

УДК 550.834

DOI: 10.47148/1609-364X-2020-4-33-37

© Коллектив авторов

И.С. Файзуллин, А.В. Серегин, А.В. Волков, Т.И. Файзуллин

К оценке протяженности по латерали участков наличия углеводородов по данным сейсмической локации нефти и газа (СЛОНГ)

Аннотация. В методе сейсмической локации нефти и газа (СЛОНГ), предназначенном для прогноза нефтегазоперспективности объектов по данным сейсморазведки МОГТ-2Д, протяженность по латерали выделяемых участков наличия УВ определяется при статистической обработке всех графиков распределения по глубине энергии колебаний. Однако в этом случае результаты обработки зависят от используемой кратности накоплений колебаний. Поэтому для определения протяженности по латерали участков наличия УВ предлагается использовать другой подход, основанный на обработке микросейсм, регистрируемых при работах МОГТ-2Д, по методике, предложенной Г.В. Ведерниковым, Е.А. Хагоевым и Т.И. Чичиной. В результате применения этой методики было установлено, что все нефтегазовые месторождения сопровождаются аномалиями в поле микросейсм по энергетическим и спектральным характеристикам колебаний. Не останавливаясь на возможности решения обратной задачи, отметим только, что согласно этому положению наличие месторождения должно приводить к возникновению аномалий в поле микросейсм и, в частности, к увеличению энергии колебаний. Следовательно, если каким-либо образом установлен факт наличия месторождения, то следует ожидать появления участка с повышенной энергией колебаний, по которому можно оценить протяженность месторождения по латерали. Факт наличия месторождения может быть установлен по результатам проведения обработки того же профиля МОГТ-2Д по технологии СЛОНГ. В случае получения положительного значения СЛОНГ, на соответствующем участке профиля должен появиться участок с повышенной энергией колебаний микросейсм, что и приведет к решению поставленной задачи.

Ключевые слова: локация, микросейсмы, протяженность, аномалии.

I.S. Fayzullin, A.V. Seregin, A.V. Volkov, T.I. Fayzullin

Estimation of the length of the lateral sections of the presence of hydrocarbons according to the seismic location of oil and gas (SLONG)

Abstract. In the method of seismic location of oil and gas (SLONG), intended for predicting the oil and gas prospects of objects based on the data of seismic exploration method CDP-2D, the length of the laterally allocated sections of the presence of hydrocarbons is determined by statistical processing of all graphs of the energy distribution by depth of micro tremors. However, in this case, the results of processing depend on the repetition factor of impulse accumulations of fluctuations used. Therefore it is proposed to use a different approach to determine the length of the lateral sections of the presence of HC based on the processing of micro tremors recorded during CDP-2D, according to the method proposed by G.V. Vedernikov, E.A. Khagoev and T.I. Chichinina. As a result of applying this technique, it was found that all oil and gas fields are accompanied by anomalies in the micro tremors field in terms of energy and spectral characteristics of vibrations. Not stopping on the possibility of solving the inverse problem, we only note that according to this provision, the presence of a deposit should lead to anomalies in the micro tremors field and, in particular, to an increase in the energy oscillation. Therefore, if the presence of a deposit is established in any way, then we should expect the appearance of a section with an increased energy oscillation, which can be used to estimate the length of the deposit laterally. The fact of the presence of a deposit can be established by the results of processing the same CDP-2D profile using SLONG technology. If a positive SLONG result is obtained, a section with an increased energy of micro tremors should appear on the corresponding section of the profile, which will lead to the solution of the problem.

Key words: Location, microtremors, length, anomaly.

Технология СЛОНГ основана на известных фактах излучения эмиссионных волн продуктивными пластами как в естественных условиях, так и при технологии воздействия на пласт, в том числе при проведении работ МОГТ [1]. Протяженность по латерали выделенных участков наличия УВ определяется при статистической обработке всех полученных графиков распределения энергии колебаний по разрезу [1]. Однако при значительном увеличении кратности накопления колебаний, которое происходит в настоящее время, протяженность этих участков уменьшается до используемой при прямых расчетах (300 м). В этом случае для определения протяженности по латерали предлагается использовать методику обработки микросейсм, в которой такого ограничения нет [2-4].

В методе обработки микросейсм (сокращенно метод микросейсм) для анализа используются участки сейсмограмм МОГТ, свободные от регулярных волн (до первых вступлений [2]) или после отраженных волн [3]. По этим записям формируются монтажи, составленные из совокупности трасс от различных пунктов излучения. По полученным монтажам определяются энергетические и спектральные характеристики колебаний вдоль профиля. При этом участки с повышенными значениями энергии колебаний и амплитуд спектров относят к месторождению. Лучшие результаты получаются в низкочастотном диапазоне (по сравнению с рабочими частотами в МОГТ) [2-4], что и неудивительно, так как в пассивной сейсмике оптимальный диапазон частот лежит в пределах 1,5-7 Гц [4]. Очень большое количество опробований метода микросейсм в различных сейсмогеологических условиях позволило авторам утверждать, что все известные нефтегазовые месторождения отмечаются аномальными значениями поля микросейсм [2-4]. Однако из этого не следует, что все аномалии поля микросейсм вызваны месторождениями. Поэтому для решения обратной задачи – выявления месторождений – необходимы дополнительные признаки наличия УВ. Ряд таких признаков выявлен в СЛОНГе за счет привлечения к обработке информации о распределении аномалий по всей глубине разреза и специальной методики обработки [1]. Оставшийся нерешенным вопрос о протяженности выделенных участков наличия УВ может быть решен путем переобработки данных СЛОНГ по методике обработки микросейсм [2-4]. К таким данным относятся энергия колебаний и энергия их спектров, полученные для каждого квадрата, на которые разбивается весь разрез при проведении вычислений в СЛОНГе. Если провести осреднение этих данных по вертикали для всего профиля, то получится распределение значений

энергии и спектров, аналогичное получаемому в методе микросейсм, только более тесно связанное с геодинамическими шумами от месторождений. Используя осреднение этих данных, полученных в различных диапазонах частот, методом скользящего среднего в окне получим распределение энергии колебаний и амплитуд их спектров, которые являются результатом вычислений по методу микросейсм и на основании которых определяется протяженность месторождений по латерали.

Для определения возможности переобработки данных СЛОНГ по методике микросейсм были переобработаны 4 профиля МОГТ-2Д в Енисей-Хатангском прогибе, один из которых (606) проходил через скважину, вскрывшую газовую залежь. Предварительно профили были обработаны по технологии СЛОНГ, предусматривавшей выбор двух участков сейсмограмм – до первых вступлений и после затухания отраженных волн. Первый участок рассматривался как фоновый, хотя он включал колебания, вызванные эффектом последствия от предыдущих воздействий [1], благодаря которым выделяются месторождения после обработки одного этого участка по методу микросейсм [2]. Чтобы исключить влияние эффекта последствия и других шумов, значения энергии колебаний, определенные по второму участку сейсмограмм, делились на значения энергии колебаний, определенные по первому участку. То же самое осуществлялось по энергии спектра колебаний.

Профиль 606 проходит через скважину Хабейская-1, в которой на глубинах 2032-2046 м находится газоконденсат. По СЛОНГу, положительные значения были получены на CDP 1244 и 1254 на глубинах 2050 и 2000 м соответственно и в зоне положительных значений энергии колебаний, что согласуется с данными по скважине.

При переобработке профиля 606 по методу микросейсм с учетом замечаний относительно использования данных СЛОНГа были построены кривые распределения значений энергии по профилю. Распределения значений энергии по суммарным колебаниям приведены на рис. 1а, по энергии спектра колебаний – на рис. 1б. Как видно из рис. 1а, б, различие в кривых распределения энергий незначительно, что следует также из теоремы Парсеваля, устанавливающей равенство между энергией сигнала и энергией его спектра. Поэтому можно ограничиваться одним способом определения либо использовать оба способа для взаимного контроля.

Для совместного рассмотрения полученных результатов на кривые распределения энергии колебаний по микросейсмам были нанесены участки положительных значений СЛОНГ. Как видно из

рис. 1а, б, при непрерывном распределении энергии микросейсм по профилю положительные значения СЛОНГ находятся только на двух участках, что подтверждает утверждение о том, что не все аномалии вызываются месторождениями.

Участки микросейсм, соответствующие возможному нахождению УВ, выделяются по положительному значению СЛОНГ, обязательно находящемуся в локальном максимуме колебаний, с ограничениями в обе стороны до минимальных значений отношения энергий, как показано на рис. 1. В данном случае участок с положительными значениями СЛОНГ ограничивается колебаниями на CDP

2150-2400, что соответствует ориентировочной протяженности залежи по латерали в 6250 м.

Таким образом, переобработка по методике микросейсм подтвердила результат по СЛОНГу, что увеличило достоверность выявления участка наличия УВ, а также позволило определить ориентировочную протяженность его по латерали.

Аналогичные вычисления были проведены на трех профилях МОГТ-2Д в Енисей-Хатангском прогибе. Кривые распределения на них энергии спектра колебаний с нанесенными положительными значениями СЛОНГ приведены на рис. 2, из которых видно, что, во-первых, положительные значения

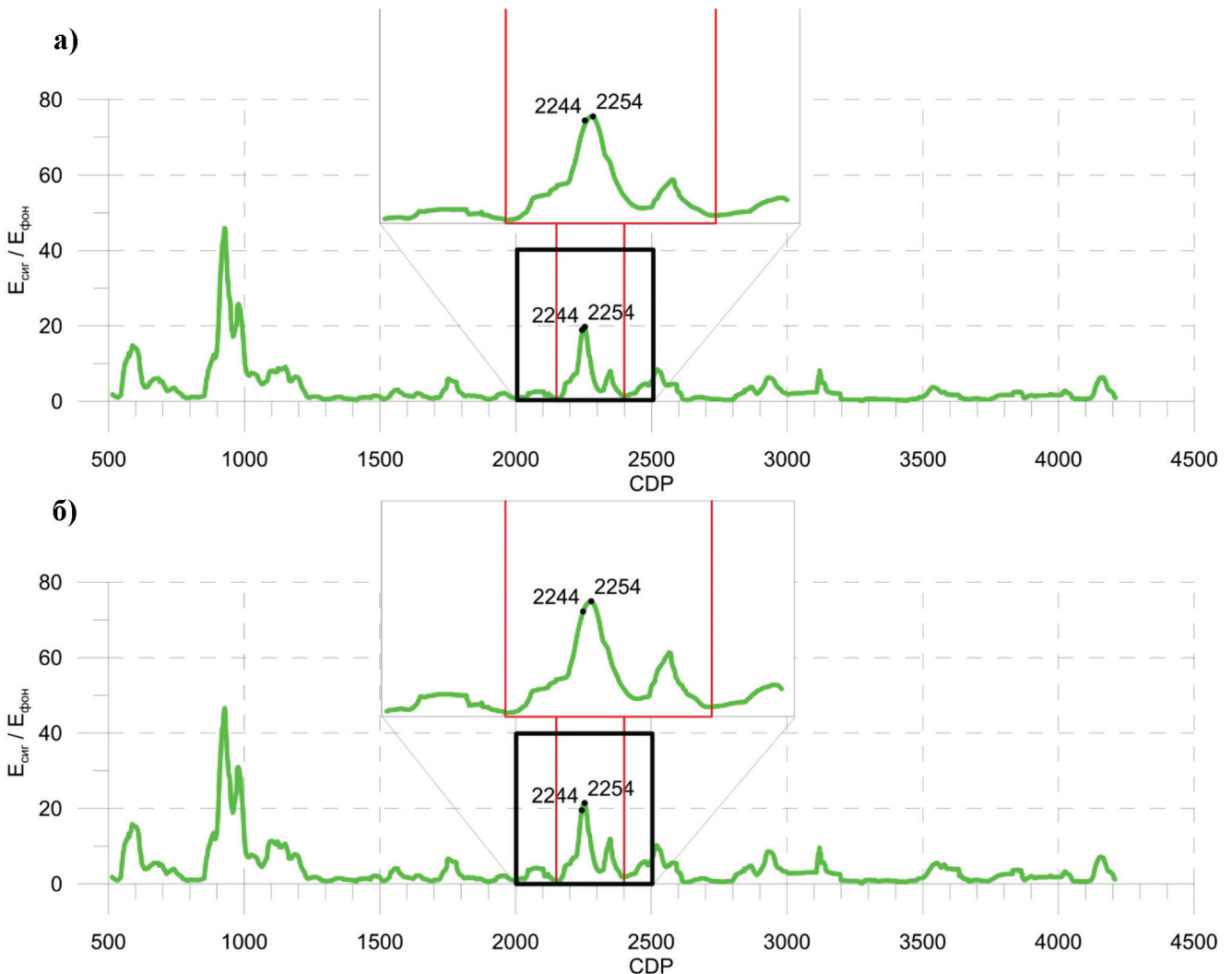


Рис. 1. Профиль 606, кривые распределения значений энергии по суммированным колебаниям (а) и их спектров (б) в области низких частот с нанесенными точками положительных значений СЛОНГ

Fig. 1. Profil 606, line plot of the distribution of energy values over summed vibrations (a) and their spectra (b) in the low frequency region with marked points of positive SLONG values

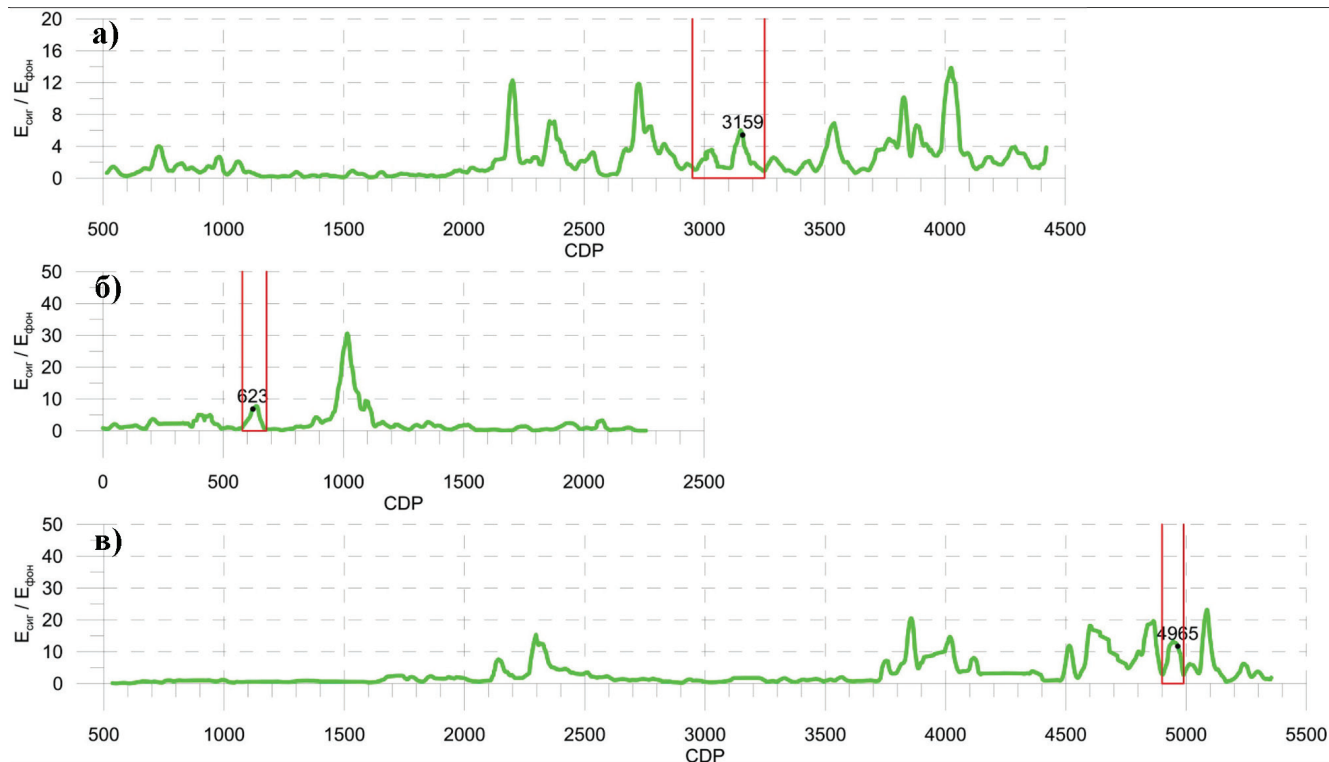


Рис. 2. Кривые распределения значений энергии спектров по суммированным колебаниям для профилей 603 (а), 607 (б) и 609 (в) в области низких частот с нанесенной точкой положительного значения СЛОНГ

Fig. 2. Line plot of distribution of the energy values of the spectra over the summed vibrations for the profiles 603 (a), 607 (b) and 609 (v) in the low frequency region with a marked points of positive SLONG value

СЛОНГ находятся на локальных максимумах колебаний, во-вторых, протяженность участков микросейсм по латерали различна. Так, на рис. 2а участок микросейсм составляет 7500 м, на рис. 2б – 2500 м, на рис. 2в – 2250 м.

В целом, полученные результаты свидетельствуют о целесообразности использования данных СЛОНГ для переобработки профилей МОГТ-2Д по методике микросейсм с целью повышения достоверности выделения участков наличия УВ и оценки их протяженности по латерали.

ЛИТЕРАТУРА

1. Файзуллин И.С., Серегин А.В., Волков А.В., Файзуллин Т.И. Прогноз нефтегазоперспективности объектов при региональных сейсмических исследованиях по эмиссионным волнам // Геоинформатика. – 2018. – № 3. – С. 106-110.
2. Ведерников Г.В., Хогоев Е.А. Прогноз залежей УВ по характеристикам микросейсм при сейсморазведочных работах МОГТ // ГЕО-Сибирь-2007 : сборник материалов III Международного научного

конгресса. – Новосибирск : СГГА, 2007. – Т. 5. – С. 179-183.

3. Хогоев Е.А., Чичинина Т.И., Ведерников Г.В. Шум углеводородов, или метод анализа микросейсм по обычным данным сейсморазведки 2D/3D // Геомодель-2015 : тезисы докладов 17-й научно-практической конференции по вопросам геологоразведки и разработки месторождений нефти и газа Россия, г. Геленджик, 7-10 сентября 2015 г. – URL: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201413966>.

4. Chichinina T.I., Hoguev E.A., Reyes-Pimentel A. Microtremor Analysis in Seismic Reflection Data for Identification of Oil and Gas Reservoirs // Conference Proceedings, 76th EAGE Conference and Exhibition, Amsterdam, Jun 2014. V. 2014. P. 1-5. – URL: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20141562>.

REFERENCES

1. Fayzullin I.S., Seregin A.V., Volkov A.V., Fayzullin T.I. Forecast of oil and gas prospects of objects in regional seismic studies on emission waves // Geoinformatika. 2018. No. 3. P. 106-110.

2. Vedernikov G.V., Hogoiev E.A. Forecast of hydrocarbon deposits based on microseismic characteristics during seismic survey operations // *GeoSiberia-2007 : International Exhibition and Scientific Congress : Collection of materials*. V. 5. P. 179-183.

3. Hogoiev E.A., Chichinina T.I., Vedernikov G.V. Hydrocarbon Microtremors: A Method of Microseismic Analysis with Conventional Seismic Data 2D/3D // *Geomodel 2015 : Conference Proceedings, 17th science and applied research conference on oil and gas geological exploration and development, Russia, Ge-*

lendzhik, Sep. 2015. V. 2015. P. 1-5. URL: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201413966>.

4. Chichinina T.I., Hogoiev E.A., Reyes-Pimentel A. Microtremor Analysis in Seismic Reflection Data for Identification of Oil and Gas Reservoirs // *Conference Proceedings, 76th EAGE Conference and Exhibition, Amsterdam, Jun 2014*. V. 2014. P. 1-5. URL: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20141562>.

Информация об авторах

Файзуллин Ирик Султанович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий сектором отделения геофизических исследований ФГБУ «ВНИГНИ». 117105, г. Москва, Варшавское ш., д. 8. E-mail: slbo-slong@mail.ru.

Серегин Александр Владимирович, старший научный сотрудник отделения геофизических исследований ФГБУ «ВНИГНИ». 117105, г. Москва, Варшавское ш., д. 8. E-mail: alexandr.sereg@mail.ru.

Волков Антон Владимирович, старший научный сотрудник отделения геофизических исследований ФГБУ «ВНИГНИ». 117105, г. Москва, Варшавское ш., д. 8. E-mail: antona1@yandex.ru

Файзуллин Тимур Иркинович, научный сотрудник отделения геофизических исследований ФГБУ «ВНИГНИ». 117105, г. Москва, Варшавское ш., д. 8. E-mail: fatimur@yandex.ru.

Information about authors

Fayzullin Irik Sultanovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, professor, head of sector; FSBI «All-Russian Research Geological Oil Institute», geophysical research division. 8, Varshavskoye sh., Moscow, 117105, Russia. E-mail: slbo-slong@mail.ru.

Seregin Aleksandr Vladimirovich, senior research worker; FSBI «All-Russian Research Geological Oil Institute», geophysical research division. 8, Varshavskoye sh., Moscow, 117105, Russia. E-mail: alexandr.sereg@mail.ru.

Volkov Anton Vladimirovich, senior research worker; FSBI «All-Russian Research Geological Oil Institute», geophysical research division. 8, Varshavskoye sh., Moscow, 117105, Russia. E-mail: antona1@yandex.ru.

Fayzullin Timur Irkinovich, research worker; FSBI «All-Russian Research Geological Oil Institute», geophysical research division. 8, Varshavskoye sh., Moscow, 117105, Russia. E-mail: fatimur@yandex.ru.