

Мониторинг руд и полезных ископаемых с помощью мюонов космического излучения

Искаков Б.А., Исакова Д.А., Каликулов О.А., Маратулы Ш.

Садуев Н.О., Оскомов В.В., Мухамджанов Е.С.

КазНУ имени аль-Фараби

Одним из перспективных направлений развития новых методов прикладной космофизики является применение космического излучения для целей экологии, гидрологии и разведочной геологии. Многообразие состава и свойств космического излучения открывает широкие перспективы его применения для решения прикладных задач. Мы используем методы, основанные на зависимости космических нейтронов и мюонов от количества водородосодержащего вещества, плотности пород и руд.

Мюоны - нестабильные частицы с единичным положительным или отрицательным элементарным зарядом и массой, которая почти в 207 раз больше массы электрона. Время жизни мюона $2,22 \cdot 10^{-6}$ сек. Мюоны были открыты в космических лучах. На уровне моря они составляют 2/3 потока заряженных частиц космического излучения. Значительная часть мюонов в потоке космических лучей возникает в результате распада пи-мезонов (пионов) на лету. Искусственно мюоны генерируются на ускорителях при бомбардировке мишеней протонами, в результате которой сначала возникают пионы. Последующий распад пионов приводит к образованию мюонов, которые возникают, кроме того, в распадах К-мезонов (каонов). Они наблюдаются также в так называемых лептонных распадах гиперонов. Пока не обнаружено ни одного случая рождения мюонов непосредственно в актах ядерного взаимодействия.

Таблица 1 Ионизационные потери

	$E=10^2$ Гэв	$E=10^3$ Гэв	$E=10^4$ Гэв
СПП	0,12194	0,13649	0,15103
C	0,08308	0,09269	0,10295
Fe	0,23074	0,25955	0,28835
Cu	0,24683	0,27783	0,30882
Pb	1,26412	1,43242	1,60071

Рисунок 2 Ионизационные потери мюонов

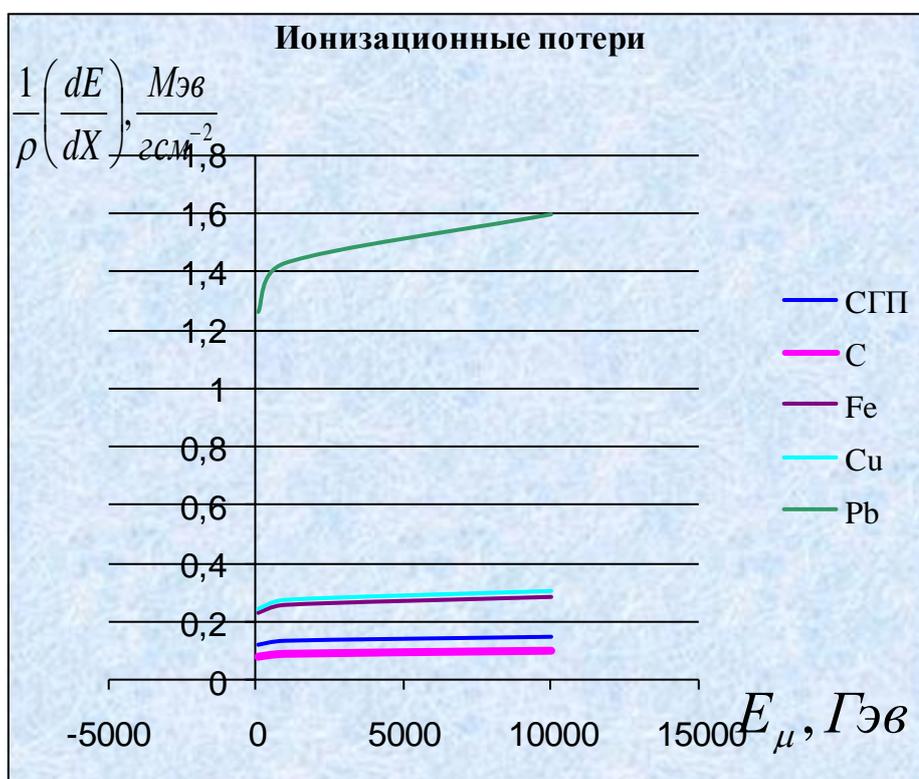


Таблица 2 Полные потери энергии мюонами на глубине Н

	E=10² ГэВ	E=10³ ГэВ	E=10⁴ ГэВ
C 300м	0,939	1,021	1,103
Fe 500м	1,634	1,971	2,196
Cu 700м	2,344	2,851	3,118
Pb 1000м	3,405	3,969	4,434

Таблица 4 Полные потери энергии мюонами на глубине Н

для стандартной горной породы

	E=10² ГэВ	E=10³ ГэВ	E=10⁴ ГэВ
300м	0,621	0,674	0,732
500м	1,031	1,125	1,213
700м	1,452	1,571	1,691
1000м	2,073	2,253	2,434

Рисунок 2 Полные потери энергии мюонами на глубине H

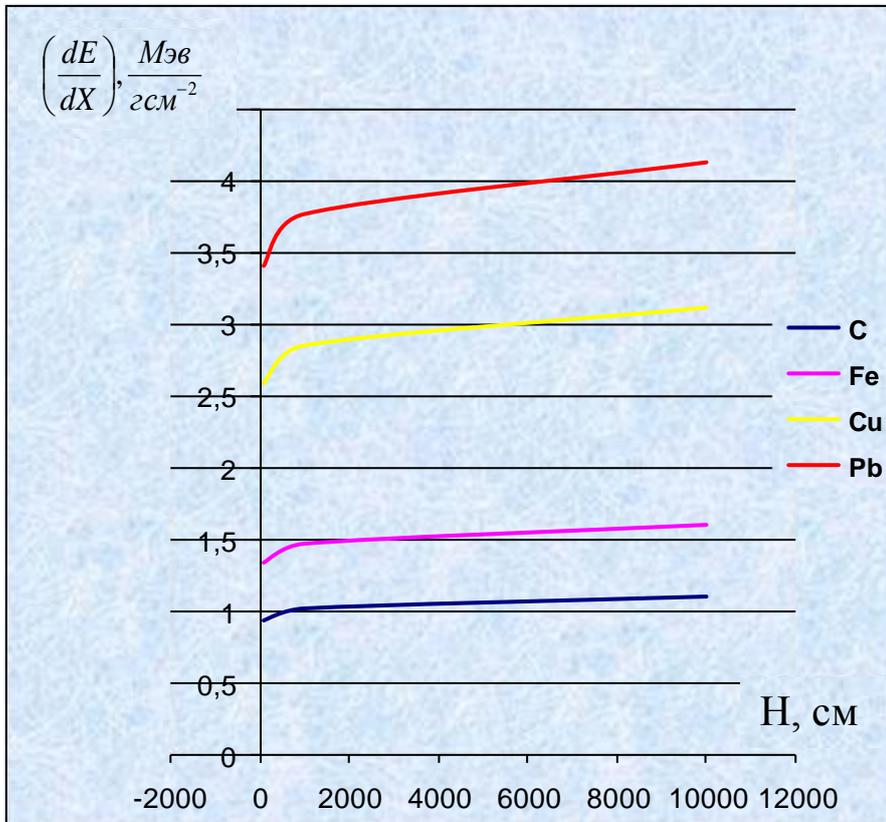


Рисунок 3 Полные потери энергии мюонами на глубине H для стандартной горной породы

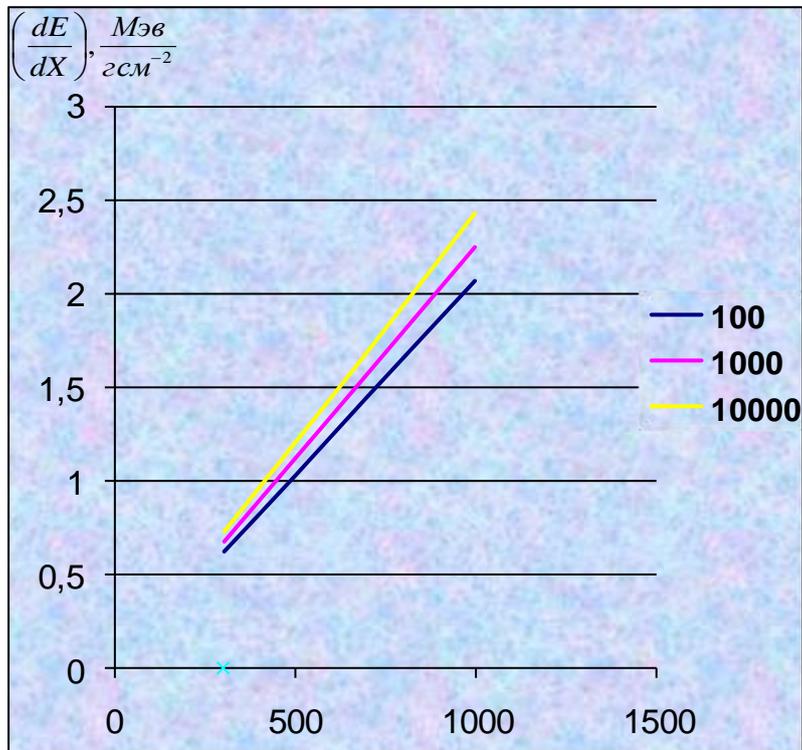
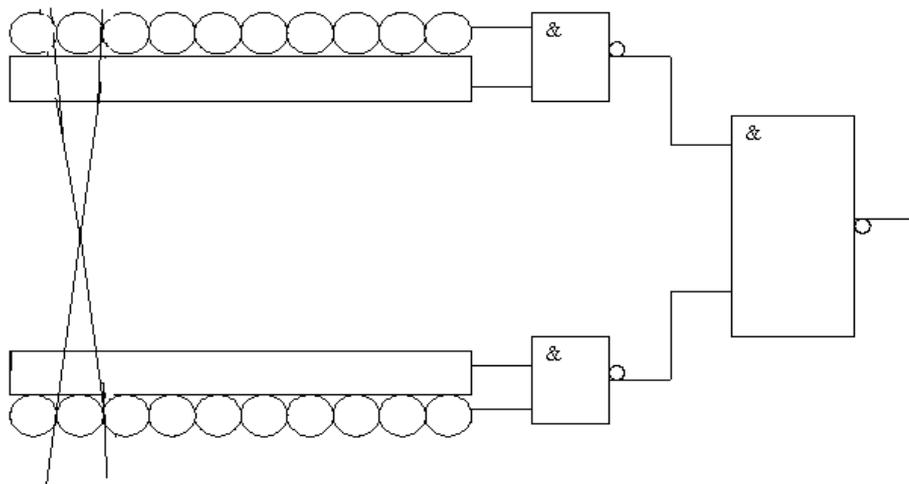


Рисунок 4 Годоскоп



Проведенные многочисленные экспериментальные работы показывают высокую геолого-экономическую эффективность этого метода при решении многих геолого-геофизических и инженерно-геологических задач.

Области применения мюонного метода: определение плотности горных пород для целей высокоточной гравиразведки, определение плотности грунтов для целей инженерной геологии, определение плотности пород повышенной радиоактивности, комплексные измерения плотности горных пород в естественном залегании.

Список использованных источников

1.Бондаренко В.М.. Новые методы инженерной геофизики. М.: Недра, 1983. 224с.

2.Бондаренко В.М., Викторов Г.Г.. Мюонный метод определения плотности горных пород. под ред. проф. Тархова А.Г.. М.: Атомиздат, 1973.

3.Мурзин В.С., Сарычев Л.И.. Космические лучи и их взаимодействие. М.: Мир, 1965.-605с.

4. Мурзин В.С.. Введение в физику космических лучей. М.: Изд-во МГУ,1988.-319с.

5.Боос Э.Г., Купчишин А.И.. Решение физических задач каскадно-вероятностным методом. А.: Наука Казахской ССР, 1988.-2 части

6.Мухин К.И.. Экспериментальная ядерная физика. М.: Энергоатомиздат, 1983.-2 тома.

7.Физический энциклопедический словарь. под.ред. Прохорова А.М.. М.: Советская энциклопедия, 1983.-928с.

8.Бугаев Э.В., Котов Ю.Д., Розенталь И.П.. Космические мюоны и нейтрино. М.: Атомиздат, 1970.-320с.

9. Росси Б., Грейзен К.. Взаимодействие космических лучей с веществом. М.: ИЛ, 1948.-132с.