



УДК 551.21

П. П. Фирстов<sup>1</sup>, В. А. Рашидов<sup>2</sup>, А. В. Мельникова<sup>3</sup>,  
В. И. Андреев<sup>2</sup>, В. Н. Шульженкова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Камчатский филиал Геофизической службы РАН,  
Петропавловск-Камчатский, 683 006;  
e-mail: firstov@kscnet.ru

<sup>2</sup> Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский, 683 006;

<sup>3</sup> Камчатский Государственный университет им. Витуса Беринга

## Геофизические исследования в природном парке «Налычево» (Камчатка)

Приводятся результаты комплексных геофизических исследований, выполненных на двух термальных площадках Налычевской гидротермальной системы в июле 2010 г.

В июле 2010 г. в пределах Природного парка Налычево на термальных площадках «Котёл» и «Грифон Иванова» были выполнены комплексные геофизические исследования [2, 7, 9], включавшие в себя модульную магнитную съёмку, каппаметрию,  $\gamma$ -съёмку и измерения объёмной активности  $R_n$  в подпочвенном газе. В каждой из 501 точек наблюдения последовательно измерялись модуль вектора магнитной индукции, магнитная восприимчивость и мощность дозы  $\gamma$ -излучения. Геомагнитные исследования проводилась протонным магнитометром G-856 AX и каппаметром КТ-6. Для учёта вариаций магнитного поля были использованы данные геомагнитной обсерватории Института космофизических исследований и распространения радиоволн «Паратунка». Измерения  $\gamma$ -поля выполнялись сцинтилляционным геологоразведочным прибором СРП-68-01. Кроме того, на профиле, пересекающем обе термальные площадки, в 73 шпурах радиометром  $\alpha$ -активных газов РГА-01 выполнены измерения ОА  $R_n$  в подпочвенном газе.

Обе изученные термальные площадки расположены в долине реки Горячей в нескольких сотнях метров от её русла (рис. 1) и являются частью Налычевской гидротермальной системы, возраст которой  $\sim 15$ –20 тыс. лет [1].

Травертиновая площадка «Котёл» получила название по травертиновому куполу с чашей на вершине, а термальная площадка «Грифон Иванова» — по одноимённому грифону, названному в честь известного советского гидрогеолога Валерия Владимировича Иванова [8]. Термальная площадка «Котёл», сложенная травертиновыми отложениями с прослоями вулканического пепла, имеет овальную форму и размер  $\sim 180 \times 200$  м. Площадку венчает травертиновый купол «Котёл», возвышающийся над окружающей площадью на 5–7 м (рис. 2 на стр. 115). По данным [4], в пределах термальной площадки «Котёл» были выделены 23 группы термальных вы-

ходов с 50 грифонами с температурой воды 30–75°С, а по данным [5, 6], в 1931–1933 гг. — 23 грифона с температурой воды 28–75°С.

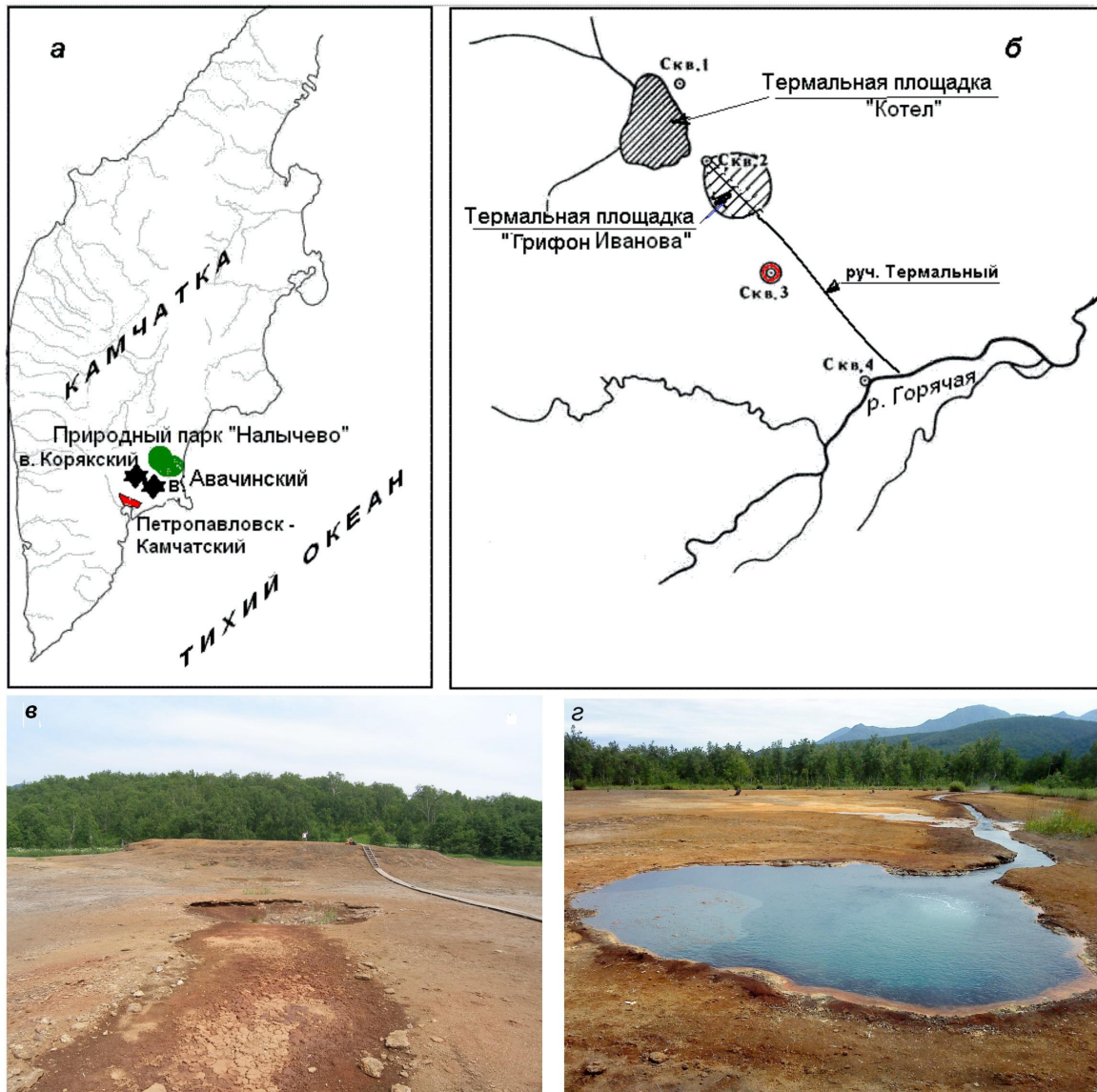
По нашим данным, в июле 2010 г. температура травертинового покрова на глубинах до 20 см изменялась в диапазоне 20–74°С, а температура термальных источников — в диапазоне 21–71°С.

По морфологической форме травертиновой залежи купол «Котёл» относится к типу насыпных конусов [11].

Антропогенная термальная площадка представляет плоскую поверхность размером 90×100 м, сложенную травертиновыми отложениями «Грифона Иванова», с диаметром зеркала термальной воды  $\sim 5$  м (рис. 2) Во время наших исследований температура воды в грифоне составляла 68°С.

В результате выполненных работ установлено, что величина мощности  $\gamma$ -излучения в пределах термальной площадки «Котёл» варьирует в пределах 5–36 мкР/ч (рис. 3 на стр. 115). Выявленные локальные аномалии со значением  $I \geq 20$ –30 мкР/ч обусловлены повышенным содержанием радия, который откладывался в травертиновом покрове в истоках термальных вод. Здесь зарегистрированы сравнительно высокие значения ОА  $R_n$  в почвенном воздухе достигающие 78,6 кБк/м<sup>3</sup>. Эти значения связаны как с эманулирующими коллекторами с повышенным содержанием Ra, возникающими в травертинах в местах бывших истоков термальных вод, так и с зонами дизъюнктивных нарушений, которые, как правило, трассируются отрицательными формами рельефа.

Геомагнитные исследования показали, что травертиновый купол «Котёл» располагается в области развития отрицательной аномалии магнитного поля (рис. 4 на стр. 115). На термальной площадке «Грифон Иванова» отмечены две положительные аномалии, связанные с обсадной и дренажной металлическими трубами. В результате проведения



**Рис. 1.** Местоположение Природного парка Налычево (а); схема исследованных термальных площадок (б), построенная с использованием материалов из работы [1]; общий вид термальной площадки «Котёл» (в); общий вид термальной площадки «Грифон Иванова» (г).

лабораторных исследований отобранных образцов установлено, что травертины являются практически немагнитными.

Зональность осадков различного типа находит своё отражение на карте магнитной восприимчивости (рис. 5 на стр. 116). При этом максимальные значения магнитной восприимчивости в юго-западной и восток-юго-восточной частях на травертиновой площадке «Котёл» совпадают с максимальными значениями аномального магнитного поля ( $\Delta T$ )<sub>а</sub>.

При выполнении 2,5D магнитного моделирования для термальной площадки «Котёл» в качестве априорной информации использовались данные бурения [3]. Моделирование показало, что аномалеобразующие тела расположены на глубинах 15–25 м в развитых здесь глинистых и валунно-галечных отложениях [3].

Многочисленные травертиновые чаши и купола, выявленные в пределах термальной площадки «Котёл», развиты вдоль радиальных трещин, что находит своё отражение, как в рельефе, так и в геофизических полях.

Локальные аномалии  $\gamma$ -поля на термальной площадке «Грифон Иванова» имеют чётко выраженное северо-восточное простирание. Выделяются две локальные аномалии величиной 8–10 мкР/ч. Одна сформировалась вокруг грифона, а другая на расстоянии ~90 м к юго-востоку от него. По-видимому, в пределах этих аномалий происходит осаждение радиесодержащих минералов в формирующемся травертиновом покрове.

Существенных аномалий магнитного поля ( $\Delta T$ )<sub>а</sub>, связанных с естественными источниками, в пределах термальной площадки «Грифон Иванова» не вы-

явлено. При выполнении 2,5D магнитного моделирования в качестве априорной информации использовались данные бурения [3]. Моделирование показало, что аномалия, наблюдаемая над грифоном Иванова, связана с обсадной трубой и с ожелезненными гидротермально-измененными породами, развитыми в районе скважины (рис. 6 на стр. 116). При этом наиболее намагничеными являются андезиты, вскрытые в глубинном интервале: 32,5–67,95 м, а наименее намагничеными — гранодиорит-порфиры, вскрытые в глубинном интервале: 115,4–203,7 м.

Исследованные термальные площадки представляют собой легкодоступную идеальную природную лабораторию для различных 4D съёмок, которые интенсивно проводятся в настоящее время в гидротермальных районах [10, 12].

### Список литературы

1. Масуренков Ю. П., Комкова Л. А. Геодинамика и рудообразование в купольно-кольцевой структуре вулканического пояса. М.: Наука, 1978. 274 с.
2. Мельникова А. В. К вопросу о построении карт аномального магнитного поля ( $\Delta T$ )<sub>a</sub> двух термальных площадок Налычевской гидротермальной системы // Природная среда Камчатки. Материалы X региональной молодёжной конференции «Природная среда Камчатки» 12–13 апреля 2011 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2011. С. 81–97.
3. Набоко С. И. Гидротермальный метаморфизм пород в вулканических областях. М.: Изд-во Академии Наук, 1963. 172 с.
4. Новограбленов П. Т. Налычевские и Краеведческие горячие ключи на Камчатке // Изв. русск. геогр. общества, 1929. С. 285–297.
5. Пийп Б. И. Термальные ключи Камчатки. М.-Л.: Издательство Академии наук СССР, 1937. 268 с.
6. Пийп Б. И. Материалы по геологии и петрографии района рек Авачи, Рассошины, Гаванки и Налычевы на Камчатке. Труды Камчатской комплексной экспедиции 1936–1937 гг. Выпуск 2. М.-Л.: Издательство Академии наук СССР, 1941. 119 с.
7. Рашидов В. А., Мельникова А. В. Геомагнитные исследования термальной площадки «Котёл» (Налычевская гидротермальная система, Камчатка) // Вопросы теории и практики геологической интерпретации геофизических полей: Материалы 38-й сессии Международного научного семинара имени Успенского Д. Г., Пермь, 24–28 января 2011 г. Пермь: ГИ УрО РАН, 2011. С. 254–256.
8. Семёнов В. И. По вулканам и горячим источникам Камчатки. Петропавловск-Камчатский: Дальневост. кн. изд-во, Камч. отд-ние, 1983. 79 с.
9. Фирстов П. П., Рашидов В. А., Мельникова А. В., Андреев В. И., Шульженкова В. Н. Комплексные геофизические исследования в природном парке «Налычево» (Камчатка) в 2010 году // Вулканизм и связанные с ним процессы традиционная региональная научная конференция, посвящённая Дню Вулканолога. Тезисы докладов. Петропавловск-Камчатский. 30 марта — 1 апреля 2011 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2011. С. 86.
10. Glyn W.-J., Rymer H., Mauri G. et al. Toward continuous 4D microgravity monitoring of volcanoes // Geophysics. 2008. Vol. 73. № 6. P. WA19-WA28.
11. Pentecost A. The Quaternary travertine deposits of Europe and Asia minor // Quaternary Science Reviews. 1995. Vol. 14. P. 1005–1028.
12. Sugihara M., Ishido T. Geothermal reservoir monitoring with a combination of absolute and relative gravimetry // Geophysics. 2008. Vol. 73. № 6. P. WA37-WA47.

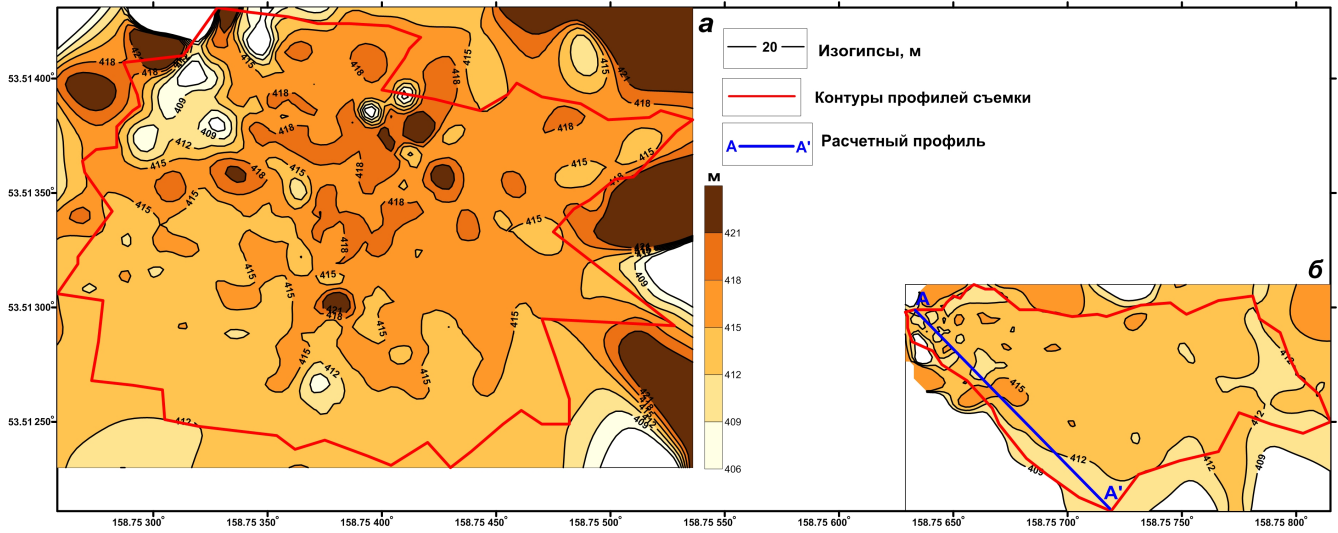


Рис. 2. Рельеф термальных площадок «Котёл» (а) и «Грифон Иванова» (б).

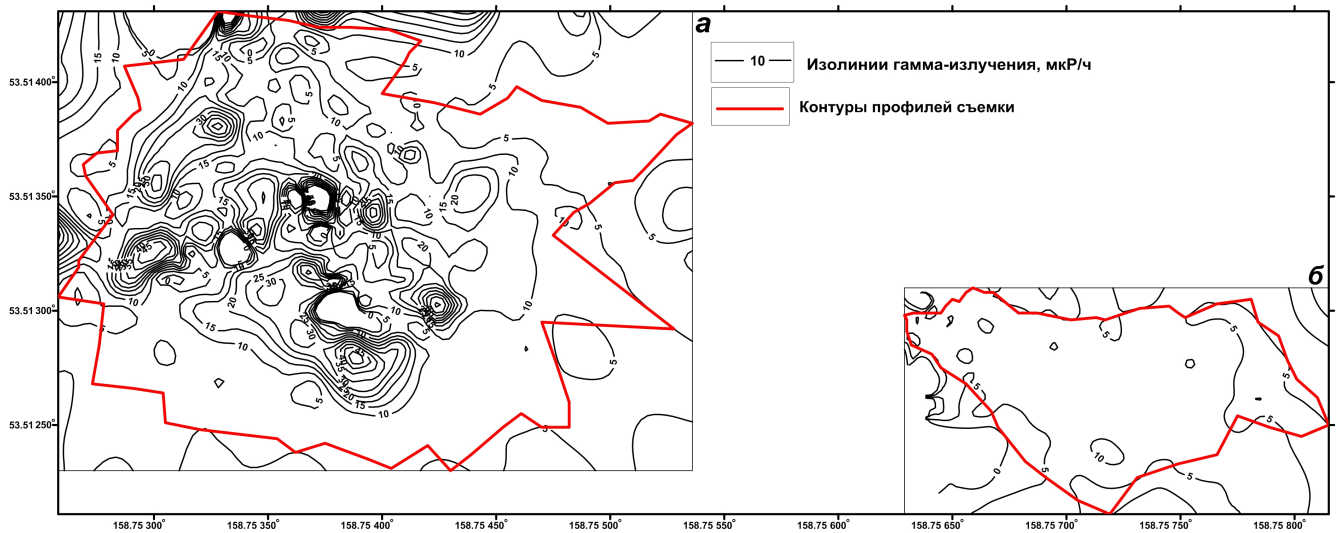


Рис. 3. Изолинии  $\gamma$ -поля (мкР/ч) термальных площадок «Котёл» (а) и «Грифон Иванова» (б).

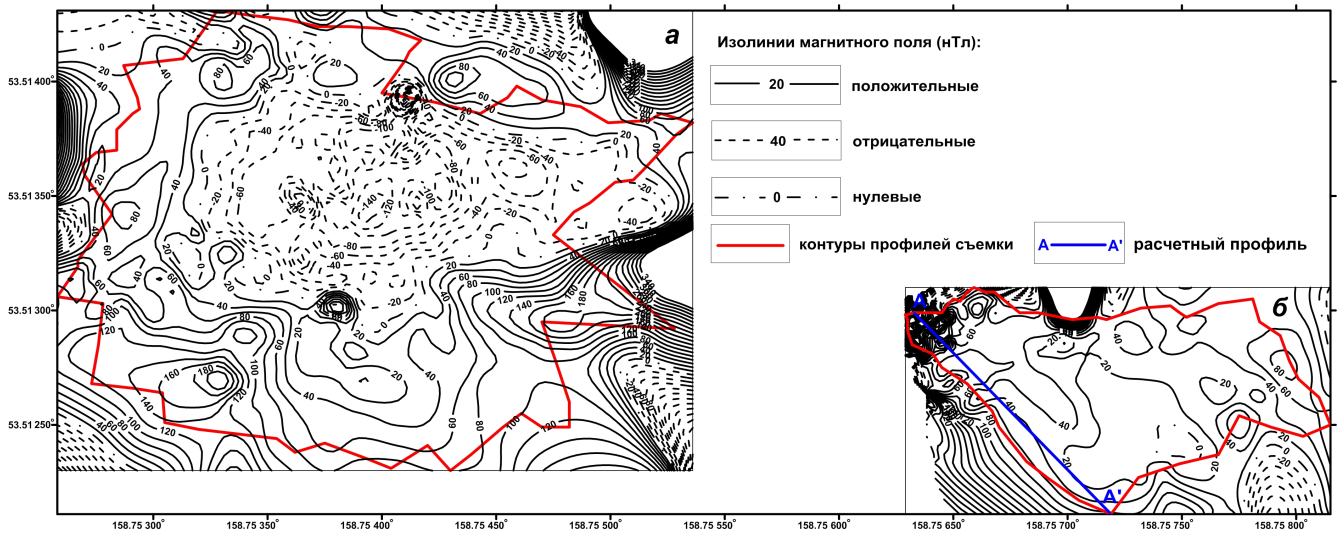


Рис. 4. Аномальное магнитное поле ( $\Delta T$ )<sub>a</sub> термальных площадок «Котёл» (а) и «Грифон Иванова» (б).



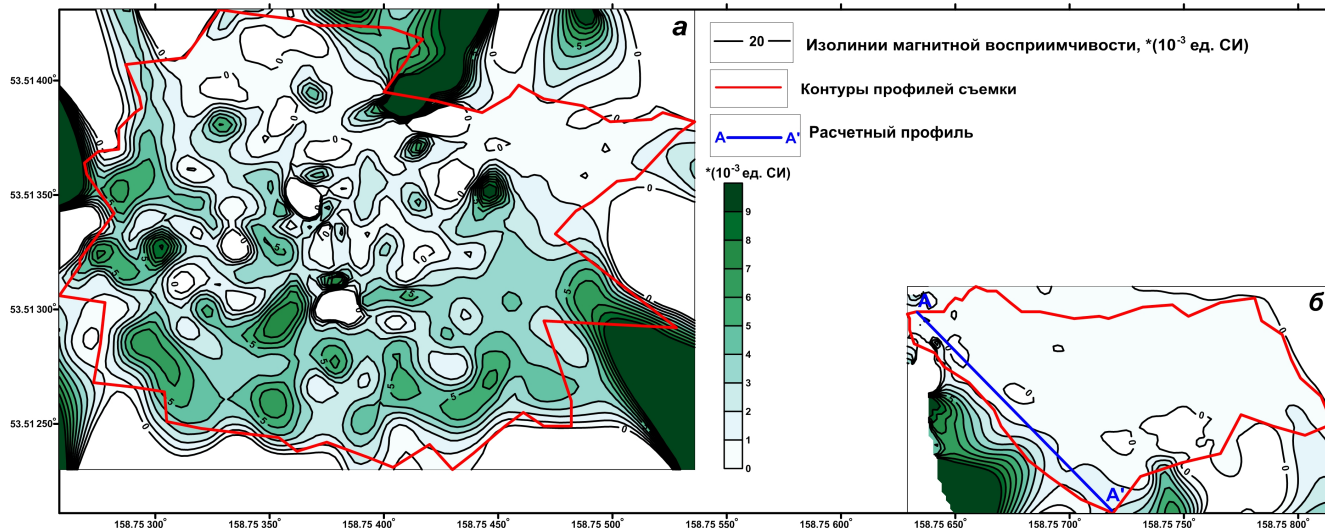


Рис. 5. Магнитная восприимчивость термальных площадок «Котёл» (а) и «Грифон Иванова» (б).

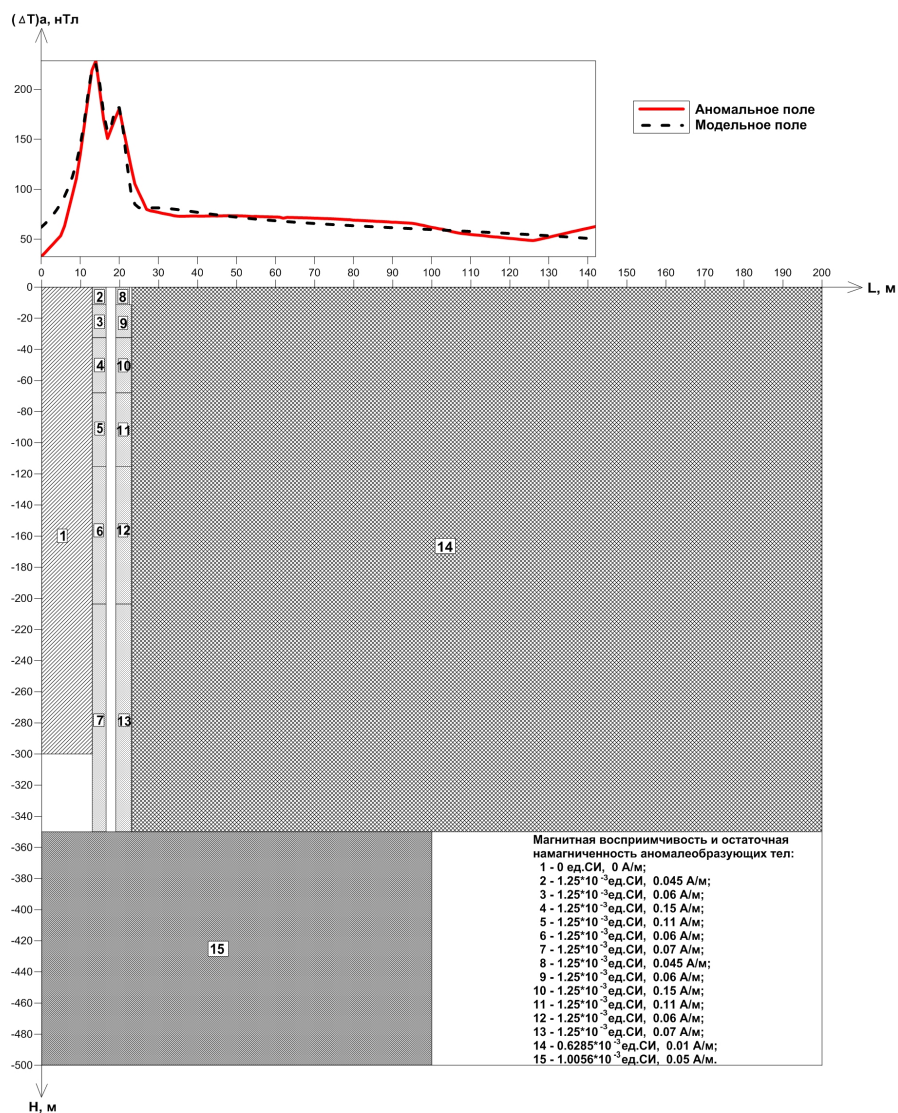


Рис. 6. Результаты количественной интерпретации геомагнитной съёмки по профилю А-А¹.