

проводящих терригенных разностей пород, спрогнозированы области их распространения и перспективы в нефтегазоносном отношении.

Анализ геоэлектрического разреза позволил выделить различным исследователям от трех до семи геоэлектрических комплексов пород. Их стратиграфическая приуроченность не всегда однозначна, отмечается объединение разновозрастных отложений в единые комплексы. При геологической интерпретации материалов электроразведки, по возможности, используются данные бурения и структурные построения по материалам интерпретации сейсморазведочных данных.

На современном этапе исследований электроразведочные работы, как правило, проводятся в комплексе, включающем зондирование становлением поля (ЗСБ) в многоразном варианте (М-ЗСБ) и магнитотеллурические зондирования (МТЗ). Для исследования ВЧР применяются малоуглубинные ЗСБ и аэроэлектроразведка МПП.

На сегодняшний день несейсмический комплекс геофизических исследований должен быть нацелен на картирование пород трапповой формации, зон мерзлоты и разрывных нарушений, локализации зон эпигенеза над залежами УВ и введение поправок при обработке данных наземной сейсморазведки, выявления магматических и вулканических комплексов пород во всем исследуемом интервале глубин, картирования эпигенетических изменений верхней части разреза по аномальным характеристикам магнитного и электромагнитного полей.

Комплекс методов для поиска и оценки ловушек УВ практически не изменился с начала нефтепоисковых работ в пределах Байкитской антеклизы, однако уровень технического и методологического оснащения у исследователей несравненно вырос. Информативность геофизических методов из-за сложного строения ВЧР, скоростных аномалий и сложного строения коллектора остается не очень высокой, что требует комплексировать сейсморазведочные методы с другими полевыми геофизическими исследованиями.

Литература

1. Баженова, Т. К. Эволюция нефтегазообразования и нефтегазоаккумуляции на юго-западе Сибирской платформы / Т. К. Баженова, А. И. Шапиро, В. Ф. Васильева, Н. Б. Вишневецкая, Л. И. Климова, Н. Т. Кунаева, Н. А. Рогозина, Г. В. Туренкова; [науч. ред. О. М. Прищепа]; ФГУП «ВНИГРИ». – СПб.: ВНИГРИ, 2015. – 152 с. – (Труды ВНИГРИ).
2. Козьяр, В. Ф. Геофизические исследования подсольевых отложений при аномальных пластовых давлениях / В. Ф. Козьяр, А. В. Ручкин, Г. Г. Яценко. – М.: «Недра», 1983. – 208 с.
3. Мельников, Н.В. Венд-кембрийский соленосный бассейн Сибирской платформы. (Стратиграфия, история развития). Изд. 2-е, доп. / Н. В. Мельников. – Н.: СНИИГГИМС, 2018. – 177 с.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ БАРЕНЦЕВО-КАРСКОГО РЕГИОНА Шелковникова Ю.С.

Научные руководители: доцент А.А. Лукин, доцент Г.Г. Номоконова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Высокая степень разработки месторождений углеводородов (УВ) Тимано-Печорской и Западносибирской нефтегазоносных провинций вынуждает обратиться к северным прилегающим территориям – Арктической шельфовой зоне. Согласно представлениям В.П. Гаврилова [2], для оценки слабо изученных территорий Арктической шельфовой зоны необходимо использовать понятие Пояса нефтегазоаккумуляции, включающего в себя Арктическую зону и внутриконтинентальную его часть, хорошо изученную и разведанную, и по ней судить о шельфовой зоне. Оба рассматриваемых пояса нефтегазоаккумуляции – высокоресурсные [2].

В шельфовой зоне Баренцево-Карского региона выявлены богатые газовые и газоконденсатные месторождения, такие как Штокмановское, Ленинградское, Русановское, проведена съемка гравитационного и магнитного полей масштаба 1:10 000 000 (рис.1 и 2).

Цель исследования: Выявить закономерности локализации месторождений УВ Баренцево-Карского региона в гравитационном и магнитном полях. Определить признаки обнаружения и сравнения месторождений.

При выполнении работы были использованы результаты ранее проведенных автором исследований [3, 4], другие опубликованные по теме данные [1, 2], а также иная доступная геолого-геофизическая информация

На картах геофизических полей изучаемого региона (рис.1, 2) нанесены месторождения (в порядке понижения запасов УВ), а также оси основных, наиболее выраженных геофизических аномалий.

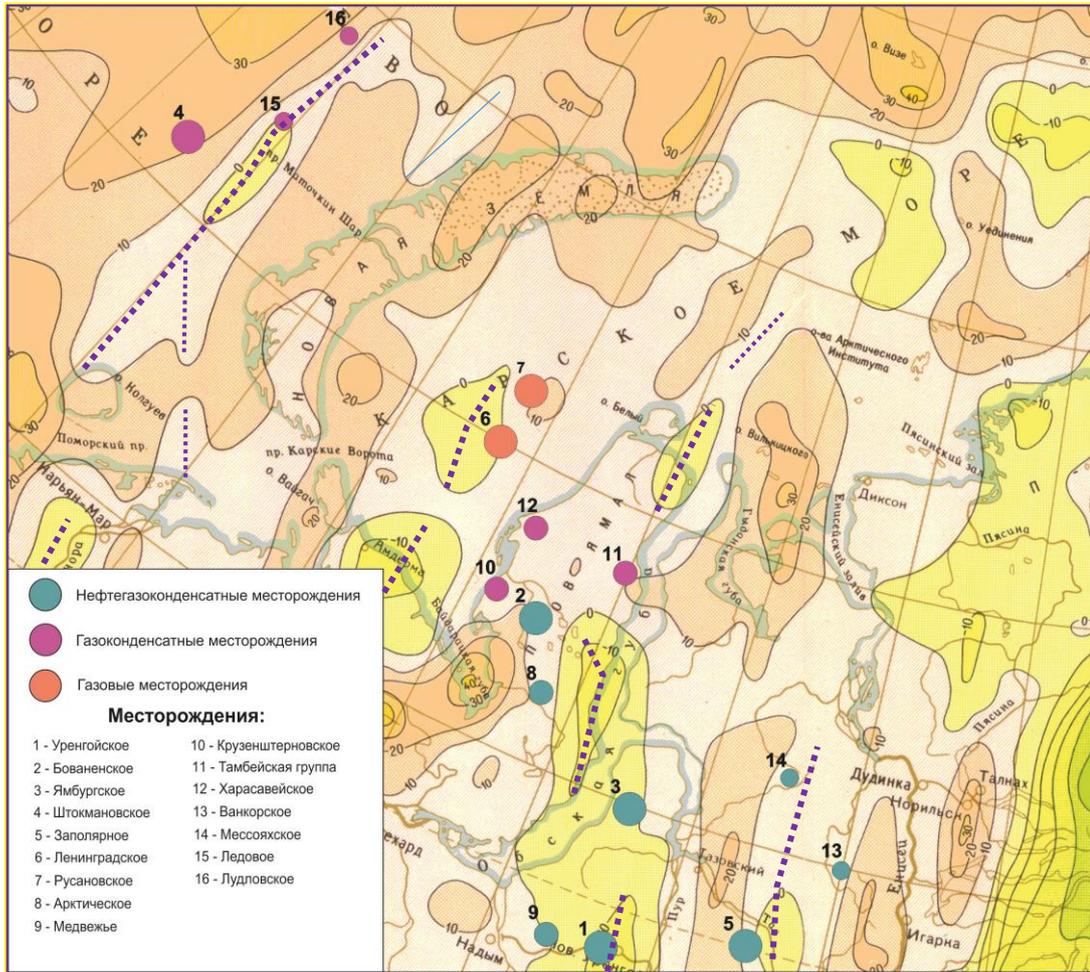


Рис. 1 Карта аномального гравитационного поля Баренцево-Карского региона
Редукция Буге. Изолинии в мГал

Выявлены следующие закономерности.

Уровень гравитационного поля понижается в широтном направлении, с запада на восток, где изучаемый регион обрамляется отрицательной аномалией планетарного масштаба (Восточносибирская платформа).

На фоне регионально изменяющегося гравитационного поля прослеживаются относительно отрицательные гравитационные аномалии субмеридианального направления (рис.1). В Баренцевом море такая аномалия соответствует Штокманско-Лунинскому порогу и контролирует расположение месторождений УВ, в первую очередь самого крупного Штокмановского. В Карской части региона располагается самая масштабная и интенсивная отрицательная гравитационная аномалия, имеющая ССЗ-направление. Она контролирует локализацию трех самых крупных месторождений региона: Уренгойское, Бованенское и Ямбургское. Следующие в рейтинге месторождения Заполярное, Ленинградское и Русановское контролируются отрицательными структурами более мелкого порядка.

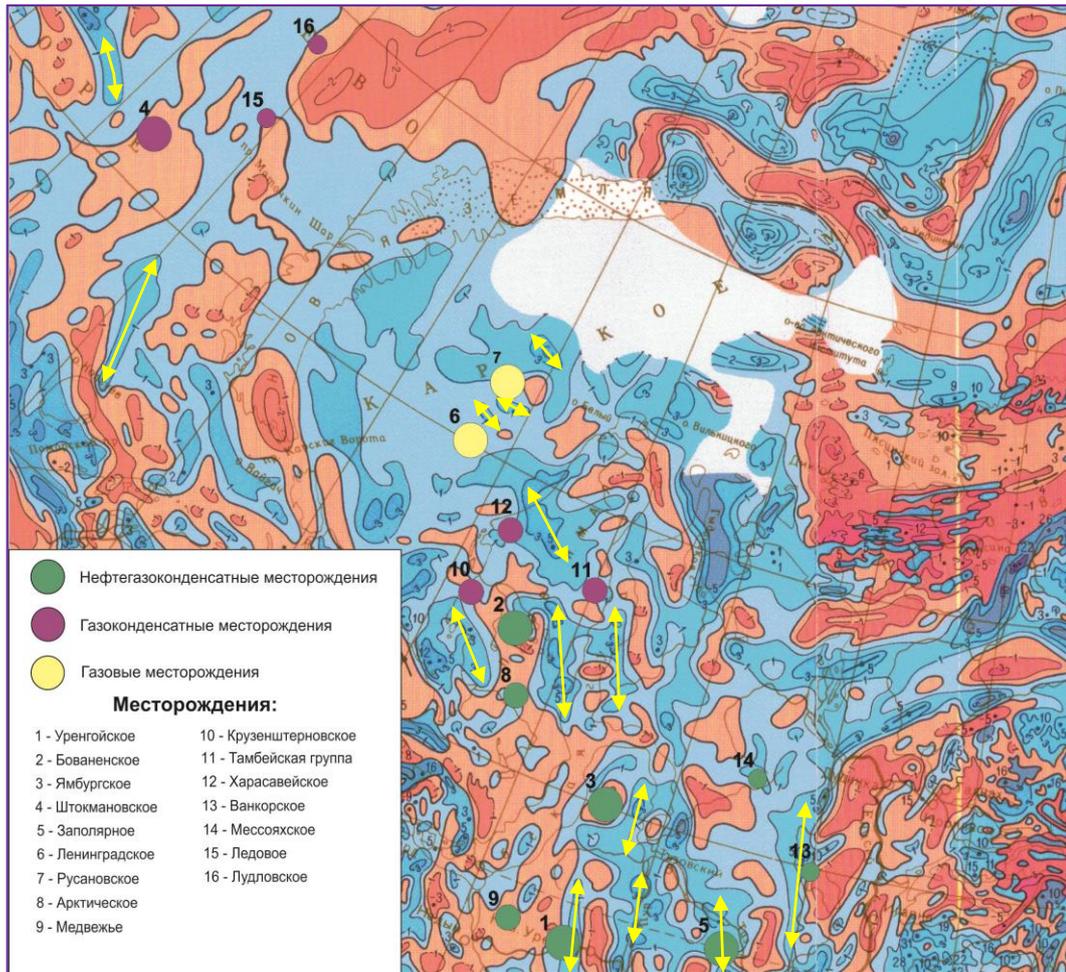


Рис. 2 Карта аномального магнитного поля Баренцево-Карского региона. Изолинии $(\Delta T)_a$ в мЭ

Магнитное поле Баренцево-Карского региона более сложное, что объясняется разнообразием петрофизики рифтогенных структур и меньшей глубиной (большей детальностью) съемки. На карту (рис.2) нанесены месторождения и оси некоторых зон положительных аномалий.

Наблюдаются следующие закономерности.

Сложность и информативность магнитного поля возрастает от Баренцевой части региона к Карской, а в последнем – в направлении континента. Месторождения Штокманово-Лудловской нефтегазоносной области (глубина морского дна больше 200м) закономерно располагаются на границе отрицательных магнитных аномалий (Штокмановское – менее интенсивной). С учетом отрицательной гравитационной аномалии (рис. 1) положение месторождений в рифтогенной структуре становится более определенно.

В Карской части региона магнитное поле весьма сложно и информативно. Классический пример – Ямбургское месторождение – локализовано в отрицательной магнитной аномалии, обрамлено положительной. Такая ситуация более характерна для нефтегазоконденсатных месторождений, например, Бованенского. В направлении Карского моря нефтегазоконденсатные месторождения сменяются газоконденсатными, а затем газовыми (Ленинградское, Русановское), при этом положение месторождения смещается в сторону положительных магнитных аномалий, а детальность и информативность магнитного поля понижается. Следует также отметить, что конкретное положение месторождения в выделенных зонах, как правило, определяется пересечением аномалиями других направлений (рис.2).

Чему соответствуют аномальные зоны в северо-восточной части рис. 1 и 2 остается пока не выясненным (направление дальнейших исследований).

Литература

1. Гаврилов В.П. Пояса нефтегазоаккумуляции Арктики, перспективы их освоения // Геология нефти и газа. – М., 2013. – № 2. – С. 12-22.
2. Ожеред Ф.А., Голов Е.С. Закономерности локализации гигантских газовых месторождений в аномальном магнитном поле Ямало-Карского региона //Творчество юных – шаг в успешное будущее: Арктика и ее освоение: материалы IX Всероссийской научной молодежной конференции с международным участием. – Томск, 2016. – Томск: Изд-во ТГУ, 2016. – С. – 256-258.

3. Шелковникова Ю.С. Геолого-геофизические особенности месторождений восточной периферии Западносибирской нефтегазоносной провинции // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIV Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых – Томск: Изд-во ТПУ, 2020. – Т. 1. – С. 310-312.
4. Шелковникова Ю.С. Геолого-геофизические условия локализации Штокмановского газоконденсатного месторождения // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых – Томск: Изд-во ТПУ, 2019. – Т. 1. – С. 328-329.

ВЛИЯНИЕ ДЛИНЫ ЛИНИИ НАБЛЮДЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ОБРАБОТКЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ УРСКОГО ХВОСТОХРАНИЛИЩА МЕТОДОМ МНОГОКАНАЛЬНОГО АНАЛИЗА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН

^{1,2,3}Яблоков А.В.

Научный руководитель – доцент А.С. Сердюков^{1,2,3}

¹Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск, Россия

²Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск, Россия

³Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

Метод многоканального анализа поверхностных волн (MASW) – широко распространенный метод сейсморазведки, использующийся для неинвазивного изучения геологического строения приповерхностной части грунтов [1]. Стандартная методика MASW включает в себя 3 этапа: регистрация данных, спектральный анализ и инверсия. При регистрации данных линия наблюдения с фиксированной длиной (L) и шагом между пунктами приема (ПВ) перемещается по профилю с интервалом наблюдений (dS), равным шагу между пунктами возбуждения (ПВ). Для каждого положения линии наблюдения осуществляется генерация и регистрация сейсмических волн. В процессе спектрального анализа записанные сейсмограммы трансформируются в область зависимости фазовой скорости от частоты ($V-f$), где пикируются и извлекаются дисперсионные кривые. На заключительном этапе каждая дисперсионная кривая обращается в 1D скоростную модель, которая соотносится с серединой точкой линии наблюдения и путем пространственной интерполяции строится 2D скоростной разрез.

На латеральное разрешение 2D модели в основном влияют два параметра: L и dS . Первый определяет нижний теоретический предел латерального размера неоднородности, которая может быть восстановлена без искажений вдоль пространственной координаты. На практике предел больше, т.к. на латеральную разрешенность также влияет точность восстановленных 1D скоростных моделей. Частое dS улучшает латеральное разрешение за счёт избыточности измерений и повышения репрезентативности набора 1D моделей [2]. С другой стороны, уменьшение L ведет к размыванию $V-f$ спектра, в следствие чего пикирование дисперсионной кривой осложняется из-за слияния интерферирующих соседних мод поверхностной волны и усиления влияния шума регулярных и случайных помех.

Наиболее распространенными подходами спектрального анализа является метод фазового сдвига и эквивалентное ему FK-преобразование [3]. Авторами настоящего исследования был разработан новый алгоритм спектрального анализа поверхностных волн (SFK-преобразование), основанный на применении S-преобразования и фильтрации сейсмограмм во временно-частотной области. Алгоритм позволяет автоматически извлекать точные дисперсионные кривые при наличии регулярных и случайных помех [4, 5].

Рассмотрим пример обработки сейсмических данных методом MASW. Объектом изучения являются сульфидный отвал, расположенный в п. Урск, Кемеровской области. Урской отвал образован в 1930-е годы в результате цинирования колчеданного Ново-Урского месторождения. Сейсмический профиль длиной 90 м проходил вдоль вершины отвала. Генерация сейсмических волн производилась ударами кувалды (весом около 5 кг) по металлической подложке. Для регистрации волнового поля использовались 10-герцовые вертикальные геофоны. Шаг между ПП составлял 1 м. Длина записи 1 с, шаг дискретизации 1 мс. Рассмотрим влияние L на результат извлечения дисперсионной кривой с использованием стандартного FK-преобразования и разработанного SFK-преобразования. На рис. 1 изображены сейсмограммы при различной L (90 м, 30 м и 15 м) и их спектральные образы в $V-f$ пространстве, полученные стандартным FK-преобразованием и разработанным SFK-преобразованием. Черными звёздами нанесены автоматически пропикированные спектральные максимумы.

При $L = 90$ м на $V-f$ спектре, полученном при помощи разработанного SFK-преобразования, идентифицируются фундаментальная и первая высшая мода в диапазоне от 8 Гц до 80 Гц. Автоматически пропикированные спектральные максимумы формируют реалистичную и гладкую фундаментальную моду фазовой скорости поверхностной волны. Этот факт свидетельствует об эффективности предлагаемого подхода, т.к. теоретические дисперсионные кривые в горизонтально-слоистых средах гладкие. FK-преобразование не обеспечивает приемлемого уровня фильтрации путем только разложения на плоские волны и формирует зашумленное спектральное изображение. В данном случае автоматически пропикированные спектральные максимумы формируют искажённую помехами дисперсионную кривую в диапазоне от 10 Гц до 28 Гц. Также на спектрах наблюдается попеременное перераспределение энергии между фундаментальной, первой и второй модами. При уменьшении L (рассмотрены значения 30 м и 15 м) спектральные изображения размываются в следствие преобладания в данных мод более высокого порядка, наличия регулярных и случайных помех. Однако, даже при $L = 15$ м разработанный алгоритм позволяет извлекать более гладкую и реалистичную дисперсионную кривую в протяженном диапазоне частот (8-80 Гц). При использовании стандартного FK-преобразования уменьшается рабочий диапазон частот и искажается целевая фундаментальная мода.

Продемонстрируем важность точности спектрального анализа и проведем инверсию извлеченных дисперсионных кривых методом GWO с целью восстановления 1D скоростных моделей. Инверсионный алгоритм