

DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/16_2020

УДК 550.834:553.98(571.56)

Трофимов В.А.АО «Центральная геофизическая экспедиция», Москва, Россия, vatgeo@yandex.ru

КРУПНЫЙ, ПЕРСПЕКТИВНЫЙ НА ГАЗ ОБЪЕКТ В ВИЛЮЙСКОЙ СИНЕКЛИЗЕ

По результатам региональных сейсморазведочных работ последних лет в южной части Вилюйской синеклизы (Восточная Сибирь) выявлена крупная динамическая аномалия. Она характеризуется существенным уменьшением амплитуд сейсмической записи, трассируется по площади. Анализ полученных сейсморазведочных материалов вместе с результатами аэромагнитной, гравиметрической съемок и электроразведки свидетельствуют, что аномалия вызвана существующей геологической неоднородностью, связанной, скорее всего, с газонасыщением. Судя по размерам изучаемой аномалии, она обусловлена гигантским газовым скоплением, заслуживающим целенаправленного изучения. Предложена принципиальная модель формирования газовых месторождений Хапчагайского мегавала и предполагаемых залежей в зонах выклинивания на южном борту Вилюйской синеклизы.

Ключевые слова: сейсморазведочные работы, динамическая аномалия, формирование газовых скоплений, Вилюйская синеклиза, Восточная Сибирь.

Одним из главных геологических результатов регионально-зональных геофизических исследований, проведенных в 2016-2019 гг. в южной части Вилюйской синеклизы, стало выявление по сейсмическим данным крупной динамической аномалии, которая характеризуется существенным уменьшением амплитуд сейсмической записи и, как свидетельствуют фактические материалы, может быть обусловлена гигантским газовым скоплением.

О возможности открытия в Вилюйской синеклизе гигантского газового месторождения в своих публикациях, а также в устных выступлениях говорил академик А.Э. Конторович [Ученый предсказал..., 2017]. В работах ученых Якутии и ВНИГРИ на южном ее борту прогнозировалось наличие нового нефтеносного района с крупным углеводородным потенциалом в отложениях кембрийского возраста [Ситников и др., 2013]. В публикациях высоко оценивались перспективы этого района по мезозою и верхнему палеозою [Кушмар и др., 2014], отмечалась значительная нереализованность углеводородного потенциала Вилюйской нефтегазоносной области и возможность существования крупных потенциально нефтегазоносных объектов сложного генезиса, которые ранее не выявлены из-за ограничений методического характера [Погодаев, Ситников, Лысов, 2012]. То есть, с одной стороны, углеводородный потенциал региона в целом оценивался достаточно высоко, с другой – требовалось совершенствование применяемых методов исследований и повышение их информативности.

В русле этих оценок находятся и результаты проведенного анализа новых данных сейсморазведки, полученных предприятиями АО «Росгеология» в 2016-2019 гг. с применением современных технико-методических средств (АО «Иркутскгеофизика») и квалифицированно обработанных с применением новейших программно-алгоритмических комплексов (АО «ЦГЭ»), а также переобработанных материалов 2013-2014 гг. Предварительные результаты этого анализа, представленные автором на конференции «РосгеоНЕФТЕГАЗ-2018» [Трофимов, 2018], свидетельствовали, что наряду с уточнением имеющихся и получением новых данных о геологическом строении региона, на изученной территории отмечен крупный нетрадиционный объект - интенсивная динамическая аномалия, которая может быть связана с гигантским газовым скоплением. Эта аномалия четко выделялась на сейсмических разрезах (рис. 1) и достаточно уверенно трассировалась по площади и по субмеридиональным, и по субширотным профилям (рис. 2).

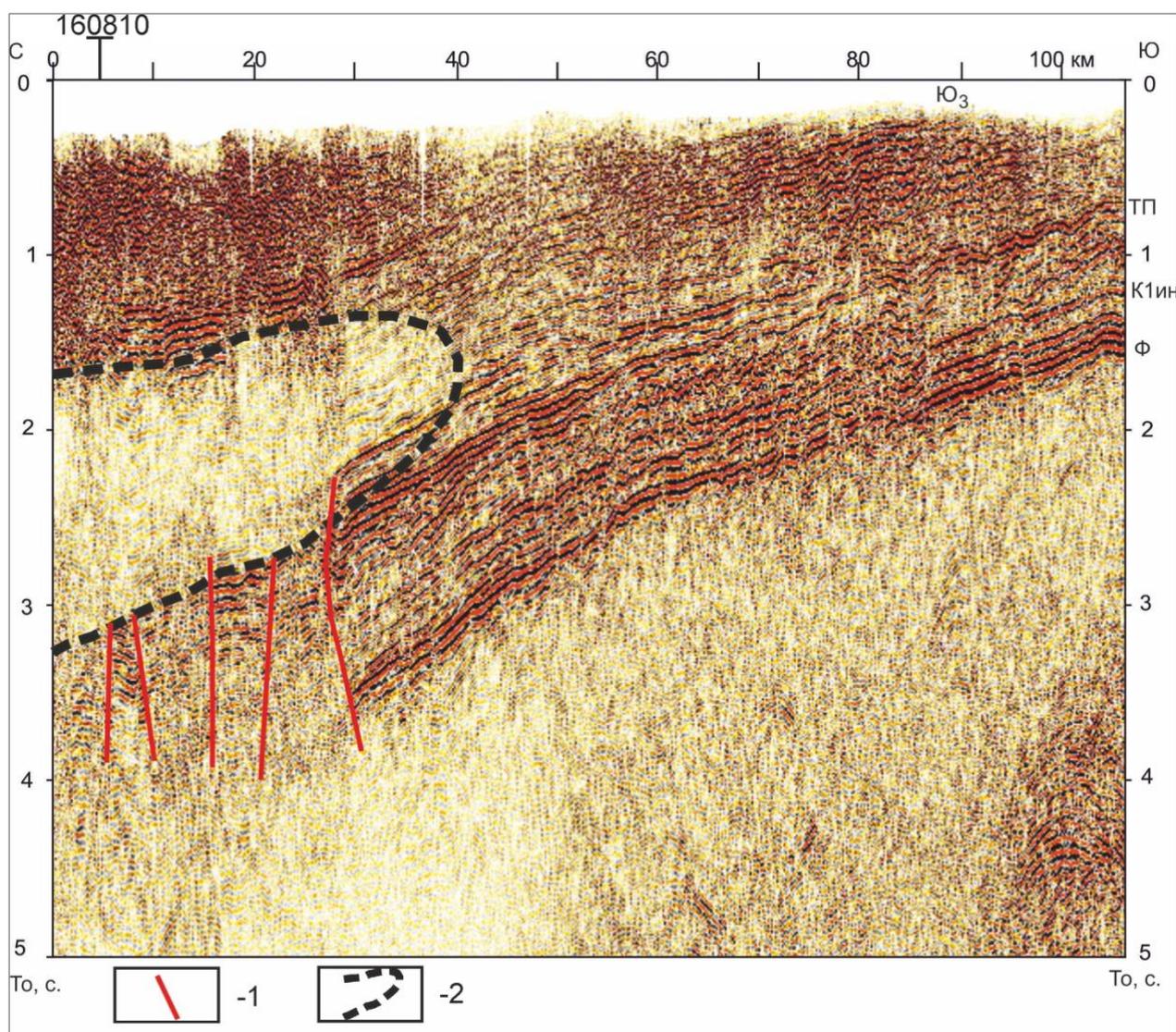


Рис. 1. Отображение динамической аномалии на профиле 160806 [Трофимов, 2018]

1 – тектонические нарушения; 2 – контур динамической аномалии.

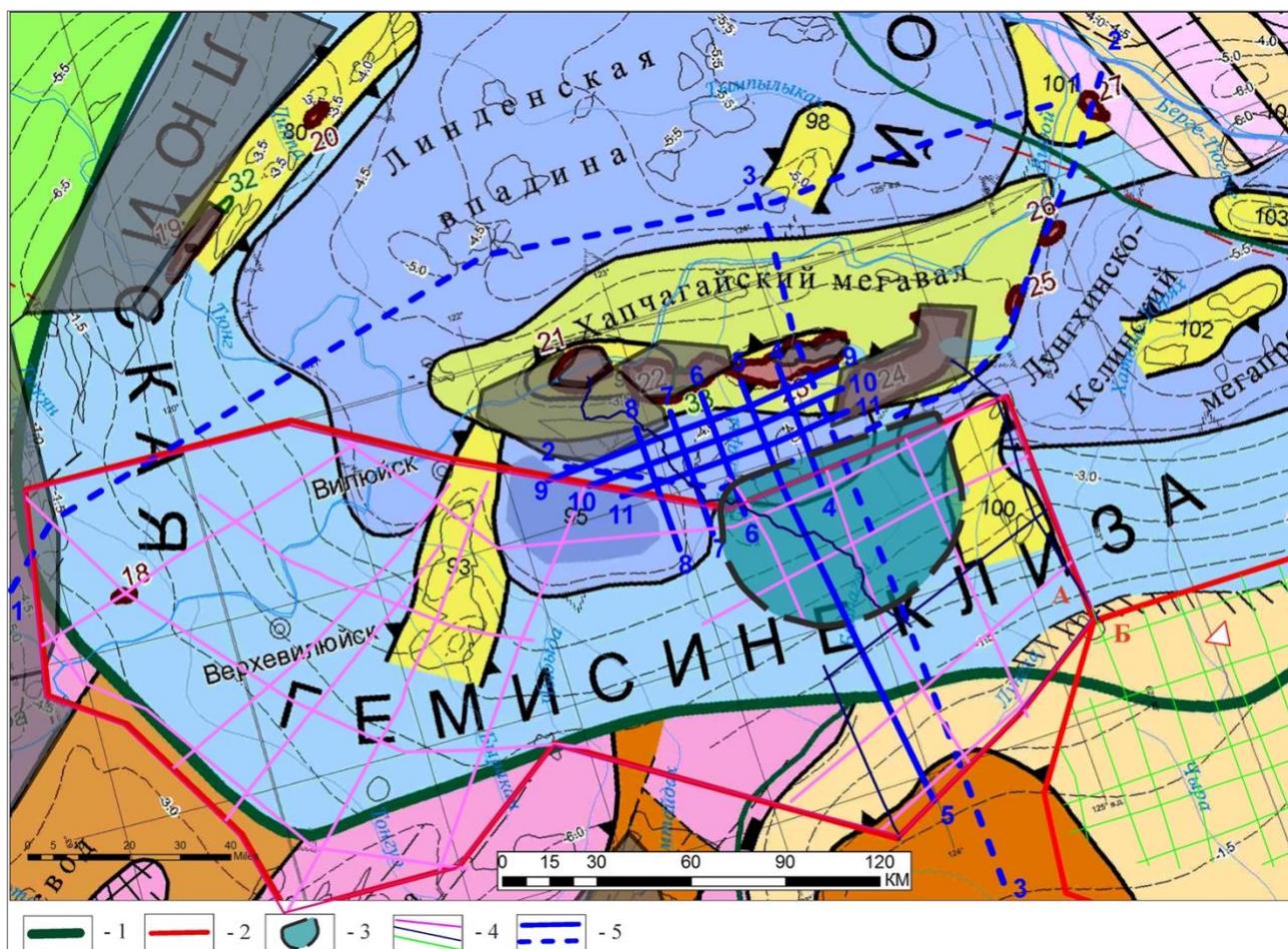


Рис. 2. Положение выявленной динамической аномалии на структурно-тектонической схеме (АО «СНИИГГиМС», 2016 г., фрагмент)

1 – граница Вилуйской гемисинеклизы; 2 – контуры Вилуйской (А) и Синской (Б) сейсмических площадей; 3 – контур динамической аномалии; 4 – отработанные сейсмопрофили; 5 – проектируемые сейсмопрофили.

Размеры аномальной зоны составляют примерно 40 x 70 км с возможностью увеличения в северном направлении за пределами изученной современной сейсморазведкой территории. Этаж газоносности также очень велик. Даже не имея данных о пористости и других параметрах, необходимых для оценки ресурсов, можно предполагать гигантские запасы возможного газового скопления.

Учитывая высокую научно-методическую и практическую значимость возможного открытия крупного газового скопления в Вилуйской гемисинеклизе, а также для получения дополнительных данных о природе выявленного объекта и целесообразности дальнейшего его изучения, проведен дополнительный анализ геолого-геофизических материалов.

Обусловленность выявленной аномалии газонасыщением значительной по мощности толщи пород объяснялась следующим: эта аномалия приурочена к интервалу разреза, сложенному песчано-глинистыми породами юрско-мелового, триасового и верхнепермского возрастов [Трофимов, 2018]. За пределами аномалии (см. рис. 1) можно видеть нормальный

слоистый разрез, в котором наблюдаемые отражения связаны с разделами относительно высокоскоростных песчаных и низкоскоростных глинистых пород. В пределах аномального участка скорость в песчаниках за счет газонасыщения уменьшается практически до скоростей в глинах, что обуславливает уменьшение акустической дифференциации разреза и, соответственно, коэффициентов отражения. Это, по-видимому, и является главной причиной отсутствия отражений в аномальной зоне.

Сделанный вывод подтверждается новым профилем 160810, а также переобработанными профилями 130201А и 130202, проходящими в непосредственной близости от скважин со значимыми газопроявлениями. Так, на профиле 160810 (рис. 3), в районе скв. 251-Южно-Неджелинская, где из отложений нижнего триаса получен приток газа, наблюдается уменьшение интенсивности сейсмической записи, но не столь яркое, как в выделенной аномалии. То есть, судя по динамике записи, скважина находится в переходной зоне: от аномального к нормальному разрезу.

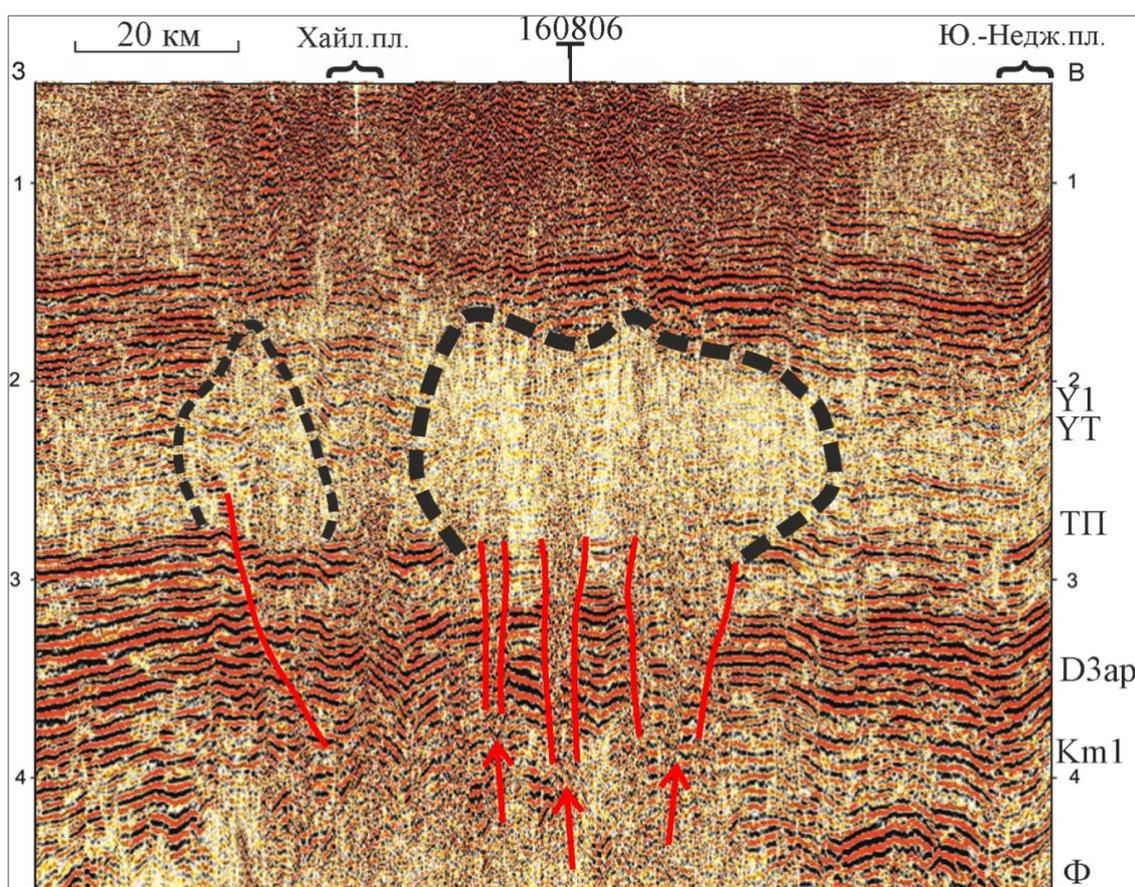


Рис. 3. Отображение динамической аномалии на профиле 160810

Усл. обозначения см. на рис. 1.

На профиле 130201А, заходящим своим северным окончанием на одно из месторождений Хапчагайского вала и проходящим через Хайлакскую площадь, где из

верхнепермских отложений получен приток газа, также наблюдаются динамические аномалии, более явные, чем в первом случае.

Таким образом, проведенный анализ свидетельствует о «газовой» природе наблюдаемой аномалии. Такое толкование является наиболее вероятным, но не единственным. Так, очевидное уменьшение акустической дифференциации разреза может быть связано не только с газонасыщением, но и, к примеру, с глинизацией песчаных пластов. Нельзя также исключать и влияние солей. Но то, что выявленная аномалия отображает реальный геологический объект, не вызывает сомнения и подтверждается резким понижением значений магнитного и гравитационного полей (рис. 4а). Повышение же сопротивления по данным электроразведки ЗСБ (рис. 4б) отражает газонасыщение этого объекта¹.

О природе и значимости наблюдаемой аномалии многое может сказать выявление и изучение разломов, так как приуроченность к ним месторождений углеводородов известна давно и во многих регионах. Более того, по неоднократно опубликованным результатам глубинных сейсмических исследований МОГТ по Волго-Уральской нефтегазоносной провинции ([Трофимов, 2014] и др.) убедительно показано, что земная кора в районе крупных скоплений углеводородов рассечена выполаживающимися вниз разломами. Подобные результаты, но по сейсмическим материалам меньшей глубинности, получены по северу Западной Сибири. Не касаясь вопроса происхождения нефти и газа, с помощью глубинных сейсмических исследований получен весомый аргумент значительной роли глубинных факторов в формировании нефтяных и газовых месторождений. В тех же публикациях отмечена возможность использования полученных результатов (в комплексе с данными других методов) в качестве критериев или признаков прогнозирования крупных скоплений углеводородов и при оценке перспектив слабоизученных территорий, в том числе в Восточной Сибири.

С этих позиций толкование сейсмических временных разрезов по Вилюйской площади показывает, что под центральной частью выявленной динамической аномалии наблюдается разломная зона (в северной части профиля 160806, интервал 0-25 км, рис. 1; в центральной части иллюстрируемого фрагмента профиля 160810, рис. 3). Эта зона, размерами 25x28 км, представляет собой чередование ненарушенных блоков и разделяющих их нарушенных зон. Наиболее ярко это чередование отмечается на профиле 160810 (см. рис. 3). Профили 160806 и 160810 взаимно пересекаются, а наблюдаемая картина в точках пересечения (см. рис. 1 и 3) хорошо увязывается.

¹Материалы грави-, магнито- и электроразведки переданы автору для анализа Иркутским геофизическим подразделением АО «Росгеология».

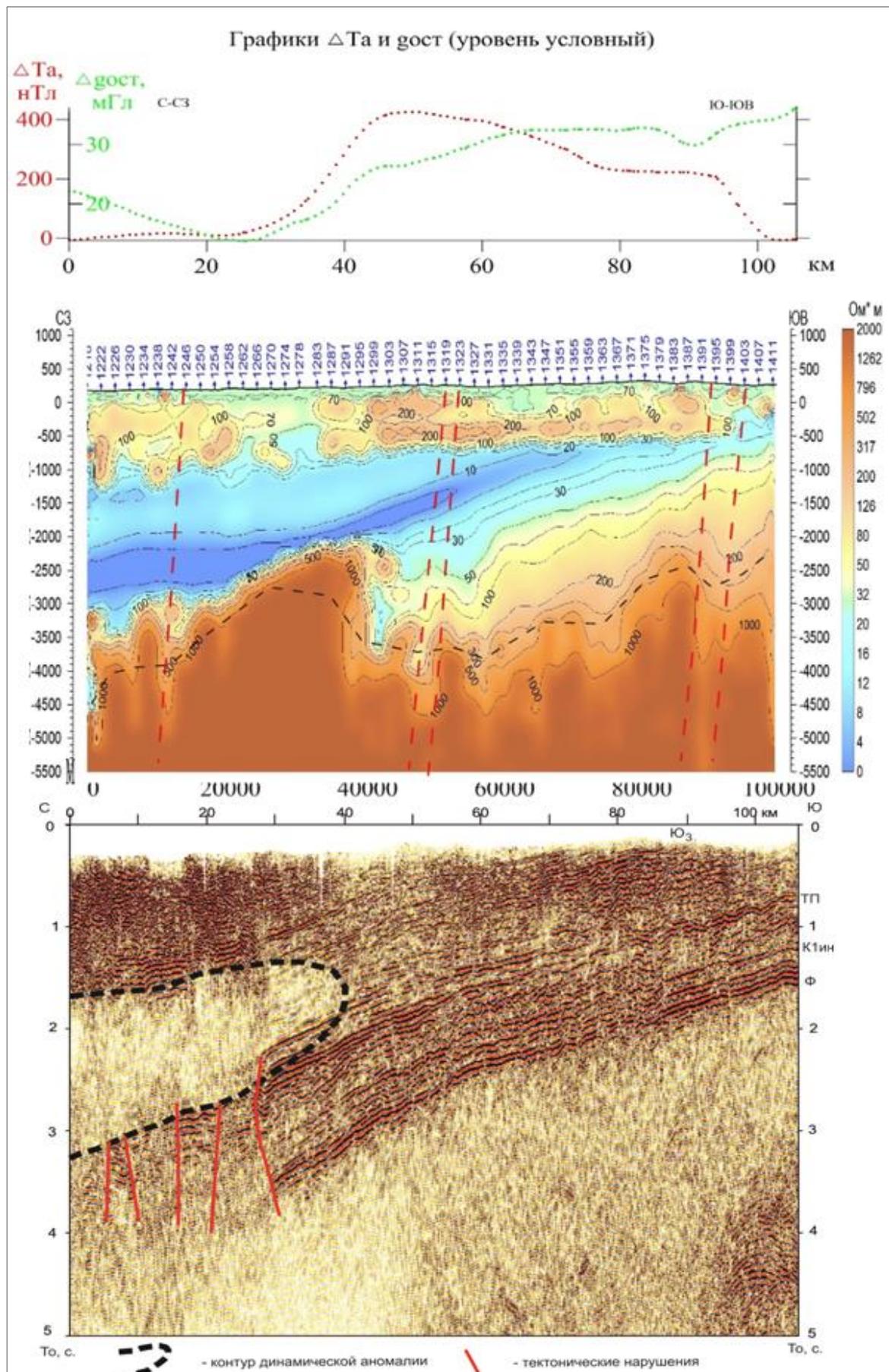


Рис. 4. Характеры магнитного и гравитационного полей (а) и электрического сопротивления (б) над динамической аномалией на сейсмическом разрезе (в) по профилю 160806

Можно предполагать, что нарушенные зоны отображают каналы, по которым происходит миграция углеводородных газов из более глубоких горизонтов (на рис. 3 показана стрелками). А уже благодаря функционированию этих каналов, над ними формируется газовое скопление (основной резервуар), обусловившее наблюдаемую динамическую аномалию. Разломы фиксируются не только на иллюстрируемых выше профилях, но и на других профилях, проходящих через центральную часть аномалии (160807, 160814).

Если принять такую модель формирования газовых месторождений Вилюйской синеклизы, то становится понятным, что месторождения Хапчагайского вала сформировались в результате боковой миграции в северном направлении из основного резервуара по восстанию пластов.

Немаловажным является и то, что такая модель не только объясняет механизм образования известных месторождений Хапчагайского вала, но и существенно повышает перспективность ловушек (выявленных специалистами ВНИГРИ, ИГП и ЦГЭ), связанных с зонами выклинивания и литологических замещений пластов в нижнемезозойских и верхнепалеозойских отложениях, расположенных южнее основного резервуара поступления и накопления глубинных углеводородных флюидов. Дополнительным аргументом в пользу перспективности зон выклинивания на южном борту Вилюйской синеклизы являются результаты AVO-анализа.

Таким образом, наиболее вероятно, что выявленная по данным сейсморазведки динамическая аномалия и расположенная под ней разломная зона отображают огромный по размерам резервуар их поступления и накопления и каналы подвода глубинных углеводородных флюидов. Из резервуара углеводородные флюиды мигрируют в месторождения Хапчагайского вала, а также, возможно, в противоположном направлении - в ловушки выклинивания на южном борту Вилюйской гемисинеклизы. Возможно, такая модель позволит объяснить аномально-высокое пластовое давление, отмечаемое на месторождениях Хапчагайского вала и являющееся предметом изучения ряда исследователей ([Погодаев, Ситников, Лысов, 2012] и др.).

Высказанные положения характеризуют принципиальную модель формирования газовых месторождений в этом районе Вилюйской синеклизы. Для использования в практике поиска, разведки и разработки таких месторождений эту модель нужно детализировать, для чего необходимо:

- 1) создать геодинамическую модель региона, в которой следует достаточно детально представить и структурные планы отражающих горизонтов, и разломы, и зоны выклинивания, а также другие особенности геологического строения;
- 2) показать вероятные пути миграции углеводородных флюидов и локализовать

перспективные ловушки;

- 3) изучить современную активность выявленных разломов;
- 4) изучить состав газов, мигрирующих в изучаемой системе.

Для решения этих задач предлагается выполнить (см. рис. 2):

1) **Глубинную сейсморазведку МОГТ по трем региональным профилям (на рис. 2 показаны пунктиром).** Кроме получения данных о глубинной тектонике и геодинамике региона, эти профили будут играть важную роль при увязке ранее проведенных и планируемых сейсморазведочных работ.

2) **Площадную сейсморазведку МОГТ обычной для этого района глубинности** на неизученной территории между Хапчагайским валом и Вилюйской площадью, а также сгущение ранее отработанной сети регионально-зональных профилей на южном борту Вилюйской синеклизы (на рис. 2 показаны сплошными линиями). Методика полевых площадных и региональных сейсморазведочных работ и обработки получаемых данных должна обеспечить получение кондиционной информации во всем диапазоне регистрации, а ее интерпретация должна выполняться с учетом вышеизложенных принципов.

3) **Аэромагнитную и аэрогравитационную съемки масштаба 1:100000.** Учитывая необходимость комплексного изучения строения Вилюйской синеклизы и принимая во внимание возможность выявления подобных динамических аномалий и на сопредельных территориях (одна из таких аномалий отмечается на профиле 160810 и показана тонким пунктиром западнее основной), целесообразно закрыть аэрогеофизической съемкой полностью весь этот крупный и перспективный тектонический элемент.

4) **Гравиразведку НГП (нестабильности гравитационного поля)** на двух-трех наиболее интересных участках сейсморазведочных профилей.

5) **Газогеохимическую съемку** на региональных и части детализационных сейсморазведочных профилей.

6) **Параметрическое бурение** проектируется по результатам комплексной интерпретации выполненных геолого-геофизических и геохимических исследований, предусматривает проведение расширенного комплекса ГИС, отбора и исследований керна.

Такой состав и последовательность работ проверен временем, обеспечивает всестороннее изучение геологического строения и перспектив нефтегазоносности недр и практически соответствуют классическим этапам и стадиям геологоразведочных работ на нефть и газ.

Вместе с тем, может быть реализован иной вариант, нацеленный именно на обнаружение крупного газового скопления. Суть этого варианта заключается в том, что на первом этапе изучается не геологическое строение территории, а природа выявленной динамической

аномалии, то есть главной целью этого варианта является получение ответа на вопрос, действительно ли эта аномалия обусловлена газовым скоплением. Для оперативного и недорогого решения этого вопроса необходимо прежде всего выполнить гравиразведку НГП в комплексе с газогеохимией. А уже потом, по результатам этих работ решать, стоит ли производить геологическое изучение или правильнее отложить его до лучших времен.

Не исключено, что по результатам гравиразведки НГП и газогеохимии, естественно с учетом ранее проведенных регионально-зональных сейсморазведочных работ, с высокой степенью вероятности будет доказана газовая природа изучаемого объекта. Тогда для ускорения окончательного решения вопроса о природе аномалии возможно пробурить параметрическую скважину. Но отсутствие детальной и достоверной геодинамической модели может привести к ошибкам в проектировании и, как следствие, аварийным ситуациям при сверхвысоких пластовых давлениях газа. Могут упасть дебиты в разрабатываемых месторождениях Хапчагайского вала. Поэтому, как бы не казалось заманчивым сразу открыть газовый гигант, в случае реализации второго варианта следует ограничиться гравиметрическими и геохимическими исследованиями, а бурение производить после создания детальной геодинамической модели.

Таким образом, проведенный анализ геолого-геофизической информации по южной части Виллюйской синеклизы позволяет сделать следующие основные выводы:

1. Выявленная сейсморазведкой крупная динамическая аномалия отображает реальный геологический объект, вероятно связанный с гигантским газовым скоплением. Поэтому принципиально важным является дальнейшее исследование этого объекта.

2. Предложенные варианты изучения этого потенциально газоносного объекта имеют свои достоинства и недостатки. Поэтому, какой из них выбрать для реализации, нужно решать в соответствии с конкретной социально-экономической ситуацией и необходимыми сроками.

Автор приносит благодарность исполнительному директору АО «ЦГЭ», д. техн. н. С.А. Кириллову, руководящего ранее процессом обработки, эксперту отдела обработки АО «ЦГЭ» В.И. Косовцеву, квалифицированно обработавшему сейсморазведочные материалы, а также своим коллегам, способствовавшим выполнению этой работы.

Литература

Кушмар И.А., Семенов В.П., Яшенкова Л.К., Головин С.В., Шостак К.В. Перспективы нефтегазоносности мезозоя и верхнего палеозоя южного борта Виллюйской синеклизы // Проблемы воспроизводства запасов нефти и газа в современных условиях. – СПб: ВНИГРИ, 2014. - С.153-162.

Погодаев А.В., Ситников В.С., Лысов Б.А. Литологические и гидродинамические особенности газоносности верхнепермских и нижнетриасовых отложений Хапчагайского района Вилуйской нефтегазоносной области // Геология нефти и газа. - 2012. - №4. - С.2-12.

Ситников В.С., Кушмар И.А., Прищепина О.М., Погодаев А.В. О возможном открытии на юге Вилуйской синеклизы нового нефтеносного района (Сибирская платформа) // Геология нефти и газа. - 2013. - №4. - С.2-12.

Трофимов В.А. Глубинные региональные сейсморазведочные исследования МОГТ нефтегазоносных территорий. - М.: ГЕОС, 2014. - 202 с.

Трофимов В.А. Новый газовый гигант в Вилуйской синеклизе? // Геолого-геофизические исследования нефтегазоносных территорий: научные и прикладные аспекты («РосгеоНЕФТЕГАЗ-2018»): сборник материалов научно-практической конференции (г. Москва, 22-24 мая 2018 г.). – Санкт-Петербург: АО «ВНИГРИ». – С.28-32. - <http://www.ngtp.ru/publication/sborniki/RosgeoOilGas.pdf>

Ученый предсказал скорое открытие новых месторождений нефти и газа в Сибири. РИА Новости, 06/02/2017. - <https://ria.ru/20170206/1487271519.html>

Trofimov V.A.

Central geophysical expedition JSC, Moscow, Russia, vatgeo@yandex.ru

A LARGE GAS PROSPECT IN THE VILYUY SYNECLISE

According to the results of regional seismic surveys of last years, a large amplitude anomaly was detected in the southern part of the Vilyuy Syncline (Eastern Siberia). The joint analysis of seismic data, results of aeromagnetic and gravimetric surveys and resistivity prospecting indicates that the obtained anomaly is due to a important geological heterogeneity, most likely associated with the gas type of prospect. Judging by the size of the studied anomaly, it may indicate the presence of a significant gas prospect in the section that asks further targeted study. There are few versions of the gas prospect definition proposed in this study, which also includes a principal model of gas fields and probable prospects of Kapshagay ridge generation in the wedging areas on the southern flank of the Vilyuy Syncline.

Keywords: seismic data, amplitude anomaly, generation gas accumulation, Vilyuy Syncline, Eastern Siberia.

References

Kushmar I.A., Semenov V.P., Yashenkova L.K., Golovin S.V., Shostak K.V. *Perspektivy neftegazonosnosti mezozoya i verkhnego paleozoya yuzhnogo borta Vilyuyskoy sineklizy* [Prospects of petroleum potential of the Mesozoic and upper Paleozoic of the southern flank of the Vilyuy Syncline]. Problemy vosproizvodstva zapasov nefti i gaza v sovremennykh usloviyakh, St. Petersburg: VNIGRI, 2014, pp.153-162.

Pogodaev A.V., Sitnikov V.S., Lysov B.A. *Litologicheskie i gidrodinamicheskie osobennosti gazonosnosti verkhnepermiskikh i nizhnetriasovykh otlozheniy Khapchagayskogo rayona Vilyuyskoy neftegazonosnoy oblasti* [Lithological and hydrodynamical peculiarities of gas potential of Upper Permian and Lower Triassic of Khapchagai area of Vilyui petroleum Province]. Geologiya nefti i gaza, 2012, no. 4, pp. 2-12.

Sitnikov V.S., Kushmar I.A., Prishchepa O.M., Pogodaev A.V. *O vozmozhnom otkrytii na yuge Vilyuyskoy sineklizy novogo neftenosnogo rayona (Sibirskaya platforma)* [On the possible discovery of a new oil-bearing region in the south of Vilyuy syncline (Siberian platform)]. Geologiya nefti i gaza, 2013, no. 4, pp. 2-12.

Trofimov V.A. *Glubinnye regional'nye seysmorazvedochnye issledovaniya MOGT neftegazonosnykh territoriy* [Deep CMP seismic survey of petroleum bearing areas]. Moscow: GEOS, 2014, 202 p.

Trofimov V.A. *Novyy gazovyy gigant v Vilyuyskoy sineklize?* [A new gas giant in the Vilyuy syncline?]. Geologo-geofizicheskie issledovaniya neftegazonosnykh territoriy: nauchnye i prikladnye aspekty («RosgeoNEFTEGAZ-2018»): sbornik materialov nauchno-prakticheskoy konferentsii (Moscow, 22-24 May 2018). St. Petersburg: AO «VNIGRI», pp. 28-32. - <http://www.ngtp.ru/publication/sborniki/RosgeoOilGas.pdf>

Uchenyy predskazal skoroe otkrytie novykh mestorozhdeniy nefti i gaza v Sibiri [A scientist predicted a soon imminent discovery of oil and gas fields in Siberia]. RIA Novosti, 06/02/2017. - <https://ria.ru/20170206/1487271519.html>

© Трофимов В.А., 2020

