

Научная статья

УДК 537.636:551.466.7

DOI: 10.37102/0869-7698_2023_228_02_2

EDN: BXZSKW

Компонентные магнитные измерения на Южно-Луговском месторождении газа

Д.С. Тягунов

Дмитрий Сергеевич Тягунов

кандидат технических наук, научный сотрудник

Институт геофизики УрО РАН, Екатеринбург, Россия

tds-07@mail.ru

<http://orcid.org/0000-0002-8729-7518>

Аннотация. Приведены результаты измерения компонент магнитного поля, выполненные на газовом месторождении около г. Анива Сахалинской области. Показано, что аномальное локальное изменение геомагнитного поля здесь обусловлено нахождением металлоконструкций и влиянием морских приливов Анивского залива Охотского моря. Это подтверждается корреляционной зависимостью и временным совпадением пиков суточных приливов с максимумами амплитуд магнитного поля, а также полусуточным перегибом этих зависимостей. Также показано, что металлические конструкции газового месторождения оказывают некоторое локальное влияние и на вариации геомагнитного поля в районе этого месторождения. На небольшом расстоянии от скважин наблюдается частичное экранирование геомагнитных вариаций, создаваемое протяженными ферромагнитными конструкциями газового месторождения, а на больших расстояниях происходит многократное усиление геомагнитных вариаций, вызванное высокой магнитной проницаемостью труб этого месторождения.

Ключевые слова: вариации геомагнитного поля, магнитная индукция, морские приливы

Для цитирования: Тягунов Д.С. Компонентные магнитные измерения на Южно-Луговском месторождении газа // Вестн. ДВО РАН. 2023. № 2. С. 42–48. http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698_2023_228_02_2.

Благодарности. Автор выражает огромную благодарность сотрудникам Института морской геологии и геофизики ДВО РАН О.В. Веселову, В.А. Паровышному, В.Н. Сеначину за предоставленную возможность провести магнитометрические измерения на полигоне Южно-Луговского месторождения газа.

Component magnetic measurements at the Yuzhno-Lugovskoye gas field

D.S. Tyagunov

Dmitrii S. Tyagunov

Candidat of Sciences in Technics, Researcher

Institute of Geophysics, URB RAS, Yekaterinburg, Russia

tds-07@mail.ru

<http://orcid.org/0000-0002-8729-7518>

Abstract. The results of measuring component magnetic field performed at a gas field near the town of Aniva, Sakhalin region, are presented. Based on the data obtained, it is shown that the anomalous local change in the geomagnetic field in the area of the gas field is caused by a change in the metal structures of this field due to the influence of the tides of the Aniva Bay of the Sea of Okhotsk. This local change in the geomagnetic field is confirmed by the correlation dependence and the temporal coincidence of the peaks of the diurnal tides with the maxima of the amplitudes of the magnetic field, as well as the semi-daily inflection of these dependencies. In addition, the article shows that the metal structures of the gas field have some local influence on the variations of the geomagnetic field in the area of this field. At a short distance from the wells, partial shielding of geomagnetic variations is observed, created by the extended ferromagnetic structures of the gas field and at long distances, there is a multiple increase in geomagnetic variations caused by the high magnetic permeability of the pipes of this deposit.

Keywords: variations of the geomagnetic field, magnetic induction, sea tides

For citation. Tyagunov D.S. Component magnetic measurements at the Yuzhno-Lugovskoye gas field. *Vestnik of the FEB RAS*. 2023;(2):42-48. (In Russ.). http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698_2023_228_02_2.

Acknowledgments. The author expresses great gratitude to the staff of the Institute of Marine Geology and Geophysics of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences O.V. Veselov, V.A. Parovyshny, V.N. Senachin for the opportunity to conduct magnetometric measurements at the site of the Yuzhno-Lugovsky gas field.

Введение

В данной работе представлены результаты магнитометрических измерений, выполненных на полигоне Южно-Луговского месторождения газа (Анивские газовые месторождения). Оно находится на юге о-ва Сахалин в северо-восточной прибрежной полосе п-ова Крильон и в ~5 км к западу от г. Анива, Анивский район (рис. 1).

Впервые комплексные наблюдения (гравиметрические, термометрические, магнитометрические) на Южно-Луговском месторождении были выполнены сотрудниками Института морской геологии и геофизики ДВО РАН. Для изучения магнитометрических показателей ими использовались протонные магнитометры ММП-203, измеряющие модуль магнитной индукции T [1]. Работы включали в себя профильные измерения с одновременной регистрацией вариаций геомагнитного поля с целью применения магнитометрических измерений для выявления предвестников сейсмических событий. Однако, как сообщают сами авторы [1], в период проявления сейсмической активности на полученном ими

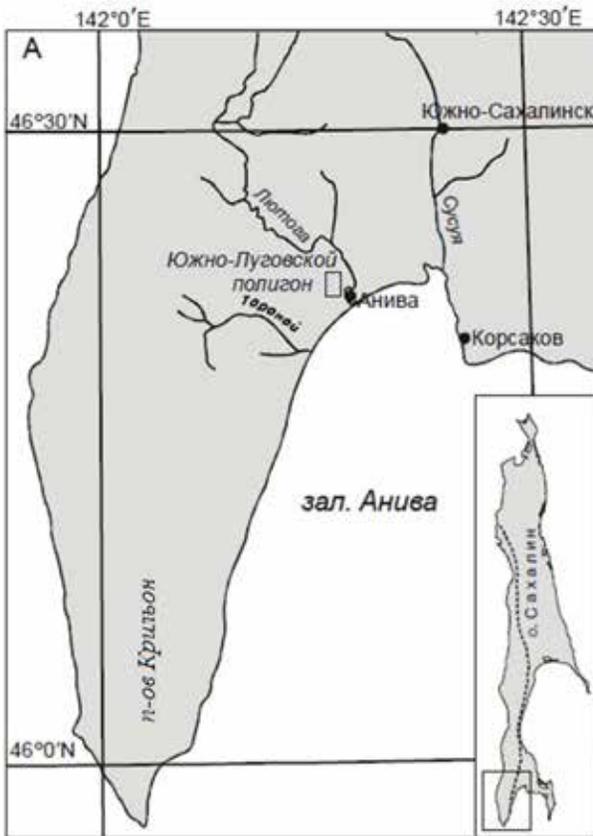


Рис. 1. Обзорная карта Южно-Луговского месторождения газа [1]

Во время проведения на полигоне всех магнитометрических измерений месторождение газа не эксплуатировалось, то есть находилось на консервации.

Объект исследования

На Южно-Луговском месторождении имеется 16 скважин. Полигон, на котором проводились работы, располагался около газовой скважины № 12, на поверхность выходят металлические конструкции – трубы. В северо-западном направлении от скважины № 12 расположена экспериментальная скважина, глубина которой ~2085 м (рис. 2).

Используемая аппаратура и методика измерений

В измерениях были использованы два комплекта трехкомпонентных магнитомодуляционных магнитометров и два переносных компьютера. С каждого комплекта аппаратуры данные измерений компонент магнитного поля, снимаемые с выходов магнитомодуляционных датчиков, поступают на многоканальный 24-разрядный аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) AD7734, оцифровываются и записываются на компьютер в отдельный текстовый файл [2, 3].

Технические параметры преобразователя магнитного поля с автопараметрическим усилением сигнала магнитной индукции:

- 1) 3 канала измерения;

графике вариаций геомагнитного поля само сейсмическое событие не выражено на фоне линейно возрастающих значений геомагнитного поля. Но, кроме этого, при выполнении авторами в это же время рядовых профильных наблюдений вторым магнитометром были получены результаты, которые показали, что амплитудные колебания геомагнитного поля составляют до 20 нТл. Поскольку такое значение, полученное в работе [1], больше связано с влиянием на геомагнитное поле техногенной составляющей (техногенный магнитный шум), то позднее на этом же полигоне Южно-Луговского месторождения нами были выполнены высокоточные магнитометрические измерения с применением магнитометров, позволяющих измерять компоненты магнитной индукции B_x , B_y , B_z .

Работы проводились для выявления возможного влияния природных и техногенных воздействий на результаты измерений магнитного поля на данном



Рис. 2. Фотография газовой скважины № 12 с обзорной схемой расположения аппаратуры и профиля

- 2) коэффициент преобразования (чувствительность) 200 мВ/нТл;
- 3) диапазон частот измеряемого сигнала магнитной индукции 0,01–20 Гц;
- 4) плоская амплитудно-частотная характеристика в диапазоне частот 0,01– 20 Гц;
- 5) напряжение питания 12 В.

Все измерения магнитного поля проводились следующим образом. Одна из горизонтальных компонент, B_x , была направлена по магнитному меридиану, компонента B_y – ортогонально магнитному меридиану, составляющая магнитной индукции B_z – вертикально. Выравнивание составляющих B_x и B_y относительно горизонтальной плоскости осуществлялось с помощью уровня, встроенного в корпус датчика.

Одним комплектом аппаратуры на полигоне регистрировалось локальное геомагнитное поле в частотном диапазоне 0,01–20 Гц и в динамическом диапазоне ± 60 тыс. нТл. Датчики данного комплекта аппаратуры были закреплены на немагнитный штатив и установлены вблизи экспериментальной скважины (рис. 2). Длительность этих измерений составила 48 ч. Из-за подзарядки аккумуляторов аппаратуры и переносных компьютеров суточные измерения проводились с разницей в 24 ч.

Вторым комплектом аппаратуры на полигоне проводилось профилирование по одному профилю, где измерялись низкочастотные вариации геомагнитного поля в частотном диапазоне 0,01–20 Гц и в динамическом диапазоне ± 300 нТл. Профиль состоял из 12 пикетов, ориентация профиля восток-запад, расстояние до зал. Анива около 1,5 км. Расстояние между скважиной и первым пикетом составило ~ 10 м, между пикетами ~ 20 м (рис. 2). Измерения на каждом пикете повторялись пять дней подряд, при этом датчики магнитометра устанавливались в одних и тех же точках. Длительность измерений на каждом пикете составила ~ 5 мин.

Обсуждение результатов

При многочасовых измерениях трех компонент магнитного поля вблизи экспериментальной скважины (рис. 2) было зафиксировано anomalously большое суточное изменение геомагнитного поля – порядка 550–600 нТл по горизонтальной составляющей B_x и 1800–2000 нТл по вертикальной составляющей B_z (от пика до пика), имеющее

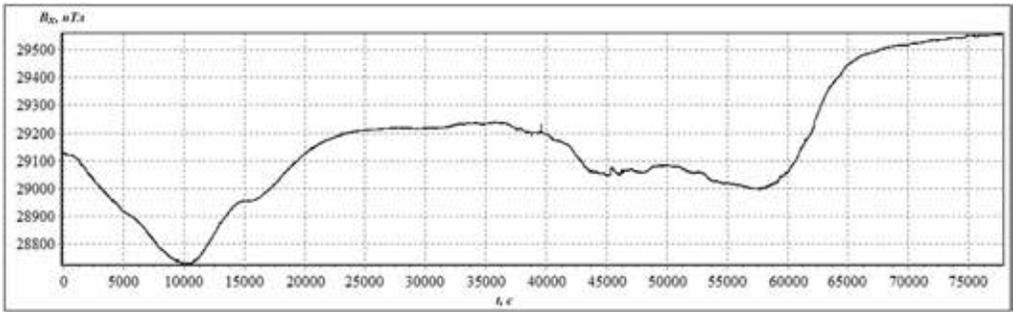


Рис. 3. Запись горизонтальной составляющей вектора магнитной индукции вблизи скважины № 12

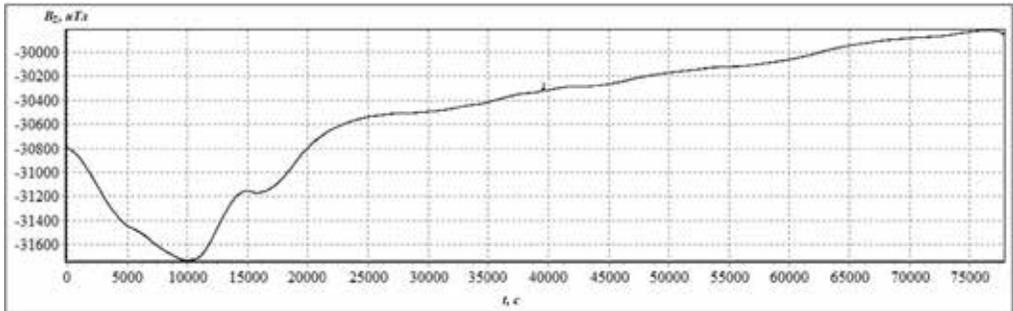


Рис. 4. Запись вертикальной составляющей вектора магнитной индукции вблизи скважины № 12

периодический характер и превышающее суточные геомагнитные вариации в десятки раз (рис. 3, 4). Поскольку в точке измерения значения амплитуд и ход записи по горизонтальным составляющим магнитного поля B_x и B_y близкие, поэтому в статье приведена запись только по составляющей B_x .

На основании полученного результата было сделано предположение, что аномальное изменение геомагнитного поля может быть вызвано морскими приливами Анивского залива Охотского моря. Для подтверждения этого предположения были взяты данные по амплитуде морских приливов Анивского залива за несколько суток (рис. 5).

Сравнивая полученные зависимости, представленные на рис. 3, 4, с записями уровня морских приливов и отливов Анивского залива (рис. 5), отчетливо видно корреляцию и временное совпадение пиков суточных приливов с максимумами амплитуд магнитного поля. Также хорошо наблюдается полусуточный перегиб этих зависимостей. Контрольная запись, проведенная через сутки после первоначальной записи, подтвердила обнаруженную зависимость.

Вероятно, по нашему мнению, такое изменение магнитного поля в районе месторождения газа может быть вызвано давлением на скважины, которое изменяет их магнитные свойства. То есть приливное давление оказывает влияние на оборудование и металлические конструкции, имеющиеся на месторождении газа, тем самым создавая на нем локальное изменение магнитного поля, которое хорошо коррелирует с локальными приливными движениями и является техногенным фактором, сильно искажающим местное геомагнитное поле. Но, кроме этого, и сами металлические конструкции, расположенные на месторождении

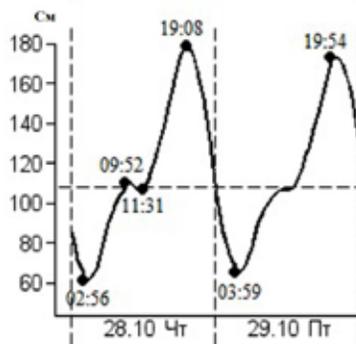


Рис. 5. Амплитуды суточной и полусуточной «волны» изменения уровня воды в Анивском заливе Охотского моря (<https://pogodasakhalina.ru/tides>)

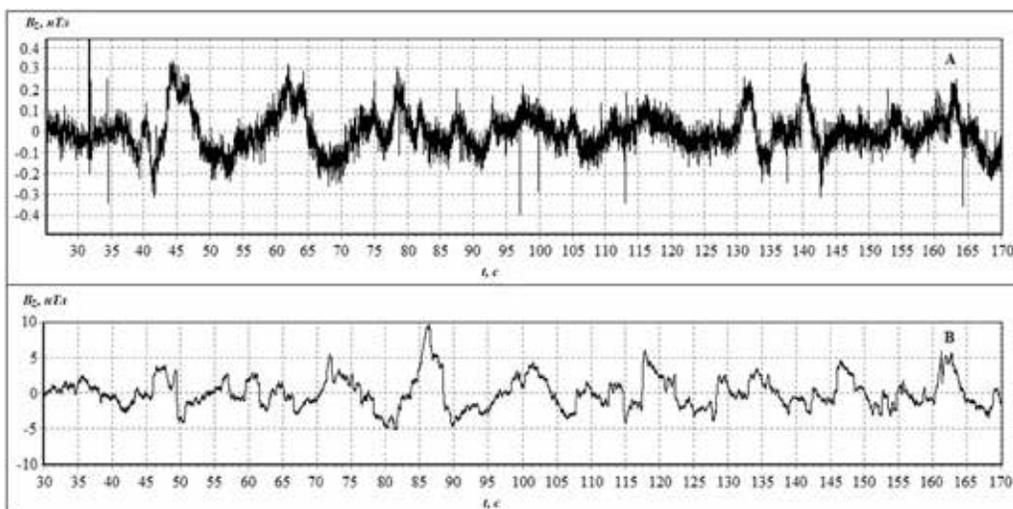


Рис. 6. Фрагменты записей вариаций геомагнитного поля на удалении от скважины № 12: *A* – ~10 м, *B* – ~230 м

газа, оказывают большое влияние на вариации геомагнитного поля. На рис. 6 представлены фрагменты записи вертикальной составляющей B_z магнитной индукции.

На верхней записи рис. 6, *A* максимальная амплитуда (от пика до пика) вариаций геомагнитного поля компоненты B_z составила 0,6 нТл при средней 0,4 нТл. На нижней записи рис. 6, *B* максимальная амплитуда компоненты B_z составила 15 нТл при средней 10 нТл. С увеличением расстояния от точек выхода на поверхность металлических труб скважины № 12 (рис. 2) амплитуда вариаций геомагнитного поля увеличивается на протяжении всего профиля. То есть на небольшом расстоянии (~10 м) от скважины наблюдается частичное локальное экранирование геомагнитных вариаций, создаваемое протяженными ферромагнитными конструкциями месторождения газа. На расстояниях более 10 м от точек выхода труб скважины (за область экранирования) происходит локальное многократное усиление геомагнитных вариаций, вызванное высокой магнитной проницаемостью труб.

Выводы

Проведенные на газовом месторождении Анивского района Сахалинской области измерения геомагнитного поля показали хорошую корреляцию и временное совпадение с морскими приливами.

На небольшом расстоянии от скважины за счет металлоконструкций происходит частичное локальное экранирование геомагнитных вариаций, а на больших расстояниях – их локальное многократное усиление.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Parovyshny V.A., Veselov O.V., Senachin V.N., Kirienko V.S. Time variations in the geophysical fields above a gas field on Sakhalin Island // Russ. J. Pacific Geol. 2008. Vol. 2, N 4. P. 283–293.
2. Сокол-Кутыловский О.Л. Автопараметрический датчик магнитной индукции // Датчики и системы. 2009. № 1. С. 37–39.
3. Тягунов Д.С., Сокол-Кутыловский О.Л. Спектральное распределение городского магнитного шума в диапазоне низких частот // Вестн. КРАУНЦ, Серия: Науки о Земле. 2016. № 3. С. 58–64.

REFERENCES

4. Parovyshny V.A., Veselov O.V., Senachin V.N., Kirienko V.S. Time variations in the geophysical fields above a gas field on Sakhalin Island. *Russ. J. Pacific Geol.* 2008;2(4):283-293.
5. Sokol-Kutylovskii O.L. Avtoparametricheskii datchik magnitnoi induksii = [Autoparametric magnetic induction sensor]. *Datchiki i systemy.* 2009;(1):37-39. (In Russ.).
6. Tyagunov D.S., Sokol-Kutylovskii O.L. Spektral'noe raspredelenie gorodskogo magnitnogo shuma v diapazone nizkikh chastot = [Spectral distribution of urban magnetic noise in the low frequency range]. *Bull. of Kamchatka Regional Association «Educational-Scientific Center».* *Earth Sciences.* 2016;(3):58-64. (In Russ.).

