

Некоторые особенности картирования флюидодинамических структур в осадочном чехле юга Сибирской платформы

Смирнов А.С.^{1,2}

Some features of fluid-dynamic structures' mapping in the sedimentary cover of the southern Siberian platform

Smirnov A.S.

¹ Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень;

e-mail: smirnovas@tyuiu.ru

² Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск

Рассмотрена необходимость оценки роли эндогенных процессов, связанных с движением глубинных флюидов, в первую очередь – газа и нефти, в формировании, сохранении и размещении месторождений углеводородного сырья и рудных объектов на юге Сибирской платформы в пределах Ангаро-Ленской ступени.

Площадь исследования располагается в юго-восточной части Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции, в Ангаро-Ленской нефтегазоносной области. Изученность этой территории глубоким бурением очень неравномерная. В настоящее время здесь выявлено более 10 месторождений газа, приуроченных к Ангаро-Ковыктинской зоне газонакопления и выделены две прогнозные зоны – Верхоленско-Кудинская и Братская [2, 3]. Проявления газа из этих отложений отмечены на ряде площадей глубокого бурения (Братская, Южная, Касьяновская, Илимская) и связаны с поровыми коллекторами в терригенных отложениях, трещинными коллекторами в галогенно-карбонатном комплексе.

С 2021 по 2022 гг. на площади исследований проводились комплексные полевые и тематические работы, включающие геоморфометрический анализ, метод естественного электрического поля, высокоточную магниторазведку и анализ изотопно-геохимических данных о содержании метана и его гомологов в подпочвенных породах. В результате работ [6] выявлены наиболее перспективные участки для обнаружения залежей газа, которые необходимо более детально исследовать другими геолого-геофизическими методами (сейсморазведка МОВ ОГТ 2D или 3D, поисково-оценочное бурение). Область интенсивного потока изотопно тяжелого метана покрывает практически всю площадь южной зоны (участки Ю-1, Ю-2, Ю-3 – рисунок, а). Выводы подтверждены притоком газа в ранее пробуренной скважине, на участке Ю-2.

В период с 2022 по 2024 гг. на площади исследования проводились полевые и камеральные сейсморазведочные работы МОВ ОГТ 3D. В результате комплексной интерпретации полученных сейсморазведочных материалов 3D, помимо перспективных зон для поисков углеводородов, удалось проследить зоны распространения Усольского и Мотского силлов в пределах Литвинцевского вала [7]. Флюидодинамическая интерпретация современных сейсмических материалов МОВ ОГТ 3D позволила закартировать многочисленные вертикальные аномалии – трубки дегазации (рисунок, б-в). Данные аномалии относятся к флюидодинамическим структурам (ФДС) [4].

ФДС – это аномалии в разнообразных геофизических и геохимических полях, отражающие как прохождение через породы земной коры порций глубинных флюидов, так и изменение свойств геологической среды, вызванные флюидо-геодинамическими процессами [4]. ФДС могут быть достоверно закартированы путем интеграции разнообразных геолого-геофизических и геохимических методов при ведущей роли сейсморазведки МОВ ОГТ.

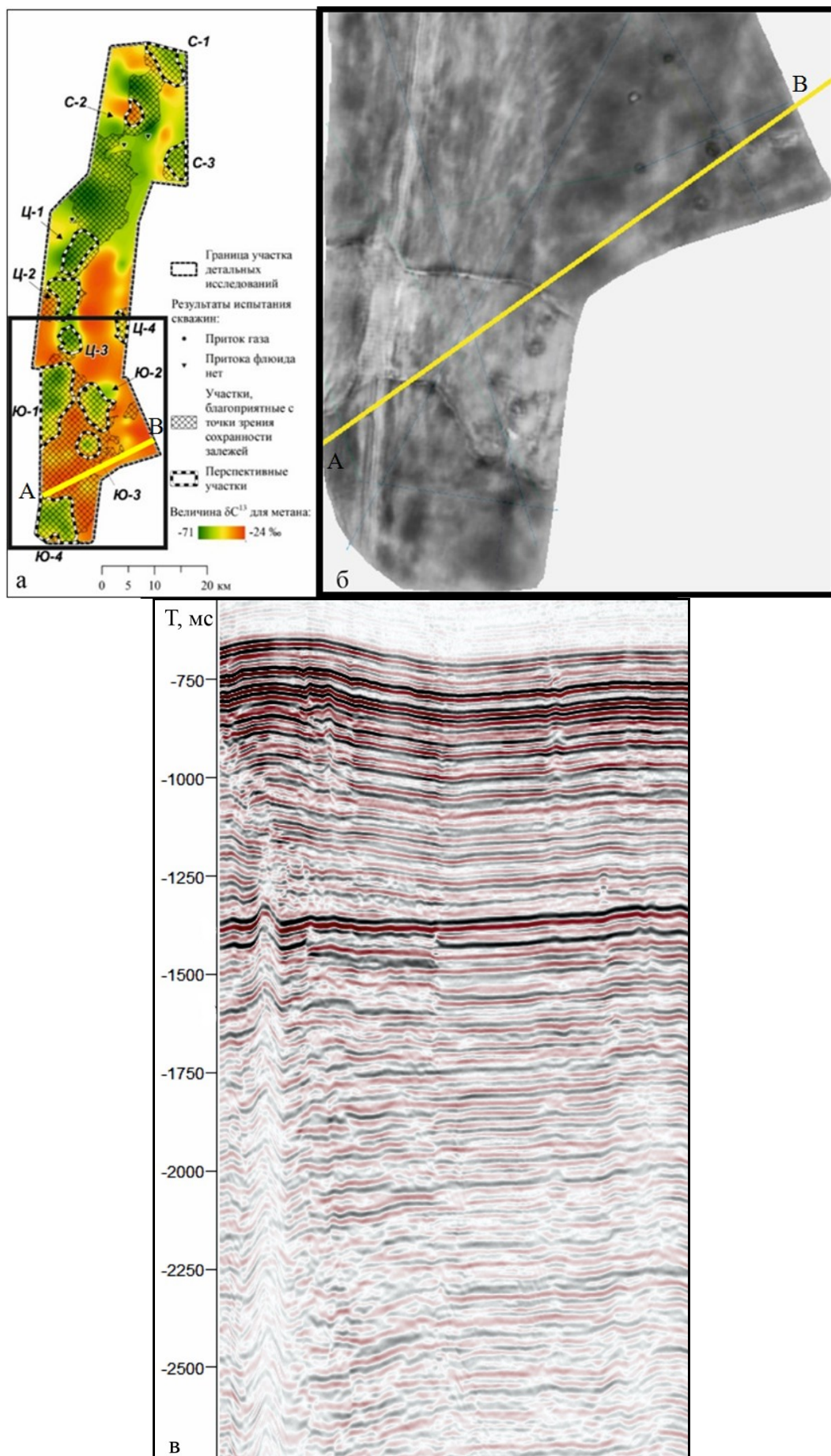


Рисунок. Карта распределения изотопного соотношения метана и перспективных зон по геологоразведочным работам с 2021 по 2022 гг. (а); карта атрибута средняя амплитуда в интервале А-В (б); фрагмент временного сейсмического разреза МОВ ОГТ 3D (в).

Обилие разнообразных следов струйной миграции глубинных газов (преимущественно CH_4 , CO_2 , H_2 и др.) снизу – от конца сейсмической записи и до дневной поверхности на газоносных территориях – позволяет заключить, что образование залежей и месторождений углеводородов, содержащих газ (в т.ч. газоконденсатных, газоконденсатно-нефтяных), происходило именно путем заполнения ловушек за счет вертикальной паро-газо-миграции из глубоких горизонтов Земли.

Субвертикальные зоны потери когерентности (рисунок, в), ухудшения прослеживаемости и отсутствия сейсмической записи, как и объемно-плоскостные трещинно-разломные зоны, хорошо выделяются по материалам сейсморазведки МОВ ОГТ 3D, также относятся к ФДС [4].

Другой важной стороной изучения флюидодинамических процессов является изучение единых закономерностей размещения залежей нефти и газа и рудных скоплений в ареалах крупных магматических провинций (КМП), например, Сибирской.

В пределах Сибирской КМП широко проявлен комплекс триасового эндогенного оруденения (Добрецов Н.Л., 2010). Рассматриваемые в данных тезисах материалы приурочены к рудным узлам с крупными железорудными месторождениями Ангаро-Илимского района, таким как Рудногорское и Коршуновское (Фон дер Флаас и др., 1992, 1997, 2000; Никулин и др., 1991). Ранее данные месторождения были детально изучены и связаны с диатремами, схожими по морфологии с кимберлитовыми трубками или трубками взрыва, или вулканическими трубками [1].

Объекты, которые мы видим по материалам сейсморазведки МОВ ОГТ 3D, – это именно столбообразные субвертикальные тела, прорывающие горизонтально «лежащую» осадочную толщу Сибирской платформы. К сожалению, стандартная малократная верхняя часть сейсмического разреза не позволяет «увидеть» рассматриваемые структуры вблизи дневной поверхности и оценить, имеют ли они воронкообразную форму, схожую с диатремами [1].

Рассматриваемые материалы не позволяют утверждать, что данные ФДС являются алмазонасными кимберлитовыми трубками или железорудными диатремами, но можно заметить, что эти объекты располагаются вблизи нефтегазопроявлений, рапопроявлений, т.е. они подчеркивают общность путей движения глубинных флюидов (на первой стадии развития – магмы, в дальнейшем – глубинных газов и паров, включая углеводороды и литиеносные рассолы).

Для достоверного картирования ФДС и понимания эндогенных процессов, в том числе дегазации, необходимо использование разнообразной геолого-геофизической информации, включая данные методов ГИС, геолого-технических исследований, в т.ч. газовый каротаж, материалы освоения скважин (пластовые давления, температуры, дебиты), геохимических исследований (поверхностная геохимическая съемка, состав УВ-флюидов в скважинах, свойства и состав нефти, газа и конденсата, пластовой воды и т.п.), данные грави- и магниторазведки, дистанционных исследований и других разведочных методов. Дополнительная геологическая и геохимическая информация позволяет оценить наличие и интенсивность флюидодинамических процессов [4, 5].

В таком слабоизученном вопросе, как флюидодинамическая интерпретация (ФДИ) разнородных геолого-геофизических и геохимических данных, каждый новый (достоверный) результат является в некотором смысле научным открытием, позволяющим уточнить вопросы движения подземных флюидов и формирования залежей газа, газового конденсата и нефти, а также других полезных ископаемых. Суть ФДИ заключается в извлечении информации о движении подземных флюидов и формировании их скоплений из стандартной или почти стандартной сейсморазведочной информации МОВ ОГТ, потенциальных полей и другой геолого-геофизической информации, т.е. принципиально важным является использование флюидодинамической парадигмы, связывающей нефть и газ, рудные месторождения с эндогенными процессами.

Список литературы

1. *Аплонов С.В.* Нафторудогенез: пространственные и временные соотношения гигантских месторождений / С.В. Аплонов, Б.А. Лебедев; науч. ред. Д.В. Рундквист; Центр геодинамических исследований ТЕТИС. Москва: Научный мир, 2010. 223 с.
2. *Вахромеев А.Г., Кирюхин А.В., Литвинова И.В.* и др. Вулканогенно-тектоническая модель формирования рудолокализирующих структур и обогащения межсоловых залежей промышленных литиеносных рассолов Ангаро-Ленского артезианского бассейна, Сибирская платформа // Вулканизм и связанные с ним процессы: Материалы XXVII ежегодной научной конференции, посвященной Дню вулканолога, Петропавловск-Камчатский, 27-29 марта 2024 года. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2024. С. 199-202.
3. *Вахромеев А.Г., Данилова М.А., Погребная Д.А.* и др. Геологическая модель формирования Ангаро-Ленского месторождения промышленных литиеносных рассолов – геодинамический, гидрогеохимический аспекты // Геотермальная вулканология, гидрогеология, геология нефти и газа (Geothermal Volcanology Workshop 2024): Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, Петропавловск-Камчатский, 02-08 сентября 2024 года. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2024. С. 69-73.
4. *Нежданов А.А., Огибенин В.В., Смирнов А.С., Сподобаев А.А.* Флюидодинамическая интерпретация сейсморазведочных данных МОВ ОГТ для поисков и разведки нефти и газа // Бурение и нефть. 2023. № 2. С. 12-19.
5. *Сергеева А.В., Гладышкина А.В., Вахромеев А.Г.* и др. Роль вулканизма в формировании литиеносных рассолов Сибирской платформы // Донецкие чтения 2025: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы X Международной научной конференции, посвященной 60-летию создания Донецкого научного центра, Донецк, 05-07 ноября 2025 года. Донецк: Донецкий национальный университет, 2025. С. 325-327.
6. *Смирнов А.С., Нурғалиев Д.К., Чернова И.Ю., Зиганшин Э.Р.* Информативность геоморфологических и изотопно-геохимических методов при оценке газоносности территории (на примере Ангаро-Ленской нефтегазонасыщенной области) // Russian Journal of Earth Sciences. 2024. Т. 24. № 3. С. ES3009. <https://doi.org/10.2205/2024ES000904>
7. *Татьянина Н.В., Козионов А.Е., Смирнов А.С.* Прослеживание трапповых тел в сейсмическом поле на разных стратиграфических уровнях в условиях карбонатно-галогенного разреза Ангаро-Ковыктинской зоны нефтегазонакопления // Геология нефти и газа. 2025. № 1. С. 37-45. <https://doi.org/10.47148/0016-7894-2025-1-37-45>