

УДК 550.832:553.94+551

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДИАГРАММ ГАММА-КАРОТАЖА
СКВАЖИН ДАЧНОГО УЧАСТКА МУТНОВСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПАРОГИДРОТЕРМ

Павлова В.Ю.

Камчатский государственный университет им. Витуса Беринга

Научный руководитель: к.г.-м.н. Делемень И.Ф.

Выполнена интерпретации диаграмм гамма-каротажа скважин №10 и №5 Дачного участка Мутновского месторождения парогидротерм. При геофизической интерпретации получено значение гамма-активности для пласта (пород), а при геологической интерпретации получено литологическое расчленение разреза скважин. Прделанная работа позволила установить зависимость измеряемого в скважине геофизического параметра (гамма-активность) от изучаемых параметров пласта с учетом окружающей его среды (вмещающих пород, скважины и др.) и измерительной установки.

Ключевые слова: гамма-активность, гамма-каротаж, интерпретация, скважина, керн, шлам.

Различные методы каротажа позволяют с большой детальностью расчленять литологический разрез пород вскрываемых скважиной, получать непрерывную информацию об их составе и свойствах по вертикали, а также проследивать их изменение региону. Для оценки пространственного распределения пород, содержащих радиоактивные элементы для Дачного участка Мутновского месторождения парогидротерм, выполнена интерпретация диаграмм гамма-каротажа (ГК) для скважин №10 и №5 [7].

При интерпретации учитывалось, что [5]: а) метод ГК основан на измерении естественной гамма-активности горных пород; б) в данной работе использовался интегральный ГК, показания которого характеризуют интегральное содержание естественных радиоактивных элементов (ЕРЭ) в исследуемом интервале скважины; в) работы проводят с помощью скважинных радиометров разных марок; г) в результате ГК записывается непрерывная кривая, или диаграмма, интенсивности гамма-излучения в микро-рентгенах в час; д) так как гамма-лучи почти полностью поглощаются слоем породы толщиной 1-2 м, а до 30 % ядерной энергии не пропускается об-

садными трубами, то скважинный радиометр может фиксировать гамма-излучение пород, расположенных в радиусе, не превышающем 0,5 м от оси скважины; е) на диаграммах ГК выявляются пласты с разной степенью радиоактивности. Максимумами выделяются породы, содержащие ЕРЭ – урана ^{238}U и продуктов его распада, радия ^{226}Ra , тория ^{232}Th и радиоактивного изотопа ^{40}K ; минимумами – песчаные и карбонатные породы.

Для интерпретации выбраны ранее оцифрованные диаграммы ГК по скважинам №10 и №5. По координатам и высотам устьев скважин реконструирован рельеф земной поверхности (рис.1). На схеме хорошо проявлена субмеридиональная депрессия, соответствующая меридионально вытянутой долине р. Фальшивая.

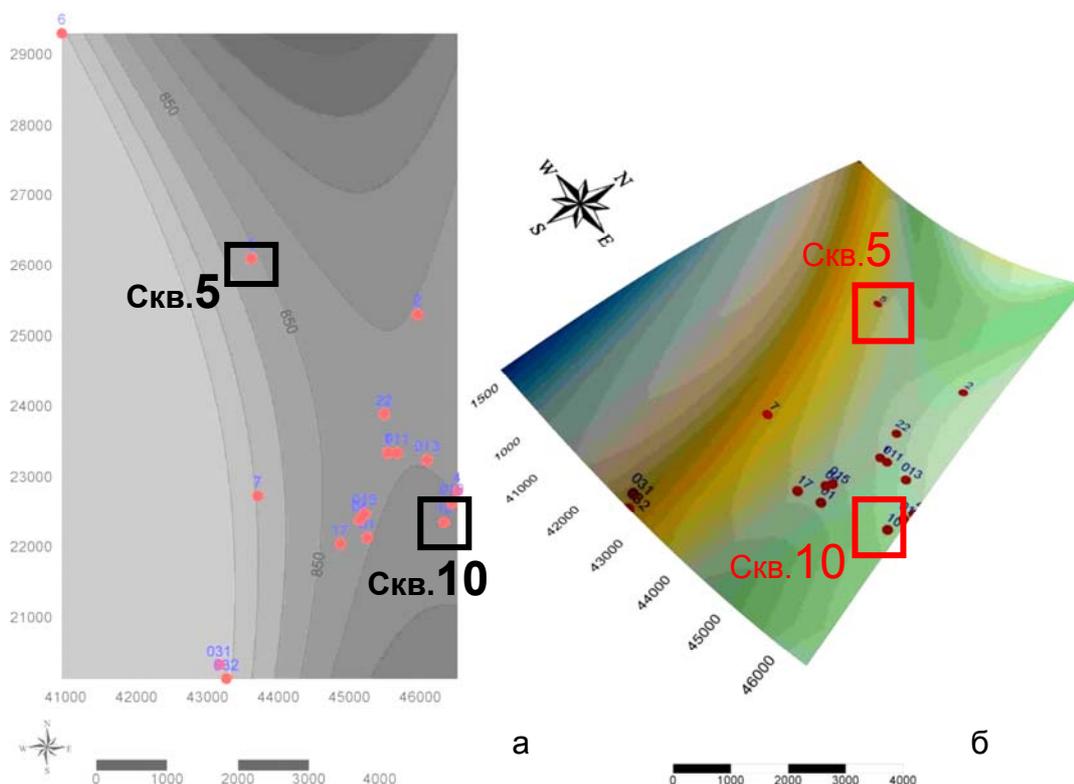


Рис.1. Рельеф земной поверхности: а) в плане; б) объемная модель.

На основе литературных источников разработан алгоритм интерпретации диаграмм ГК для Дачного участка Мутновского месторождения парогидротерм (рис.2) [1, 3, 4, 6].

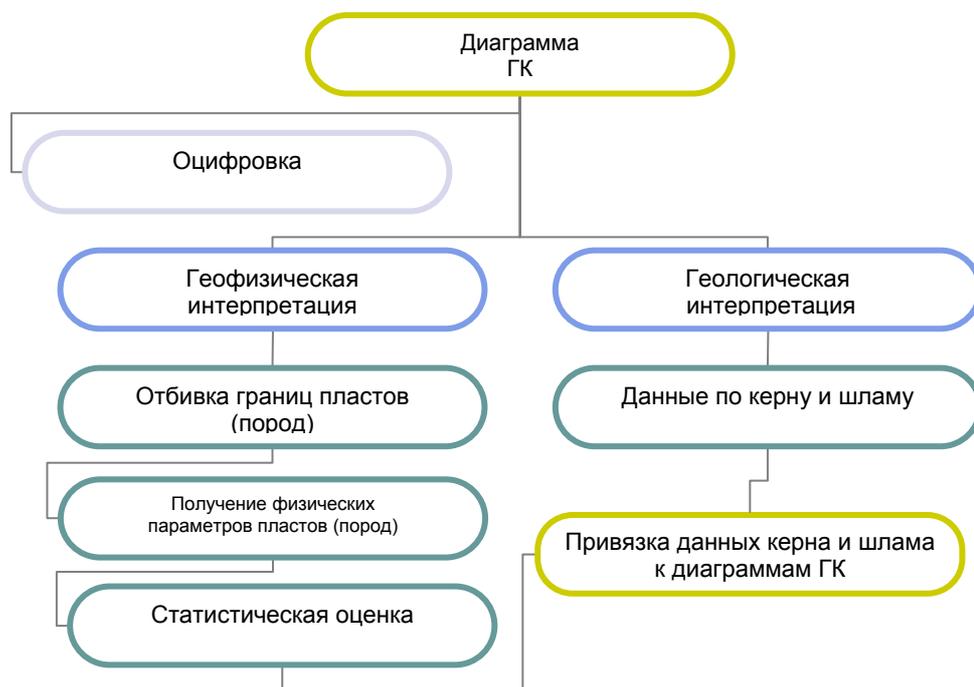


Рис.2. Блок-схема алгоритма интерпретации диаграмм ГК.

Скважина №10 согласно схематической геологической карте (составлена с использованием материалов О.Н.Егорова, Е.Н.Гриб, Б.П.Чумака и данных буровых работ, автор В.Л. Леонов) вскрывает верхнюю часть геотермального резервуара Дачного участка, ее устье заложено на игнибригах вулкана Горелого верхнечетвертичного времени. Глубина скважины 1473 м, ГК произведен до 636 м (до этой глубины выполнена интерпретация диаграммы ГК).

Интерпретация диаграммы ГК начинается с разбивки ее на отдельные интервалы (по 200 м) для удобства интерпретации (рис.3). В каждом интервале была произведена отбивка границ, выделение участков по характерным точкам (экстремумы, точки перегиба, минимумы и др.), соответствующие изменению гамма-активности.

К каждому интервалу глубин на диаграмме привязывались данные по керну и шламу, что позволило выполнить литологическое расчленение разреза скважины [8].



Рис.3. Пример интерпретация диаграммы ГК. Условные обозначения: 1, 2 и т.д. – границы участков по изменениям гамма-активности; — - граница раздела по типам горных пород.

Для каждого выделенного участка выполнена оценка статистических параметров, что позволило выявить характер распределения значений гамма-активности для данной скважины [2, 3, 4]:

1. Оценка среднеарифметического значения гамма-активности:

$$\bar{\gamma} = \frac{(\gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n)}{n} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n \gamma_i \right)}{n}, \quad (1)$$

где $\bar{\gamma}$ - оценка среднеарифметического значения гамма-активности; γ_i - текущее значение гамма-активности; i - номер измерения, начиная с первого и заканчивая n ; n - количество измерений.

2. Оценка дисперсии значений гамма-активности S^2 :

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \gamma_i^2 - n\bar{\gamma}^2}{n-1}, \quad (2)$$

3. Оценка стандартного отклонения значений гамма-активности S :

$$S = \sqrt{S^2}, \quad (3)$$

Построены графики распределения значений гамма-активности. Для скважины №10 (рис.4) характерно бимодальное распределение значений гамма-активности. Выделяются два максимума со средней радиоактивностью: 1,00-2,00 мкр/час; 3,00-4,00 мкр/час (слабо выраженный). Можно сделать вывод о том, что разрез скважины №10 сложен типами пород, различающихся по своим физическим свойствам (радиоактивным).



Рис.4. График распределения значений гамма-активности для скв.№10.

При интерпретации диаграммы ГК скважины №10 рассчитано среднеарифметическое значение для каждого выделенного участка (от 1 до 18), что показало, как изменяется гамма-активность с глубиной скважины (рис.5). Участки от 1 до 3, от 4 до 6, от 7 до 12 характеризуются пониженными значениями гамма-активности (минимальное – 0,98 мкр/час, макси-

мальное – 2,41 мкр/час). Участки 13, от 14 до 15, от 16 до 18 – повышенные значения гамма-активности (минимальное – 2,62 мкр/час, максимальное – 4,08 мкр/час). Данные участки объединены в группы, что соответствует определенным горным породам (рис.6).

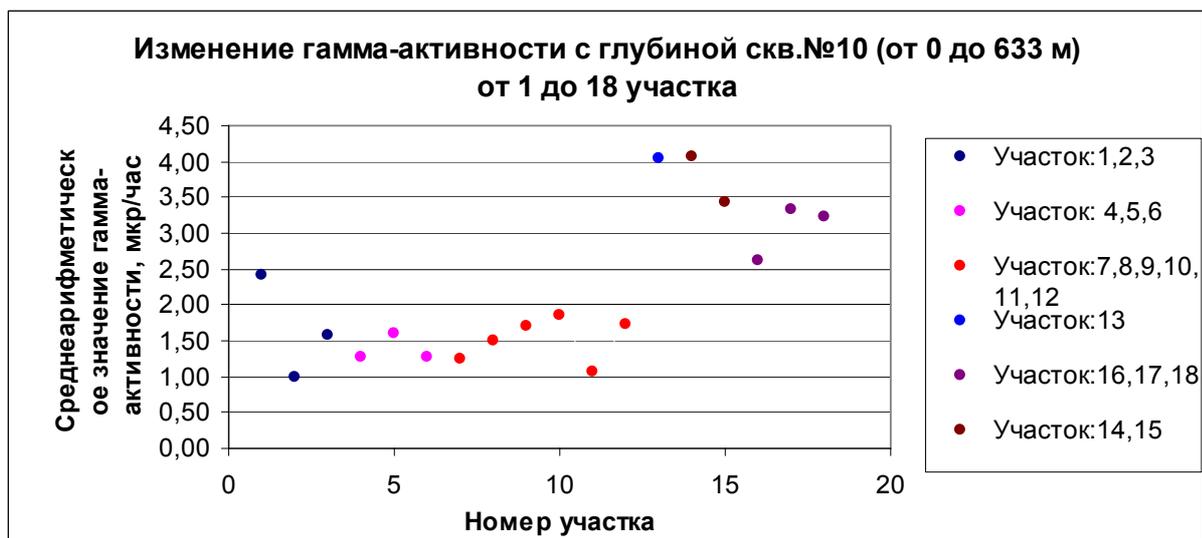


Рис.5. График изменения гамма-активности с глубиной скв.№10.

Участки от 1 до 3 – туфы дацитового состава, лавы андезито-дацитов, для которых среднеарифметическое значение гамма-активности – 1,66 мкр/час (от 0 до 62 м); участки от 4 до 6 – андезиты, туфы андезито-базальтов – 1,38 мкр/час (от 62 до 140 м); участки от 7 до 12 – туфы андезито-базальтов с прослоями лав базальтов и андезитов – 1,52 мкр/час (от 140 до 360 м); участок 13 – туфы дацитов с прослоями лав дацитов – 4,05 мкр/час (от 360 до 402 м); участки 14, 15 – липарито-дациты пропилитизированные – 3,76 мкр/час (от 402 до 498 м); участки от 16 до 18 – лавы и туфы андезитов пропилитизированные с единичными прослоями туфо-алевролитов – 3,05 мкр/час (от 498 до 633 м).

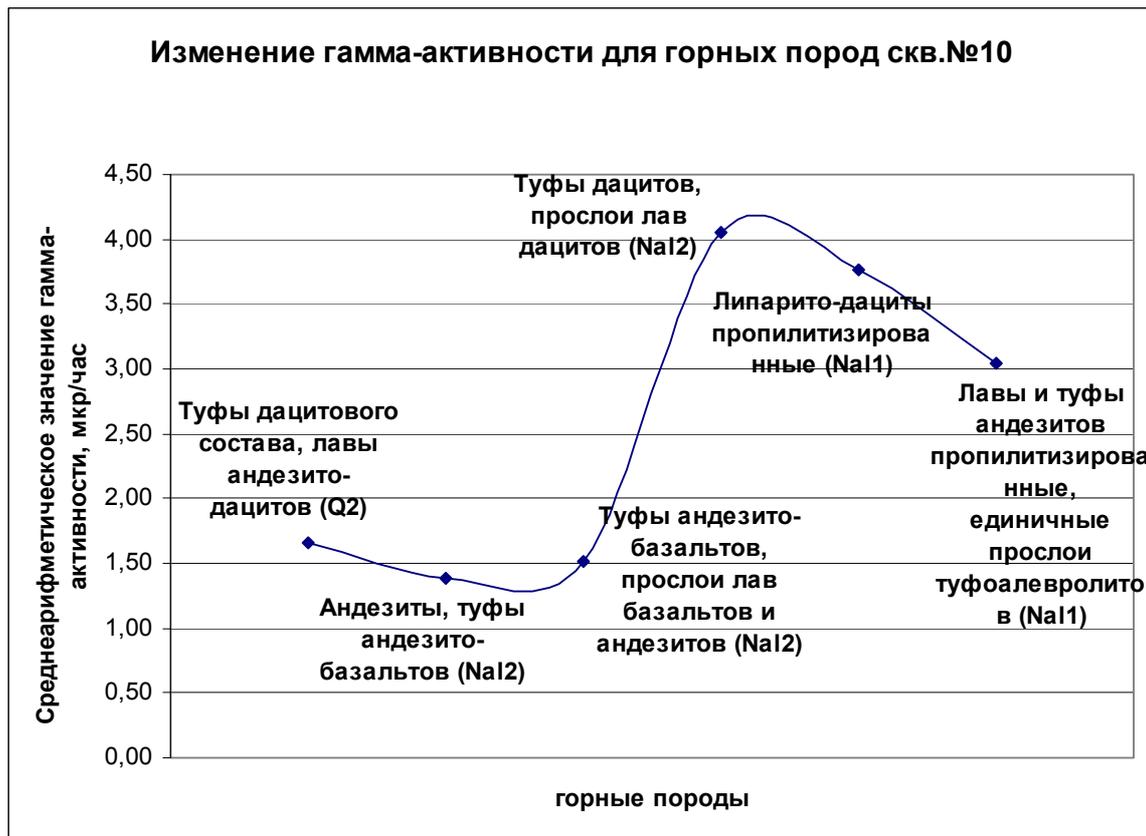


Рис.6. График изменения гамма-активности для горных пород с глубиной скв.№10 (от 0 до 633 м).

Таким образом, для скважины №10 при переходе от пород кислого состава (дациты) к породам среднего (андезиты) и основного состава (базальты) радиоактивность уменьшается. Для верхних горизонтов (от 0 до 360 м) характерны пониженные значения гамма-активности, что возможно связано с выносом радиоактивных компонентов, интенсивным гидротермальным изменением горных пород. С глубиной наблюдается резкий скачок увеличения значения гамма-активности (от 360 м). Повышенные значения сохраняются до глубины 633 м.

Скважина №5 согласно схематической геологической карте (составлена с использованием материалов О.Н.Егорова, Е.Н.Гриб, Б.П.Чумака и данных буровых работ, автор В.Л. Леонов) вскрывает верхнюю часть геотермального резервуара Дачного участка, ее устье заложено на игнимбригах вулкана Горелого верхнечетвертичного времени. Глубина скважины

1800 м, ГК произведен до 920 м (до этой глубины выполнена интерпретация диаграммы ГК).

Интерпретация диаграммы ГК начинается с разбивки ее на интервалы (по 200 м) для удобства интерпретации (рис.7). В каждом интервале была произведена отбивка границ, выделение участков по характерным точкам (экстремумы, точки перегиба, минимумы и др.), соответствующие изменению гамма-активности. К каждому интервалу глубин на диаграмме привязывались данные по керну и шламу, что позволило выполнить литологическое расчленение разреза скважины [8] .

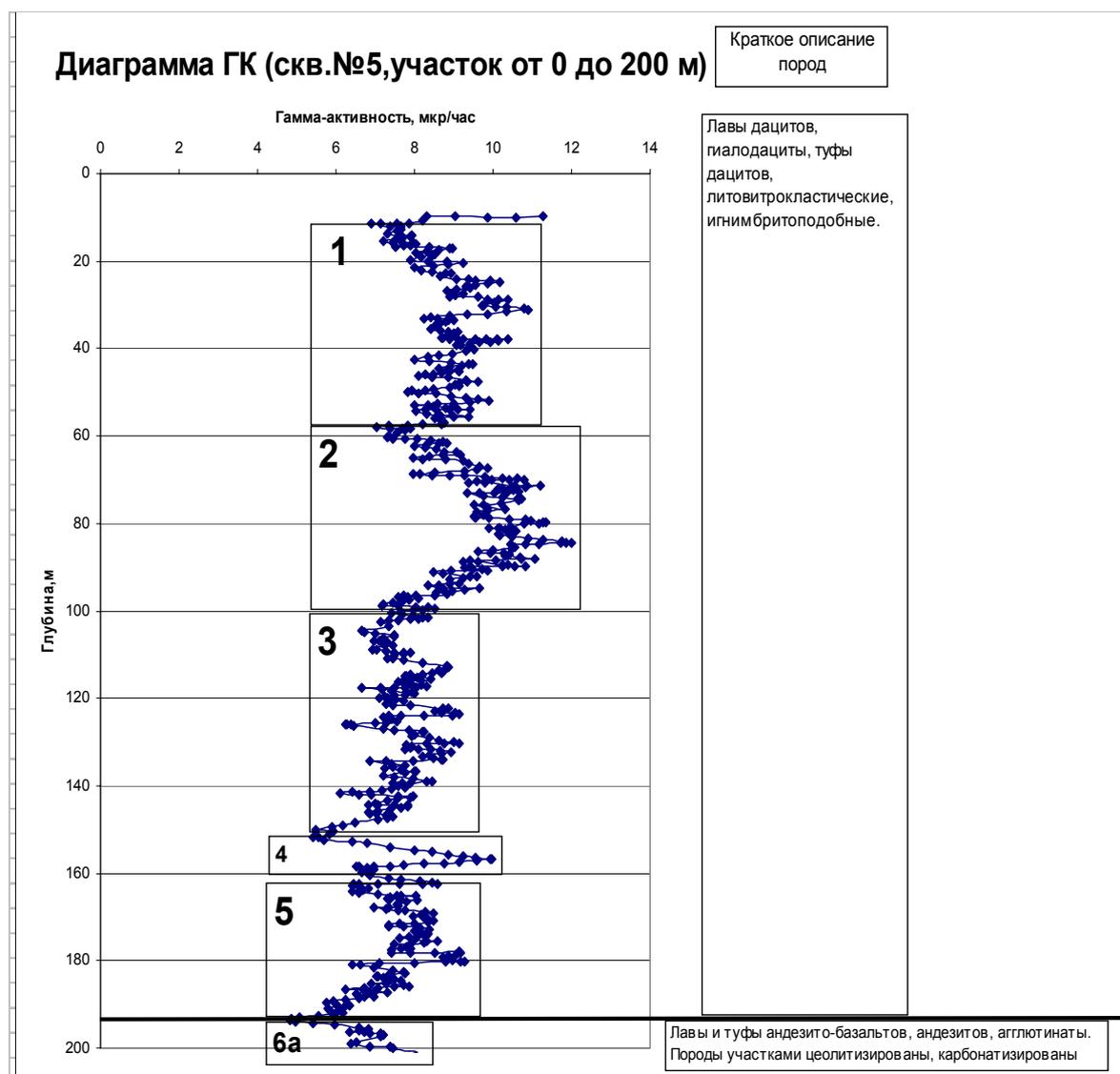


Рис.7. Пример интерпретация диаграммы ГК. Условные обозначения: 1, 2 и т.д. – границы участков по изменениям гамма-активности; — - граница раздела по типам горных пород.

Для каждого выделенного участка выполнена оценка статистических параметров (формулы (1),(2),(3)), что позволило выявить характер распределения значений гамма-активности для данной скважины [2, 3, 4].

В результате построен график распределения значений гамма-активности (рис.8). Для скважины №5 характерно мономодальное асимметричное распределение значений гамма-активности. Выделяется максимум: 5,00-6,00 мкр/час. Можно сделать вывод о том, что для пород скважины №5 характерны повышенные значения гамма-активности в отличие от скважины №10.



Рис.8. График распределения значений гамма-активности для скв.№5.

При интерпретации диаграммы ГК скважины №5 рассчитано среднеарифметическое значение для каждого выделенного участка (от 1 до 32), что показало, как изменяется гамма-активность с глубиной скважины (рис.9). Участки от 1 до 5, от 6 до 13 характеризуются повышенными значениями гамма-активности (минимальное – 5,16 мкр/час, максимальное – 9,40 мкр/час). Участки от 14 до 22, от 23 до 32 – на фоне других участков обладают относительно пониженными значениями гамма-активности (минимальное – 4,15 мкр/час, максимальное – 5,90 мкр/час). Данные участки

объединены в группы, что соответствует определенным горным породам (рис.10).

Участки от 1 до 5 – лавы дацитов, туфы дацитов, игнимбритоподобные, для которых среднеарифметическое значение гамма-активности – 8,23 мкр/час (от 0 до 192 м); участки от 6 до 13 – лавы и туфы андезитобазальтов, андезитов, породы участками цеолитизированы и карбонатизированы – 6,14 мкр/час (от 192 до 543 м); участки от 13 до 22 – туфоконгломераты, туфогравелиты, туфопесчаники с прослоями лав андезитов и андезито-дацитов – 5,11 мкр/час (от 543 до 734 м); участки от 23 до 32 – туфы смешанного и андезитового состава, с прослоями туфоалевролитов, туфопесчаников и лав андезитов – 6,03 мкр/час (от 734 до 920 м).

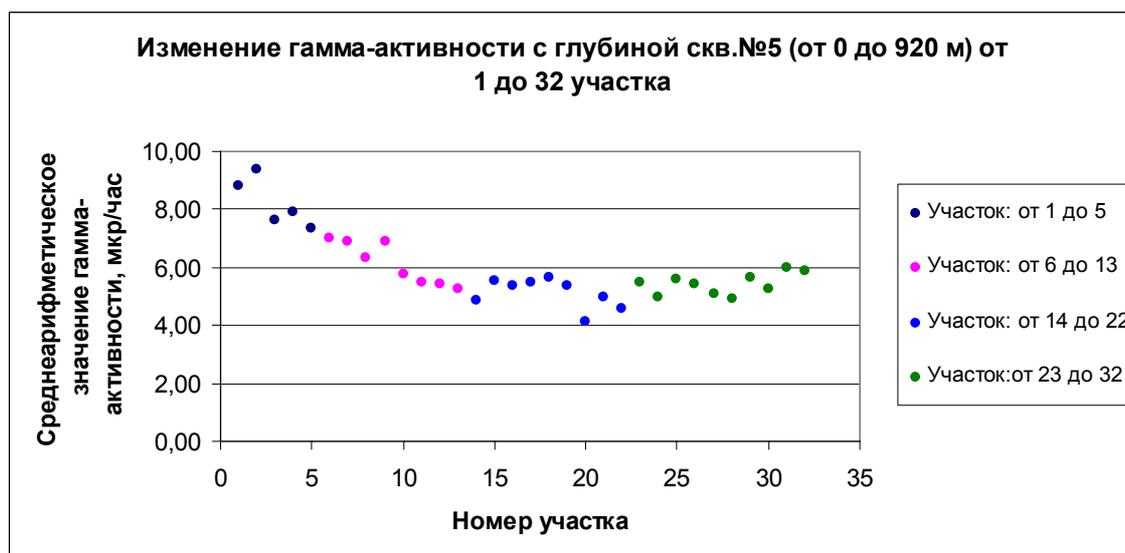


Рис.9. График изменения гамма-активности с глубиной скв.№5.

Таким образом, для скважины №5 не наблюдается четкой зависимости изменения гамма-активности от типа горных пород, что противоположно скважине №10. Для верхних горизонтов (от 0 до 543 м) характерны повышенные значения гамма-активности, что возможно связано с присутствием радиоактивных компонентов. С глубиной наблюдается постепенное понижение значений гамма-активности и на глубине около 900 м ее небольшое увеличение.

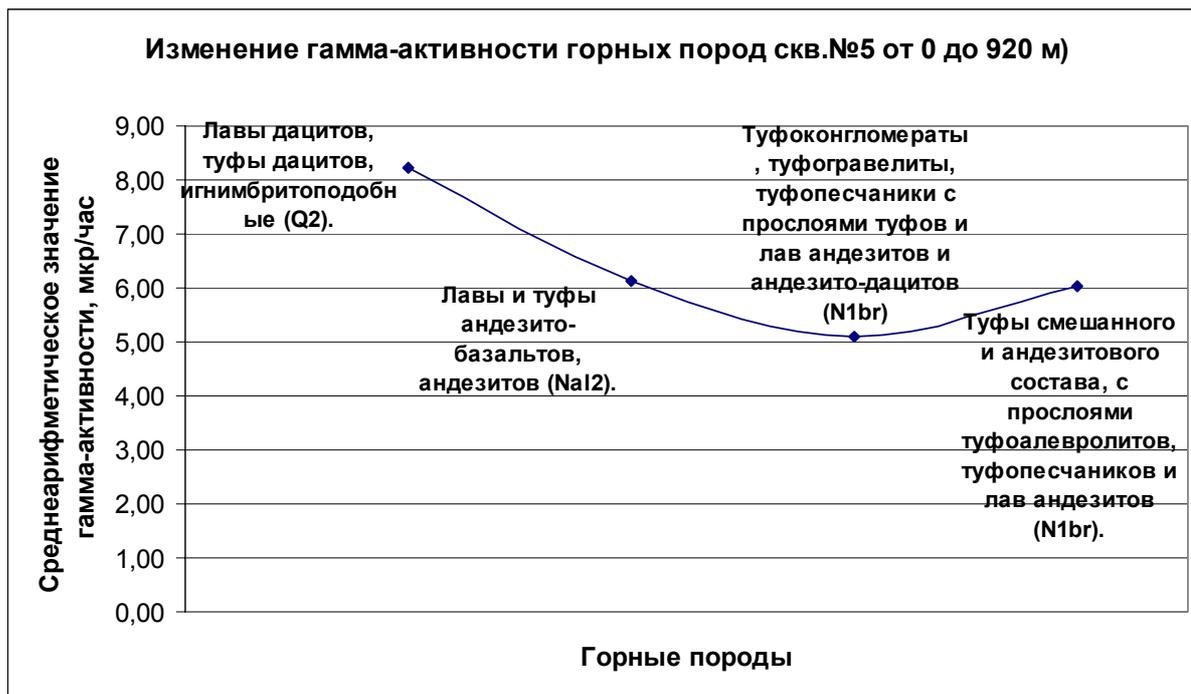


Рис.10. График изменения гамма-активности для горных пород с глубиной скв.№5 (от 0 до 920 м).

Выводы:

1. Для скв.№10 характерно увеличение значений гамма-активности с глубиной. Пониженные значения в верхних горизонтах скважины, возможно, обусловлены выносом химических элементов, интенсивным гидротермальным изменением пород, расположением скважины на пониженном участке рельефа.

2. Для скв.№5 характерно уменьшение значений гамма-активности с глубиной. Характерны повышенные значения для верхних горизонтов скважины, что возможно связано с привносом химических элементов, расположением скважины на повышенном участке рельефа.

3. Пониженные значения гамма-активности в пределах 1,00 – 4,00 мкр/час расположены на флангах Мутновского вулкана (скв.№10), а в пределах 5,00 – 9,00 мкр/час – в северной части Дачного участка (скв.№5).

4. Одни из горизонтов изменения гамма-активности соответствуют слоям горных пород, а другие – горизонтам наложенных изменений.

5. В общем, наблюдаются повышенные значения гамма-активности для лав и туфов дацитового состава и пониженные значения для лав и туфов андезито-базальтового состава.

Литература

1. Бабадаглы В.А., Изотова Т.С., Карпенко И.В. и др. Литологическая интерпретация геофизических материалов при поисках нефти и газа. М.: Недра, 1988. 256 с.
2. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятности. М.: Наука, 1969. 368 с.
3. Девис Дж. Статистика и анализ геологических данных. М.: Мир, 1977. 572 с.
4. Дмитриев В.И. Вычислительная математика и техника в разведочной геофизике // Справочник геофизика. М.: Недра, 1990. 498 с.
5. Дьяконов Д.И., Леонтьев Е.И., Кузнецов Г.С. Общий курс геофизических исследований скважин. М.: Недра, 1984. 432 с.
6. Сохранов Н.Н., Аксельрод С.М., Зунделевич С.М. и др. Обработка и интерпретация данных промысловых геофизических исследований на ЭВМ // Справочник. М.: Недра, 1989. 240 с.

Фондовая:

7. Блукке П.П. Отчет о результатах предварительной разведки на участке Дачном Мутновского месторождения парогидротерм с подсчетом запасов теплоносителя для обоснования проекта строительства первой очереди геотермальной электростанции мощностью 50 МВт. Приложение №40, 45. 1987. 17 с.
8. Сугробов В.М., Набоко С.И., Слобцов И.Б. и др. Отчет по теме: Минералогическое описание скважин Мутновского месторождения парогидротерм. П-К. 1988. 257 с.

INTERPRETATION OF GAMMA-RAY LOGGING DIAGRAM IN BOREHOLES OF THE DACHNY PLACE OF THE MUTNOVSKY GEOTHERMAL DEPOSIT

Pavlova V. Yu.

The interpretation of gamma-ray logging diagram in boreholes the number ten and five of the Dachny place of the Mutnovsky geothermal deposit is completed. Importance of gamma-activity for a layer (the rocks) is received under geophysical interpretation and litological performance of the cut boreholes is received under geological interpretation. The given work has allowed establishing dependence measured in boreholes of the geophysical parameter (gamma-activity) from investigated parameters of a layer with accounting of his environment (the enclosing rocks, a borehole etc.) and of measuring putting.

Key-words: gamma-activity, gamma-ray logging, interpretation, a borehole, a core, slime.