

Некоторые корреляционные зависимости между параметрами аномального низкочастотного спектра микросейсм и характеристиками геологического разреза.

Вильданов А.А., Биряльцев Е.В., Ероина Е.В. (ЗАО «Градиент»),
Биряльцева Ю.Е., Рыжов В.А. (Казанский государственный университет)

Краткое резюме. В докладе приводятся результаты сопоставления спектров микросейсм, полученных по методу низкочастотного сейсмического зондирования и характеристиками геологического разреза некоторых площадей исследования на территории Республики Татарстан. Приводятся корреляционные зависимости частотного положения первого максимума в зависимости от мощности осадочного чехла и альтитуды точки измерения, а также относительной амплитуды второго максимума в зависимости от нефтенасыщенной толщины залежи и нефтенасыщенности коллектора.

Наряду с активными методами сейсморазведки, в последнее время развивается другой класс методов, основанный на изучении спектральных характеристик микросейсм [1-3]. Согласно данным методам, основным признаком присутствия залежи углеводородов в разрезе является наличие статистически значимых максимумов в спектре микросейсм в диапазоне 1-10 Гц. Вместе с тем, имеются экспериментальные данные, показывающие возможность наличия данных максимумов при отсутствии залежей в разрезе. В [3] было высказано предположение, что эти максимумы могут быть обусловлены наличием других существенных неоднородностей, в частности неглубоким залеганием границы осадочный чехол – кристаллический фундамент, но количественное подтверждение данной гипотезы отсутствовало. Также в известной литературе отсутствуют статистические данные о связи параметров залежи и частотно-амплитудных характеристик микросейсм.

Накопленный за 2005-2007 год ЗАО «Градиент» материал по более чем 50 площадям проведения работ и достаточная разбуренность части исследованных участков позволила провести статистический анализ и установить некоторые корреляционные зависимости. В данной работе представлены результаты по изучению:

- 1) зависимости частоты первого спектрального максимума от мощности осадочного чехла и рельефа местности;
- 2) зависимости параметра «отношение сигнал/шум» от нефтенасыщенной толщины и амплитуды аномалии от нефтенасыщенности пласта-коллектора.

Зависимость частоты первого спектрального максимума от мощности осадочного чехла.

В ходе исследования были использованы данные изучения спектров микросейсм методом низкочастотного сейсмического зондирования (НСЗ) по 259 точкам по 16 площадям исследований на территории Республики Татарстан. Корреляционно-регрессионный анализ частоты первого максимума спектров НСЗ и мощности осадочного чехла для общего объема полученных данных и значений частот по площадям показал, что на данном отрезке значений мощности осадочного чехла

при ее вариациях в 291 м зависимость можно считать линейной со статистически значимым коэффициентом корреляции $-0,6$ (Рисунок 1, слева). Для средних арифметических значений частот по площадям (Рисунок 1, справа) зависимость также аппроксимируется линейной со статистически значимым коэффициентом корреляции $-0,79$, что подтверждает предположение о взаимосвязи мощности осадочного чехла в точке наблюдения и частоты первого максимума на спектрах НСЗ.

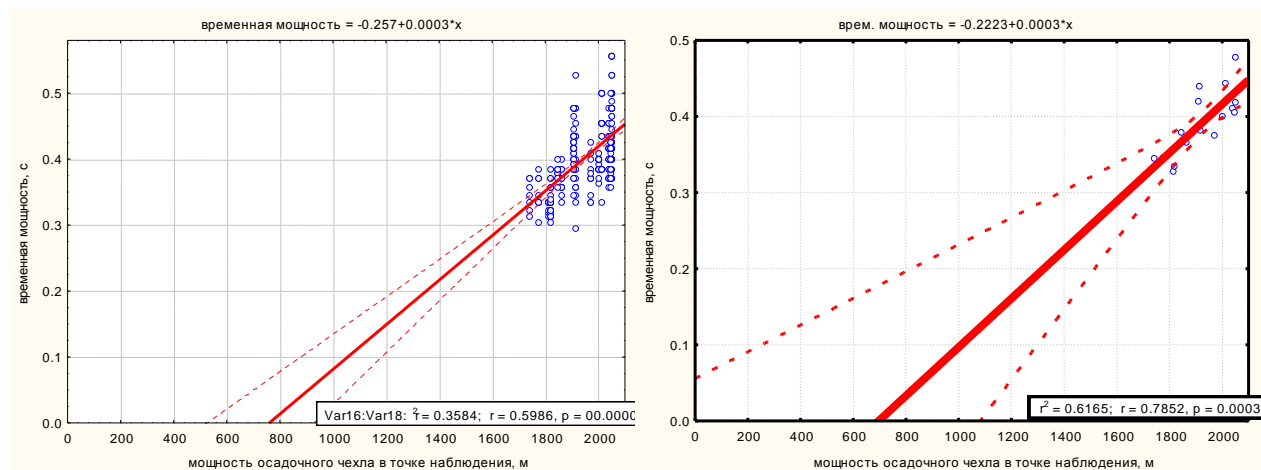


Рисунок 1. Зависимость частоты первого максимума от мощности осадочного чехла.

Зависимость частоты первого спектрального максимума от рельефа местности

Корреляционно-регрессионный анализ частоты первого максимума спектров НСЗ и альтитуды в точке наблюдения проводился на 5 площадях, с общим объемом зондирований 139 ф.н.

На 2 площадях, расположенных в пределах Мелекесской впадины была обнаружена статистически значимая связь между абсолютной отметкой высоты над уровнем моря в точке наблюдения и значением первого максимума по шкале частот. Для площади I (Рисунок 2, справа) зависимость характеризуется связью с коэффициентом корреляции $0,77$. Для площади II (Рисунок 2, слева) зависимость характеризуется связью с коэффициентом корреляции $0,66$. Линейная регрессионная модель объясняет влияние фактора значения абсолютной высоты в точке наблюдения на изменение частоты первого характерного максимума спектров на $45-60\%$.

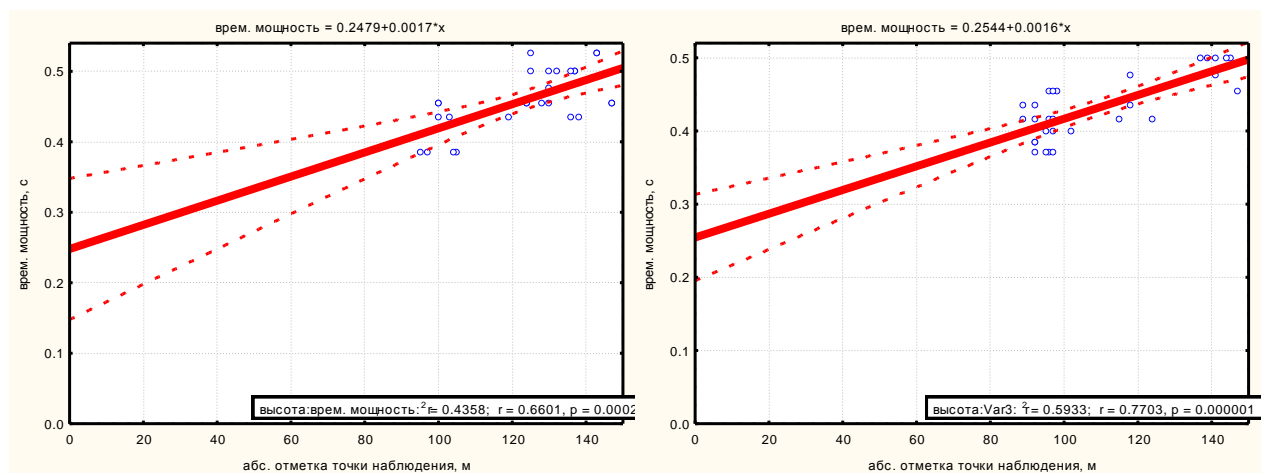


Рисунок 2. Зависимость частоты первого максимума от альтитуды в точке наблюдения.

Зависимость параметра «локальное отношение сигнал/шум» от нефтенасыщенной толщины и амплитуды аномалии от нефтенасыщенности пласта-коллектора

Сопоставление параметров спектров микросейсм и коллекторских свойств пласта кыновских отложений верхнего девона проводилось на данных Уратьминского месторождения (Рисунок 3). В структурно-тектоническом плане площадь расположена в пределах северной части западного склона Южно-Татарского свода. Основной эксплуатационный объект представлен терригенными продуктивными отложениями верхнего девона кыновского горизонта (До). Пласты – коллекторы сложенные хорошо отсортированными мелкозернистыми песчаниками и крупнозернистыми алевролитами залегают между глинистыми алевролитами и аргиллитами. Залежи нефти пластово-сводовые. Общая толщина горизонта в пределах площади колеблется от 4,9 до 19,9 м, и в среднем составляет 10,6 м. Значения нефтенасыщенной толщины изменяются от 0,7 м (северная часть) до 6,0 м (юго-восточная часть) и в целом увеличиваются к югу месторождения.

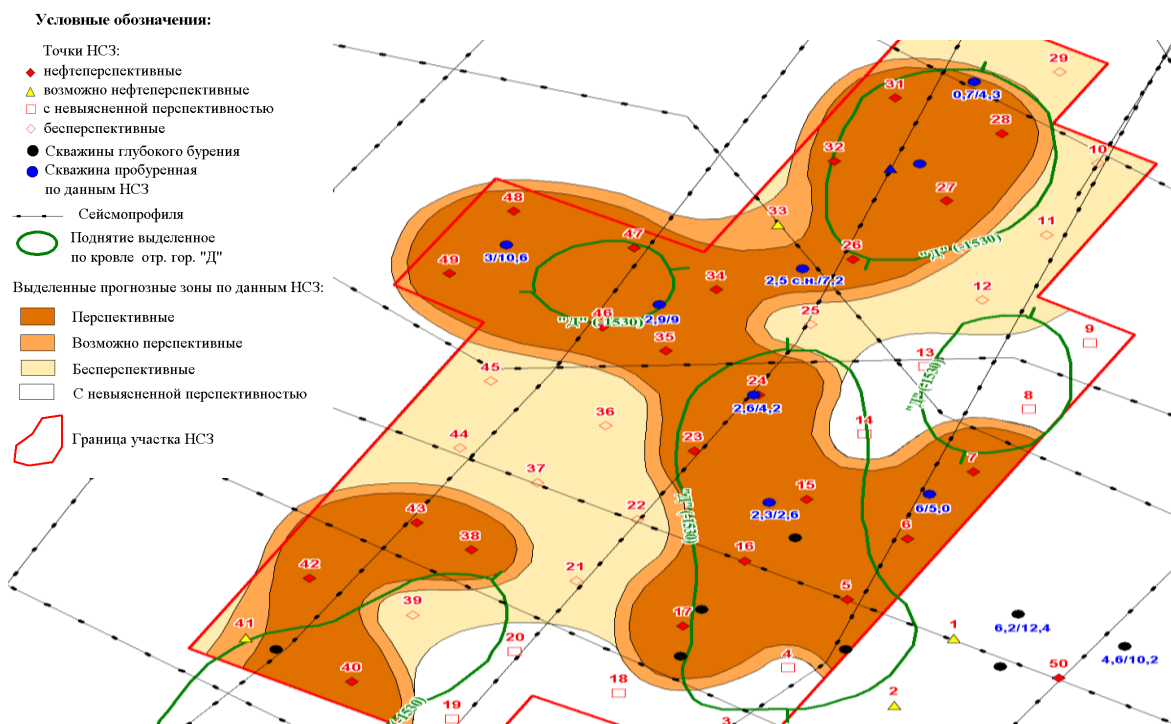


Рисунок 3. Уратьминское месторождение.

Основным параметром спектра микросейсм (параметр НСЗ), по которому строился прогноз нефтеносности, являлся параметр относительная амплитуда второго максимума на спектре микросейсм (отношение амплитуды второго наблюдаемого на спектре в диапазоне 1-10 Гц максимума к среднему уровню фона в диапазоне 1-10 Гц). Исследовались зависимости данного параметра точек наблюдений НСЗ в окрестностях 10 эксплуатационных скважин от параметров вскрытого продуктивного пласта, параметров флюида и показателей разработки. Статистически значимых зависимостей от показателей разработки и параметров флюидов не выявлено. Выявлены зависимости, близкие к статистически значимым, от водонасыщенной толщины пласта (обратная корреляция), нефтенасыщенной толщины пласта и нефтенасыщенности (Рисунок 4).

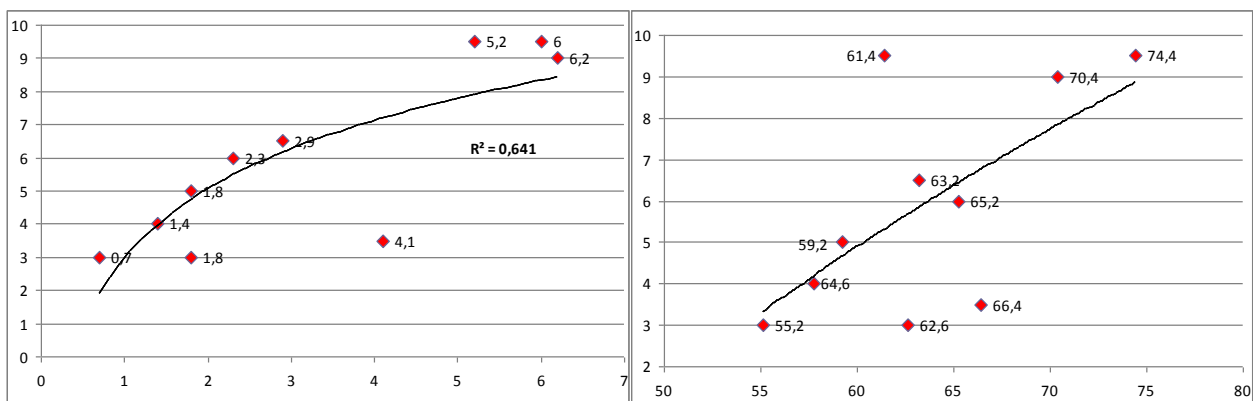


Рисунок 4. Зависимость относительной амплитуды максимума (ось Y) от нефтенасыщенной толщины, м, (слева) и нефтенасыщенности, %, (справа).

По данным параметрам выявлены следующие закономерности:

- увеличение параметра НСЗ с увеличением нефтенасыщенной толщины пласта,
- увеличение параметра НСЗ от нефтенасыщенности пласта-коллектора.

Исключение составляют точки НСЗ в районе скважин №1036 (значение нефтенасыщенной толщины 1,8 м) и №10044 (значение нефтенасыщенной толщины 4,1 м) коллектора которых имеют высокую глинистость ($K_{гд} = 4,2\%$ и $3,7\%$ соответственно при среднем значении объемной глинистости в пласте $2,1\%$);

Закключение. Проведенные исследования позволяют подтвердить ранее высказанные гипотезы о происхождении и характере зависимостей спектров микросейсм и существенно уточнить подход к интерпретации их спектров в районе залежей углеводородов. Выявление зависимостей частоты повсеместно наблюдаемых на территории Республики Татарстан максимумов в области 2-3 Гц (первый максимум) от средней мощности осадочного чехла и альтитуды точки исследования позволяет относить его происхождение к наличию сейсмической границы осадочный чехол – кристаллический фундамент. Выявление статистических связей между параметрами продуктивного пласта и характеристиками второго максимума в спектре микросейсм позволяют обоснованно относить происхождение данного максимума к наличию залежи углеводородов.

Благодарности. Авторы выражают благодарности компаниям «ШешмаОйл» и «Градиент» за предоставленные материалы.

Литература.

1. Графов Б.М. и др. Анализ геоакустического излучения низкочастотной залежи при использовании технологии АНЧАР// Геофизика.–1996.–№5.- С.24-28.
2. Louise S. Durham, DHI Technology. Low Frequency, But High Hopes/ American Association of Petroleum Geologists; June 2007: http://www.aapg.org/explorer/2007/06jun/passive_seismic.cfm
3. Birialtsev, E. V. and I. N. Plotnikova, I. R. Khabibulin, N. Y. Shabalin, “The analysis of microseisms spectrum at prospecting of oil reservoir on Republic Tatarstan,” EAGE Conf., SPb, Russia, 2006.