

КОЛЛЕГИ-ГРАВИРАЗВЕДЧИКИ FELLOW EXPERTS IN GRAVITY SURVEYING

Владимир Викторович ФИЛАТОВ*

Vladimir Viktorovich FILATOV*

Владимирский государственный университет им. А. Г. и Н. Г. Столетовых, Владимир, Россия

Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs, Vladimir, Russia

*filatov47@bk.ru

*filatov47@bk.ru

Аннотация

В 1940-х гг. в гравirazведке благодаря изобретению гравиметров произошел переход от измерений вторых производных потенциала силы тяжести к относительным измерениям ускорения силы тяжести. Применение гравиметров позволило существенно увеличить производительность гравиметрических измерений, повысить геологическую эффективность гравirazведки и значительно расширить область решаемых ею задач. В учебном процессе применение гравиметров потребовало разработки программ лекционных и практических занятий, тем курсовых, дипломных проектов и диссертаций, содержания учебно-методической практики. Эта огромная научно-педагогическая работа в Свердловском горном институте на геофизическом факультете успешно выполнялась под руководством А. Я. Яроша его учениками и коллегами.

Ключевые слова: гравитационное поле, гравиметр, гравirazведка, А. Я. Ярош и его ученики.

Abstract

In the 1940s, in gravity prospecting, thanks to the invention of gravimeters, there was a transition from measurements of the second derivatives of the potential of gravity to relative measurements of the acceleration of gravity. The use of gravimeters has made it possible to significantly increase the productivity of gravimetric measurements, increase the geological efficiency of gravity prospecting and significantly expand the area of its tasks. In the educational process, the use of gravimeters required the development of programs for lectures and practical classes, topics for coursework, diploma projects and dissertations, the content of educational and methodological practice. This huge scientific and pedagogical work at the Sverdlovsk Mining Institute at the Faculty of Geophysics was successfully carried out under the guidance of A. Ya. Yarosh by his students and colleagues.

Keywords: gravitational field, gravimeter, gravity prospecting, A. Ya. Yarosh and his students.

1

В настоящее время в природе установлено четыре типа фундаментальных силовых взаимодействий: сильное, слабое, электромагнитное и гравитационное. Сильное взаимодействие удерживает кварки внутри протонов и нейтронов и препятствует их выходу за пределы атомного ядра. В противном случае силы отталкивания между протонами разорвали бы ядра всех атомов, кроме атома водорода. Радиус сильного взаимодействия составляет около 10^{-13} см. Слабое взаимодействие регулирует β -распад атомов радиоактивных элементов; радиус его действия не превышает 10^{-16} см.

Электромагнитное взаимодействие, в отличие от сильного и слабого, является дальнедействующим; радиус его действия бесконечно большой. Оно определяет взаимодействие между электрическими зарядами. Поскольку электрические заряды бывают положительными и отрицательными, то это взаимодействие разнонаправленное и поэтому оно способно к самопогашению. Именно благодаря этому свойству Земля, содержащая приблизительно одинаковое число положительных и отрицательных зарядов, характеризуется небольшой по величине силой электромагнитного взаимодействия.

Гравитационное взаимодействие или гравитационная сила также является дальнедействующей. Более того, она

универсальная. Ибо ее воздействие испытывает каждая частица пропорционально своей массе или энергии. По величине это взаимодействие самое слабое из всех. Сила кулоновского взаимодействия двух протонов, например, находящихся на расстоянии 10^{-13} см, в 10^{31} раз больше силы их гравитационного взаимодействия. В отличие от электромагнитного взаимодействия, гравитационное взаимодействие однонаправленное; массы всегда притягиваются, т. е. гравитационная сила тела представляет собой суперпозицию сил взаимодействия всей совокупности атомов, составляющих тело. Если в качестве тела взять Землю, то каждый ее фрагмент, как бы он ни был мал, испытывает гравитационное притяжение всех атомов, из которых она состоит.

Благодаря своим свойствам гравитационное взаимодействие оказало определяющее влияние на образование Земли как планетарного тела в результате аккреции – слипания под действием силы тяжести частичек космического вещества: пыли, газа, планетезималей. Позже процесс формирования Земли продолжился. Вследствие гравитационной дифференциации вещества планеты по плотности произошло образование земных геосфер: легкой коры, тяжелого ядра и промежуточной мантии. Перемещение масс способствовало деформации земной коры, что привело

к образованию в ней различных по масштабу, кинематике и металлогеническому значению пликтивных и дизъюнктивных структур, ставших объектами изучения геологов и геофизиков. Гравитационное взаимодействие, таким образом, это физическая основа гравиметрии и ее практического воплощения – гравиразведки.

История гравиметрии продолжительна, прихотлива и, в отличие от других геофизических наук, уникальна количеством гениальных ученых, которые участвовали в ее создании, начиная с Аристотеля. Великий эллин, кажется, первым систематизировал знания древнего мира о гравитации. В сочинении «О небе» [1] он писал: «Тяжелым ... мы называем нечто по его способности ... к естественному движению» к центру Вселенной или Земли, что, по его мнению, одно и то же, а «причиной движения ... является тяготение. Что же касается формы Земли, то она, – полагал Аристотель, – по необходимости должна быть шарообразной, ибо каждая из частей имеет вес до тех пор, пока не достигнет центра ... Если они (части. – авт.) двигались от всех точек периферии к одному центру равномерно, то ясно, что масса должна была получиться одинаковой со всех сторон, ибо периферия массы должна быть везде равно удалена от центра. Но такова форма шар».

Этой гипотезе о роли тяготения в образовании Земли и ее формы почти 2400 лет. Она актуальна до сих пор. Только современный вариант процесса образования Земли, как уже было сказано, называется гравитационной аккрецией.

Столь же надолго растянулась история с другим наблюдением Аристотеля о том, что «тяжесть (движется – авт.) вниз под равными, т. е. прямыми углами к касательной» к поверхности Земли. Только в начале XIX в. Карл Фридрих Гаусс, полемизируя с геодезистами о форме Земли, показал верность этого наблюдения: действительно, сила тяжести всюду перпендикулярна к поверхности Земли в геометрическом смысле. Эту поверхность, совпадающую с невозмущенной поверхностью Мирового океана, немецкий математик и физик И. Б. Листинг в 1873 г. предложил называть геоидом.

Тайны земного тяготения настолько притягательны и сложны, что на протяжении столетий возбуждали интерес к ним таких гигантов мысли, как Г. Галилей, И. Ньютон, Х. Гюйгенс, А. Клеро, Дж. Г. Стокс и многих других.

Имена российских исследователей были вписаны в анналы гравиметрии только в XIX в. Первые измерения силы тяжести на территории России сделал Федор Петрович Литке во время кругосветного путешествия 1826–1829 гг. в двух пунктах: в Петропавловске-Камчатском и в Петербурге. В 1884 г. руководство Императорского Русского Географического общества приняло решение о проведении маятниковых измерений силы тяжести на территории страны, создав для выполнения этой работы специальную комиссию.

Первые измерения силы тяжести на Урале были проведены сотрудниками Энгельгардтовской обсерватории Казанского университета в 1899, 1900, 1902 и 1903 гг. [2, 3]. Возобновлены были гравиметрические исследования только через двадцать лет по инициативе А. Н. Заварицкого в связи с задачей поисков коренных месторождений платины, которую он сформулировал в начале января 1922 г. на Первом Всероссийском съезде по горной промышленности [4]. Спустя два года Александр Николаевич

изложил уже не декларативно, как в докладе на съезде, а глубоко и обоснованно методику гравиметрических исследований. По этой методике летом и осенью 1924 г. сотрудниками гравиметрической экспедиции под руководством профессора П. М. Никифорова были выполнены запланированные измерения с помощью не немецких, а первых отечественных гравитационных вариометров [5–7]. До 1932 г. гравиметрические измерения на Урале выполняли в основном специалисты московских и ленинградских вузов и научно-исследовательских организаций. К 1932 г. на кафедре геофизики П. К. Соболевским было подготовлено несколько собственных гравиметристов: П. К. Меньшиков, Д. П. Касаткин, Д. Ф. Уманцев, А. А. Юньков [8], положивших начало становлению и развитию уральской гравиметрии и гравиразведки.

2

В развитие мировой, а соответственно, следуя поговорке: что миру, то и бабину сыну, и в отечественной гравиметрии и гравиразведке в конце 1940-х гг. произошло выдающееся событие – завершилась короткая эпоха применения для гравиметрических измерений гравитационных вариометров, градиентометров и маятниковых приборов. Они были заменены гравиметрами, т. е. произошел переход от трудоемких измерений высших производных гравитационного потенциала к относительным измерениям ускорения силы тяжести.

Переход от одной научной парадигмы к другой совершился не одномоментно. Он растянулся почти на двадцать лет. Первый прибор, позволивший с удовлетворительной для практики точностью измерять ускорение силы тяжести в полевых условиях, был создан шведским геофизиком Исингом в 1918 г. Этот прибор, как и большинство гравиметров, был построен по схеме вертикального сейсмографа конструкции выдающегося русского ученого Б. Б. Голицина. В 1932 г. Баррот разработал теорию пружинного гравиметра, а Норгард воплотил эту теорию в конструкцию прибора, получившего название «гравиметр». Измерения с помощью гравиметров превосходили по точности измерения маятниковыми приборами почти на порядок и достигали 0,3 мГал. Через десять лет было разработано более десяти типов гравиметров. Серийно выпускать гравиметр GS-3 начали в 1938 г. В Советском Союзе в конце 1930-х гг. было куплено четыре таких гравиметра для научно-производственных организаций. Их применение при выполнении региональных и детальных гравиметрических съемок показало, какую высокую производительность измерений они обеспечивают по сравнению с вариометрами. Но более значимой была геологическая эффективность от применения гравиметров. Эти два обстоятельства послужили сильнейшими стимулами для разработки собственных, отечественных гравиметров.

Первый советский гравиметр с кольцевой металлической пружиной был сконструирован М. С. Молоденским. В годы Великой Отечественной войны Михаил Сергеевич был эвакуирован в г. Уфу; работу над гравиметром он завершил в начале 1949 г. и, по воспоминаниям выпускника кафедры геофизики СГИ В. Н. Микшевича, ему было поручено летом выполнить испытания прибора в полевых условиях на юге Башкирии и в Северном Казахстане.

В 1951 г. М. С. Молоденский был удостоен Сталинской премии III степени за создание первого отечественного гравиметра. Но более перспективными оказались гравиметры, чувствительные системы которых были изготовлены из специальных видов плавленого кварца. Череда таких гравиметров начинается с гравиметра СН-3, созданного Н. Н. Самсоновым и С. А. Поддубным. С 1953 г. гравиметрические партии стали оснащаться наиболее совершенными на то время кварцевыми астазированными гравиметрами (ГАК), которые разрабатывались под руководством К. Е. Веселова: в 1953 г. был создан гравиметр ГАК-3М, в 1958 г. – ГАК-4М, в 1960 г. – ГАК-ПТ, в 1963 г. – ГАК-7Т. В последующие годы были сконструированы гравиметры «Дельта», ГНУК-І, ГНУК-В и другие приборы.

Смена парадигмы научно-технической повлекла за собой коренные изменения в методиках измерений, в теории, методах и методиках интерпретации результатов гравиметрических измерений, в расширении области решаемых геологических задач, в появлении новых направлений гравиметрических исследований и в повышении их геологической эффективности, в существенном изменении содержания учебных программ лекционных и практических занятий и учебно-методических практик, темах курсовых работ и дипломных проектов, кандидатских и докторских диссертаций. Для преподавателей вузов, ученых и сотрудников научно-производственных организаций, аспирантов и студентов открылось необъятное поле деятельности, сулившее урожай феноменальных открытий. И в непродолжительное время ожидания и надежды гравиметристов вполне оправдались.

Гравиметры, став доминирующей аппаратурой, не вытеснили совсем градиентометры и вариометры. Но они оставались, точнее, сохранялись в единичных экземплярах только на кафедрах геофизики. Были эти приборы, поддерживаемые в рабочем состоянии, и на кафедре общей геофизики, и до середины 1970-х гг. студенты под руководством А. С. Филюшкина изучали их устройство и методику измерений. Во время методической практики на базе в пос. Верхняя Сысерть с этими приборами выполнялись наблюдения в специальной будке, обитой войлоком, чтобы исключить воздействие на их чувствительную систему окружающей среды. Но это было уже не более чем дань прошлому. Хотя эпизодически вариометрами пользовались и в производственных организациях, главным образом, в Уральской геологоразведочной экспедиции Министерства цветной металлургии, когда требовалось уточнить положение колчеданных рудных тел при разведочных и эксплуатационных работах в горных выработках.

В августе 1944 г. с кафедры геофизики на Украину в Днепропетровский горный институт был откомандирован один из основоположников уральской гравиметрии А. А. Юньков, а вместе с ним и его ученики А. А. Непомнящих и Н. Л. Афанасьев [8]. С этого времени более тридцати лет гравиразведку в Свердловском горном институте пестовал и развивал Андрей Яковлевич Ярош [9, 10] с учениками и единомышленниками. Это они стали творцами своеобразной бескровной гравиметрической революции на Урале [фото 1].



Фото 1. А. Я. Ярош. 1950-е гг.

В разные годы с Андреем Яковлевичем работали А. Б. Поляков, К. Н. Ансимов, Е. К. Микшевич, И. Ф. Таврин, И. В. Борецкий, Н. А. Плохих, Г. Г. Кассин, В. В. Суворов и др. Многие из названных мною, и прежде всего Андрей Яковлевич, были сначала моими учителями, а позже коллегами. Благодаря их знаниям, опыту, дружеской поддержке и совместной работе с ними, мне удалось получить некоторые важные результаты в гравиразведке. Образно говоря, своими достижениями я обязан тому, что мои учителя и коллеги бескорыстно позволили мне прочно встать на свои ноги, а точнее, они подняли меня на свои плечи. Поэтому я сумел заглянуть дальше и увидеть больше, чем они. Они расширили мой кругозор, развили наблюдательность и любознательность, научили упорству и терпению в преодолении трудностей, умению «про себя», интимно и без паники переживать неудачи, не быть суетным и по возможности ироничным в оценке собственных результатов и благожелательным, деликатно-снисходительным, а не высокомерным в отношениях с коллегами, допустившими оплошность или ошибку, помня библейский завет: не судите, да не судимы будете ... Многочему они меня научили, на многое открыли глаза. Всего не перечтешь. Да, и надо ли? Как пепел Клааса стучал в сердце Тиля Уленшпигеля, так память о коллегах до сих пор благодарно бодрит мою душу.

И вот теперь «напрягаю я морщины лба», чтобы вспомнить и рассказать о том, что было более полувека тому назад.

3

Из поколения Андрея Яковлевича давно уже никого нет – ни соратников, ни оппонентов. Смерть навсегда соединила его с друзьями и примирила с противниками и недоброжелателями. А враги у него вряд ли были.

По происхождению он был одного поля ягода с А. А. Юньковым. Пожалуй, его происхождение было даже более «классово престижным», поскольку отец Андрея Яковлевича Яков Яковлевич не имел земли и батрачил

на помещика. В 1915 г. отец погиб на фронте, и батраком стал его семилетний Андрей; такая же участь в будущем, возможно, ожидала и трехлетнего брата Петра. Пережив в родном селе Черевки трагическое лихолетье Гражданской войны, мать Матрена Федоровна отважилась в 1924 г. переехать с сыновьями с Украины к отцу в деревню Саратовку под Красноярском.

Рыба ищет, где глубже, а человек, где лучше. Поэтому спустя два года семья снова тронулась в путь. Сыновьям надо было учиться, приобщаться к какому-то делу, становиться на ноги. На этот раз мать повезла детей не так далеко, не через всю страну. Поближе, в рабочий поселок стекольного завода «Памяти 13 борцов». Андрей стал работать стеклодувом, поступил учиться в вечернюю школу ФЗО, занялся самообразованием. Не случайно говорится, что терпение и труд все перетрут. Старательность и настойчивость Андрея были замечены и оценены, и он в 1930 г. получил направление на учебу в Сибирский горный институт на геофизическое отделение. Сам ли Андрей сделал этот выбор или он последовал чьему-то хорошему совету, неизвестно. Но выбор стал для него судьбоносным. Через три года отделение было закрыто, и студентов перевели в Свердловский горный институт. Опять дорога, но уже не такая дальняя – от Томска до Свердловска рукой подать, а самое главное – этот переезд был не в неизвестность. Андрей уже был вполне самостоятелен, прочно стоял на ногах, и до заветной цели – получить высшее образование и стать инженером – было всего ничего.

При переезде в Свердловск произошла неприятность. Карманник в вагоне украл у Андрея все документы, среди которых был и партбилет. Поэтому в СГИ на партийный учет его не поставили, а из Томска на запрос о восстановлении в партии ничего не ответили. Так Андрей стал беспартийным и больше уже не делал попыток для восстановления своего членства ни в ВКП(б), ни в КПСС. Это решение, к счастью, никак не сказалось на его научно-педагогической деятельности, которая началась 16 марта 1936 г. после защиты дипломного проекта на тему: «Изучение геологического строения бурогоугольных месторождений восточного склона Урала геофизическими методами». В этот же день вместе с дипломом инженера геолога-геофизика, в котором был одни пятерки, кроме тройки по сейсморазведке, Андрей получил и направление на работу в геолого-поисковую контору треста «Башнефть».

В Башкирии Андрей Яковлевич проработал два страшных года. Ему повезло. Он уцелел. Круглогодичные полевые работы в глухих утлах Башкирии вдали от недреманного ока органов НКВД да порядочность коллег, с которыми он трудился, уберегли его от возможных доносов, ареста и лагерей. По-иному сложилась судьба двух его коллег, работавших в тресте «Башнефть»: С. А. Харитонов¹ и А. П. Булмасова – выпускников кафедры геофизики, соответственно 1931 и 1934 гг. Первый был начальником геофизического цеха треста, второй начальником партии. Оба были арестованы в 1937 г. по делу о подготовке покушения на наркомтяжпрома Г. К. Орджоникидзе. Харитонов был расстрелян через два месяца после ареста,

а Булмасов осужден на десять лет лагерей и выслан в г. Норильск. Александр Петрович выжил и в 1968 г. был одним из оппонентов при защите докторской диссертации А. Я. Яроша.

Осенью 1938 г. в партию, в которой работал Андрей Яковлевич, приехал А. А. Юньков. После беседы со своим бывшим студентом Аким Арсентьевич предложил ему поступить в аспирантуру. Андрей Яковлевич принял предложение и через три года защитил кандидатскую диссертацию на тему: «Вычисление вертикального градиента силы тяжести из результатов наблюдений с вариометром Этвеша и использование его для интерпретации гравитационного поля».

Диссертация А. Я. Яроша была своеобразным развитием диссертации его научного руководителя, защищенной А. А. Юньковым в 1936 г. Юньков рассмотрел в ней вопросы методики и техники повышения точности вариометрических измерений, а Ярош – вопросы методики их интерпретации, т. е. следующего этапа гравиметрических исследований, не показав, правда, примеров применения своей методики при изучении конкретных геологических объектов. Примеры решения этой задачи были даны в диссертации еще одного ученика Юнькова А. А. Непомнящих, которую он защитил, как и Ярош, в 1941 г. Она называется «Поиски и разведка колчеданных месторождений на Урале методом гравиметрии». Спустя три года все вопросы теории и методики измерений и интерпретации при решении геологических задач были блестяще развиты и обобщены в докторской диссертации самого Акима Арсентьевича [8].

Теоретическое значение кандидатской диссертации А. Я. Яроша невелико. Как, в общем-то, невелики для теории развития гравиразведки и исследования его учителя А. А. Юнькова и других уральских гравиметристов. В этом заключается особенность их деятельности в отличие от деятельности гравиметристов других школ и, прежде всего, столичных. Гравиметристы уральской школы со времен П. К. Соболевского были превосходными учеными-методистами. Своей деятельностью они обосновывали возможности применения гравиразведки для решения разнообразных геологических задач, положив в основу методологии исследований два принципа П. К. Соболевского: о неразрывной связи геологии и геофизики и о том, что источники аномалий силы тяжести следует рассматривать как результаты физико-химических процессов, протекающих в геологической среде. Поэтому анализ аномалий силы тяжести должен был быть, по их мнению, прежде всего геолого-историческим, а не сугубо математическим [7]. Источниками аномалий силы тяжести являются плотностные неоднородности, но не абстрактные, а реальные. Эти неоднородности имеют вполне конкретное геологическое содержание, геологическую природу, т. е. это конкретные геологические объекты: массивы, разломы, рудные тела или какие-то иные геологические образования. Поэтому задача гравиразведчика, как, впрочем, и инженера-геофизика любой другой специальности, заключается в установлении геологической природы источников геофизических аномалий. Геологическими результатами, прежде всего, ценны любые геофизические исследования.

¹Биографические данные о С. А. Харитонове мне сообщил выпускник геофизического факультета СГИ 1980 г. С. В. Готов.

Хотя научные принципы, сформулированные П. К. Соболевским, были простые и ясные, но их суть А. Я. Ярош усвоил и стал практически применять не сразу. В кандидатской диссертации, например, на них не было и намека. Одним из оппонентов диссертации Андрея Яковлевича был И. С. Гельфанд [11], который так ее оценил: «Первая часть (диссертации – *авт.*) ... посвящена установлению наиболее рациональной техники ... вычисления вертикального градиента силы тяжести, пользуясь формулами, данными Нумеровым ... Во второй части ... дается решение обратной задачи для конечного кругового цилиндра и полушария, пользуясь известным вертикальным градиентом силы тяжести, определяемым по методу, разработанному в первой части ... или же из наблюдений, если будет создан ... прибор» (такой прибор не создан до сих пор – *авт.*) [9].

Заключительный вывод оппонента своей категоричностью вряд ли обрадовал соискателя: «К сожалению, автор, будучи геологом (точнее, геолого-геофизиком – *авт.*), не привел ... ни одного примера из практики геофизики, на котором проверил бы применение рассмотренной теории». Этот недостаток был присущ, впрочем, и кандидатской диссертации математика Гельфанда [11]. Но в диссертации математика он был еще терпим, объясним и оправдан. А вот в диссертации геолого-геофизика, конечно, нет. Ученик Андрея Яковлевича А. Б. Поляков с иронией называл работы, подобные кандидатской диссертации своего учителя, «нелетающими бабочками». Однако Андрей Яковлевич, надо отдать ему должное, очень быстро преодолел в себе соблазн конструирования «нелетающих бабочек» и стал со временем крупнейшим на Урале и в стране специалистом в вопросах методики геологической интерпретации не только аномалий силы тяжести, но и в более широком плане вообще геофизических полей, особенно при решении задач по изучению глубинного строения земной коры.

Андрей Яковлевич стал преподавать с февраля 1939 г. Довольно быстро, в 1944 г., он стал доцентом, а вот профессорского звания добивался почти четверть века.

В эти годы он читал только два курса лекций: курс «Гравиразведка» и курс «Комплексирование геофизических данных». Он был не только замечательным ученым и педагогом-методистом, но и хорошим администратором, успешно исполнявшим различные должности: заместителя декана и декана геологоразведочного факультета, начальника учебно-производственного отдела института, декана геофизического факультета. Но более всего он проявил свои организаторские способности в качестве заведующего кафедрой, которую без перерыва возглавлял с 1953 по 1975 г. [фото 2]. В последнее десятилетие кафедра, сменив в результате реорганизаций несколько названий, именовалась кафедрой геофизических методов поисков и разведки месторождений полезных ископаемых или, в обиходе, просто кафедрой общей геофизики [12].

4

Говорят, каков поп, таков и приход. Каким заведующим был Андрей Яковлевич и какую он создал кафедру?

Андрея Яковлевича я впервые увидел в начале сентября 1968 г., когда он стал читать нашему потоку лекции по курсу «Гравиразведка» в большой, светлой и уютной аудитории с четырьмя огромными окнами, выходящими во двор третьего учебного здания. Вдоль стен аудитории стояли застекленные витрины с образцами окаменелой флоры и фауны, а на стенах висели картины с изображениями подводного и наземного мира различных периодов палеозоя. Эта аудитория принадлежала кафедре исторической геологии. На втором курсе в ней мы слушали лекции по исторической геологии и палеонтологии, которые великолепно читала доцент Р. Н. Бенедиктова. Аудитория находилась буквально в двух шагах от кабинета Андрея Яковлевича, поэтому он никогда не опаздывал, приходя на лекцию точно по звонку.

Войдя в аудиторию и ответив на студенческое приветствие, он выкладывал на специальную подставку конспект и начинал читать текст лекции несколько монотонно, не повышая голоса и не употребляя сложных



Фото 2. А. Я. Ярош (в центре) с инженерами-геофизиками 1963 г. выпуска



Фото 3. Обсуждение результатов научных исследований. Г. Д. Дементьева и А. Я. Ярош

речевых оборотов. Записывать то, о чем он говорил, было легко, не теряя ход его рассуждений. Он читал текст лекции не потому, что плохо владел материалом. Отнюдь нет. Просто ему так было удобно. Изложив какой-то тезис, он подходил к заранее развешанным на стене чертежам, картам и планам, и неторопливо комментировал, развивая сформулированный тезис на конкретных геофизических и геологических примерах. Потом возвращался к конспекту и продолжал чтение. В пятиминутный перерыв он уходил из аудитории, оставляя конспект, вводя, таким образом, студентов в своеобразное искушение: «А не перевернуть ли несколько листочков? Заметит ли Ярош?» Но отважиться на такой «подвиг» никто не решался.

Он был обаятелен, с красивой мягкой и доброй улыбкой, живым и заинтересованным взглядом, по-крестьянски несуетен и нетороплив, основателен и аккуратен и в словах, и в одежде, обладал чувством юмора и такта, был очень деликатен. Более деликатного и вежливого человека, чем Андрей Яковлевич, я не встречал. На кафедре он был хозяином, но не спесивым славолубивым барином. Служебную жизнь и деятельность коллег он четко планировал на много лет вперед и старался избегать случайностей. Жизненные коллизии, через множество которых он сам прошел, сказались на его характере и поведении. Ему была присуща осторожность, даже мнительность. Он не спешил сказать лишнее слово, сделать опрометчивый шаг. Но трусом он не был. Даже с близкими коллегами он не откровенничал. В то же время он располагал к себе искренностью и доброжелательностью. Помню, на кафедре работала лаборантом жена моего однокурсника. Она заочно училась в Миасском геологоразведочном техникуме и нередко обращалась к Андрею Яковлевичу за помощью в выполнении контрольных работ. Он выслушивал ее просьбу, приглашал в кабинет, усаживал за стол и не торопясь, с видимым удовольствием диктовал ответ. Она

записывала. Но больше тройки преподаватели техникума за контрольную, написанную под диктовку профессора, ей не ставили. От его невысокой, полной и крепкой фигуры исходили спокойствие, уверенность и невозмутимость. Чего только стоило ему это спокойствие? Растерянным его видели только один раз в марте 1953 г. в конференц-зале на траурном митинге по случаю смерти И. В. Сталина. На окружающих он действовал умиротворяюще. Поэтому, видимо, его в течение многих лет избирали председателем комиссии профкома института по трудовым спорам.

Андрей Яковлевич создал превосходный коллектив единомышленников, объединенных не только научно-педагогическими целями и задачами, но и приятными отношениями друг к другу, исключавшими не то что конфликты и склоки, а даже размолвки, обиды и недоразумения, хотя каждый преподаватель и сотрудник кафедры был самодостаточной личностью. Широта научных интересов заведующего, его толерантность, отсутствие ортодоксальной амбициозности и предвзятости в личных отношениях создавали благоприятную обстановку для разнообразной и продуктивной научно-педагогической работы сотрудников, проводивших теоретические и прикладные исследования в гравиразведке, магниторазведке и сейсморазведке. Ценность каждого члена кафедры, при прочих равных условиях, определялась, прежде всего, значимостью получаемых ими результатов – педагогических и научных [фото 3].

В отношениях с коллегами Андрей Яковлевич не был ни мягкотелым, ни жестким. Его требовательность была доброжелательно-разумной. Поэтому нет ничего удивительного в том, какими разными были его ближайшие сотрудники-гравиразведчики: обаятельная умница, интеллигентная Евгения Кузьминична Микшевич – всеобщая любимица студентов многих поколений, о которой ее внучка Катя говорила: «Бабушка – моя лучшая подружка!»



Фото 4. А. Б. Поляков и Е. К. Микшевич осваивают гравиметр ГАК-7Т

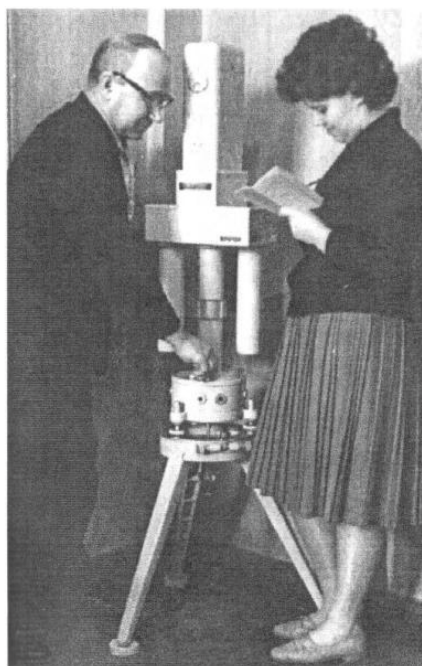


Фото 6. А. С. Филюшкин и Р. И. Хмелинина настраивают гравитационный вариометр

[фото 4]; острый до невоздержанности на язык, иронично-насмешливый Александр Борисович Поляков, которого за это побаивались, но и уважали студенты, называвшие его про себя коротко «АБ»; фанатично работоспособный, поразительно восприимчивый к новым идеям и сам их во множестве продуцировавший Геннадий Григорьевич Кассин; размашисто одаренный, жадный до работы, не терпевший праздности и пустословия Николай Алексеевич Плохих; по-немецки педантичный, аккуратный и до скрупулезности честный и неподкупный Василий Владимирович Суворов; въедливый до изжогового занудства, великолепный знаток гравиметрической аппаратуры Александр Сергеевич Филюшкин [фото 5, 6].

Первого сентября 1973 г. все они стали моими коллегами почти на сорок лет, а 15 сентября ранним пасмурным утром я стоял на ступенях главного корпуса Московского института нефтехимической и газовой промышленности (МИНХиГП), дожидаясь, когда сторож откроет входные двери.

Андрей Яковлевич не планировал мое поступление в аспирантуру сразу после окончания института. Он резонно считал, что я должен сначала поработать в полевой партии, натереть плечи лямками рюкзака, покормить комаров и подышать дымом таежного костра. Местом моей работы стала Серовская геофизическая партия Уральской комплексной каротажной экспедиции, базировавшаяся



Фото 5. А. С. Филюшкин проводит занятие по изучению аппарата маятников Штюкратта. 1968 г.

севернее г. Ивделя в поселке I-й Северный. Но он не хотел также, чтобы я надолго остался в каротажной экспедиции. Поэтому убедил главного геофизика Уральского геологического управления Н. П. Ермакова, выпускника кафедры геофизики СГИ 1940 г., чтобы я отработал не три обязательных для молодого специалиста года, а только два. Николай Петрович согласился с доводами Андрея Яковлевича.

В течение этих двух лет мне часто приходилось ездить в служебные командировки в Свердловск, в экспедицию и в геологическое управление для защиты проектов. Во время этих командировок я сдал кандидатские экзамены по спецпредмету и по философии, а Андрей Яковлевич оформил мой перевод в институт. В августе 1973 г. в партию по руководству студенческой производственной практикой приехал доцент Б. В. Дорофеев, бывший куратором в группе, в которой я учился, и сообщил, что я зачислен с 1 сентября в штат кафедры в качестве ассистента и что меня уже ждут. Для начальника партии это, разумеется, не было новостью. Расставаясь, он мне сказал: «Теперь у нас будут каналы». Какие «каналы» он имел в виду, я не понял. А через год я уже сам приехал в Серовскую партию, чтобы провести своих студентов, проходивших в ней практику.

Придя первого сентября на кафедру, я узнал, что Андрей Яковлевич убедил на этот раз проректора по учебной работе А. С. Щукина в целесообразности откомандирования меня в Москву на три с половиной месяца для учебы на факультете повышения квалификации преподавателей (ФПК) в МИНХиГП. Поскольку я геофизик, то руководство ФПК прикрепило меня с двумя ассистентами, тоже геофизиками из Ташкентского политехнического института, к кафедре «Полевая геофизика», заведующим которой был один из крупнейших отечественных сейсморазведчиков, профессор Л. А. Рябинкин. Моими кураторами стали тоже два профессора: математизированный геофизик В. И. Шрайбман и выпускник кафедры геофизики СГИ 1942 г. гравиразведчик К. В. Гладкий.

Учеба на ФПК в престижном столичном вузе была для меня в высшей степени полезным, приятным и бескорыстным подарком Андрея Яковлевича. Он не бросил меня беспомощным щенком в бурное море неведомых мне пока педагогических проблем. Учеба на ФПК в какой-то мере подготовила меня к будущей работе. У меня появилась уверенность, что я с ней справлюсь. На ФПК учились преподаватели из разных вузов страны, разных специальностей, разных ученых степеней и званий. Нам читали лекции и по общенаучным, и по специальным вопросам и в МИНХе, и в МГУ. Кирилл Вадимович Гладкий водил меня на защиты диссертаций, возил на семинары в МГУ на кафедру В. В. Федынского, где я услышал своеобразное ударение, которое делал Всеволод Владимирович в слове аномалия на последнем слоге; в «доме-комоде» во ВНИИГеофизике его директор М. К. Полшков показывал слушателям, ФПК-геофизикам, тогдашние новинки предтечи современных компьютерных устройств: графопостроитель и конвольвер, а К. Е. Веселов – свою лабораторию, в которой разрабатывались новые системы гравиметров. На ФПК я прочитал для студентов первую в жизни лекцию. Она была посвящена вопросам математической

статистики и теории вероятностей, и слушавший меня Владимир Ильич Шрайбман спросил, не на мехмате ли я учился. Значит хорошо учили математике на геофизическом факультете в Свердловском горном институте, если я спустя два года работы на производстве ничего не забыл и вспомнил все.

Накануне нового 1974 г. я с удостоверением об успешном окончании учебы на ФПК вернулся в Свердловск, и началась моя педагогическая работа. Она заключалась в проведении практических занятий по дисциплинам «Магниторазведка», «Теории поля», «Математическая обработка геофизических данных», в руководстве курсовым и дипломным проектированием и методической практикой на учебной базе в Верхней Сысерти. Весной я еще раз убедился в деликатности Андрея Яковлевича. Взрывной А. Б. Поляков категорически отказался быть руководителем дипломного проекта одного безалаберного студента, и Андрей Яковлевич пригласил меня к себе и, не говоря ничего о конфликте, предложил быть руководителем проекта, обосновав это тем, что у студента есть хорошие статистические материалы по физическим свойствам горных пород, и мне, владеющему методами математической статистики, эта работа может быть интересной. Хотя он мог бы просто, без извинительной преамбулы, как это чаще всего и делается, сказать, чтобы я стал руководителем дипломного проекта студента. Судьба при этом соизволила поиронизировать. Спустя 21 год я был руководителем дипломного проекта сына этого студента и оценил справедливость поговорки о том, что яблоко от яблони действительно недалеко падает.

После длинного лирического отступления я возвращаюсь к основной теме статьи о коллег-гравиразведчиках. Свердловский горный институт многие годы был отраслевым высшим учебным заведением, относившимся к разным наркоматам-министерствам: Наркомтяжпрому, Наркомтопу, Наркомуглю. Поэтому тематика научных исследований преподавателей и сотрудников в значительной мере определялась и даже диктовалась народно-хозяйственными планами и запросами горного и геологоразведочного производств. Производственники платили деньги, они же заказывали и «музыку» – тематику научных исследований. В истории научно-исследовательской работы кафедры, как в зеркале, отражалась конъюнктура геологоразведочного производства Урала и сопредельных регионов, которая, в свою очередь, регламентировалась народнохозяйственными пятилетними планами. Месторождения меди, железа, хромитов, угля, нефти и газа, структурно-тектонические элементы строения земной коры – вот те объекты, которые изучали сотрудники кафедры, проводя гравиразведочные или комплексные исследования различных масштабов.

До начала 1960-х гг. А. Я. Ярош вместе с К. Н. Ансимовым, А. Б. Поляковым, И. Ф. Тавриным, Л. Ф. Ауэ, Н. А. Плохих, Г. Г. Кассиным, В. В. Суворовым, И. В. Борецким и другими сотрудниками-выпускниками кафедры занимался в основном вопросами совершенствования методики гравиметрической съемки, разработкой методов интерпретации аномалий силы тяжести, руководил гравиразведочными работами на Среднем и Южном Урале, в Северном Казахстане и в Башкирии и в других

районах страны в связи с геологическим картированием, поисками и разведкой медноколчеданных (Сибай, Учалы, Бурибай, Блява, Баймак и др.), буроугольных (восточный склон Урала, Тургайский прогиб), железорудных (Тагил-Кушвинский район, Сарбай), хромитовых (Донское) и других месторождений. Геологическая эффективность исследований была очень высокой, приведшей к открытию Северо-Маканского медного и Кушмурунского буроугольного месторождений, существенному увеличению запасов Сибайского медного, Качарского и Сарбайского железорудного месторождений. Результаты интерпретации аномалии силы тяжести Сибайского месторождения как пример вошли в учебники для вузов по гравиразведке.

В 1963 г. Андрей Яковлевич совместно с А. Б. Поляковым обобщили результаты разработок по методике гравиразведочных исследований в монографии «Поиск медноколчеданных месторождений на Урале гравитационным методом» [13], а в 1964–1966 гг. он вместе со своим аспирантом Н. А. Плохих разработал методику высокоточной гравиметрической съемки масштаба 1 : 10 000 для условий карьеров, отвалов и районов со сложным рельефом дневной поверхности и внедрил ее в Северном Казахстане (Соколовско-Сарбайское железорудное месторождение), на Рудном Алтае и в Северном Таджикистане при поисках и разведке месторождений и при решении задач геологического картирования.

Исследования Андрея Яковлевича по теории и методике интерпретации аномалий силы тяжести были не оригинальными, как и в его кандидатской диссертации, и не выходили за рамки господствовавшей в то время парадигмы. Он занимался разработкой аналитических методов и приемов решения прямых и обратных задач для объектов правильной геометрической формы, таких как вертикальный уступ, вертикальный пласт, горизонтально расположенная треугольная призма (аналог антиклинальной складки), перекрытая слоем с переменной плотностью и т. д., созданием графических способов (палеток) решения прямой задачи для вычисления различных характеристик гравитационного поля для сложных по форме объектов в виде куполов и антиклиналей.

Последние исследования по рудной геофизике Андреем Яковлевичем были выполнены вместе с аспирантом А. М. Виноградовым в начале 1970-х гг. Они были посвящены изучению связи металлогении Южного Урала с его широтной тектонической зональностью, со строением структурно-фациальных зон, с развитием глубинных разломов земной коры для выявления закономерностей размещения колчеданного оруденения и использования выявленных закономерностей для прогнозирования и поисков месторождений. Эта работа была завершена уже после смерти Андрея Яковлевича и привела к открытию группы колчеданных месторождений: Осеннего, Летнего, Зимнего, Барсучий Лог и др. [14].

По ступеням знаний и опытов исследователь поднимается к вершинам профессионализма, с высоты которого он имеет возможность по-иному взглянуть на интересующие его задачи. В этом случае они, как правило, представляются в виде частных случаев более общих проблем. Не случайно говорят, что большое видится на расстоянии. Такое масштабное переосмысление произошло и в

научной деятельности Андрея Яковлевича. Началось оно в середине 1950-х гг., когда он стал заниматься вопросами изучения глубинного строения Волго-Уральской области и западного склона Урала и построил в 1955 г. свою первую карту рельефа поверхности кристаллического фундамента этого региона.

Как произошла смена научных интересов и к каким результатам это привело, мне рассказал Г. Г. Кассин: «К началу 1950-х годов геологическое строение Волго-Уральской нефтегазовой провинции было изучено слабо, и это сдерживало прирост запасов углеводородного сырья. Тогда московские научно-производственные организации обратились к Андрею Яковлевичу с предложением выполнить работу по составлению структурно-тектонической карты на территорию Урало-Поволжья. В это время данные о строении поверхности кристаллического фундамента и более глубоких горизонтов земной коры были весьма приближенными, а региональные сейсмические профили и скважины единичными. Несмотря на это А. Я. Ярош, проявив научную смелость, согласился решить эту труднейшую и важнейшую задачу и блестяще с ней справился. Составленные им на основе гравимагнитных данных карты оказались настолько реалистичными, что не претерпели существенной корректировки даже спустя четверть века. Последующие сейсмические исследования и бурение глубоких структурных скважин привели лишь к уточнению деталей».

Успех А. Я. Яроша был обусловлен не только тем, что он прекрасно владел методикой комплексной интерпретации аномалий геофизических полей, но и его глубокими знаниями геологии и тектонических процессов, протекающих в земной коре. Геологи-нефтяники очень высоко оценивали составленные им карты.

На положительных и отрицательных результатах своих исследований Андрей Яковлевич учил и студентов, и своих научных сотрудников-коллег, втолковывая им, что геофизик должен хорошо знать геологию, что результаты интерпретации должны быть многовариантными, а анализ геофизических полей историческим, с определением временной последовательности геологических процессов, приводящих к формированию тех или иных геологических структур.

Исследования по изучению геологического строения Урало-Поволжья продолжались более 20 лет. Андрей Яковлевич начал свою работу с изучения рельефа поверхности кристаллического фундамента Русской платформы, разработав для этого методику интерпретации аномалий гравитационного и магнитного полей и методику построения структурных карт по совокупности геолого-геофизических данных, опираясь на которые, он в 1959 и 1962 гг. построил первые карты рельефа поверхности фундамента на территорию всей Волго-Уральской нефтегазоносной провинции в масштабе 1 : 1 000 000 и в более крупных масштабах; дал представления о структурных формах фундамента районов бассейнов рек Вятки и Камы, Западного и Оренбургского Приуралья.

Изучая рельеф фундамента, он пришел к выводу о том, что фундамент, его вещественный состав, строение и тектоника определяются, с одной стороны, процессами, протекающими в земной коре, в мантии и в более

глубоких частях Земли, с другой – сами оказывают влияние на осадочный чехол, в третьих – фундаменты Русской платформы, Урала и Тимана находятся в сложнейшем структурно-тектоническом взаимодействии. Поэтому без решения этих трех проблем, которыми он занимался на протяжении почти двух десятилетий со всей присущей ему основательностью и тщательностью вместе со своими сотрудниками Н. А. Плохих, Г. Д. Дементьевой и Г. Г. Кассиным, особенно с Г. Г. Кассиным, невозможно выполнить прогнозирование месторождений углеводородов.

Наибольший теоретический и прикладной интерес для Андрея Яковлевича представляла область сочленения Русской платформы и Уральской геосинклинали на всех структурных этажах – от дневной поверхности до низов земной коры до границы Мохо. Для изучения восточных районов Русской платформы он разработал методику анализа аномалий гравитационного и магнитного полей, которую применил для построения карт: рельефа поверхности переходного и базальтового слоев, границы Мохо и модели земной коры в целом; им были рассмотрены вопросы: перикратонного опускания восточного края платформы, строения, структуры и тектонического рельефа фундамента, поведения границы складчатого основания платформы и его взаимодействия со складчатым Уралом и Тиманом, влияния фундамента на структуру Предуральского краевого прогиба. А. Я. Ярош одним из первых установил на Урале широтные и субширотные глубинные разломы и показал их общность с аналогичными тектоническими структурами в Приуралье и в фундаменте восточного края платформы, опираясь на связь гравитационных и магнитных аномалий с геологическим строением этих планетарных структур.

Результаты своих региональных исследований он использовал для детального изучения Пермского Приуралья, убедительно показав на примере этого района, какого совершенства он достиг в применении исторического подхода в интерпретации геофизических данных для решения геологических задач. Доказательством его научно-прогностической правоты служит один только сухой перечень задач, которые им были решены. Они выстраиваются в следующую генетическую цепочку: связь верхней мантии Земли со структурой земной коры – структуры фундамента, рельеф его поверхности – латеральная изменчивость физических свойств пород осадочного чехла и ее отражение в геофизических полях – тектоника передовых складок Урала и Приуралья – фундамент и его влияние на тектонику осадочного чехла – локальные структуры в толще осадков палеозойского возраста – прогнозирование локальных структур в осадочном чехле благоприятных для образования месторождений углеводородов.

Обоснованность и важность геологических результатов были высоко оценены и коллегами-учеными и геологами-практиками, особенно работниками треста «Пермьнефтегеофизика», с которым Андрея Яковлевича связывали многолетние договорные отношения. Наиболее плодотворным для него стал 1968 г. В этот год была издана под редакцией И. Д. Соболева «Геологическая карта Урала» в масштабе 1 : 500 000, в составлении которой Андрей Яковлевич принял деятельное участие. Летом он

был делегирован на проходившую в г. Праге XXIII сессию Международного геологического конгресса (МГК), а осенью успешно защитил докторскую диссертацию, которая называлась «Строение кристаллического фундамента востока Русской платформы и миогеосинклинальной области Урала».

В работе сессии МГК Андрей Яковлевич участвовал впервые. Впервые он защищал и докторскую диссертацию. Оба события были для него важными. Но эмоциональная окраска того и другого оказалась существенно различной, как ненастный и солнечный дни.

Мировой геологический форум, на который съехалось около трех тысяч геологов из 103 стран и который должен был проходить с 19 по 23 августа, был частично сорван вводом в Чехословакию утром 21 августа войск стран Варшавского договора. Андрей Яковлевич рассказывал, как резко негативно после этого изменились отношения зарубежных коллег к советским геологам, которых незамедлительно вывезли на самолете в Москву. Мировая политика перечеркнула мировой геологический праздник. Больше Андрею Яковлевичу не довелось участвовать в сессиях МГК.

По-иному прошла защита диссертации. Впервые он написал докторскую диссертацию в 1952 г., но тогда защита не состоялась. При апробации работы она, по словам А. Б. Полякова, была справедливо и очень жестко раскритикована известным гравиразведчиком, профессором Ленинградского горного института Б. А. Андреевым [15]. Оппонентами принципиально нового варианта диссертации были крупнейшие специалисты в области региональной геологии и геофизики: руководитель сектора региональных геофизических исследований ВНИИГеофизики А. А. Борисов [16], заведующий кафедрой Ивано-Франковского института нефти и газа А. П. Булмасов [17], заведующий лабораторией геотектоники Института геологии и геохимии им. А. Н. Заварицкого УНЦ АН СССР А. А. Пронин [18] и профессор кафедры геофизических методов разведки Днепропетровского горного института им. Артема К. Ф. Тяпкин [19].

В тот день, когда состоялась защита диссертации, в группе РФ-66-4, где я учился, было практическое занятие по «Теории поля». Его проводил очень любивший досужие разговоры со студентами доц. В. И. Бондарев. Он и рассказал нам, что на факультете состоится очень важное и редкое событие: защита докторской диссертации Ярошем. Событие действительно было и важным, и редким. В 1968 г. на геофизическом факультете работали всего три доктора наук: И. К. Овчинников, Г. П. Саковцев и А. К. Козырин. Константин Федорович Тяпкин, самый молодой из оппонентов, дважды оппонировал мои диссертации: в 1983 г. – кандидатскую, а в 1990 г. – докторскую. Однажды в разговоре он вспомнил, как приезжал на защиту Яроша и дал восхитительную характеристику А. А. Пронину: Пронин несколько лет пил, потом бросил и опубликовал 6 выдающихся монографий, «посвященных периодизации тектонических движений в планетарном масштабе», принесших ему мировую известность [18]. Вот уж действительно правда, кто пьет, да умен, два угодя в нем.

Спустя два года, когда вся страна и «все прогрессивное человечество» отмечали столетний юбилей вождя

мирового пролетариата В. И. Ленина, Андрей Яковлевич вновь имел право почувствовать себя именинником: в январе он был утвержден ВАК в звании профессора и стал получать зарплату 500 рублей в месяц; в марте вышла из печати «Тектоническая карта СССР», к составлению которой он был причастен; в сентябре его наградили юбилейной медалью «За доблестный труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения Владимира Ильича Ленина». Дальше так и просятся слова В. В. Маяковского: «Так бы жить и жить, сквозь годы мчась». Если бы ...

Одна из лекций в декабре 1974 г. стала для Андрея Яковлевича драматической. Она оказалась для него последней. Читая лекцию, он вдруг почувствовал, что не в состоянии говорить, что руки стали непослушными, а ноги ватными. Собрав силы, стараясь не показать вида, что ему очень плохо, он медленно вышел из аудитории, провожаемый недоуменными взглядами притихших студентов, и прошел на кафедру в кабинет А. Б. Полякова. Тяжело опустившись на стул, он прошептал: «Саша. Я больше не могу. Пойди, дочитай за меня лекцию». Александр Борисович впервые увидел своего учителя таким расстроенным, с потухшими, почти безжизненными глазами.

Андрея Яковлевича положили в больницу. Но врачи помочь ему ничем не могли, констатируя только, что у него болезнь Паркинсона. А он так следил за своим здоровьем: регулярно ездил в санатории, устраивал нарзановые, ореховые, яблочные и другие диеты. В феврале 1975 г. его освободили от заведования кафедрой и зачислили на него к чему не обязывающую должность профессора-консультанта. Болезнь прогрессировала, посещавшие его коллеги говорили, что он сильно изменился и катастрофически похудел. Через два года Андрей Яковлевич вынужден был подать заявление об увольнении. К этому времени он уже не в состоянии был писать. Это заявление за него написал Александр Сергеевич Филюшкин. Умер Андрей Яковлевич 7 ноября 1979 г. Во время прощания я не подошел к открытому гробу. Я решил: пусть в моей памяти Андрей Яковлевич останется таким, каким я видел его в лучшие годы. Он был похоронен на Широкопеченском кладбище.

5

Расхожая фраза о том, что незаменимых людей нет (как, впрочем, нет и заменимых людей), придумана теми, для кого люди служат безликими кирпичиками или винтиками, строительным материалом, с помощью которого они возводят свою карьеру и благополучие и совершают восхождение к вершинам власти. Но есть еще горьковское: «Человек – это звучит гордо!» или восторженное гетевское: «Человек – это целый мир!». Нет, каждый человек все же единичен, уникален и незаменим, как бы это кому-то и не было противно. Поэтому А. Б. Поляков не заменил умершего А. Я. Яроша. Поляков стал читать курс «Гравиразведка» не вместо Яроша, а после Яроша. Точно так же, позже, Василий Владимирович Суворов читал этот курс после Полякова, а я – после Суворова.

Заведуя кафедрой, Андрей Яковлевич был мудр и дальновиден в отношениях с коллегами, особенно с молодыми, и не только в силу своего характера, но еще и потому, что всю жизнь руководствовался хорошим принципом: кадры решают все. А чтобы кадры решали все, их

надо воспитывать и учить. Как? «Лучше всего рассказом и показом, т. е. собственным примером», как советовал П. К. Соболевский. Андрей Яковлевич так и поступал. Все его ученики, во-первых, участвовали в исследованиях, которые он проводил. Во-вторых, каждого из них он непременно пробовал на педагогическом поприще, как огнем пробуют металл. А потом оценивал, в какую область направлен вектор их способностей и интересов: в научную, педагогическую или в обе сразу.

Александр Борисович Поляков [17, 20], родившийся во время Гражданской войны 9 сентября 1919 г. в Томске, куда были эвакуированы из Екатеринбурга его родители, и защитивший дипломный проект 24 марта 1943 г., тоже во время войны, только Великой Отечественной, состоялся и как ученый, и как педагог. Но чтобы стать и тем, и другим, ему пришлось преодолеть немалые трудности, присущие советскому обществу. Виной всему был социальный статус его отца – Бориса Тихоновича, который до революции служил приказчиком в обувных магазинах в г. Белгороде и в Екатеринбурге, а позже агентом в Сибирском торговом банке. Не бог весть что – мелкий служащий, не белый офицер, не дворянин, не священник и все же... Не принималось во внимание даже то, что Борис Тихонович во время Гражданской войны работал снабженцем в Красной Армии, и два его сына, старшие братья Александра Борисовича, были красноармейцами, и один из них погиб на Южном фронте [фото 7].

Для таких, как А. Б. Поляков, чуждых по социальному происхождению, дорога в институт либо была закрыта совсем, либо для поступления им необходимо было заработать рабочий стаж. Заработать его на заводе или на фабрике он не мог из-за слабого здоровья. По этой причине он до 10 лет не ходил в школу, а занимался дома с частной учительницей. После окончания школы ему в течение полутора лет пришлось служить в разных учреждениях: в универмаге, в Центральной лаборатории Верх-Исетского завода и в областном отделении госбанка и учиться одновременно на рабфаке и в Уральском индустриальном институте. Только в 1938 г. он поступил в Свердловский горный институт. Плохое «социальное происхождение» довело над ним долго на бытовом уровне.



Фото 7. А. Б. Поляков

А. С. Филюшкин, например, не раз говорил мне: «Володя, Поляков не наш человек».

Унижения, испытанные в молодости, не озлобили его, не превратили в мизантропа и ворчуна, но навсегда сделали из него пассивного противника всякой власти. Он держался независимо, но на рожон не лез, был самостоятелен в оценках людей и событий, не боялся высказывать свое мнение, порой резко, нелюбезно и даже грубо. Он был ярко выраженным экстравертом, любил компании, застолья, умную шутку, был мастером осадить неудачного говоруна, но и ценил, не обижался, когда кто-нибудь его самого мог остроумно поддеть. Институтское начальство его недолюбливало, но терпело. Поэтому когда он уходил на пенсию, проработав в институте 45 лет, ректор почтил его короткой и суховатой благодарностью и 50-рублевой премией, по рублю и 11 копейкам за каждый проработанный год. Он никогда не стремился к занятию административных должностей, да ему их и не предлагали. Геофизическим факультетом он руководил с 1964 по 1967 г. в порядке деканской повинности.

Дипломный проект Александра Борисовича был посвящен актуальнейшей в годы войны проблеме поисков нефтеносных структур в Манчжском и Красноуфимском районах гравитационным методом. Но после окончания войны нефтяная проблема была забыта на долгие годы ввиду малой перспективности Урала на поиски месторождений углеводородного сырья. Месторождения меди и угля стали основными объектами его исследований. Наиболее крупные результаты им были получены при изучении Кушмурунского бурого угольного месторождения в Тургайском прогибе Северного Казахстана. Только неуемная амбициозность геологов помешала признать А. Б. Полякова и А. Я. Яроша одними из первооткрывателей этого месторождения.

Должностное положение А. Б. Полякова в первые семь лет работы в институте было очень пестрым: ассистент, инженер, старший лаборант, начальник партии. Только в апреле 1950 г., когда он был переведен на преподавательскую работу, окончательно определилось его положение

на кафедре геофизики. Наибольшую известность и на Урале, и в стране он получил как педагог-методист. Среди результатов его научной работы самыми значимыми являются два. Они, собственно, и составили основу кандидатской диссертации «Направление поисковых работ на уголь на восточном склоне Северного и Среднего Урала и методика интерпретации результатов гравиметрической съемки», защищенной им в 1959 г. Первый результат – это методика высокоточной гравиметрической съемки; второй результат – метод решения прямой задачи гравиразведки для объектов с переменной плотностью. Этот метод он разработал для интерпретации аномалий силы тяжести угольных депрессий. Будучи студентом, я писал курсовую работу по гравиразведке именно по этому методу интерпретации [фото 8].

Большой практический опыт, острый критический взгляд на любую геолого-геофизическую проблему и тонкая интуиция позволяли Александру Борисовичу нередко предвосхищать выводы теоретиков и даже ставить их в тупик неординарностью своих выводов. Эти его качества были очень ценны многими коллегами-гравиразведчиками, с которыми он сотрудничал или был дружен.

После ухода на пенсию в 1988 г. Александр Борисович часто приходил на кафедру. Особенно дорогими и памятными для меня являются наши ежегодные встречи в День геолога. Мы их устраивали или в нашем общем кабинете, или уезжали на дачу к В. В. Суворову. Готовились мы: Г. Г. Кассин, В. В. Суворов и я к очередной встрече и весной 2002 г. Но сели мы в этот раз не за праздничный, а за поминальный стол. 2 апреля Александр Борисович умер в больнице. Его отпевали в Ивановской церкви, кремировали и похоронили на Северном кладбище.

В спорте, как известно, наиболее сильна и перспективна та команда, у которой длинная скамейка классных игроков. Кафедра не спортивная команда, но она деградирует, если ее состав не будет постоянно обновляться молодыми и дееспособными сотрудниками. Эта мысль не нова и не оригинальна, и ее вряд ли кто-нибудь станет оспаривать. Хотя воплотить ее в жизнь не очень просто.



Фото 8. Студенты группы ГМР-46 изучают устройство гравиметра СН-3. Слева направо: Гольцман Г., Красильников Н., Панченко Е., Булатова Р., Демин П., Редозубов А., Борзунов А., Поляков А. Б., Ромашев А., Козлов В., Малахова Г., Тараканов С., Стадухин В. 1950 г.

Андрею Яковлевичу это вполне удалось. Он на десятилетия вперед сумел обеспечить кадровую стабильность своей кафедры. После А. Б. Полякова лектором курса «Гравиразведка» стал Василий Владимирович Суворов [17, 21].

Его путь к этому событию, а родился он 5 февраля 1934 г., был, как поется в геологической песне, «и далек, и долог», и очень труден. В первый класс он пошел в год, когда началась Великая Отечественная война. Голодное детство и юность в маленькой сибирской деревне Федосеевка. Хлеб из мха. Гибель отца на фронте в 1942 г. Учеба после школы сначала в Томском горном, а когда семья переехала на Урал, – в Свердловском горно-металлургическом техникуме. После окончания техникума он несколько лет работал в Германии на урановой шахте советско-германского акционерного предприятия «Висмут». Свердловский горный институт он окончил почти 30-летним в 1963 г.

Андрей Яковлевич оставил его на кафедре в качестве сотрудника одной из научно-исследовательских партий. Несколько лет Василий Владимирович занимался вопросами методики магниторазведочных исследований в шахтах, проводил вместе с Н. А. Плохих высокоточную гравиметрическую съемку в высокогорных районах Северного Таджикистана, пока не нашел свою научную лакуну. Ею стала подземная гравиразведка.

В этой области гравиразведки им впервые на Урале для физико-геологических условий медноколчеданных месторождений были рассмотрены наиболее подробно и всесторонне вопросы и методики гравиметрической съемки, и вопросы теории и методики интерпретации аномалий силы тяжести. Он разработал графические и аналитические методы и приемы решения прямых и обратных задач для тел правильной геометрической формы (эллипсоид вращения, горизонтальный круговой цилиндр, вертикальный пласт, которыми аппроксимировал рудные тела); создал алгоритмы и программы решения обратных задач для тел произвольной формы, когда эта проблема в гравиразведке находилась еще в стадии становления, и в СГИ не было своего вычислительного центра, и Василий Владимирович пользовался услугами вычислительного центра Института механики и математики УНЦ АН СССР. Результаты исследований он обобщил в кандидатской диссертации: «Интерпретация гравитационных аномалий в подземных выработках медно-колчеданных месторождений Среднего Урала», которую защитил в 1975 г.

Методологические принципы уральской геофизической школы были сформулированы П. К. Соболевским, и А. Я. Ярош, исповедуя их и развивая, передавал своим ученикам. Это проявлялось в том, что для решения геологических задач они использовали комплекс геофизических методов, т.е. «разглядывали» геологические объекты с разных геофизических точек зрения, «глазами» разных геофизических методов, а не однобоко и, следовательно, не субъективно. В этом был залог успешности решения поставленной ими или перед ними задачи.

Последняя статья А. Я. Яроша «Связь верхней мантии со структурами земной коры Пермского Приуралья» была опубликована в 1975 г. С тех пор прошло почти полвека, и потому резонен вопрос, какова судьба его научных идей?

Что с ними стало? Ведь Андрей Яковлевич не великий ученый, а смерть закрывает глаза не только людей, но и свои на результаты их трудов. Андрей Яковлевич избежал глухого забвения благодаря преданности своих учеников, и прежде всего Геннадия Григорьевича Кассина [17, 22].

Геннадий Григорьевич, родившийся 4 декабря 1927 г. в с. Большое Мышкино Вятской губернии, начал работать под руководством Андрея Яковлевича начальником научно-исследовательской партии в 1958 г. сразу после окончания института, в который его занесла, именно занесла, семейная трагедия. Его отец-колхозник был арестован, осужден и отправлен в лагерь за то, что непочтительно отозвался о работнике НКВД. В лагере он и умер, оставив в наследство сыну завет: не терпеть никакого диктата власти и не гнуть перед ней выю. После службы в армии в морской авиации, куда он был призван по комсомольскому добровольно-принудительному набору, когда ему не исполнилось еще и 17 лет, он поселился в г. Кирове. В приеме на работу ему всюду отказывали, и он, по совету родственников, уехал подальше от дома, в Свердловск. Стал работать на «заводе заводов» Уралмаше и учиться в Горном институте.

Геннадий Григорьевич всегда с приязнью вспоминал и рассказывал о совместной работе с А. Я. Ярошем по изучению геологического и структурно-тектонического строения Волго-Уральской нефтегазоносной провинции и особенно Пермского Приуралья. После смерти Андрея Яковлевича он продолжил успешное сотрудничество с пермскими геолого-геофизическими нефтяными организациями, и прежде всего с трестом «Пермнефтегеофизика».

Пройдя школу учителя, он стал крупным специалистом в вопросах региональной геологии и геофизики. Если в его ранних работах и в кандидатской диссертации: «Элементы строения гранито-гнейсового слоя северо-восточной части Волго-Уральской провинции и их связь с осадочным покровом», защищенной в 1968 г., еще чувствовалось влияние А. Я. Яроша, то более поздними исследованиями он заявил о себе, как о вполне самостоятельном ученом, хорошо знающем геологию и прекрасно владеющем методами тонкого анализа результатов геофизических съемок. Он был очень наблюдателен. От его взгляда не ускользала даже малейшая особенность в морфологии аномалий магнитного и гравитационного полей, и каждой из них он стремился найти геологическое объяснение и находил. Он в совершенстве владел графическим методом интерпретации аномалий силы тяжести и магнитного поля; был очень восприимчив к новым идеям и сам их во множестве продуцировал многие годы.

Геннадий Григорьевич, в отличие от других учеников Андрея Яковлевича, и меня в том числе, был спортивен; зимой участвовал в затяжных лыжных кроссах. В науке он был также неустойчивым и настойчивым в достижении результатов исследований, как и в спортивных соревнованиях. Он был боец. На него можно было положиться, зная, что он исполнит любое дело безупречно.

Масштаб геологических задач, которые он решал, применяя различные геолого-геофизические, геоморфологические и геохимические методы, широк. Он является автором и соавтором структурных карт поверхности кристаллического фундамента, поверхности Мохо

и глубинных разломов земной коры Урала и Приуралья, прогнозных карт структур Пермского Приуралья, перспективных на месторождения нефти и газа («Карта глубинных разломов земной коры Урала», «Схема рельефа поверхности дорифейского фундамента Приуралья и Урала»; обе карты в масштабе 1 : 1 000 000 были изданы в 1990 г.). Он открыл и теоретически обосновал явление автолокализации аномального гравитационного поля (термин «автолокализация» предложил В. М. Новоселицкий) для структур со сложным распределением плотностных объектов по вертикали; совместно с В. В. Суворовым одним из первых в СССР он предложил применять высокоточную аэромагнитную съемку для картирования структур в слабомагнитном осадочном чехле Приуралья и практически показал ее высокую геологическую эффективность.

Четверть века, до его выхода на пенсию в 2009 г., мы с Геннадием Григорьевичем с 1986 г., с момента затопления крупнейшего в мире 3-го Березниковского калийного рудника, проводили исследования по изучению структурно-тектонического строения Соликамской впадины и Верхнекамского месторождения калийных солей с целью оценки динамического режима этих объектов, находящихся под действием высокой техногенной нагрузки. В результате этой работы была впервые составлена тектоническая схема месторождения в масштабе 1 : 50 000, установлены признаки опасных динамических явлений и выполнено тектоно-динамическое районирование его территории [23].

Андрей Яковлевич более всего ценил в Г. Г. Кассине дар исследователя. Как педагог-методист он уступал другим его ученикам. Поэтому преподавать Геннадий Григорьевич стал сравнительно поздно, в 1980 г. Из всех курсов, которые ему было поручено вести, он отдавал предпочтение курсу учителя: «Комплексирование геофизических методов». Читал он его, естественно, по-своему, но сохраняя при этом главное из идейного наследия Андрея Яковлевича – широкий и всесторонний взгляд на геолого-геофизические явления как на исторические события в эволюции Земли.

Он умер, не дожив двух месяцев до 92 лет, 23 сентября 2019 г.

Психологический диапазон отношений учителя и учеников очень широк. На одном его конце находится безразличие, на противоположном – диктат. И где-то между этими крайними точками существует острая грань «золотой» середины. Удержаться на этой грани мудрено. Но А. Я. Ярошу это удавалось. Он умел руководить, не узурпируя интересы и желания учеников, щадя их достоинство, не оскорбляя и не унижая. Стиль его поведения унаследовали и его ученики. В меньшей мере А. Б. Поляков, в большей – Г. Г. Кассин, В. В. Суворов и Н. А. Плохих [17, 24].

Когда я пришел работать на кафедру, Николая Алексеевича Плохих уже не было в ее штате. В 1967 г. он переехал в Синеглазовскую экспедицию Челябинского геологоразведочного треста, где ему, обремененному семьей, предоставили квартиру в новом доме и высокую зарплату. Поэтому мои взаимоотношения с ним происходили уже вне кафедры [фото 9].

Николай Алексеевич родился 12 января 1938 г. в г. Карабаше. Школу окончил с серебряной медалью в 1955 г. и,



Фото 9. Н. А. Плохих

имея склонность к математике, вознамерился поступить в Челябинский политехнический институт на факультет прикладной математики. Но судьба так выстроила его жизненный граф, что он стал студентом геофизического факультета Свердловского горного института по специализации «Поиски и разведка редких и радиоактивных элементов». Поэтому и учиться ему пришлось шесть лет.

Годы его учебы можно условно разделить на две части. Одна часть сугубо внешняя, состоявшая из участия в разнообразнейших общественных мероприятиях, до которых он был охоч: в шахматно-шашечных соревнованиях, в выступлениях мужского хора, дипломанта Всемирного фестиваля молодежи и студентов, в туристических походах на Конжаковский Камень, на Азов-гору, да мало ли еще куда; вторая – в отличной учебе, в участии в работе студенческого научного общества (СНО) под руководством преподавателей. За общественную работу его награждали грамотами профкома института, обкома ВЛКСМ и областного совета студенческого ДСО «Буревестник». Учебой и работой в СНО он закладывал основу своей будущей профессиональной деятельности. Под руководством доцента В. В. Пацука Николай Алексеевич занимался химическими анализами сульфидных руд; под руководством преподавателя кафедры высшей математики А. М. Глюзмана он выполнил серьезные исследования по теории электроразведки на постоянном токе и был награжден за это грамотой Министерства образования СССР, получил право на получение сталинской стипендии. Свою первую статью он опубликовал, будучи студентом в академическом журнале «Известия АН СССР. Серия геофизическая», две следующие – сразу после окончания института в 1962 и 1963 гг. в тех же «Известиях АН СССР» и в «Трудах СГИ». В 1961 г. он защищал не как все студенты дипломный проект, а дипломную работу «Некоторые вопросы теории электрической разведки постоянным током». Научный руководитель Г. П. Саковцев и рецензенты И. С. Гельфанд и А. М. Глюзман единодушно охарактеризовали дипломанта как вполне зрелого научного работника с незаурядными математическими способностями.

Блестящая, но и заслуженная, оценка для самолюбивого и амбициозного Николая Алексеевича. Он был пассионарен. Но его пассионарность была «мягкой». Она не жгла. Она озаряла человека. Ему были присущи природное обаяние и интеллигентность. С первого взгляда создавалось впечатление, что ты его знал всегда.

Три опубликованные статьи были хорошей основой для того, чтобы развить их содержание в диссертации по электроразведке, и молодой специалист Николай Плохих получил назначение в научно-исследовательский сектор СГИ. Но судьба опять поправила его «жизненный граф», сделав областью деятельности не электроразведку, а гравиразведку. И он опять не сплеховал. Ретроспективно оценивая жизнь и деятельность Николая Алексеевича, я пришел к выводу, что судьба как будто бы специально ставила его в такие ситуации, выход из которых требовал изменения «жизненного графа». И каждый раз он верно определял свой *modus vivendi*, потому что предпосылки для этого им уже были сформированы. Это ли не признак его жизненной мудрости?

Работа в научно-исследовательской партии под руководством А. Я. Яроша была посвящена совершенствованию методики гравиметрической съемки и методов интерпретации аномалий силы тяжести при поисках и разведке рудных месторождений в Кустанайской, Восточно-Казахстанской и Семипалатинской областях и на Рудном Алтае – таким широким географически и высокопрофессиональным по значимости был ареал деятельности уральских гравиразведчиков. Результаты этой работы, приведшие к открытию Южно-Сарбайского месторождения и рудных тел на Давыдовском и Качарском месторождениях, были обобщены Николаем Алексеевичем и защищены в 1969 г. в кандидатской диссертации «Высокоточная гравиметровая съемка при поисках и разведке рудных месторождений».

С 1967 г. и до трагической гибели 21 ноября 2006 г. Николай Алексеевич жил и работал в Челябинске, следуя начертанию своего судьбоносного «жизненного графа». За эти годы существенно изменилась область его научных интересов. Ее границы раздвинулись,

а постижение сути решаемых им проблем достигло предела возможностей применяемых им методов исследования. Об этом, в частности, свидетельствует содержание докторской диссертации «Петрофизика уралитов», защищенной им в конце 1991 г. Я присутствовал на том заседании диссертационного совета. По лаконичности и емкости название диссертации гениальное. Она посвящена методологии и методикам комплексных петрофизических исследований, формулировкам сути прямой и обратной задач петрофизики, определению роли петрофизики при прогнозно-поисковых геологоразведочных работах, разработке петрофизических классификаций и физико-геологических моделей, выявлению петрофизических критериев эндогенных рудных месторождений и методов их прогнозирования, т. е. углубленной и обобщенной характеристике геологической среды, включающей рудные месторождения.

От петрофизических исследований рудных месторождений он перешел к изучению петрофизических характеристик техногенных образований, количество которых на территории Южного Урала не поддается учету, и все они оказывают негативное влияние на среду, в которой живет человек, на экологию. Поэтому естественно, что он стал заниматься экологическими исследованиями территории Челябинской области, создав в Челябинском государственном университете кафедру природопользования.

6

С момента, когда на Урале были выполнены первые измерения ускорения силы тяжести, прошло более 120 лет. Это уже почтенная история, которая в жизни одного человека составляет шесть поколений. Современный гравиметрист для того, первого гравиметриста казанской астрономической энгельгартовской обсерватории является прапрапрапрапредком. Сколько за это время произошло перемен в гравиразведке? Кто бы мог предполагать, например, что данные об измерении ускорения силы тяжести будут использоваться не только для решения геологических задач, но и для управления полетом смертоносного оружия – крылатых ракет. Пройдет еще



Фото 10. Ученики А. Я. Яроша (слева направо): А. Б. Поляков, Г. Г. Кассин, В. В. Суворов. 1983 г.

сто лет. Как за это время человек будет использовать данные о силе тяжести Земли? Во благо себе или во вред? Но обращая свой взор в прошлое, не будет же он

Иваном, не помнящим родства, он непременно вспомнит тех, кто стоял у истоков уральской гравиразведки – Андрея Яковлевича Яроша и его учеников [фото 10].

ЛИТЕРАТУРА

1. Аристотель. О небе. М.: Мысль, 1981. Т. 3. 613 с.
2. Определение силы тяжести на Урале и по Волге в 1899, 1900, 1902 и 1903 гг. Труды астрономической обсерватории Императорского Казанского университета. Казань, 1907. № XVI.
3. Филатов В. В. История геофизических исследований на Урале в XVIII–начале XX в. // Известия УГГУ. 2016. № 2(42). С. 91–93.
4. Заварицкий А. Н. Общие задачи геолого-разведочных работ на Урале, необходимых для нужд рудной промышленности // Горный журнал. 1922. № 10/12. С. 445–451.
5. Заварицкий А. Н. Задачи гравиметрических исследований в Нижне-Тагильском районе на Урале // Горный журнал. 1924. № 9/10. С. 656–661.
6. Филатов В. В. Геофизические исследования на Урале в 20–30-е годы XX века // Известия УГГУ. 2017. № 1(45). С. 100–103.
7. Филатов В. В. Соболевский П. К. – основоположник Уральской геофизической школы // Известия УГГУ. 2016. № 4(44). С. 99–102.
8. Филатов В. В. Выдающиеся ученики П. К. Соболевского // Известия УГГУ. 2017. № 4(48). С. 123–129.
9. Архив Уральского государственного горного университета (АУГГУ). Личное дело Яроша Андрея Яковлевича.
10. Филатов В. В. Ярош Андрей Яковлевич (1908–1979) // Известия УГГУ. 2010. Вып. 24. С. 175–180.
11. Филатов В. В. Математик и Физик // Известия УГГУ. 2020. № 1(57). С. 233–243.
12. Филатов В. В. От кафедры геофизики до геофизического факультета // Известия УГГУ. 2018. № 3(51). С. 176–180.
13. Ярош А. Я., Поляков А. Б. Поиски медноколчеданных месторождений на Урале гравитационным методом. М.: Госгеолтехиздат, 1963. 131 с.
14. Виноградов А. М. Школа профессора Яроша в геофизическом обеспечении геологических знаний // Геофизика XXI века: материалы II Междунар. симпоз., посвящ. 60-летию образования геофизического факультета Уральского государственного горного университета (24–25 ноября 2011 г.). Екатеринбург: УГГУ, 2012. С. 75–81.
15. Геофизики России: информационно-биографический сборник / гл. ред. Н. А. Савостьянов. М.: РИЦ ЕАГО, 2001. С. 21.
16. Там же. С. 65.
17. Филатов В. В. Уральская геофизическая школа (60 лет геофизическому факультету Уральского государственного горного университета. 1951–2011 гг.): биограф. справочник. 2-е изд., испр. и доп. Екатеринбург: УГГУ, 2011. 461 с.
18. Рапопорт М. С., Комарский В. Я., Филатов В. В. Творцы уральской геологии. Екатеринбург: КПП по Свердловской области, ОАО «Уральская геологосъемочная экспедиция», 2000. 221 с.
19. Геофизики России. Указ. соч. С. 472.
20. АУГГУ. Личное дело Александра Борисовича Полякова.
21. АУГГУ. Личное дело Василия Владимировича Суворова.
22. АУГГУ. Личное дело Геннадия Григорьевича Кассина.
23. Filatov V. V., Bolotnova L. A. Generalizing the experience of forecasting dynamic events Upper Kama potassium salt deposit according to geological and geophysical data // Известия вузов. Горный журнал. 2019. № 4. С. 61–70.
24. Плохих Г. П. Верный призванию: Николай Алексеевич Плохих, уральский ученый-геофизик, эколог. Челябинск: Изд-во Челяб. госуд. ун-та, 2019. 180 с.

Статья поступила в редакцию 5 апреля 2021 года