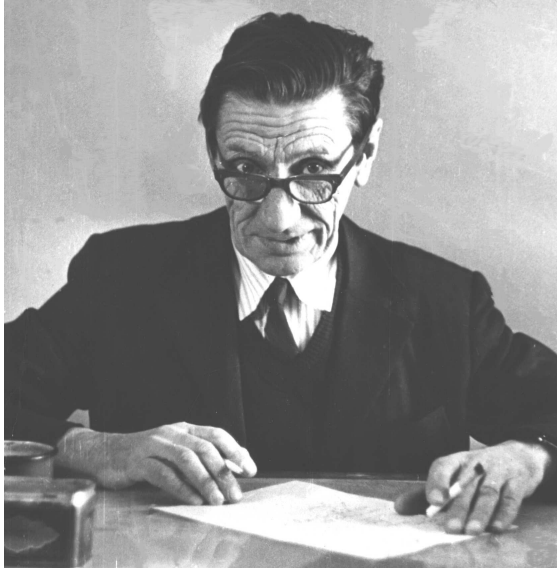


УЧИТЕЛЬ И ЧЕЛОВЕК



Пролог

26 января 2013 года Георгию Митрофановичу Воскобойникову исполнилось бы 100 лет. В такие дни обычно вспоминают о юбиляре, о его делах, заслугах перед обществом и вообще... как о простом человеке. Я начал и провел свои первые 15 лет в науке под непосредственным руководством этого замечательного человека: высокообразованного, скромного, не терпящего лжи и подлога в науке, обладающего прекрасным чувством юмора, готового прийти тебе на помощь в самых различных вопросах как научных, так и житейских.

Большинство сотрудников вспоминают о Георгии Митрофановиче, как о блестящем теоретике в области радиометрии и потенциальных геофизических полей, однако приложение его таланта выходит далеко за эти рамки. Это особенно проявилось при решении практических задач предложенного им метода селективного гамма-гамма каротажа. Поэтому автор (В.И. Уткин, стоявший у начала этих работ) решил рассказать о роли Г.М. Воскобойникова в организации этих работ, их проведении и участии в дальнейшем развитии.

Георгий Митрофанович не отличался высокой плодовитостью по части количества научных статей. За время работы в Институте геофизики им написано около

сотни научных работ. По нынешним понятиям это не много, но практически каждую из них можно занести в золотой фонд геофизических исследований.

Неизвестно как бы сложилась судьба Георгия Митрофановича, как научного работника, если бы перед самой Великой Отечественной войной его, аспиранта кафедры астрономии и геодезии УрГУ, не командировали для производства геофизических измерений и для окончания работы над практически уже готовой кандидатской диссертацией в Гидрографическое управление Главсевморпути. Но... кратковременная командировка растянулась на долгие годы. Началась ВОВ. И, как рассказывал сам Георгий Митрофанович, его диссертация «рассыпалась по листочкам по всему Полярному кругу». За этот период времени (до 1951 г.) Г.М. Воскобойников прошел путь от астронома-геодезиста, начальника астрономической партии до начальника производственного отдела и руководителя вычислительного бюро различных экспедиций и баз Главсевморпути. И вот в начале 50-х годов в Геофизическом секторе Института геологии и геохимии Уральского филиала Академии наук СССР (ИГГ УФАН СССР) появился скромный сотрудник – Георгий Митрофанович Воскобойников. Надо отдать должное руководителю Геофизического сектора профессору Юрию Петровичу Булашевичу, который смог разглядеть в скромном сотруднике колоссальный потенциал исследователя.

Основное направление исследований Г.М. Воскобойникова в это время было связано с разработкой теоретических вопросов радиометрии и на их основе – разработкой новых методов полевых геофизических (радиометрических) измерений с целью определения вещественного состава горных пород, поиска и разведки месторождений как радиоактивных, так и не радиоактивных полезных ископаемых. Обзор этих работ достаточно полно представлен в статье этого номера «Некоторые пробле-

мы гамма-спектроscопии в исследованиях Г.М. Воскобойникова» В.В. Бахтерева.

Первые работы радиометрического направления Г.М. Воскобойникова составили диссертацию на соискание ученой степени кандидата наук. Эти работы выполнялись в условиях, когда в теории и практике радиометрии было много неясностей: была неизвестна зависимость регистрируемой интенсивности гамма-излучения естественных излучателей от состава горных пород и типа индикатора; усиленно дискутировалась и многими недооценивалась роль рассеянного гамма-излучения в формировании наблюдаемого эффекта; дискутировалась возможность раздельного определения содержания гамма-излучателей рядов урана и тория в горных породах и т.п., что являлось главным препятствием к правильному применению количественных методов разведочной радиометрии. Теоретические исследования Г.М. Воскобойниковым этих вопросов фактически сдвинули практику радиометрии с эмпирических позиций и привели ее теорию на новый качественный уровень.

Работы этого направления образуют замкнутый цикл, содержащий 12 печатных работ, естественно объединяемых под общим названием «теория и методы применения гамма-лучей в геофизической разведке». В первой серии работ этого цикла получены важнейшие результаты по расчету количественной зависимости гамма-излучения от состава естественно-радиоактивной среды и разновидности индикатора; разработана методика оптимального режима измерений и расчет коэффициента разделения излучателей рядов радиоактивных элементов при раздельном определении их содержания в комплексных рудах и др., которые определили направление обширных экспериментальных исследований ряда других авторов, а также составили основу для аппаратных и методических разработок современной количественной гамма-разведки.

Вторая серия работ этого периода времени посвящена теоретической и экспери-

ментальной разработке физических основ и методов применения гамма-излучения к задачам поиска и разведки нерадиоактивных полезных ископаемых. В частности, Г.М. Воскобойниковым был развит формальный аппарат диффузионного приближения применительно к решению задач о распространении «мягкого» гамма-излучения в рассеивающе-поглощающих средах, предпосылки которого были заложены в совместных с Ю.П. Булашевичем исследованиях по гамма-гамма каротажу на угольных месторождениях Урала (Булашевич, Воскобойников, 1957), разработаны теоретические основы селективного гамма-гамма каротажа и выявлены экспериментально его преимущества, что в совокупности с последующими методическими и аппаратными разработками предопределили широкое производственное использование нового эффективного радиометрического метода разведки. Дальнейшее развитие метода было выполнено совместно с В.И. Уткиным и Ю.Б. Бурдиным и привело к разработке спектральной модификации селективного каротажа, что сильно расширило возможности практического использования метода и послужило причиной его повсеместного использования в последующие годы.

Таким образом, в 1958 году усилиями Г.М. Воскобойникова и Ю.П. Булашевича была создана научно-обоснованная теоретическая база радиометрических методов исследований. Самым большим недостатком этого направления исследований было слабое экспериментальное подтверждение основных положений и выводов теории. Надо было создавать новую геофизическую аппаратуру. Для этих целей Г.М. Воскобойниковым были приглашены на работу в институт геофизики два молодых инженера-физика – Уткин Владимир Иванович и Бурдин Юрий Борисович.

Начало

К 1958 году в усилиями Г.М. Воскобойникова решение главных теоретических проблем гамма-радиометрии в основном было уже близко к завершению. Остро стоял вопрос об экспериментальной базе

для этих исследований. Дипломной работой Уткина и Бурдина, только что закончивших физико-технический факультет УПИ им. Кирова, было создание многоканального автоматического анализатора гамма-спектра, что являлось серьезной задачей для физиков-экспериментаторов в то время. Многоканальные анализаторы только-только стали появляться в физических лабораториях за рубежом.

Георгий Митрофанович сразу поставил перед нами задачу создания прецизионного скважинного сцинтилляционного гамма-спектрометра для ядерно-геофизических исследований в условиях работы в буровых скважинах.

Надо отметить, что в то время была единственная публикация по спектрометрам такого типа, да и то выполненная для работы в лаборатории (Wilkinson, 1950). По предложению Г.М. Воскобойникова было принято решение о расположении анализирующей части спектрометра в скважинном приборе и кодоимпульсной передаче информации по стандартному трехжильному кабелю, принятому в геофизических исследованиях. Приборов такого типа в отечественной (да и в мировой) геофизике в то время не было. Доклад об этом приборе, его первых испытаниях, сделанный на Всесоюзной конференции в 1960 г. (Уткин, 1962), вызвал бурю неоднозначных мнений, но все признали правоту Г.М. Воскобойникова – кодо-импульсный метод передачи информации решает массу проблем с получением надежной информации о спектральном составе рассеянного гамма излучения непосредственно в условиях буровых скважин.

Способ передачи информации оказался удачным: на данные не влияли ни работающие буровые станки, ни радиосигналы, которые «ловила» антенна – свободный трехжильный каротажный кабель. 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.

В настоящее время кодо-импульсный метод передачи информации стал одним из основных при использовании комплексных геофизических приборов.

Сделать такую машину на электронных лампах было достаточно сложно и тем более сложно было добиться его надежной работы.

В этот период времени в электронной промышленности шла модернизация электронных ламп: привычные для нас «колбы» заменялись сначала лампами «пальчиковой» серии, затем «миниатюрной – М-серии» и «сверхминиатюрной – СМ-серии». Георгий Митрофанович, конечно, не принимал непосредственного участия в детальной разработке электронных схем, но разработка общего построения прибора, его функциональных возможностей, решение проблем зондовых устройств принадлежит ему. Георгий Митрофанович организовывал и материальное обеспечение разработки. Поэтому мы всегда имели достаточно новые элементы и некоторым образом не отставали от разработок нашей электронной промышленности.

К полевому сезону 1960-го года прибор был готов к испытаниям. Опять же Георгий Митрофанович через своих старых знакомых обеспечил нам практически идеальный полигон. Это было уже разведанное полиметаллическое (свинцово-сурьмяное) месторождение «Кужал» в Центральном Казахстане. Хорошо сохранившиеся глинобитные домики стали нашей лабораторией и жильем.

Необходимо сделать в этом месте небольшое отступление, которое опять же характеризует Георгия Митрофановича, как исключительного человека.

В 1960 году врачи вынесли ему страшный вердикт – подозрение на туберкулез. Поэтому Георгий Митрофанович организовал в полевых условиях себе отдельное помещение для проживания и приема пищи, он строго следил за тем, чтобы его посуда не попала в другие руки. Болезни миновали нас.

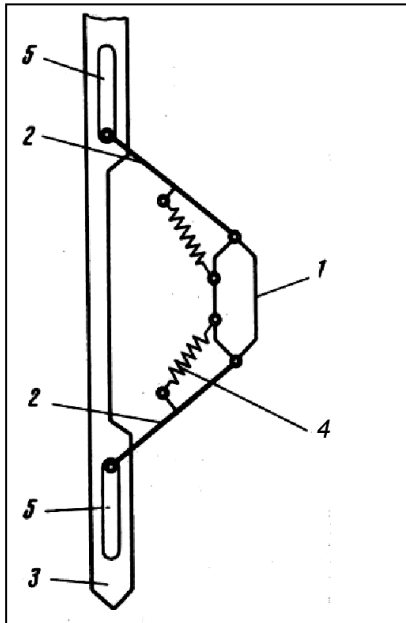


Рис. 1. Кинематическая схема прибора с выносным измерительным зондом (Уткин, 1975): 1 – измерительный зонд; 2 – система прижимных устройств; 3 – корпус глубинного прибора; 4 – пружины прижимного механизма; 5 – направляющие рычажной системы

Измерительные зонды

Георгий Митрофанович показал себя не только талантливым руководителем проекта, но и великолепным конструктором.

На рубеже 50–60 годов прошлого столетия он предложил совершенно необычную конструкцию выносного измерительного зонда, прижимающегося плотно к стенке скважины и следующего за всеми вариациями диаметра скважины (рис. 1).

Расчет кинематики этого зонда был дан как тестовое задание Уткину, который не только сделал расчет этой достаточно сложной механической системы, но в будущем существенно модернизировал эту конструкцию.

Несмотря на кажущуюся сложность конструкции, она работала очень надежно даже в угольных скважинах. Начиная с 60-х годов, все зондовые устройства ГГК-С снабжались таким измерительным блоком.

Скважинный прибор с выносным измерительным блоком, обеспечивающим неискаженную передачу энергетического распределения гамма-квантов, рассеянных

горными породами, был применен впервые в мировой практике.

В дальнейшем скважинные приборы превратились в сложные устройства, обеспечивающие комплексные измерения, например, ГГК-С и ГГК-П одновременно с кавернометрией (Уткин, 1975) (рис. 2). Перевод измерительного зонда в рабочее положение регулировался специальным электромагнитом, верхний рычаг прижимной системы использовался как привод каверномера.

В последние годы уже молодые конструктора применили для изготовления выносного зонда титановые сплавы, для экранировки детектора от источника медно-вольфрамовый псевдосплав (Хаматдинов и др., 2005). Последнее позволило построить

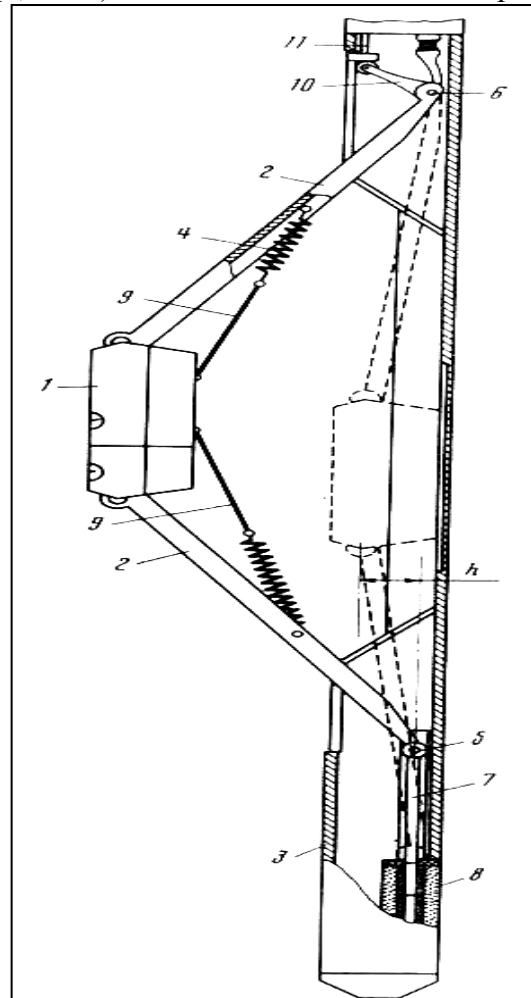


Рис. 2. Комплексный скважинный прибор: 1 – выносной измерительный зонд ГГК; 2 – прижимная система; 3 – корпус скважинного прибора; 4 – пружины; 5 и 6 – оси прижимной системы; 7 – ярмо электромагнита; 8 – электромагнит; 9 – тяги; 10 и 11 – каверномер

приборы для реализации метода названного селективным гамма-гамма каротажем и успешно применять его для поисков кварцевых жил на золоторудных месторождениях.

Подводя итоги данного раздела можно сказать, что рычажно-пружинная система, предложенная Г.М. Воскобойниковым и принятая специалистами по каротажу без особого восторга, оказалась жизнеспособной ввиду того, что она обеспечивала высокий уровень достоверности при исследовании гамма-гамма методами, особенно при использовании источников гамма-излучения малой (менее 100 кэВ) энергии.

Методы калибровки измерительных зондов

Зондовые устройства, предложенные Г.М. Воскобойниковым, относятся к измерительным зондам 2 π -типа, то есть источник и регистратор находятся по одну сторону от плоскости измерения. Для таких зондов главными требованиями к калибраторам будут являться их размер и химический состав. Насыпные модели и растворы были отвергнуты ввиду их нетехнологичности и трудности сохранения двух главных параметров ГГК: атомного номера и плотности. Если к геометрическим размерам калибраторов особых вопросов не было, потому что максимальные размеры выносных зондов составляли 150–200 мм, то с моделями рассеивающих сред было сложнее.

Г.М. Воскобойников предложил создать серии моделей неизменного атомного номера, но различной плотности, чтобы было возможно вводить поправки на вариации плотности при точных измерениях эффективного номера среды при проведении ГГК-С. Такие модели удалось создать

Таблица. Параметры модели ГГК-С

Содержание алюминия, %	100	80	60	40	35
Плотность, г/см ³	2,7	2,2	1,6	1,08	0,95
Пористость, %	0	20	40	60	65

только при использовании «пористого алюминия», технология которого была разработана в Институте металлургии УрО РАН для производства металлических фильтров. Блоки, спрессованные при высокой температуре из алюминиевой крошки и поваренной соли, после промывки в кипящей воде превращались в жесткие пористые образования, что позволило создать серию образцовых искусственных сред – горных пород (таблица).

Интересно то, что при использовании такой технологии удалось получить модель необыкновенной рассеивающей среды с плотностью менее воды, но с атомным номером равным 13 (алюминий). Исследование особенностей рассеянного излучения на таких моделях позволило экспериментально оценить влияние плотности на данные измерения величины атомного номера различными зондовыми устройствами при

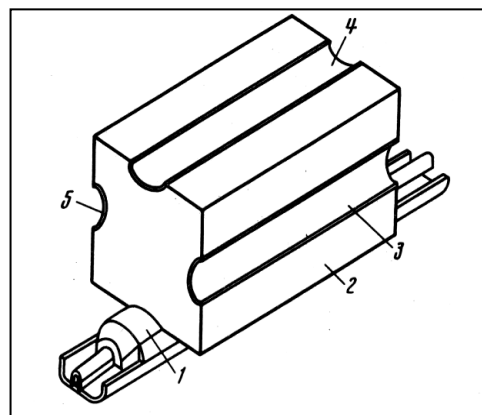


Рис. 3. Расположение калибровочного блока и выносного измерительного зонда: 1 – выносной измерительный блок ГГК; 2 – рассеивающая среда калибратора; 3, 4, 5 – фильтры из материалов повышенного (относительно материала рассеивающей среды) атомного номера

различных геометриях измерений.

Для проведения настройки приборов и контроля их правильной работы непосредственно в процессе измерений на скважине были разработаны переносные калибровочные блоки (рис. 3). Они представляли собой однородные блоки из материала малого атомного номера (электродный графит с плотностью 1,6 г/см³ и атомным но-

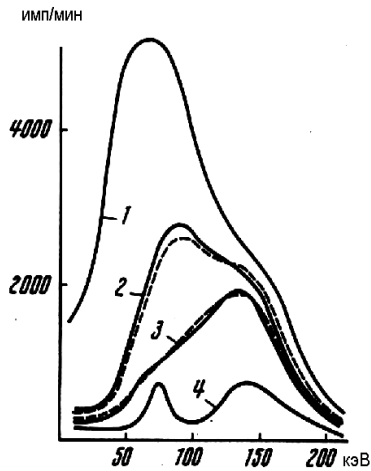


Рис. 4. Спектр рассеянного гамма-излучения источника селен-75 на расстоянии 1 см: 1 – блочный графит (экв. атомный номер 6,5; плотность 1,6 г/см³); 2 – песчаник (атомный номер 12, плотность 2,1 г/см³ – пунктир) и графит с фильтром из железа (толщина 2 мм); 3 – магнетитовая руда (пунктир) и графит с фильтром из олова толщиной 1 мм (сплошная линия); 4 – графит с фильтром из свинца толщиной 1 мм

мером 6,5), имеющие на плоских поверхностях углубления для размещения измерительных зондов ГГК-С.

Для соблюдения идентичности регистрируемого рассеянного горной породой и калибратором излучений применены фильтры, располагающиеся в углублениях на гранях калибратора. Применение соответствующих фильтров позволило практически полностью смоделировать форму спектра, рассеянного гамма-излучения для горных пород среднего атомного номера ($Z=12$), железной руды и свинцового оруденения (рис. 4). Со временем фильтры стали применять для конкретных задач: например для контроля надежности работы выносных зондов при исследовании, поисков и разведки кварцевых жил на золоторудных месторождениях (Уткин, 1975).

Заключение

Работы Института геофизики конца 50-х, начала 60-х годов оказали громадное влияние на состояние ядерной геофизики. Последствия этой, можно сказать, технической революции в ядерной геофизике чувствуется до сих пор. В настоящее время в

мире не существует, например, скважинных приборов радиоактивного каротажа без прижимного измерительного блока, предназначенных для исследований скважин различными гамма-методами. Селективный каротаж вырос из тех рамок, которые ему предназначались его создателем – Г.М. Воскобойниковым. Спектрометрические измерения в области рассеянного горными породами гамма-излучения привело к созданию так называемого «литологического» каротажа, то есть тот же самый метод ГГК-С, но с изучением спектрального распределения рассеянного гамма-излучения (Велижанин и др., 2004; Хаматдинов и др., 2005). Выносные измерительные зонды, изготовленные из новых материалов (титановые сплавы, медно-вольфрамовые экраны), существенно расширили возможности методов ГГК и стали применимы на месторождениях нефти и газа (Хаматдинов и др., 2005). Большинство из предложений Г.М. Воскобойникова в теории и практике каротажных исследований методом ГГК-С сегодня можно рассматривать как классику, и я рад, что в начале своей научной деятельности Георгий Митрофанович Воскобойников привлек меня к участию в создании этой классики.

Эпилог

Прошло много лет. Однажды зазвонил телефон:

– Владимир Иванович, это говорят с острова Сахалин. Вы нам поставляли приборы СГГК-48, так они у нас уже все выработали свой ресурс и вышли из строя. Вы можете организовать нам изготовление новых таких приборов?

Бог мой! Страна развалилась, СССР не существует. Киевский завод давно продали нефтяникам. И мы уже почти 20 лет не занимаемся гамма-гамма каротажом. Опытное производство Института геофизики развалилось. Я разочаровал собеседника и отказался. Посоветовал работать с «Тверьгеофизикой», с моим старым другом Рафисом Хаматдиновым, у которого я был оппонентом докторской диссертации и руководил работой по диссертации его сына. Однако осталось приятное воспоминание – 25 лет назад нами под руко-

водством Г.М. Воскобойникова была сделана прекрасная работа по исследованию угольных пластов, и эта работа до сих пор живёт, правда, уже своей жизнью. Немногие ученые могут рассказать о такой долгой жизни своих идей.

Литература

Булашевич Ю.П., Воскобойников Г.М. Гамма-гамма каротаж на угольных месторождениях Урала и возможность безтернового бурения части разведочных скважин // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1957. № 1. С. 109–112.

Велижанин В.А., Хаматдинов В.Р., Вершинин А.В., Черменский В.Г., Саранцев С.Н., Точиленко Г.К. Инструкция по проведению литолого-плотностного гамма-гамма-каротажа аппаратурой серии СГПЛ и обработке результатов измерений, МИ 41-17-1402-04. Тверь: Изд-во ГЕРС, 2004. 121 с.

Уткин В.И. Приборы для геофизических

исследований скважин // Тр. Всесоюзного семинара. Львов. 1960. Киев: Изд-во АН УССР, 1962.

Уткин В.И. Селективный гамма-гамма каротаж на угольных месторождениях. М.: Наука, 1975. 127 с.

Хаматдинов В.Р., Велижанин В.А., Вершинин А.В., Саранцев С.Н., Черменский В.Г. Спектрометрическая аппаратура литолого-плотностного гамма-гамма-каротажа нефтегазовых скважин // НТВ «Каротажник». 2005. № 2. С. 24–29.

Wilkinson D.H. Proc. Cambridge Phil. Soc., 46. 508. (1950).

Уткин В.И.,
член-корр. РАН,
советник РАН,
гл. редактор журнала.