Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
1984, т. 101

УДК 550.83:550.814

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ АЭРОГЕОФИЗИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ПРИ ПОИСКАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МУСКОВИТА В СЕВЕРНОЙ КАРЕЛИИ

В.А.ТАРУТИН, Ю.Д.ЕВДОКИМОВ,
А.А.ИВАНОВ, Г.М.ЛЕВИН

В 1978-1981 гг. в ПГО «Севзапгеология» был предложен комплекс радиогеохимических методов поисков месторождений мусковитовых пегматитов, основанный на их урановой специализации и закономерной связи радиогеохимических ореолов с пегматитовыми полями на территории Беломорской пегматитовой провинции. Наличие урана в подвижной форме способствует образованию ореолов, проявляющихся даже при значительной мощности четвертичных отложений и открывающих перспективы поисков в районах с плохой обнаженностью [2, 3].

Выполненный Ю.Д.Евдокимовым, Л.К.Дмитриевой, Н.Д.Маловым анализ материалов аэрогамма-спектрометрических съемок в Енском слюдоносном районе показал принципиальную возможность выявления с воздуха участков развития жил пегматитов по слабым повышениям концентраций урана, но практический опыт целевого использования АГС-съемки при поисках мусковита отсутствовал. Неясными оставались возможности использования АГС-метода в других слюдоносных районах Карелии. Методические и технические трудности представлялись весьма значительными. Они обуславливались главным образом невысокими содержаниями урана в горных породах и ореолах. Общий низкий уровень радиоактивности (до 117,6 фА/кг) усугублялся неблагоприятными ландшафтными условиями региона (значительная мощность морены, обилие озер и болот и т.д.). Требовалось существенное улучшение разрешающей способности серийной аппаратуры (аэрогамма-спектрометра АГС-71с), поскольку ожидаемый аномальный эффект по концентрациям урана в ореолах лежит близ порога ее стандартной чувствительности. Требовалось обеспечить возможность фиксации таких узколокальных объектов, как жильные тела пегматитов и их первичные ореолы.

Изложенные предпосылки послужили основанием для постановки опытно-методических аэрогеофизических работ, начатых Ленинградской геофизической экспедицией (ЛГЭ) ПГО «Севзапгеология» в 1980 г. в Чупино-Лоухском слюдоносном районе Северной Карелии. Задачей работ являлось выяснение возможностей выявления АГС-методом участков развития мусковитовых пегматитов. Требовалось определить качественные и количественные аэрогеофизические критерии выделения участков, перспективных на обнаружение полей развития пегматитовых жил и разделения их по ожидаемой промышленной специализации (мусковитовые, керамические). Требовали разработки и уточнения специальные вопросы выбора масштаба, режимов выполнения АГСМ-съемки, выбора аппаратуры

и типа летательного аппарата, потребовалась модернизация отечественной аппаратуры и приемов ее настройки применительно к решению поставленных задач в малоблагоприятных радиогеохимических и ландшафтных условиях. Одновременно с АГС-методом опробовалась и аэромагнитная съемка с протонным магнитометром (АГС-7Iм), от которой ожидалось получение дополнительной информации по картированию слабомагнитных продуктивных комплексов пород района.

Модернизация аэрогамма-спектрометра АГС-7Iс включала введение дополнительного блока детектирования, увеличившее чувствительный объем детектора до 25 л, улучшившее почти в 2 раза чувствительность станции и в I,4-I,5 раза соотношение сигнал - помеха. При этом была достигнута высокая полевая точность, превышающая инструктивные нормативы. Критерий качества настройки по рудным моделям составил 0,9I-0,94. Работа велась при постоянных времени блока содержаний τ_i = I,2-I,5 с.

Для обеспечения стабильности и помехозащищенности записей магнитного канала использованного протонного аэромагнитометра АГС-7Iм был усовершенствован блок питания, создан компенсатор магнитных помех, улучшены конструктивные качества выносной штанги и т.д. Все это позволило достичь точности аэромагнитной съемки в пределах $\pm(4 \div 4{,}5)$ нТл.

Впервые был успешно осуществлен ввод записей всех каналов станции АГС-7Iс и АГС-7Iм на перфоратор ПЛ-80, а также фиксация их с циклом I с и обработка данных на ЭВМ ЕС I033 по программам, разработанным в ВЦ ЛГЭ «Севзапгеология».

Из методических приемов, использованных для повышения эффективности АГС-поисков мусковита, следует отметить снижение высоты и скорости полета. В качестве носителя применялся вертолет Ми-8, обеспечивавший скорость полета в пределах 95-I05 км/ч (при рядовой съемке) и 60-70 км/ч (при аэродетализации аномальных зон). Высота полета выдержана в пределах 55-65 м. Наряду с уменьшением инерционности АГС-7Iс, снижение скорости полета (особенно при детализации) и использование «зависания" над эпицентром аномалии позволили более достоверно оценивать содержания радиоактивных элементов на изучавшихся объектах. Съемка проводилась в масштабе I:25000, на рудных полях масштаб съемки доводился до I:I0000.

По результатам опытно-методической АГС-съемки I980-I98I гг. над известными месторождениями мусковита и керамического сырья в Чупино-Лоухском слюдоносном районе Северной Карелии изучаны фоновые соотношения концентрации радиоактивных элементов в продуктивных и «бесслюдных" горизонтах чупинской свиты архея и параметрические АГС-характеристики различных по специализации пегматитов. Установлено, что все известные месторождения мусковита и керамического сырья выделяются по АГС-методу достаточно контрастными аномалиями содержаний урана и калия при фоновых (или пониженных) содержаниях тория. Это явилось существенным дополнением к излагавшимся в работах [2, 3] критериям и позволило применить для выделения полей пегматитов и разделения их по специализации известные АГС-критерии: торий-урановое отношение $Q = q_{Th}/q_U$, калий-ториевое отношение q_K/q_{Th} и пара-

метр $F = q_K q_U / q_{Th}$ [I]. Ведущую роль при этом играет параметр F, локализовавший в пределах урановых ореолов поля мусковитовых пегматитов и отдельные крупные тела. Фоновые значения параметра F в районе достаточно устойчивы и составляют 0,3-0,5. Как вспомогательный параметр, очерчивающий контуры АГС-полей преимущественно урановой специализации, использовано торий-урановое отношение, фоновые значения которого укладываются в пределах 3,5-5. Калий-ториевое отношение эффективно при выделении керамических пегматитов, локализует участки калиевой специализации среди аномалий смешанной природы радиоактивности, свойственных вмещающим породам.

Выполнены количественные расчеты АГС-критериев и изучено их площадное распределение на всех геологических комплексах опоискованной территории.

Сформулированы следующие критерии выделения пегматитов и разбраковки их по промышленной специализации:

I. Поля мусковитовых пегматитов приурочены к глиноземистым гнейсам чупинской свиты [4], тяготеют к участкам (блокам) пониженных значений аномальных приращений магнитного поля ΔT_a, обрамленных положительными аномалиями ΔT_a (интрузиями пород основного-ультраосновного состава, амфиболсодержащими комплексами пород). Намечена приуроченность узлов и зон повышенных концентраций пегматитовых жил к узлам сопряжения крупных разломов, фиксируемых аэромагнитной съемкой.

2. Характерной особенностью полей развития мусковитовых пегматитов Чупино-Лоухского района является урановая специализация связанных с ними радиоактивных ореолов рассеяния. Урановые ореолы характерны для продуктивных горизонтов чупинской свиты архея в целом; интенсивность их пропорциональна концентрации жил мусковитовых пегматитов.

3. Промышленные мусковитовые пегматиты характеризуются аномалиями урановой (или урано-калиевой) природы радиоактивности. Для них типичны значения индикаторных отношений, в I,5-2 раза отличающиеся от среднефоновых их значений во вмещающих породах: торий-урановое отношение менее I,5, параметр $F > 0,7$-I,0. Концентрации тория на них пониженные или фоновые и составляют $(3 \div 3) 10^{-4}$ %, концентрация калия увеличена до 3-4 % (при фоновых I-I,5 %), концентрации урана меняются в широких пределах (от 0,003 до 0,02 %), но существенно превышают фоновые значения (рис.I, 2).

4. Кварц-микроклиновые пегматиты, представляющие интерес как керамическое сырье, отмечены резко повышенными концентрациями калия (до I0-I2 %) при слабоповышенных концентрациях урана и фоновых концентрациях тория. Соответственно параметр F у них (рис.3) более I,0 и калий-ториевое отношение в несколько раз превышает фоновые значения (до I,0 и более при фоновых 0,I-0,3).

5. Участки развития бесслюдных кварц-полевошпатовых пегматитов отмечаются общим повышением уровня радиоактивности, синхронным повышением АГС-записей концентраций всех радиоактивных элементов и совпадением всех их ореолов в плане. Отличительная их черта - резкое увеличение доли концентраций тория (торий-урановое отношение от 6-8 до 20). Последнее отличает их от аномалий повышенной радиоактивности, связанных с гранитоидами, для которых характерны фоновые отношения радиоактивных элементов ($Q = 3 \div 5$).

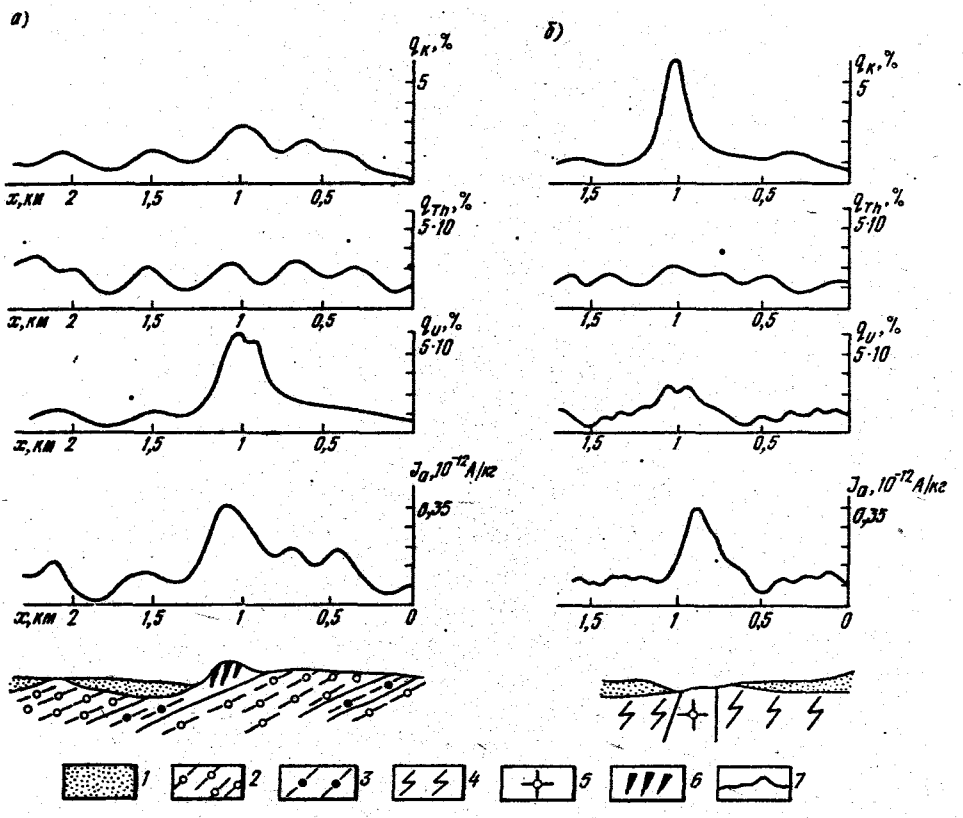


Рис.1. Типовые АГС-записи над рудными полями мусковитовых (а) и керамических (б) пегматитов

1 – рыхлые покровные отложения; 2 – гранат-биотитовые гнейсы; 3 – дистен-гранат-биотитовые гнейсы; 4 – амфибол-биотитовые гнейсы; 5 – керамические пегматиты; 6 – жилы мусковитовых пегматитов; 7 – графики гамма-поля и концентраций урана, тория и калия

Кварцевые жилы и кварцевые ядра пегматитовых жил отмечены понижением концентраций всех радиоактивных элементов, что установлено при проведении наземных гамма-спектрометрических (ГС) измерений. Наземные ГС-измерения существенно пополнили АГС-характеристики полей развития пегматитов. В частности была отмечена зависимость радиогеохимических характеристик тел пегматитов от их эрозионного среза.

На основании вышеизложенного, выделенные АГС-съемкой контуры повышенных концентраций урана и калия разбраковывались по соотношениям в них радиоактивных веществ на три категории: а) ореолы с перспективной на поиски мусковита комбинацией РАЭ; б) «керамические»; в) «породные" (фоновые).

Аномалии с $Q < 2,5$ и $F > 0,7$ с наибольшей вероятностью связывались с возможными проявлениями промышленных жил мусковитовых пегматитов. Поскольку район в основном детально опоискован геологическими съемками и бурением (от I:I0000 до I:5000 и крупнее), существенная часть намеченных ореолов совпадает с уже известными телами промышленных пегматитов, а кон-

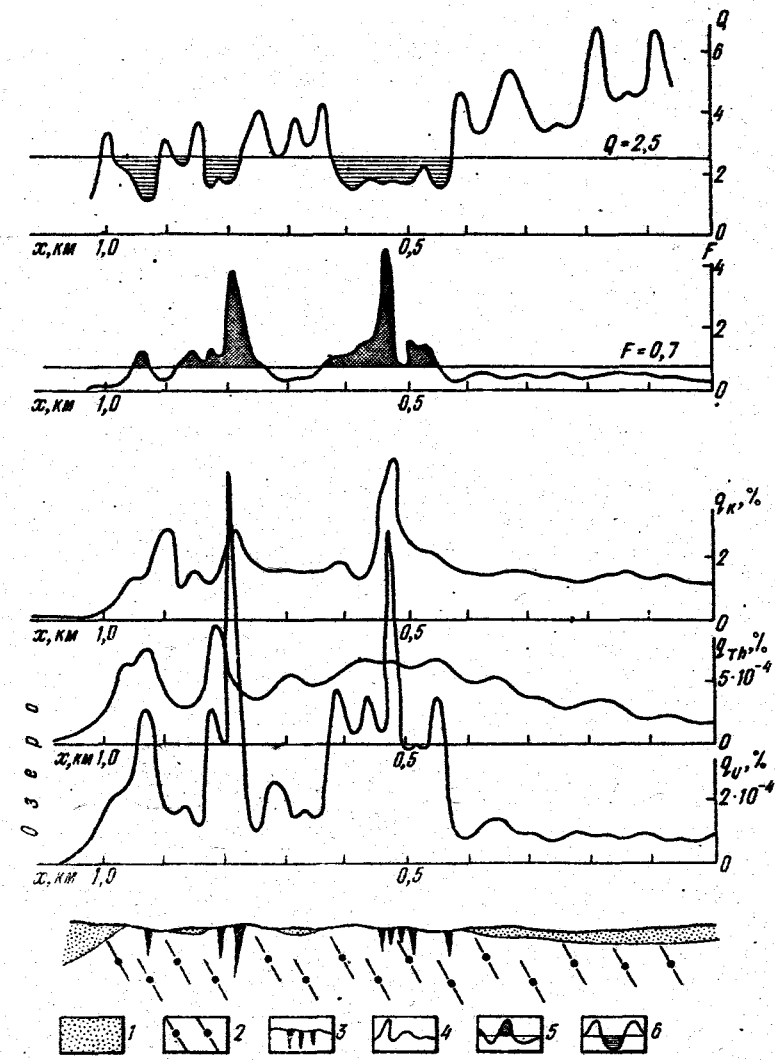


Рис.2. Выделение участков развития жил мусковитовых пегматитов по данным наземных гамма-спектрометрических измерений на АГС-аномалиях

1 - рыхлые покровные отложения; 2 - дистен-гранат-биотитовые гнейсы; 3 - жилы мусковитовых пегматитов; 4 - графики концентраций урана, тория и калия; 5 - график F ; 6 - график Q

туры зон, объединяющих ореолы с АГС-параметрами перспективности, включают и уже известные рудные поля. Перспективные аномальные АГС-зоны, прослеженные за их пределы, могут быть рекомендованы как объекты детальных поисковых работ и как потенциальный резерв расширения перспектив разведываемых участков.

Наряду с этим, аэрогеофизической съемкой намечен ряд перспективных зон, приуроченных к относительно слабоизученным частям района и пока не имею-

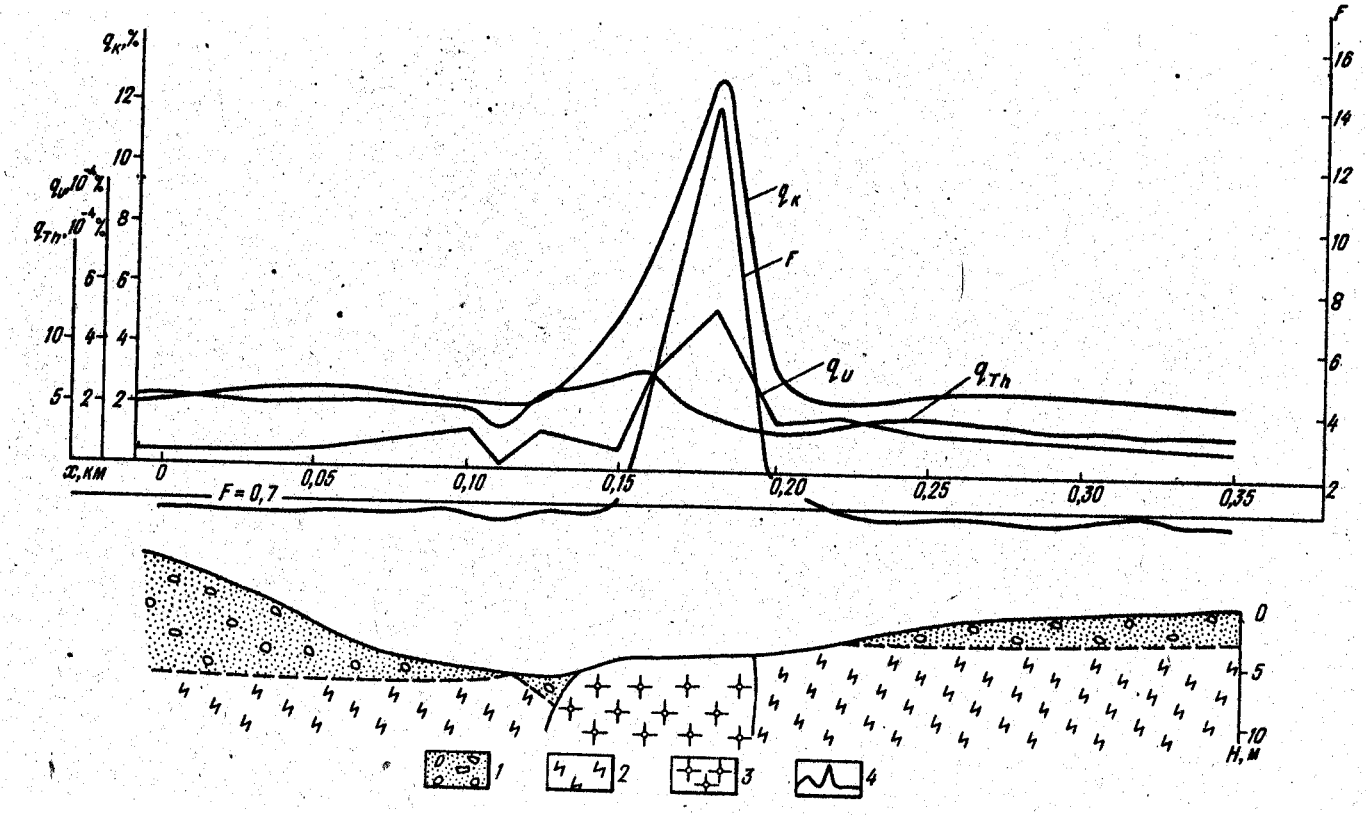


Рис.3. Выделение керамических пегматитов по данным наземных гамма-спектрометрических измерений
1 – покровные рыхлые отложения; 2 – амфибол-биотитовые гнейсы; 3 – керамические пегматиты; 4 – графики концентраций урана, тория и калия и F

щих достаточной поисковой оценки. Приуроченность их в основном к „закрытым" площадям и перспективные соотношения радиоактивных веществ позволили рекомендовать их под предварительную геолого-геофизическую проверку. При проведении проверки на нескольких участках были выявлены ранее неизвестные тела мусковитовых пегматитов.

Установленная урановая и урано-калиевая специализация продуктивных образований чупинской свиты и их практическая немагнитность позволяют уточнять по аэрогеофизическим данным контуры их распространения и искать АГС-методом месторождения мусковита и керамического сырья в архейских метаморфических толщах к северу и к югу от Чупино-Лоухского слюдоносного района. Опыт проведенных работ может быть рекомендован и для других слюдоносных провинций СССР.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аэрогамма-спектрометрический метод поисков рудных месторождений. Метод. указания / Под ред. В.П.Воробьева. Л., Недра, 1977.

2. Малов Н.Д. Радиогеохимические критерии поисков мусковитовых пегматитов Северо-Запада Беломорья. – Экспресс-информация. Сер. Геология, методы поисков и разведки месторождений неметаллических полезных ископаемых, 1981, вып. 6.

3. Малов Н.Д., Пекельный В.И., Евдокимов Ю.Д. Комплекс радиогеохимических методов при поисках месторождений мусковитовых пегматитов. – Разведка и охрана недр, 1983, вып. 3.

4. Слюдоносные пегматиты Северной Карелии. Геология, минералогия, геохимия и генезис/ Под ред. В.В.Гордиенко и В.А.Леоновой. Л., Недра, 1976.