

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ М-ЗСБ И МТЗ В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ БАХТИНСКОГО МЕГАВЫСТУПА С КУРЕЙСКОЙ СИНЕКЛИЗОЙ

Махнач Е.Н.¹, Мамаева А.В.¹, Белая А.А.²

¹ ООО ГП «Сибгеотех», Новосибирск,

² ФГУП «СНИИГГиМС», Новосибирск.

Изучение геологического строения разреза с целью поисков скоплений углеводородов на Сибирской платформе сталкивается с рядом проблем – это широкое развитие траппового магматизма, разломной тектоники, значительная латеральная неоднородность верхней части разреза. В такой сложной геологической ситуации получение достоверных результатов по данным электроразведки достигается путем комплексирования методов, применения современной аппаратуры, методики ведения полевых работ и последующей интерпретации с построением объемных моделей среды. Решение данного круга задач приведено на примере Учаминской площади, расположенной в зоне сочленения Бахтинского мегавыступа с Курейской синеклизой.

Ключевые слова: М-ЗСБ, МТЗ, 1D-, 3D – интерпретация, электрическое сопротивление, проводимость, коллектора, рифей, терригенный венд, Бахтинский мегавыступ, Курейская синеклиза.

Основные перспективы нефтегазоносности в пределах Сибирской платформы связаны с терригенными вендскими отложениями и кровлей рифейских образований [2]. На изучение этих комплексов пород и выделение перспективных объектов в их пределах были направлены электроразведочные исследования, включающие электроразведку ЗСБ в многообразном варианте и магнитотеллурические зондирования. Работы проведены ООО ГП «Сибгеотех» и ФГУП «СНИИГГиМС» в объеме 1200 пог. км.

Высокая эффективность работ обеспечивается переходом к многообразным зондированиям с закрепленным источником поля в сочетании с трехмерной интерпретацией данных [3]. При проведении электроразведочных работ М-ЗСБ использовалась незаземленная петля квадратной формы с размером сторон 500*500 м. Измерение спада наведенного электромагнитного поля производилось переносными регистраторами ЭМ - поля «Импульс-Д», разработанными в ООО ГП «Сибгеотех». Метод зондирования становлением поля в ближней зоне (ЗСБ) в современной модификации с использованием многообразных зондирований (М-ЗСБ), выполненных по площадной системе наблюдений дает высококачественный результат по распределению проводимости до глубин 2.5 - 3 км. Повышение глубинности обеспечивается проведением магнитотеллурических зондирований (МТЗ), нацеленных на изучение нижней части осадочного чехла и верхней части фундамента [1]. Они проводились с использованием электроразведочных станций MTU канадской фирмы «Phoenix», предназначенных для регистрации электрических (Ex, Ey) и магнитных (Hx, Hy, Hz) компонент естественного магнитотеллурического поля. Использовалась пятиэлектродная крестообразная электрическая измерительная установка, заземленная неполяризуемыми электродами. Регистрация МТ-поля осуществлялась в частотном диапазоне 400 – 0.0006 Гц. Длительность записи на точке составляла 12-14 часов, при шаге по профилю – 1 км.

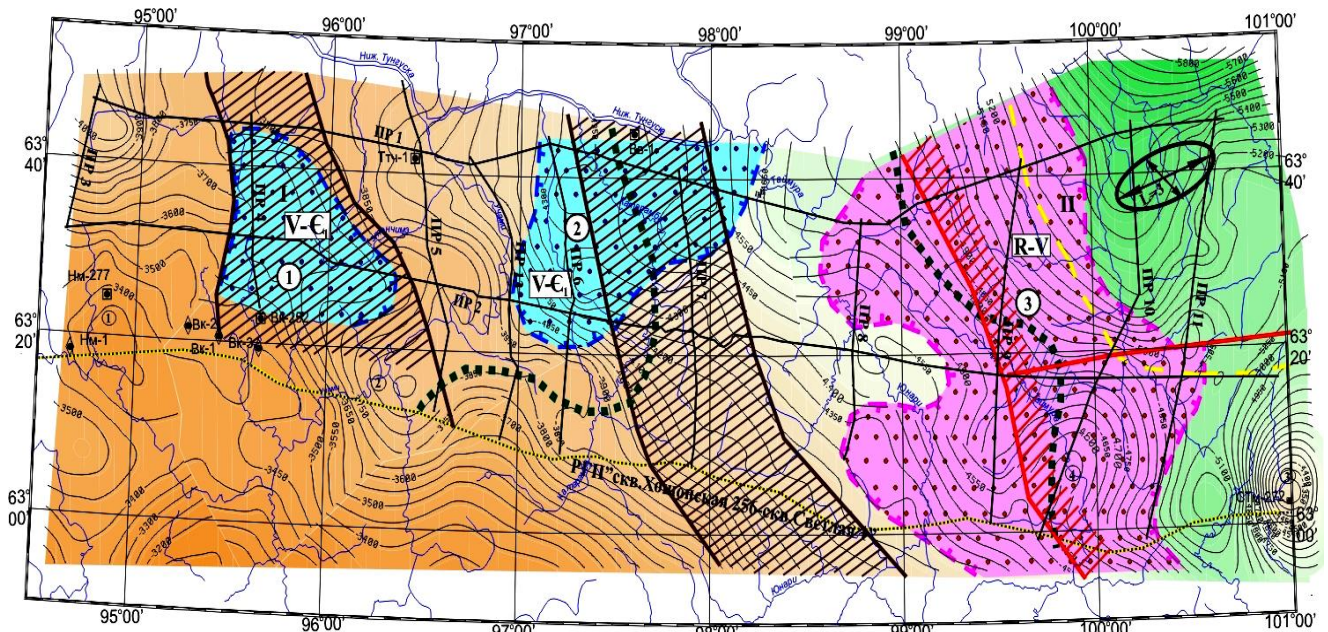
Интерпретация данных электроразведки, представляющая собой процесс согласования теоретических и практических кривых, не всегда однозначна. Сложность получения достоверной информации о параметрах геоэлектрического разреза связана с явлением эквивалентности, вследствие которой измеренным кривым зондирования можно поставить в соответствие семейство теоретических кривых, рассчитанных для различных моделей. Меры борьбы с эквивалентностью разнообразны и связаны с выбором моделей, их параметризацией и геологической трактовкой результата инверсии. В данной работе применена методика совместной 1D- и 3D-интерпретации, основанная на прямом трехмерном моделировании по точным моделям [3].

Характер сочленения изучаемых структур Сибирской платформы, особенности их внутреннего строения имеют отображение на геоэлектрических разрезах, составленных по результатам 1D- и 3D – интерпретации [4]. Нижний структурный этаж, представленный гранитами, гранито-гнейсами архей-нижнепротерозойского возраста, проявляется на низких периодах кривых МТЗ и имеет контрастное отображение в данных. Сопротивление пород достигает 250 – 350 Ом·м. и выше. С запада на восток происходит его ступенчатое погружение в сторону Курейской синеклизы до 13-15

км. В восточной части площади закартирован западный борт Ангаро-Котуйского прогиба, выполненный рифейскими отложениями значительной мощности. По составу рифейские отложения представлены карбонатной, терригенно-карбонатной толщей сопротивлением 150-200 Ом·м с понижением до 10-40 Ом·м. Увеличение проводимости рифейского комплекса связывается с возрастанием в его составе доли глинистого материала, а также дезинтеграцией пород на значительную глубину. Выделение вендского проводящего комплекса основано на его контрастных характеристиках по отношению к выше - и нижезалегающим отложениям. Наиболее уверенно вендские отложения картируются в восточной части участка, где нарастание проводимости до 150-250 См связывается с наличием высокопроницаемых коллекторов в составе ванаварской и оскобинской свит. В этом же направлении по данным сейсморазведки отмечается увеличение мощности венда. На запад предполагается выклинивание ванаварской свиты и присутствие в разрезе оскобинской, катангской и собинской свит венда, представленных, преимущественно, карбонатными разностями. Их выделение, как самостоятельного комплекса, на геоэлектрическом разрезе затруднено. Разрез нижнего и среднего кембрия отличается большой фациальной сложностью, происходит замещение карбонатных отложений соленосно-карбонатными, карбонатно-терригенными породами, что находит отображение в данных электроразведки. Прежде всего, следует отметить значительную его сложность, многочисленные переходы и смену сопротивления, обусловленные как составом отложений, так и внедрением секущих и пластовых интрузий долеритов. Высокое сопротивление кембрийского разреза складывается из сопротивления карбонатных разностей пород, наличия солей и трапповых интрузий. Внедрение траппов в карбонатный разрез приводит к его разрушению, появлению трещиноватости и кавернозности, что отражается на коллекторских свойствах пород. По характеру распределения геоэлектрических параметров (сопротивление, проводимость) выделены типы разреза: Илимпейский тип (соленосно-карбонатный разрез), переходящий на северо-востоке площади в Туруханский тип (терригенно-карбонатный). Мощность комплекса изменяется незначительно и варьирует в пределах 1800-2000 м. Вышезалегающие отложения, представленные осадками среднего-верхнего кембрия (эвенкийская свита), ордовика – силура, карбона - перми имеют аномально-высокую проводимость до 200-300 См, обусловленную присутствием в их составе пластов песчаников, обладающих высокими емкостными свойствами, а также пластов и пропластков углей. Сопротивление по латерали не всегда выдержано, отмечаются участки его повышения в местах внедрения трапповых интрузий. Отложения триаса, представленные туфогенным материалом, обладают сопротивлением порядка 150-200 и более Ом·м.

По результатам 1D- и 3D-интерпретации данных электроразведки составлен ряд схем, отражающих структурно-тектонические и вещественные особенности строения комплексов пород (схема поверхности кристаллического фундамента, схема геоэлектрического районирования площади по продольной проводимости разреза на уровне венда - нижней части кембрия, схема литолого-фациального районирования площади по отложениям кембрия). Итоговым документом является схема перспектив нефтегазоносности Учаминской площади, на которой выделены ловушки углеводородов в отложениях рифея – венда и венда – нижнего кембрия (рис. 1).

В процессе 3D- интерпретации в северо-восточной части площади установлено сильное влияние анизотропии на сопротивление пород. В целом по площади широтные и меридиональные кривые кажущегося сопротивления отличаются спокойным ритмом изменения и незначительно различаются на больших периодах. Исключение составляет восточная часть, где практические кривые ρ_{xy} , ρ_{yx} , φ_{xy} , φ_{yx} имеют различный вид с периода от 1 сек. Низкоомный анизотропный слой выделяется на глубине порядка 4500 - 5500 м, он погружается в северном направлении, в его пределах электрические сопротивления по латерали во взаимно-ортогональных направлениях отличаются в 3-4 раза (рис. 2). Причинами, вызывающими анизотропию горных пород, могут быть слоистость, особенности структуры и текстуры пород, существование преобладающего направления трещиноватости, напряженное состояние пород и т.д.



- Условные обозначения**
- | | | | |
|--|--|-----------------------------------|--|
| | Зона выклинивания отложений рифея по данным электроразведки | | Граница анизотропного слоя на глубине 4600-5500 метров |
| | Граница смены состава отложений рифея с преимущественно карбонатного на карбонатно-глинистый (по данным электроразведки) | | Эллипс анизотропии, L - коэффициент анизотропии (L=3) |
| | Ловушки углеводородов в отложениях венда - нижнем кембрия по данным электроразведки | | Профили отчетных электроразведочных работ |
| | Ловушки углеводородов в отложениях рифея - венда по данным электроразведки | | Региональный (РГП) геофизический профиль |
| | Прогнозируемые продуктивные интервалы разреза | Скважины глубокого бурения: | |
| | Границы фациальных переходов по отложениям нижнего кембрия | | - поисковые |
| | Глубинные разломы по данным электроразведки | | - параметрические |
| | Изогипсы отражающего горизонта Б, м. | Структурные элементы: | |
| | | I - Бахтинский мегавыступ | II - Курейская синеклиза |
| | | ① - Намурское поднятие | ③ - Чамбэнское поднятие |
| | | ② - Вэтэтэнский структурный залив | ④ - Среднетаймуиринское поднятие |

Рис. 1. Схема перспектив нефтегазоносности Учаминской площади

Изучение анизотропных свойств отдельных слоев геологического разреза имеет практическое значение. При этом определяются вероятные пути и направление миграции флюидов. Исходя из этих предположений вероятное направление миграции углеводородов в восточной части площади – в западном направлении в сторону выступа фундамента, а путями их движения служат проницаемые пласты венда – кровли рифея (анизотропная часть разреза).

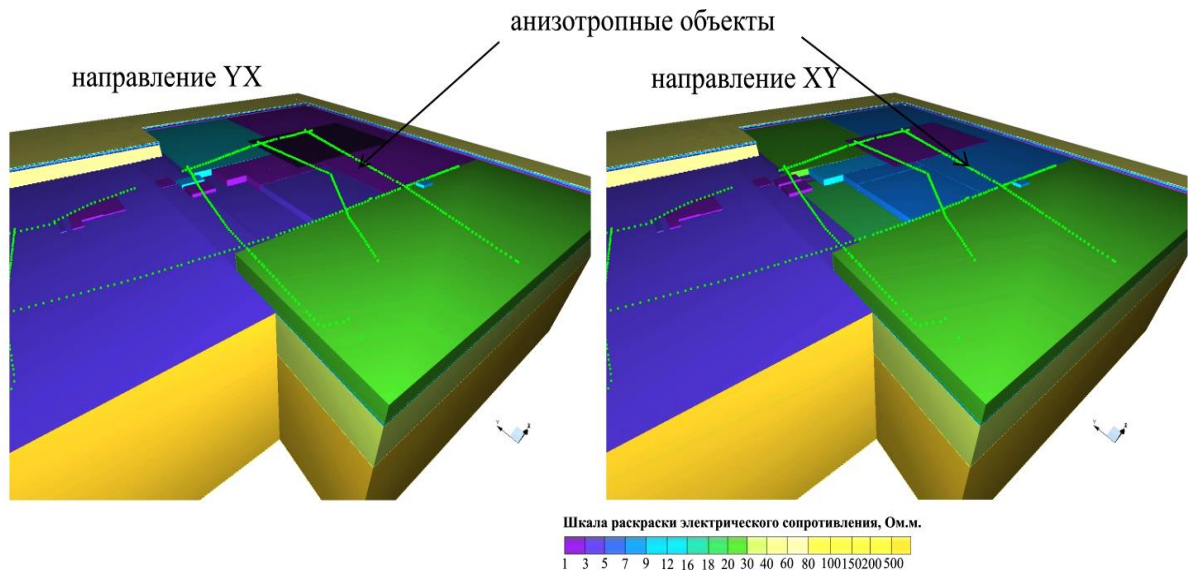


Рис. 2. Изучение анизотропии пород на Учаминской площади

Проведенные исследования позволили создать объемную геоэлектрическую модель исследуемой среды и на ее основе уточнить прежние представления о геологическом строении и характере сочленения двух крупных структур Сибирской платформы – Бахтинского мегавыступа и юго-западного борта Курейской синеклизы. В восточной части площади установлена западная граница Ангаро-Котуйского грабен-рифта, что является определяющим структурным элементом, способствующим формированию в осадочном чехле зон нефтегазонакопления. По распределению геоэлектрических параметров (сопротивление, проводимость) прослежена граница выклинивания отложений с улучшенными коллекторскими свойствами в нижнем венде. С линией выклинивания данных отложений связываются перспективы нефтегазоносности вендского терригенного НГК в ловушках структурно-литологического типа. Применение специальных приемов обработки дало возможность разграничить блоки пород различного состава и локализовать участки, представляющие поисковый интерес. Изучение анизотропии пород позволило определить наиболее проницаемые уровни геологического разреза и возможные пути миграции углеводородов. Полученные материалы могут рассматриваться в качестве основы для дальнейшего изучения территории по более плотной сети наблюдений.

1. Бердичевский М.Н., Дмитриев В.И. Модели и методы магнитотеллурики. М., Научный мир, 2009. 680 с
2. Перспективные на нефть зоны и объекты Сибирской платформы: Сб. науч. тр. (Текст)/ Под ред. В. С. Старосельцева. - Новосибирск: СНИИГГиМС, 2009. С. 1–26
3. Тригубович Г.М., Персова М.Г., Соловейчик Ю.Г. 3D – Электроразведка становлением поля. Новосибирск: Наука, 2009. 211 с
4. Тригубович Г.М. Отчет ФГУП СНИИГГиМС «Проведение полевых электроразведочных работ М-ЗСБ и МТЗ в районе Учаминской площади в рамках выполнения работ по объекту: Комплексные региональные геофизические работы с целью обоснования прогнозных ресурсов углеводородов на Учаминской площади», Новосибирск, 2010. 134 с