Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. XXУ1, 1978 г.

О ГРАФИЧЕСКОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДИАГРАММ ГАММА-СПЕКТРАЛЬНОГО КАРОТАЖА И ОПРОБОВАНИЯ

Ю.О.КОЗЫНДА, Г.Ф.НОВИКОВ,
А.Я.СИНИЦЫН, Р.М.ГАБИТОВ

Эффективные массовые коэффициенты ослабления гамма-излучения радиоактивных руд μ/ρ (ρ – плотность руды) имеют близкие значения для интегрального спектра, измеренного сцинтиллятором $NaI(Tl)$ в стандартном экране, и для энергетических окон, используемых при гамма-спектральном каротаже и опробовании руд [3]. Это позволило высказать предположение о применимости приемов интегрального каротажа и опробования [1, 4] при интерпретации результатов гамма-спектральных измерений.

Значения μ/ρ являются основным параметром, определяющим форму диаграмм скоростей счета N_i (i – номер энергетического окна) над пластами радиоактивных руд [2]. Для условий гамма-спектральных измерений максимальное значение $(\mu/\rho)_{max} = 0{,}036$ см^2/г, минимальное – $(\mu/\rho)_{min} = 0{,}032$ см^2/г [3]. Рассчитанные диаграммы $N_i/N_{i\,max}$ для $(\mu/\rho)_{max}$ и $(\mu/\rho)_{min}$ (рис.1) показывают несущественное различие графиков между собой. Для интегрального спектра, измеренного кристаллом $NaI(Tl)$ в стандартном экране, $(\mu/\rho)_{инт} = 0{,}033$ см^2/г и лежит в пределах между $(\mu/\rho)_{max}$ и $(\mu/\rho)_{min}$. Поэтому диаграмма скорости счета интегрального спектра распола-

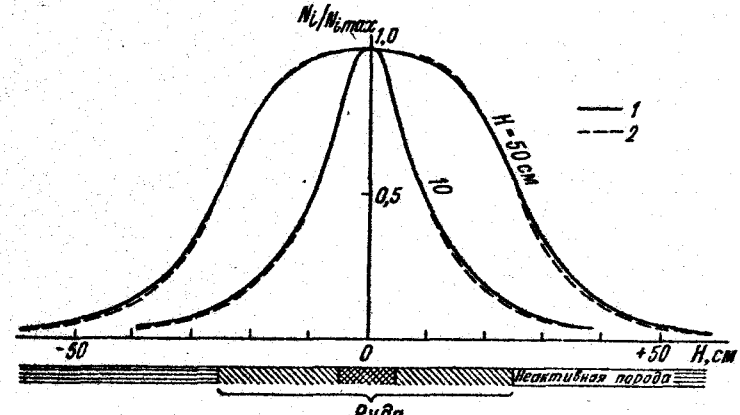


Рис.1. Расчетные графики относительных значений скорости счета импульсов для рудных пластов мощностью H
1 и 2 – значения μ/ρ для руды и вмещающей породы, соответственно равные 0,032 и 0,036 см^2/г

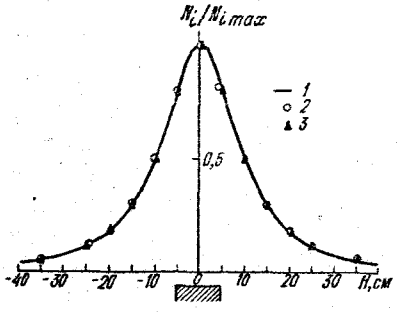


Рис.2. Нормированные диаграммы гамма-каротажа над пластами урановой и ториевой руды

1 – для интегрального радиометра; 2 и 3 – для гамма-спектрометра с рабочими окнами соответственно 1,00–1,60 и 2,05–2,65 МэВ

гается между кривыми рис.I и практически совпадает с ними. Следовательно, положение характерных точек кривых, по которым находят мощность H рудных тел, остается практически неизменным для условий интегральных и гамма-спектральных измерений.

Сделанный вывод проверен экспериментально на моделях, воспроизводящих рудные пласты мощностью H от 5 до 75 см. Форма диаграмм исследована в 4π-геометрии каротажным гамма-спектрометром с непрерывной записью показаний на диаграммную ленту и в 2π-геометрии рудничным спектрометром для опробования руд способом разностного эффекта ΔN_i гамма-излучения. Скорость перемещения детектора при непрерывных измерениях составляла 5 м/ч при постоянной времени интегратора 8 или I6 с. Расстояние между точками наблюдения при дискретных измерениях – 5 или I0 см. Относительная случайная погрешность скоростей счета была не более I% в руде и 2,5% во вмещающей породе. Все каротажные измерения выполнены дважды: с обсадными трубами толщиной от 3 до I5 мм и без них.

Экспериментальные каротажные диаграммы $N_i/N_{i\,max}$ над пластом мощностью I0 см (рис.2), соответствующем шагу квантования при обработке результатов каротажа на ЭВМ, практически одинаковы как для интегрального радиометра «Зонд-I» с кристаллом NaI(Tl) размерами I8 х 30 мм в стандартном свинцовом экране, так и для гамма-спектрометра с кристаллом CsI(Na) размерами 20 х 40 мм и энергетическими окнами I,00–I,60 и 2,05–2,65 МэВ. Такая же картина наблюдается и на остальных каротажных диаграммах при наличии и отсутствии обсадных труб в скважине.

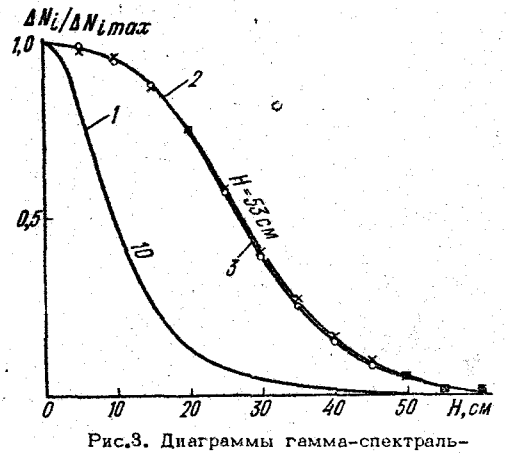


Рис.3. Диаграммы гамма-спектрального опробования пластов руды способом разностного эффекта

1 – урановая и ториевая руды, энергетические окна 1,05–1,50; 2,05–2,65 МэВ и интегральный спектр при $E \geqslant 0{,}2$ МэВ; 2 и 3 – ториевая руда, энергетические окна, соответственно 1,05–1,50 и 2,05–2,65 МэВ

При опробовании руд способом разностного эффекта (рис.3) над пластом мощностью I0 см диаграммы $\Delta N_i/\Delta N_{i\,max}$ в энергетических окнах I,05–I,50 и 2,05–2,65 МэВ и диаграмма интегральных измерений с порогом $E = 0{,}2$ МэВ полностью совпадают как для урановой, так и для ториевой руды. При $H = 53$ см относительные расхождения ординат кривых на расстоянии I5–35 см от центра пласта составляют не более 3%.

Таким образом, расчеты и эксперименты показывают близость фор-

мы гамма-спектральных и интегральных (при $E \geqslant 0,2$ МэВ) диаграмм каротажа и опробования способом разностного эффекта. Это означает, что при интерпретации диаграмм гамма-спектральных измерений можно использовать не только приемы, но и соответствующие номограммы, имеющиеся в инструкциях по интегральному гамма-каротажу [4] и гамма-опробованию урановых руд [I].

Проверка этого положения осуществлена на одном из урано-ториевых рудопроявлений, где для определения мощности по диаграммам гамма-спектрального и интегрального методов применены номограммы интегрального гамма-каротажа (см.таблицу).

Сопоставление интерпретации каротажа

Мощность слоя руды, м	Количество рудных слоев	Суммарная мощность по каротажу, м		Относительное расхождение суммарной мощности, %
		гамма-спектральному	интегральному	
0,1-0,3	54	16,8	16,4	+2,4
0,3-1,0	70	46,7	46,2	+1,1
1,0	104	263,6	265,0	-0,5

Значения суммарных мощностей рудных тел для интегрального и гамма-спектрального методов отличаются не более чем на 2,4%.

В итоге выполненных исследований можно утверждать, что в дальнейшем следует отказаться от дорогостоящего моделирования и экспериментальных исследований по созданию особой методики определения мощности рудных тел по диаграммам гамма-спектрального каротажа и опробования и ограничиться способами и номограммами, используемыми при интерпретации интегральных измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондарев В.М. и др. Гамма-опробование урановых руд в естественном залегании / Бондарев В.М., Губанов В.Г., Коровин П.К., Овчинников А.К., Хайкович И.М. М., Недра, 1964.

2. Новиков Г.Ф., Капков Ю.Н. Радиоактивные методы разведки. Л., Недра, 1965.

3. Новиков Г.Ф., Синицын А.Я., Козында Ю.О. Эффективные коэффициенты ослабления гамма-излучения радиоактивных руд. - Атомная энергия, 1976, т.40, вып.2.

4. Овчинников А.К. и др. Инструкция по гамма-каротажу при поисках и разведке урановых месторождений / Овчинников А.К., Иващенко Т.Ф., Хайкович И.М., Крекнин Ю.С., Алимочкин В.К. М., 1974.