

4. Bondarev V. P. *Geologiya* [Geology], Moscow, Forum – Information-M Publ., 2002. 224 p.
5. Voronin N. I. Perspektivy neftegazonosnosti regionalnykh zon vyklinivaniya i stratigraficheskogo nesoglasiya Kalmytsko-Astrakhanskogo Prikaspiya [Prospects of oil and gas bearing of the regional zones of a wedging out of and stratigraphic disagreement of the Kalmyk and Astrakhan Caspian Region]. *Neftegazovaya geologiya i geofizika* [Oil and Gas Geology and Geophysics], 1976, no. 2, pp. 4–6.
6. Gavrilov V. P. Obshchaya i istoricheskaya geologiya [General and historical geology], Moscow, Nedra Publ., 1989. 432 p.
7. *Geologicheskiy slovar* [Geological dictionary], Moscow, Nedra Publ., 2004. 342 p.
8. Glumov I. F., Malovitskiy Ya. P., Novikov A. A., et al. *Regionalnaya geologiya i neftegazonosnost Kaspiyskogo moraya* [Regional geology and oil and gas bearing of the Caspian Sea], Moscow, Nedra Publ., 2004. 342 p.
9. Gogenkov G. N. *Izucheniye detal'nogo stroeniya tolshch seysmorazvedkoy* [Studying of a detailed structure of thicknesses seismic exploration], Moscow, Nedra Publ., 1987. 120 p.
10. Gurvich I. I. *Seysmicheskaya razvedka* [Seismic investigation], Moscow, Nedra Publ., 1980. 150 p.
11. Guseynov A. A. *Litologicheskie, strattigraficheskie i kombinirovannye lovushki nefti i gaza* [The lithologic, stratigraphic and combined traps of oil and gas], Moscow, Nedra Publ., 1978. 135 p.
12. Dzhaifarov I. S., Kerimov V. Yu., Shilov G. Ya. *Shelf, ego izucheniye i znachenie dlya poiskov i razvedki skopleniy nefti i gaza* [Shelf, his studying and value for searches and investigation of congestions of oil and gas], Saint Petersburg, Nedra Publ., 2005. 384 p.
13. Kalamkarov L. V. *Neftegazonosnye provintsii i oblasti Rossii i sopredelnykh stran* [Oil and gas provinces and regions of Russia and adjacent countries], Moscow, Neft i gaz Publ., 2005. 570 p.
14. Karlovich I. A. *Osnovy geologii* [Fundamentals of geology], Moscow, JSC Geoinformmark Publ., 2002. 343 p.
15. Kerimov V. Yu. *Poiski i razvedka zalezhey nefti i gaza v stratigraficheskikh i litologicheskikh lovushkakh* [Searches and investigation of deposits of oil and gas stratigraphic and lithologic traps], Moscow, Nedra Publ., 1987. 2007 p.

МЕТОДЫ МОРСКИХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ

Серебряков Андрей Олегович

старший преподаватель

Астраханский государственный университет

414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1

E-mail: geologi2007@yandex.ru

Серебряков Олег Иванович

доктор геолого-минералогических наук, профессор

Астраханский государственный университет

414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1

E-mail: geologi2007@yandex.ru

Геофизические работы выполняются для литологической идентификации и структурного картирования вариаций осадочных пород, обоснования газовых скоплений, а также различных других существенных осложнений для морских геологических исследований. В морской практике наиболее рационально используется двухчастотное непрерывное сейсмоакустическое профилирование (НСАП), позволяющее одновременно за время прохождения профиля получить информацию о строении геологического разреза осадочных пород в двух частотных диапазонах. Преобладающая частота излучения 4000 Гц используется для изучения осадочных отложений ниже уровня дна моря с разрешающей способностью не хуже 0,5 м. Для этой цели применяется электродинамический источник упругих колебаний типа «Boomer» с излучаемой

энергией до 500 Дж. Рабочая частота излучения 400–600 Hz (электроискровой источник упругих колебаний типа «Sparker») используется для освещения строения донного массива пород ниже уровня дна моря с разрешающей способностью не хуже 2,0 м.

Ключевые слова: геофизика, литология, породы, акватория, профилирование, диапазон

METHODS OF MARINE GEOPHYSICAL OPERATIONS

Serebryakov Andrey O.

Senior Lecturer

Astrakhan State University

1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation

E-mail: geologi2007@yandex.ru

Serebryakov Oleg I.

D. Sc. in Geology and Mineralogy

Professor

Astrakhan State University

1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation

E-mail: geologi2007@yandex.ru

Geophysical work is done for lithological identification and structural mapping of the variations of sedimentary rocks, study of gas accumulations, as well as various other significant complications for marine geological research. In marine practice, the most rational use of dual-frequency continuous seismoacoustic profiling (NSAP), while allowing for the passage of the profile to obtain information about the geological structure of sedimentary rocks in two frequency ranges. The predominant frequency of 4000 Hz is used for the study of sediment below the seabed with a resolution of not less than 0,5 m. For this purpose, is applied electrodynamic source of elastic waves type "Boomer" with radiated energies up to 500 joules. The working frequency of 400–600 Hz (electrical spark source of elastic waves type "Sparker") is used to cover the bottom structure of the rock mass below the level of the bottom of the sea with a resolution not worse than 2,0 m.

Keywords: geophysics, lithology, rocks, waters areas, profiling, band

Размещение в морской среде геофизических приемо-излучающих устройств "Sparker" и "Boomer" относительно антенны ГЛОНАСС или DGPS и корпуса судна представлено на рисунке 1.

На геофизическом временном разрезе, после коррекции статики, фильтрации и деконволюции выделена палеоложбина в верхнеплейстоценовом комплексе консолидированных пород, погребенная «слабыми грунтами» с признаками свободного газа. Данные признаки проявляются на временном разрезе «ярким пятном» амплитуд отраженного сигнала и зоной поглощения сейсмической энергии (рис. 2).

Для оконтуривания потенциально опасных участков строятся карты мощностей осадочных пород структурные планы палеоложбин и карты аномалий амплитуд отраженного сигнала (рис. 3) для различных уровней локализации, на которых выделяются локальные участки палеоложбин и палеоврезов, представленные илами, торфяниками и другими неконсолидированными осадками. Накопление «слабых» пород в пределах палеоложбин снижает несущую способность донного массива, служащего основанием стационарных морских буровых установок (СПБУ) и в которых функционируют поисковые, разведочные и эксплуатационные скважины и коммуникации.

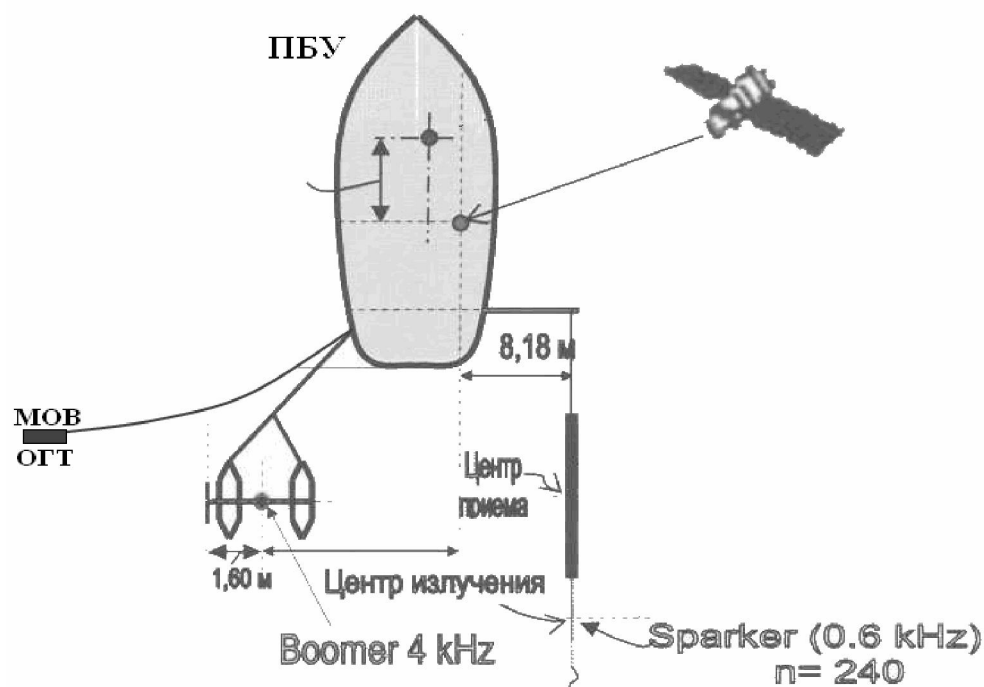


Рис. 1. Система размещения геофизических приборов

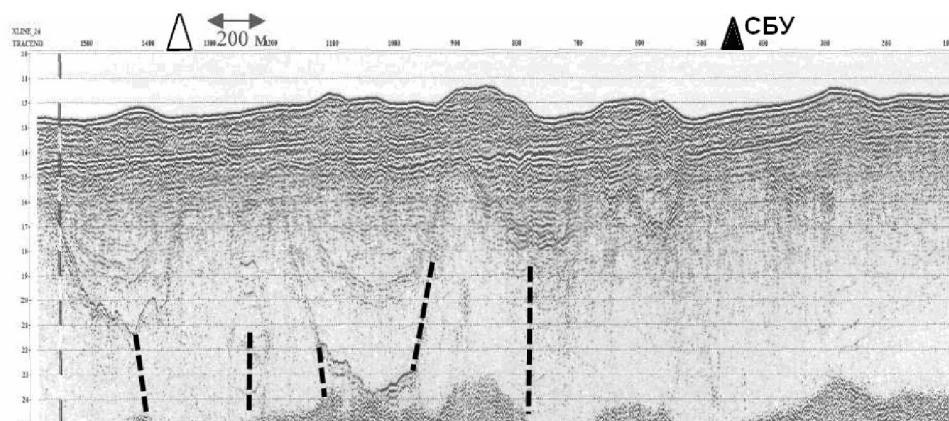


Рис. 2. Выделение в разрезе осадочных отложений палеоложбин
 (ширина до 1,8 км, глубина более 20 метров):

— — — — — тектонические нарушения, ▲ — рекомендуемая точка постановки СБУ,
 △ — проектная точка СБУ

На рисунке 3 изопакит неконсолидированных пород выделены области локализации слабых пород и их мощности. Темные области карты соответствуют зонам с увеличенной мощностью неконсолидированных пород (сечение изопакит 10 м). Проектная точка постановки СПБУ (отмечена кружком белого цвета) попадала на склон палеоложбины, выполненной слабыми породами. Рекомендуемая точка постановки СПБУ вынесена за пределы палеоложбины (указана треугольником).

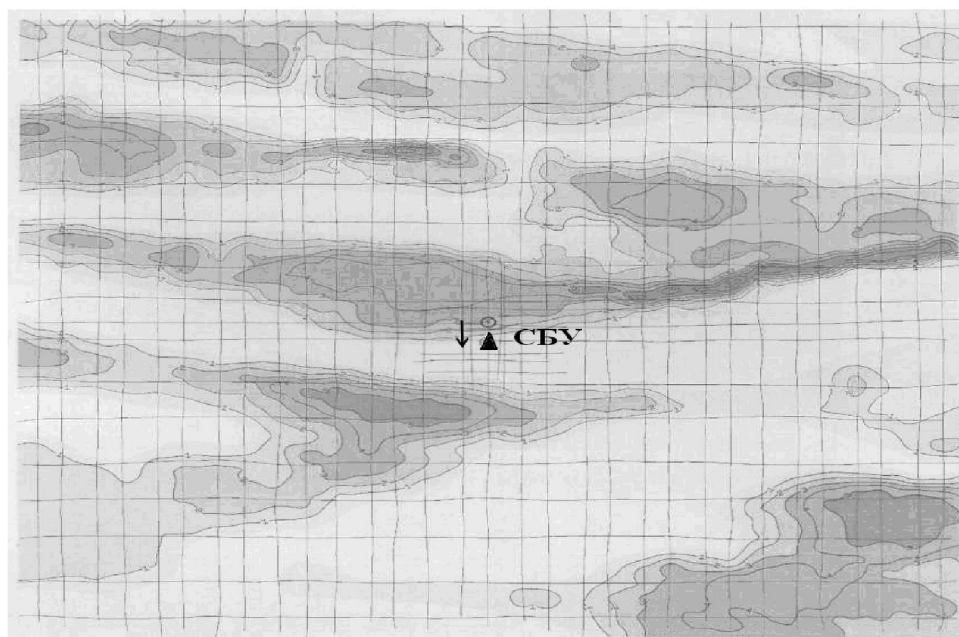


Рис. 3. Изопахиты осадочных отложений на площади 3 км x 3 км для проекта постановки СБУ:

○ – плановая точка СБУ, ▲ – смещение точки СБУ

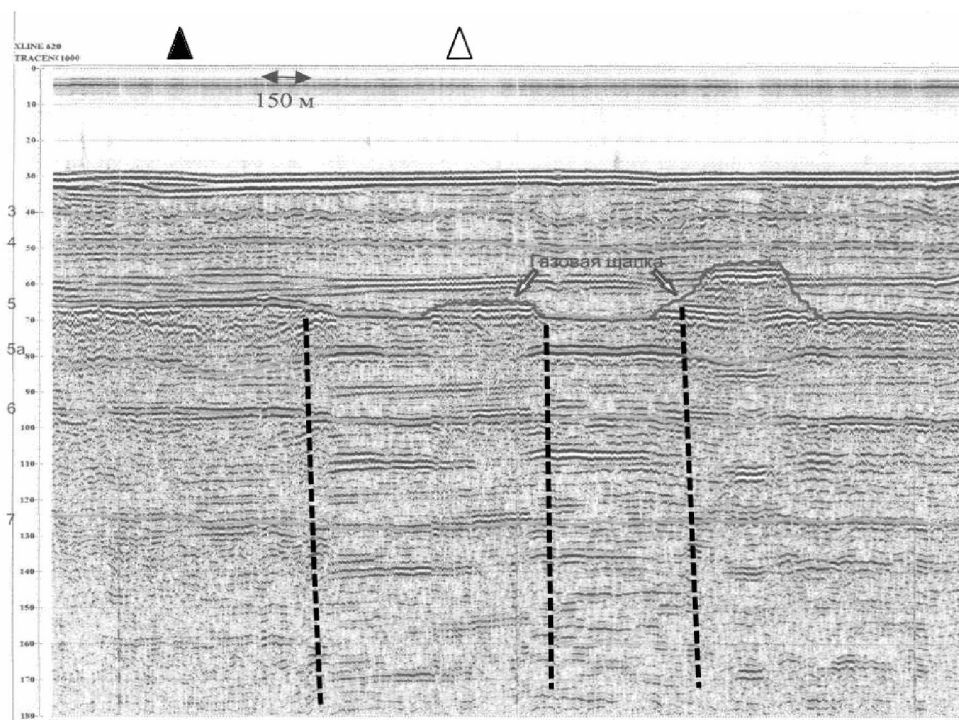


Рис. 4. Сейсмический разрез осадочных отложений

— — — — — тектонические нарушения, △ – проектная точка СБУ,
▲ – смещение точки СБУ, ⇔ – газовая шапка

На сейсмическом временном разрезе (рис. 4) профиля длиной 3 км представлено строение массива пород на глубину более 120 м под уровень дна. В данных породах выявлены сейсмические амплитудные тектонические разломы и аномалии типа «ярких пятен» с характерными признаками, сопутствующих зонам смещение пород и скопления свободного газа. К этим признакам относятся «яркие пятна» дифрагированных волн по краям аномалий, локальное увеличение времени отражений нижележащих горизонтов под аномалиями яркого пятна. Это свидетельствует о наличии локальных зон поглощения сейсмической энергии. С зонами скопления сводного газа связаны осложнения при проводке поисково-геологических, разведочных и эксплуатационных скважин. Для оконтуривания скоплений газа используются характерные признаки газонасыщенности донного массива («яркие пятна» зоны поглощения сейсмической энергии и её краевые эффекты) (рис. 5).

Аномалии в форме ярких пятен («газовая шапка») имеют протяженность 100–150 м по линии профиля с амплитудой более 10 м. Под газовой шапкой отмечается «затяжка» осей синфазности отражающего горизонта, что указывает на присутствие зоны поглощения в верхней части разреза. Описанные признаки волновой картины характерны для зон с наличием в осадочном массиве пород тектонических нарушений и 30 м свободного газа (рис. 5).

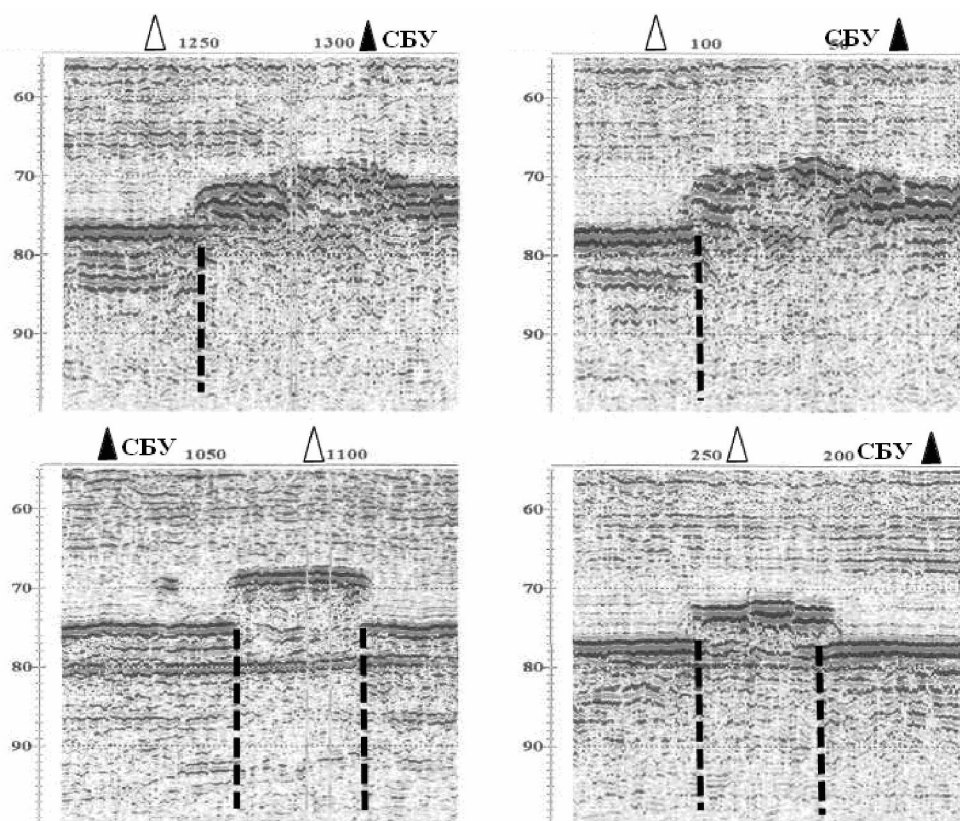


Рис. 5. Многослойные амплитудные аномалии на сейсмоакустическом разрезе

— — тектонические нарушения, $\triangle$ — проектные точки СБУ,
 $\blacktriangle$ — рекомендуемые точки СБУ



Рисунок 6. Карта аномалий отраженного сигнала:

○ – проектная точка СБУ, ▲ – рекомендуемая точка СБУ

На рисунке 6 проектная точка постановки СПБУ совпала с аномалией типа «яркое пятно» (кружок белого цвета). Аномалии связаны с локальными зонами свободного газа в донном массиве (аномалии типа «яркое пятно»). Необходимы обоснования рекомендации по ее переносу (треугольник) по направлению стрелки.

**Методы высококачественной сейсморазведки
(высокочастотная ВЧ, метод отраженных волн МОВ,
способ общей глубинной точки ОГТ)**

Цель выполнения морских сейсморазведочных работ ВЧ, МОВ, и ОГТ – выявление и локализация «опасных» геологических объектов – компонентов геологической среды, неблагоприятных для постановки СПБУ и проводки разведочных и эксплуатационных скважин. К числу таких опасностей относятся залежи свободного газа, тектонические нарушения, зоны неконсолидированных пород, отличающихся крайне слабыми прочностными свойствами.

Морские сейсморазведочные исследования могут выполняться в различных условиях. Например, на шельфе с различными глубинами моря вплоть до мелководья, на удаленных акваториях на морских нефтяных промыслах, в плавнях, бухтах, заливах и т.д. Для выполнения работ в разнообразных навигационных условиях используются мобильные сейсморазведочные системы, которые можно установить на суда различного назначения (рис. 7).

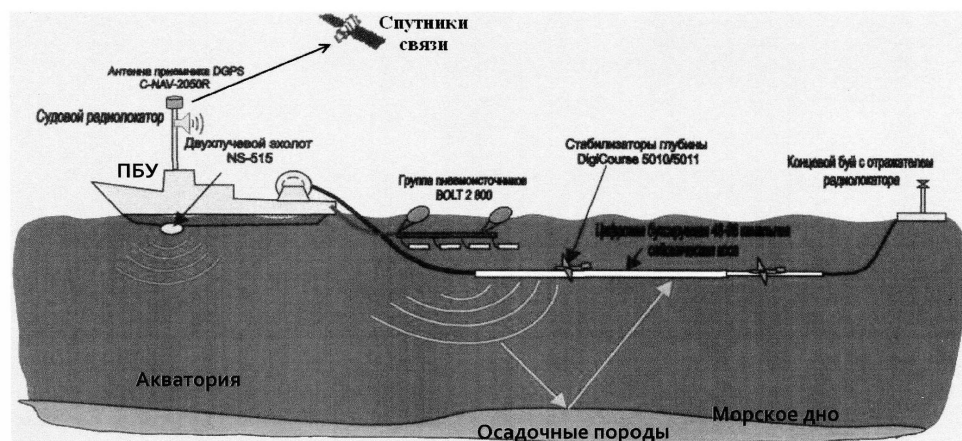


Рис. 7. Система буксировки косы и пневмоисточников при выполнении сейсморазведочных работ с высокой разрешающей способностью (ВЧ, МОВ, ОГТ)

При выполнении сейсморазведочных работ с повышенной разрешающей способностью сейсмическая коса буксируется на глубине 3 метра.

Обработка данных сейсморазведки разделяется на два этапа. На первом выполняется предварительная (экспресс) обработка на борту экспедиционного судна для, оценки качества полевого материала и потенциального выявления геологических опасностей для постановки бурового основания (СБУ), проводки разведочной и эксплуатационных скважин (разломы, зоны скопления свободного газа). На втором этапе выполняется заключительная обработка данных для получения количественной оценки геологических опасностей и обоснования рекомендаций для постановки СБУ или ПБУ (рис. 8).

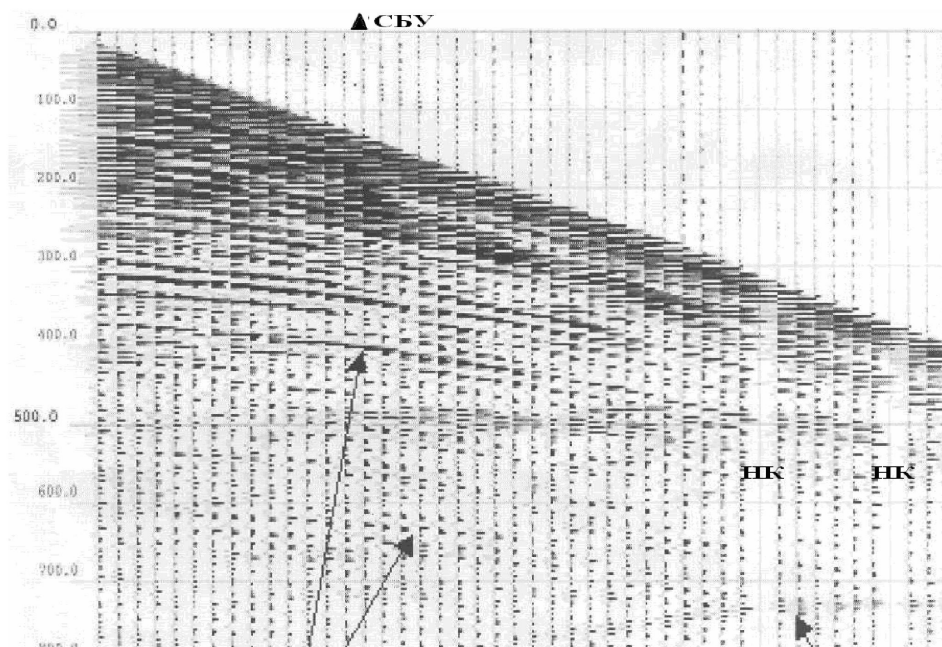


Рис. 8. Сейсмограмма упругих колебаний МОВ:

▲ – точка установки СБУ, НК – не работающие каналы

Визуализация сейсмограммы МОВ позволяет оценить уровень полезного сигнала и шумов, отметить неработающие каналы или каналы с обратной полярностью. На сейсмограмме кроме отраженных волн (отмечено двойной стрелкой) зарегистрированы волны-помехи от проходящих судов (правый нижний угол) и выявлены два неработающих канала (НК).

На разрезах мгновенных амплитуд выделяется амплитудные аномалии типа яркого пятна (рис. 9). Им соответствуют участки с аномально низкими значениями интервальных скоростей, что связано с резким разуплотнением пород. Эффект яркого пятна и зона разуплотнения под ним указывают на присутствие свободного газа в донном массиве пород в форме газового кармана.

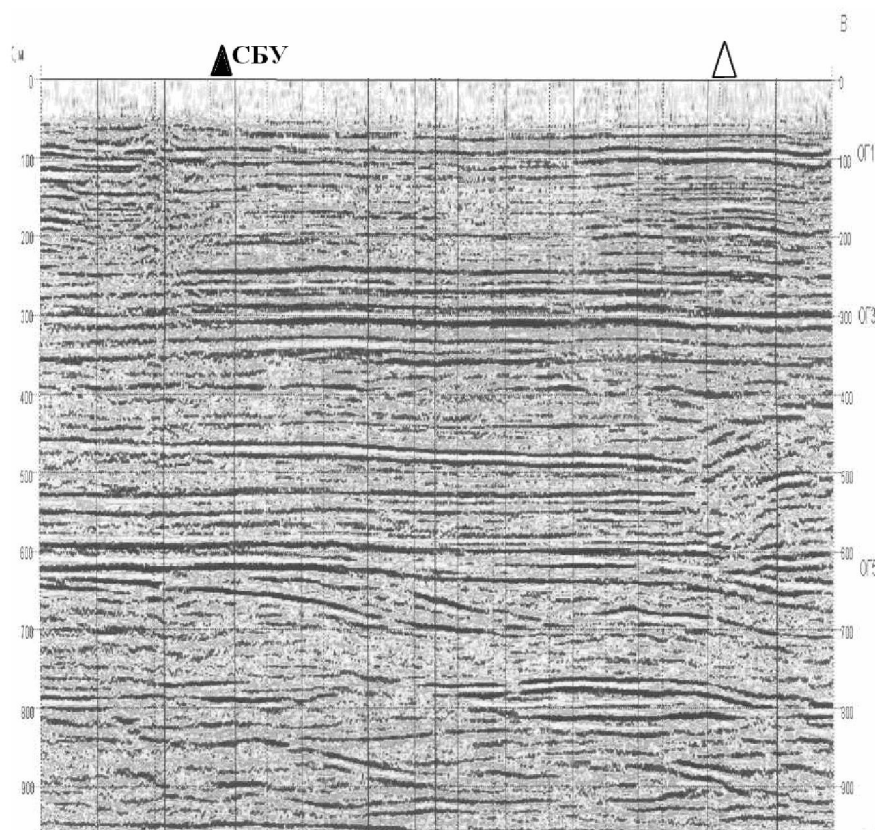


Рис. 9. Сейсмический разрез суммы ОГТ (выделяются амплитудные аномалии на отражающих горизонтах):

— тектонические разломы, $\triangle$ — проектная точка СБУ,
 $\blacktriangle$ — рекомендуемая точка СБУ

Локализация аномалий типа «яркого пятна» выполняется для различных временных срезов и представляется картами амплитудных аномалий для различных уровней локализации (рис. 10). Выявленные газовые карманы на глубинах более 300 м под уровнем дна классифицируются как опасные геологические объекты, которые могут привести к осложнениям в процессе проводки скважин поискового, разведочного и эксплуатационного бурения.

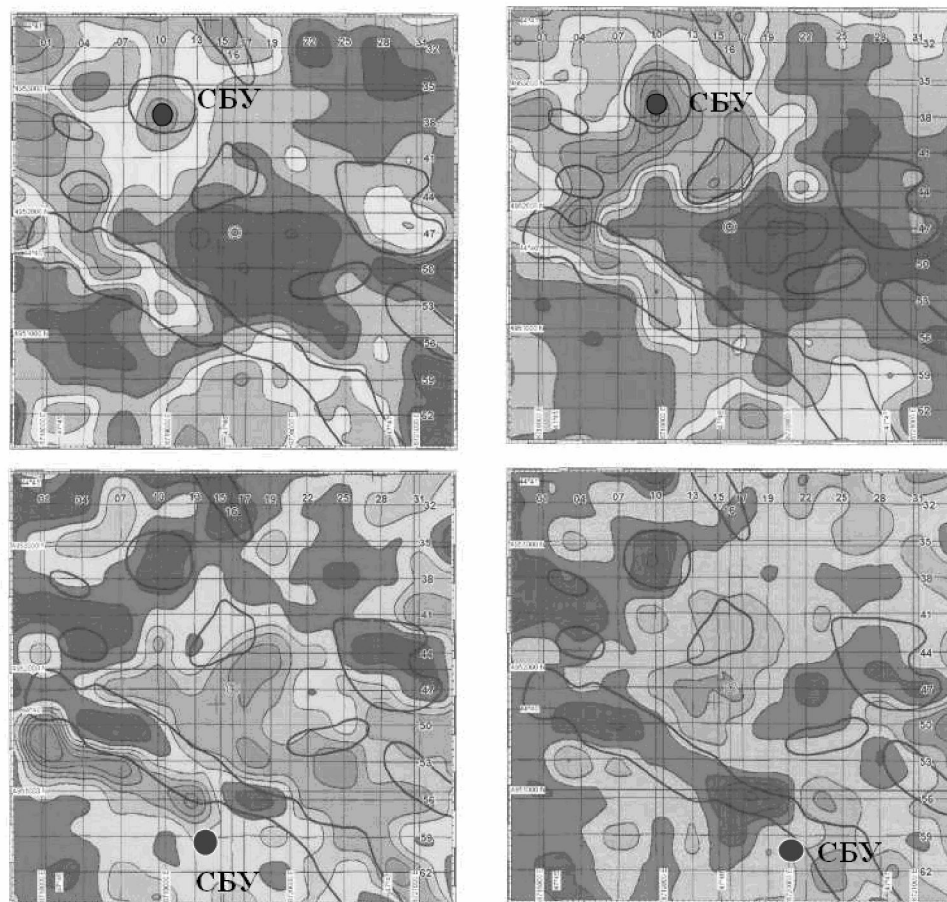


Рис. 10. Карты сейсмических аномалий ВЧ МОВ:
 ○ – проектные точки СБУ, ● – рекомендуемые точки СБУ

В приведенных случаях Заказчику необходимо обосновать рекомендации по смещению точки бурения или по уточнению конструкции скважины и технологии ее бурения.

Список литературы

1. Буршгар М. С. Геология нефтяных и газовых месторождений Северного Кавказа / М. С. Буршгар, А. Д. Бизнигаев, Г. Г. Гасангусейнов, В. А. Знаменский, С. Т. Коротков, С. П. Максимов, М. Р. Пустильников. – Москва : Недра, 1966. – 320 с.
2. Геология и нефтегазоносность юго-востока русской платформы и её обрамлений / под ред. Я. С. Эвентова. – Москва : Недра, 1971. – 248 с.
3. Гогенков Г. Н. Изучение детального строения толщ сейсморазведкой / Г. Н. Гогенков. – Москва : Недра, 1987. – 120 с.
4. Гурвич И. И. Сейсмическая разведка / И. И. Гурвич. – Москва : Недра, 1980. – 150 с.
5. Гусейнов А. А. Литологические, стратиграфические и комбинированные ловушки нефти и газа / А. А. Гусейнов. – Москва : Недра, 1978. – 135 с.
6. Джафаров И. С. Шельф, его изучение и значение для поисков и разведки скоплений нефти и газа / И. С. Джафаров, В. Ю. Керимов, Г. Я. Шилов. – Санкт-Петербург : Недра, 2005. – 384 с.
7. Каламкаргов Л. В. Нефтегазоносные провинции и области России и сопредельных стран / Л. В. Каламкаргов. – Москва : Нефть и газ, 2005. – 570 с.
8. Карлович И. А. Основы геологии / И. А. Карлович. – Москва : ЗАО «Геоинформмарк», 2002. – 343 с.

9. Керимов В. Ю. Поиски и разведка залежей нефти и газа в стратиграфических и литологических ловушках / В. Ю. Керимов. – Москва : Недра, 1987. – 2007 с.
10. Лутошкин Г. С. Сбор и подготовка нефти, газа и воды / Г. С. Лутошкин. – Москва : Недра, 1979. – 319 с.
11. Мандрик И. Э. Совершенствование технологии освоения и разработки месторождения им. Ю. Корчагина с трудноизвлекаемыми запасами нефти / И. Э. Мандрик, В. З. Минликаев, В. Ф. Сомов, С. В. Делия, Н. Н. Перминова, Т. М. Крист // Нефтяное хозяйство. – 2008. – № 8. – С. 52–54.
12. Муляк В. В. Гидрохимические методы анализа и контроля разработки нефтяных и газовых месторождений / В. В. Муляк, В. Д. Порошин и другие. – Москва : ГЕОС, 2007. – 397 с.
13. Мурин В. И. Технология переработки природного газа и конденсата : в 2 ч. / В. И. Мурин, Н. Н. Кисленко и другие. – Москва : ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002. – Ч. 1. – 517 с.
14. Об утверждении правил безопасности при разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений на континентальном шельфе : постановление Госгортехнадзора РФ № 58 от 05 июня 2003 г. // КонсультантПлюс. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/ops_doc_LAW_43269/, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
15. Правила безопасности при разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений на континентальном шельфе. – Утверждены постановлением Госгортехнадзора РФ от 5 июня 2003 г. № 58. – Режим доступа: <http://www.tehbez.ru/Docum/DocumShow.asp?DocumID=748>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

References

1. Burshtar M. S., Biznigaev A. D., Gasanguseynov G. G., Znamenskiy V. A., Korotkov S. T., Maksimov S. P., Pustilnikov M. R. *Geologiya neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy Severnogo Kavkaza* [Geology of oil and gas fields of the North Caucasus], Moscow, Nedra Publ., 1966. 320 p.
2. Eventov Ya. S. (ed.) *Geologiya i neftegazonosnost yugo-vostoka russkoy platformy i ee obramleniy* [Geology and petroleum potential south-east of the Russian Platform and its frames], Moscow, Nedra Publ., 1971. 248 p.
3. Gogenkov G. N. *Izucheniye detalnogo stroeniya tolshch seysmorazvedkoy* [Studying of a detailed structure of thicknesses seismic exploration], Moscow, Nedra Publ., 1987. 120 p.
4. Gurvich I. I. *Seysmicheskaya razvedka* [Seismic investigation], Moscow, Nedra Publ., 1980. 150 p.
5. Guseynov A. A. *Litologicheskie, strattigraficheskie i kombinirovannye lovushki nefiti i gaza* [The lithologic, stratigrafichesky and combined traps of oil and gas], Moscow, Nedra Publ., 1978. 135 p.
6. Dzhaifarov I. S., Kerimov V. Yu., Shilov G. Ya. *Shelf, ego izucheniye i znachenie dlya poiskov i razvedki skopleniy nefiti i gaza* [Shelf, his studying and value for searches and investigation of congestions of oil and gas], Saint Petersburg, Nedra Publ., 2005. 384 p.
7. Kalamkarov L. V. *Neftegazonosnye provintsii i oblasti Rossii i sopredelnykh stran* [Oil and gas provinces and regions of Russia and adjacent countries], Moscow, Neft i gaz Publ., 2005. 570 p.
8. Karlovich I. A. *Osnovy geologii* [Fundamentals of geology], Moscow, JSC Geoinformmark Publ., 2002. 343 p.
9. Kerimov V. Yu. *Poiski i razvedka zalezhey nefiti i gaza v stratigraficheskikh i litologicheskikh lovushkakh* [Searches and investigation of deposits of oil and gas stratigraficheskikh and lithologic traps], Moscow, Nedra Publ., 1987. 2007 p.
10. Lutoshin G. S. *Sbor i podgotovka nefiti, gaza i vody* [Oil, gas and water gathering and treatment], Moscow, Nedra Publ., 1979. 319 p.
11. Mandrik I. E., Minlikaev V. Z., Somov V. F., Deliya S. V., Perminova N. N., Krist T. M. *Sovershenstvovanie tekhnologii osvoeniya i razrabotki mestorozhdeniya im. Yu. Korchagina s trudnoizvlekaemymi zapasami nefiti* [Improving technology used for exploration and development of hard to recover Yu. Korchagina oilfield]. *Neftyanoe khozyaystvo* [Oil Industry], 2008, no. 8, pp. 52–54.
12. Mulyak V. V., Poroshin V. D., et al. *Gidrokhimicheskie metody analiza i kontrolya razrabotki neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy* [Hydrochemical methods for analysis and control of oil and gas fields development], Moscow, GEOS PUBL., 2007. 397 p.
13. Murin V. I., Kislenco N. N., et al. *Tekhnologiya pererabotki prirodnogo gaza i kondensata* [Technology for processing of natural gas and condensate], Moscow, ООО «Недра бизнестентр» Publ., 2002, part 1. 517 p.
14. Approval of safety rules in the exploration and development of oil and gas fields on the continental shelf: RF GosGorTechNadzor Resolution no. 58 on June 5, 2003. *KonsultantPlyus* [Consultant]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_43269/.
15. Safety rules for the exploration and development of oil and gas fields on the continental shelf. Approved by Decree of the RF Gosgortekhnadzor from June 5, 2003 no. 58. Available at: <http://www.tehbez.ru/Docum/DocumShow.asp?DocumID=748>.