизить до минимума различные методические погрешности, которые часто возникали при полевых работах. Однако судьба прибора была несчастлива. Дело в том, что электросопротивление изменялось от множества факторов, например, в районе Полевского на временной диаграмме четко отмечался приход ударной волны от промышленных взрывов, проведенных в Асбесте: сопротивление изменялось от уровня дождей осадков, но только не от приливной волны. Директор потерял интерес к прибору, который «измеряет не то, что нужно».

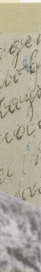
Все разрабатываемые ОГП приборы имели элементы автоматической настройки, калибровки и предварительной обработки полученных данных, некоторые имели и встроенную память, обеспечивающую хранение до 4000 измерений. Работа с такими приборами предъявляла новые требования к обслуживающему персоналу, новые подходы к осмыслению полученных результатов. Как сказал один из операторов автоматического протонного магнитометра, он может теперь спокойно думать о вариациях магнитного поля, а не вычислять погрешности аппаратуры. Поэтому я думаю, что разрабатываемая нами аппаратура сумела изменить мировоззрение полевых геофизиков-экспериментаторов и показала удобство получения калиброванных данных в цифровом виде вместо длинных бумажных лент фоторегистраторов. Хотя до сегодняшнего уровня было очень далеко.

В 1986г. бессменный руководитель лаборатории ядерной геофизики с 1958г., член-корреспондент РАН Ю.П.Булашевич, уходил в отставку. Одновременно он предложил мне заменить его на этом посту. Так я вернулся в лабораторию, в которой начал свою научную деятельность. 1986 год был годом перестройки, и мы все питали иллюзии о повышении роли науки, об изменении отношения к ней. В лаборатории мы также решили несколько перестроить отношение к своей работе. Коллектив был активный и работоспособный, но отношение к собственным работам было не очень уважительное. Мы составили планы подготовки диссертаций, приема в аспирантуру и еще план освоения вычислительной техники на уровне уже персональных ЗВМ. В лаборатории появились две персональные машины Хьюлетт-Паккард первого поколения, ко-

торые понимали только Бейсик, но это были уже действительно персональные машины: не надо было готовить перфокарты, перфоленты, ездить на поклон к математикам и т.д. И эти простенькие машины совершили переворот в сознании наших сотрудников. Все, что можно было считать, считалось, машины работали в две смены, и результаты не замедлили сказаться. В.В.Бахтерев быстро обработал материал за много лет и представил докторскую диссертацию, в которой предложил использовать для нейтронных методов каротажа такие обобщенные параметры, как длина замедления нейтронов, время жизни и т.п. Молодые сотрудники И.В.Шульман, И.И.Коскич, В.Ю.Давыдов были включены в работу. Методологическое обеспечение для уранового гамма-гамма каротажа, разработанное И.В.Шульманом (истат, тоже физтек), до сих пор не имеет аналогов. Например, представьте себе алюминиевый блок с плотностью  $1.2 \text{ г/см}^3$ , или диоксидный сплав железа с алюминием. Стандартные образцы плотности и эффективного атомного номера, а также методики их применения были утверждены на уровне Комитета стандартов и Министерства геологии. И.И.Коскич окончательно разработал в микро- гамма- гамма методе. Рассмотрел все возможные ситуации с точки зрения статистики, и когда геологи давали ему для тестирования набор гранитоидов с различной структурой, он обнаружил у них ошибку при оценке структурного фактора. Это произвело такое большое впечатление на руководителя данных работ профессора В.Н.Сазонова, что он, по профессии геолог, пожелал быть оппонентом чиста геофизической диссертации И.И.Коскича. Это была одна из немногих кандидатских диссертаций, которую оппонировали два доктора наук.

Интенсивная работа дала свои результаты. За пять лет было подготовлено и защищено две докторские (Ю.В.Хачай, В.В.Бахтерев) и четыре кандидатские диссертации. Вместе с традиционными направлениями в лаборатории появились новые задачи. Во-первых, использование главных нейтронных параметров горных пород позволило не только традиционно определять содержание отдельных элементов в руде, но и исследовать околорудные интервалы, зоны измененных пород и т.п., во-вторых, проведение комплекса работ по геотермике, по исследованию распределения естественных радиоактивных элементов и исследованию распределения радиогазов позволило по-другому взглянуть на проблемы геоэкологии; в-третьих, развитие методов гамма- гамма каротажа дало принципиально новые результаты, в-четвертых, мы получили заказы из-за рубежа, что позволило нам приобрести новую вычислительную технику. Нам казалось, что так будет всегда, но наступил 1992г.

Когда наступает кризис, он поражает всех, потому что он поражает систему. Уже в конце 1991 г. резко уменьшились ассигнования, увеличилась инфляция, и в конце первого квартала 1992г. мы были просто нищие. В Институте была львиная доля увольнений и сокращений штатов. Оставшиеся ставки перераспределили, но утратиться за инфляцией было невозможно. Я всегда очень тяжело расстается с сотрудниками, тем более что мы провели отличную пятилетку. Выход из создавшегося положения предложил И.И. Кослякин: «Надо создать фирму и брать любые научные заказы, зарабатывать на том, что мы умеем хорошо делать». Фирма РИФТЕК была создана в апреле 1992г., просуществовала пять лет, и я был все время ее директором. В первые год — два мы выполняли не только традиционные геофизические работы, но делали все, на чем можно было заработать деньги: определяли pH на садовых участках, измеряли для железячек объемную концентрацию радона в помещениях, изготавливали вакуумные проботборники и т.д. и т.п. Через РИФТЕК оформляли договоры и другие лаборатории, потому что за счет малых накладных расходов и сокращения налогообложения мы получали наличными до 80 — 82 % от суммы договора. Фирма РИФТЕК помогла нам сохранить основные кадры лаборатории. «Утечка мозгов» в нашей лаборатории была минимальной по институту. Тем не менее насилие в институте ученые, которые негодуют, что по нашей лаборатории был самый маленький процент «усылки».



Академик П.Калица заметил, что чем лучше условия для работы ученых, тем менее интенсивно они работают, и наоборот. Действительно, кризисная ситуация положительно сказалась на отношении к делу практически всех сотрудников. Первое, что сразу бросилось в глаза, все стали ценить время. Кончились бесконечные перекуры и окопачная болтовня, полевые работы стали проводиться с высокой интенсивностью, стали экономить практически во всем. И самое интересное, что стали появляться принципиально новые идеи.

Работы по экологической тематике начались как выполнение разнообразных заказов для фирмы РИФТЕК. Однако в процессе этих работ стали возникать необычные проблемы, связанные с распространением и переполнением загрязнений, влиянием на эти процессы геолого-геофизической обстановки в исследуемом регионе. Подробное изучение развития

катастрофического события 1957г. на ПО «Маяк» (Челябинская обл.) и последующего переноса радиоактивного облака показало, что это облако формировалось под воздействием двух факторов: во-первых, воздушного потока, что давно признавалось, и, во-вторых, под воздействием геомагнитного поля, которое фокусировало ионизированное движущееся радиоактивное облако, не позволяя ему рассеиваться. Это привело к заметному увеличению плотности радиоактивных выделений по центральной оси движения облака, что в отсутствие магнитного поля не произошло бы, да и облако рассеивалось бы интенсивнее, уменьшая плотность выделений.

Изследование процесса переноса радиоактивных отходов от старых реакторов БАЗС, которые в большом количестве были аккумулированы в Ольховском болоте, показало, что необходимо внимательно изучать гидрогеологическую ситуацию в зонах разломов, прежде чем выбирать место для депонирования радиоактивных отходов. Ольховское болото оказалось расположенным в зоне главного глубинного разлома. Воды глинбинного разлома, поднимаясь вверх, вымывают из болота депонированные в нем радиоактивные отходы, а река Пышма переносит эти вещества до пересечения руслом глубинных разломов, в которых, наоборот, происходит фильтрация наземных вод. Поэтому донные осадки в зонах этих разломов имеют удельную радиоактивность практически того же порядка, что и в русле р.Ольховка. Измерения последних лет показали, что имеется тенденция к увеличению радиоактивности донных осадков в этих зонах, а значит необходимо местным администрациям вместе с БАЗС делать соответствующие выводы.

Изследования радиоактивного загрязнения в районах подземных ядерных взрывов (Пермская обл.) показали, что кроме исследуемых обычно загрязнений подземных вод существуют и другие факторы, ухудшающие радиационную обстановку в этих районах. Во-первых, землетрясения, вызываемые подземными взрывами, приводят к увеличению проницаемости земной поверхности, увеличению проницаемости местных разломов и, как следствие этого, увеличению выделения радона из недр. Практически все участки поверхности земли, расположенные над точками взрывов и на расстоянии несколько километров от них, стали радиоопасными: концентрация радона в почвенном воздухе составила 10—15 тыс. Бк/м<sup>3</sup> при фоновых значениях 200-300 Бк/м<sup>3</sup>. Во-вторых, при взрыве образуется большое количество радиоактивного газа криптон-85, который, накалившись в полостях после взрыва, иногда вырывается на поверхность, создавая критическую ситуацию. Обнаруженные нами особенности распространения радиоак-

тивных загрязнений дали начало новому направлению исследований — изучение взаимодействия радиоактивных выделений с геолого-геофизическими особенностями среды.

Повышение точности измерения температуры в скважинах и расширение геотермальных исследований по нашей региону послужили основой для создания новой карты тепловых потоков Урала и сопредельных областей, а, соответственно, и новым идеям о влиянии морфологических блоков земной коры и петрофизических свойств горных пород на тепловое поле Урала (И.В.Ладовский, В.А.Щапов). Теоретические исследования И.В.Ладовского изменили многие уже устоявшиеся взгляды на формирование температурного поля в скважине, что позволило по-новому интерпретировать полученные за много лет результаты. Эти исследования, при комплексировании их с изучением потоков радиогенных газов, привели к новой идее формирования Уральской структуры в палеозое (приблизительно 300 млн. лет назад) при встрече двух плит: восточноевропейской и сибирской (А.К.Юрков). Накопленный скважинный материал по распределению температур на Урале оказался хорошим фундаментом и для проведения реконструкции температурной истории региона (А.Ю.Демежко). Расчеты показали, что влияние поверхностных температур распространяется до глубины 2000 метров. Кроме того, потепление, которое нас пугают, оказывается, уже было в истории Земли и оно не было связано с цивилизацией. Все эти результаты позволяют по-новому взглянуть на историю Урала, провести реконструкцию его строения, а, соответственно, предложить новые идеи поиска месторождений полезных ископаемых. Например, несколько лет назад А.К.Юрков на основе предложенной им гипотезы образования Урала предложил схему поиска коренных месторождений уральских алмазов. Все отнеслись к этому прогнозу как к хорошей шутке, но уже есть сведения, что существуют и другие предпосылки поиска алмазов в указанном А.К. Юрковым на кончике пера районе. Измерение нами теплового «следа» Урала стало некоторым критерием оценки достоверности при интерпретации других методов геофизических исследований.

Изучение радиогенных газов (гелий, аргон-40, радон) было традиционной темой лаборатории. Еще в 70-х годах Ю.П. Булашевич с сотрудниками показал, что аномальные содержания гелия связаны не с аномальным содержанием урана или тория, как это обычно считалось, а с разломной тектоникой верхней части земной коры. Продолжение этих исследований уже в 90-х годах привело к новым неожиданным результатам.

В 1986 году сильный взрыв потряс Березниковское месторождение алмаз-

ных солей. В результате взрыва образовалась воронка диаметром около сотни метров и глубиной несколько десятков метров. При этом была нарушена так называемая водоэскапная толща, которая не позволяет подземным водам проникать к соляным пластам месторождения и размывать их. Вода кламента вниз, верхняя часть соляных пластов растворилась и вода затопила шахту. Убытки только от потери добычи соли составили около 5 млрд. руб. в год в тех ценах. Поэтому когда в январе 1995г. техногенное землетрясение заставило вздрогнуть Соликамский соляной рудник, немедленно встал вопрос о контроле целостности водоэскапной толщи месторождений калийных солей, но и прогнозировать разрушения этой толщи. Сей-

женной в Париффиде и регистрирующей массу геофизических параметров земной коры, он с грустью заметил: «Множество аппаратуры в обсерватории связано с тем, что мы, по правде, сами не знаем, что мы хотим измерить».

Приблизительно в такой вот научной ситуации в лаборатории начались работы по прогнозу сейсмических событий. Надо сказать, что мы были не новички в данной проблеме, поскольку в 80-х годах принимали активное участие в обсуждении проблем горных ударов на Северуральском бокситовом руднике (СУБР). Когда стало ясно, что в условиях работающего рудника большинство геофизических методов не дают надежных результатов ввиду большого уровня самых разнообразных помех, мы вернулись к измерению радиогенного газа — радона. Руководящими для нас были данные В.И. Улюмова, полученные еще в 1966г. при анализе предвестников Ташкентского землетрясения. Результаты В.И. Улюмова были повторены во всем мире многими исследователями, которые утверждали, что перед сейсмическим событием концентрация радона в подземных водах резко увеличивается и момент землетрясения наступает после прохождения максимума концентрации. Этот факт отмечен даже во всемирно известной энциклопедии «Британика».

Однако с подземными водами в условиях шахт всегда имеются проблемы, поэтому мы рассудили следующим образом. Радон попадает в подземные воды из массивов горных пород, значит можно измерять просто выделение радона из массива в сухую скважину. Кроме того, такой метод измерений легче поддается автоматизации. Как и полагается при геофизических исследованиях, было поставлено два датчика: один на забое, практически рядом с эпицентрами горных ударов, другой для сравнения вдали, как говорится, «в нормальной поле». Однако первые же результаты оказались довольно неожиданными. Концентрация радона в обеих измерительных точках существенно изменялась и не желала подчиняться известным закономерностям. Детальные исследования этого феномена показали, что в зависимости от расстояния от будущего эпицентра горного удара наблюдается пространственная зональность выделения радона из массива горных пород. Вблизи от будущего эпицентра (в радиусе около 100 м) концентрация радона уменьшается в 3—4 раза. Эта зона была названа «ближней», или «зона сжатия». На расстояниях более 500м, наоборот, концентрация радона увеличивается в 6—10 раз. Эта зона была названа «дальней» — или «зона растяжения». В промежуточной области (от 100 до 500м) изменение концентрации радона в наблюдаемой скважине невелико и не имеет каких-либо закономерностей. Таким образом, обнаруженное нами в шахтах

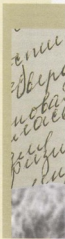
выделение пространственной зональности выделения радона имеет явно выраженную нелинейную характеристику. Такая характеристика называется в радиотехнике «кривой».

Теоретическая задача о миграции частиц с ограниченным временем жизни (период полураспада радона составляет 3,825 дня) в трещиновато-пористой среде при знакопеременном давлении на эту среду оказалась достаточно сложной для решения. Только буквально в последние дни, после нескольких лет мучений, получен удовлетворительный результат, который воспроизводит рельефную характеристику процесса.

Неизвестно, когда мы обратились вплотную к проблеме землетрясений, если бы не профессор Дж. Раймер из США, известный специалист по радону. Мы написали ему письмо, в котором рассказали о наших работах по радону и попросили прислать труды последней конференции Геологической службы США (1991г.). Раймер любезно прислал нам этот труд и обратил внимание на описание результатов проекта, который руководил Чи-Ю Кин. Проект действительно был уникальным. В течение 8 лет (с 1976 по 1984 год), в 60 наблюдательных скважинах, расположенных вдоль разлома Сан-Андреас, регистрировались временные изменения концентрации радона. Целью проекта было выявление радонных предвестников землетрясений. В заключение своей статьи Чи-Ю Кин пишет, что действительно наблюдаются изменения концентрации радона перед землетрясениями, но вывод о надежных и четких корреляционных связях сделать невозможно.

Первое, на что мы обратили внимание при знакомстве с этим материалом, что кривые вариации концентрации радона, зарегистрированные в Сан-Андреас, по внешнему виду практически совпадают с кривыми, которые были получены нами в шахтах при изучении горных ударов. Поскольку по старой теории Джильберта-Рейли землетрясение, как и горный удар, является следствием упругой отдачи массива горных пород, мы решили применить для обработки данных по землетрясениям методику, которая ранее применялась нами при исследовании процесса подготовки горных ударов.

Процесс подготовки землетрясения был изучен для 25 событий с магнитудой от 4.0 до 5.8. На карте района исследований были выделены зоны сжатия («ближняя» зона, в которой концентрация радона уменьшалась), зоны растяжения («дальняя» зона, в которой концентрация радона увеличивалась) и промежуточные, или нейтральные, зоны, в которых не было явных изменений концентрации радона. Однако у нас не было данных по координатам эпицентров землетрясений. Мы обратились непосредственно к Чи-Ю Кину, который прислал нам эти



челом месторождения газовым мониторингом занимается молодая выпускница Горной академии И.А. Козлова. Результаты ее исследований получили одобрение на многих Всероссийских форумах.

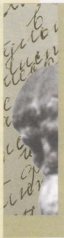
Прогноз сейсмических событий (техногенических землетрясений и горных ударов) в последние годы многие ученые, на мой взгляд, стали относить уже к потусторонним явлениям. Многолетние исследования самыми различными методами не давали надежных результатов. С одной стороны, признаки предвестников землетрясений известны и даже позволяют иногда предсказать событие, но с другой стороны, эти признаки крайне противоречивы и неустойчивы. Было предложено много самых фантастических теорий очага землетрясения и причин, вызывающих землетрясение. Больше всего им нравилась теория дилатации, то есть, грубо говоря, разрывления массива горных пород, при котором плотность массива увеличивается (1).

Итого всем этим изысканиям подвел в 1995г. руководитель лаборатории прогноза землетрясений в г. Париффиде, расположенной в Калифорнии, в пределах известного разлома Сан-Андреас. Он сказал, что нет ничего лучше теории упругой отдачи сжатого массива Джильберта-Рейли. По поводу аппаратуры, располо-

данные и выразил недоумение, что мы занимаемся анализом отрицательных результатов его работы. Сопоставление координат эпицентров и выделенных нами зон сжатия дало неожиданные даже для нас результаты: все эпицентры оказались в пределах зон сжатия. После этого мы поняли, что дело «пахнет керосином», и стали оформлять заявки на патенты и писать статьи. Первое, что мы сделали, написали письмо Чи-Ю Кину с предложением выступить соавтором в нашей статье и предложили текст статьи. К сожалению, Чи-Ю Кин не проредактировал на наше предложение в 1995 году и первые статьи в российских журналах вышли без него. Однако он передал нам по электронной почте все результаты своей обработки данных, которые несколько отличались от ранее им опубликованных. Правда, на общие выводы это не повлияло: при точных расчетах кое-где незначительно изменились площади зон сжатия. После этой правки данных, на повторное наше приглашение участвовать в совместном докладе на генеральной Ассамблее Европейского геофизического общества (Ницца, Франция) Чи-Ю Кин согласился, и в апреле 1998 года мы впервые вместе доложили о наших результатах, завершая таким образом пятилетний период работы.

Об этой работе я так долго пишу потому, что она самая последняя, соответственно, самая любимая и самая многострадальная. Действительно, первые выводы получены были в конце 1995 г. Я докладывал об этом в Министерстве науки РФ, куда был приглашен для обсуждения проблемы прогноза землетрясений заместителем министра, будущим академиком Л.И.Леонтьевым. Во время доклада я встретился с мощной оппозицией в лице сотрудников Института физики Земли РАН. Окончательный их резюме в министерстве звучало приблизительно так: «Заниматься своими горными ударами: землетрясениями есть кому заниматься». Оппоненты, к сожалению, или, наоборот, не учли, что такие указания вызывают обычно противоположную реакцию и стимулируют научную деятельность. Необходимо также отметить очень корректную позицию Л.И.Леонтьева в данной ситуации, который, по-моему, был единственным, кого не давили амбиции и кто действительно пытался разобраться в проблеме. Какое же было мое удивление, когда после окончания совещания, уже на улице, у входа в метро, один из моих оппонентов дал мне дружеский совет: «Хорошая и интересная идея. Срочно пишите статью в журнал «Вулканология и сейсмология».

Было написано две статьи. Одна —



короткая в «Доклады РАН», другая — подробная — в «Вулканологии». Первую в журнал представил директор Института физики Земли академик В.Н.Страхов, объективности которого надо отдать должное, так как он представил статью, где была изложена точка зрения, отличная от точки зрения многих работников Института физики Земли. Тем не менее, по неизвестным для меня причинам статья полежала в редакции почти два года и вышла практически одновременно с публикацией тезисов нашего доклада в Ницце.

Судьба второй статьи не менее интересна. Спустя год, после дискуссии с рецензентом, она была принята к печати, но никак не попадала в план журнала. Глубокой осенью 1996г. на годичном собрании Российской Академии наук я встретился с вице-президентом РАН, академиком Н.П.Лавровым и подарил ему копию отосланной в «Вулканологию» статью, сказав, что я не знаю, когда она будет опубликована, но думаю, что она будет для него интересна. Я не знаю, что и как было далее, но в апрельском номере 1997г. статья уже была опубликована. При следующей встрече с Н.П.Лавровым я поблагодарил его за помощь, на что он возразил, что статья на самом деле интересна и самым приятным для него было то, что в статье описаны данные, полученные в США, а обобщение этих данных проведено в России. Это, как я помню, была его естественная реакция на сложившийся ныне порочный порядок. Мы поставляем нашим коллегам за рубежом наши геологические материалы, полученные иногда с большим трудом, при этом мы несем большие затраты, а обобщение этих материалов и основные выводы из них делают они сами.

Все эти работы в последние годы естественно сменяются с работами других уральских геофизиков и геологов в плане изучения геологической истории Урала, реконструкции Урала, динамики развития уральского региона. Несмотря на кажущееся различие геологических условий, многие геологические провинции идентичны по истории своего возникновения и развития. Это связано с тем, что общие законы, управляющие развитием планеты Земля, едины. Наш планета, несмотря на свой солидный возраст (4,6 млрд. лет), продолжает жить, продолжает изменять свой лик, сопротивляясь нашествию человека. Эти изменения мало заметны для нас: не только человеческая жизнь, но и вся тысячелетняя история нашей цивилизации — это мгновение в геологической истории планеты. Поэтому многие проблемы геологии мы не понимаем или не принимаем. Например, почему бывают землетрясения на Урале,

который имеет более чем 300-миллионлетнюю историю? Как зоны уральских землетрясений связаны с глубинным строением? И главное — Урал затихает или проснется? Есть ли еще на Урале возможности для развития горной промышленности? Исчерпана ли кладовая Урала? Могут ли быть на Урале другие, кроме железа, бокситов и меди, не традиционные для нас полезные ископаемые: хром, кобальт, марганец, редкие элементы, бор, алмазы и т.п.?

Теоретические расчеты показывают, что развитие глубинных процессов Земли происходит с периодом 300—400 млн. лет. При этом существенно изменяется положение континентов, горы становятся морями и, наоборот, морское дно возносится на громадные высоты. Что же ждет человечество в далеком будущем? На эти и множество других вопросов должно ответить новое направление исследования — геодинамика Урала. Но не надо думать, что это проблемы только геолого-геофизических. Построение модели реконструкции Урала требует не только фантазии, но и приличных знаний в области физики, понимания задач математической физики, понимания физико-химических процессов при высоких параметрах и еще многого, многого другого, чему нас учили и учат на физтехе. Поэтому мне кажется, что наши физтехи, совместно со специалистами-геологами, сделают еще невероятные открытия в области истории каменного Урала и в отличие от выдумщиков-экстрасенсов расскажут и о будущем Уральских гор.



**справка**

Уткин Владимир Иванович 1935г. рождения, выпускник физтеха 1958г. по специальности «экспериментальная физика». Лауреат конкурса студенческих работ Минвуза СССР 1958г., кандидат наук в 1965г., доктор технических наук в 1979г., профессор в 1986г., член-корреспондент РАЕН в 1991г., действительный член Российской Академии геологических наук в 1992г., член-корреспондент Международной Академии минеральных ресурсов в 1995г., Соросовский профессор в 1994 и 1996гг. Директор Института геофизики УрО РАН с 1999 г. Подготовил двух докторов и 11 кандидатов наук. Автор и соавтор более 200 работ, двух монографий и 56 патентов и авторских свидетельств на изобретения. Награжден орденом Трудового Красного Знамени и медалями.