

Увеличение концентрации кальцита согласуется с уменьшением проницаемости. Разрез вдоль трещины (рис. 4-ПВ) показывает, что на расстоянии 1 м от места инъекции наблюдается наименьшее значение проницаемости, которому соответствует максимальная концентрация кальцита. Проницаемость (K_{xx}) снизилась почти на 2 порядка от начального значения: от $1,645 \cdot 10^{-12}$ до $7,5 \cdot 10^{-14}$ м². В радиусе 3 м от места инъекции проницаемость составляет $2,5 \cdot 10^{-13}$ м², а в радиусе 5 м — $5,8 \cdot 10^{-13}$ м². Разрез по линии А-В показывает, что проницаемость горной породы уменьшается также в непосредственной близости от трещины от $1,09 \cdot 10^{-14}$ до $3,2 \cdot 10^{-15}$ м² из-за осаждения кальцита в горной породе.

Заключение

Технология МІСР является возможным путем повышения безопасности хранения CO₂, но исследования этой методики в ходе полевых экспериментов могут быть дорогими. Численное моделирование — это основной способ предсказать поведение системы. Представленное исследование сделано для оценки осаждения кальцита в натуральном масштабе. Моделирование проводилось с помощью 3D домена. По результатам моделирования показано, что проницаемость трещины может уменьшиться на порядок в радиусе 3 м и в 3 раза в радиусе 5 м от места инъекции. Максимально проницаемость снизилась на 2 порядка от начального значения. Моделирование показало хорошие результаты по снижению проницаемости трещины, что позволит избежать утечки CO₂ из хранилища, но эти результаты могут отличаться от экспериментальных измерений из-за введенных допущений. Для обеспечения точности и достоверности результатов МІСР необходимо продолжить проверку существующей модели.

Идентификация различных технологических ограничений, таких как активность бактерий, скорость реакций, позволяет контролировать процесс МІСР для его использования в геотехнической практике. Количество приложений МІСР-технологий неуклонно возрастает в последние годы, начиная от изменения механических и фильтрационных свойств горных пород до иммобилизации тяжелых металлов и углекислого газа. Проведенные экспериментальные исследования, численное моделирование обеспечили значительный прогресс в понимании и контроле процесса МІСР на объектах разного уровня — от микро до макро.

Дальнейшее развитие в этой области включает: оценку компонентов подземной экосистемы и их взаимодействия; картографирование и моделирование изменчивости структуры, состава горных пород и подземных вод, их динамики, а также бактериального разнообразия; совершенствование техники для мониторинга за процессом биоцементирования горных пород в режиме реального времени. Укрупнение задач требует обширных экспериментальных работ, тестирования гипотез благодаря присущей природным системам сложности. Экспериментальная работа должна быть дополнена строгими аналитическими решениями и численным моделированием для определения принципов управления природно-техногенной системой. Междисциплинарные исследования требуют большего взаимодействия между учеными и инженерами, формирования

междисциплинарных рабочих групп и отделов. Последнее обстоятельство определяет подходы к подготовке специалистов нового поколения, способных использовать свой опыт и знания при работе в междисциплинарной команде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cunningham A.B., Gerlach R., Spangler L. et al. Reducing the risk of well bore leakage of CO₂ using engineered biomineralization barriers // Energy Procedia. — 2011. — V. 4. — P. 5178–5185.
2. DeJong J.T., Soga K., Kavazanjian E. et al. Biogeochemical processes and geotechnical applications: progress, opportunities and challenges // Géotechnique. — 2013. — V. 63. — N 4. — P. 287–301.
3. Flemisch B., Darcis M., Erbertseder K. et al. DuMu^x: DUNE for Multi-Phase, Component, Scale Physics, Flow and Transport in Porous Media // Advances in Water Resources. — 2011. — V. 34 (9). — P. 1102–1112.
4. Hata T., Tsukamoto M., Mori H. et al. Evaluation of multiple soil improvement techniques based on microbial functions / Proc. GeoFrontiers 2011: Advances in Geotechnical Engineering. — Dallas, TX: ASCE Geotechnical Special Publication 211. — P. 3945–3955.
5. Ivanov V. Microbial geotechniques / Environmental microbiology for engineers. — Boca Raton (FL, USA): CRC Press, 2010. — P. 279–286.
6. Ivanov V., Chu J. Applications of microorganisms to geotechnical engineering for bioclogging and biocementation of soil in situ // Rev. Environ. Sci. Biotechnol. — 2008. — V. 7(2). — P. 139–153.
7. Karatas I., Kavazanjian E., Rittmann B.E. Microbially induced precipitation of calcite using pseudomonas denitrificans / 1st International Conference on Bio-Geo-Civil Engineering. — Netherlands, 2008, June 23–25. — P. 58–66.
8. Martinez B.C. Experimental and numerical upscaling of MICP for soil improvement: Doctoral dissertation. — University of California, 2012.
9. Mitchell J.K., Santamarina J.C. Biological considerations in geotechnical engineering // J. Geotech. Geoenviron. Eng. — 2005. — V. 131(10). — P. 1222–1233.
10. Van Paassen L.A., Ghose R., Van der Linden T.J.M. et al. (). Quantifying biomediated ground improvement by ureolysis: large-scale biogROUT experiment // J. Geotech. Geoenviron. Eng. 2010. — V. 136. — N 12. — P. 1721–1728.

© Шигорина Е.Г., Строкова Л.А., 2015

Шигорина Елена Геннадьевна // elenashigorina@gmail.com
Строкова Людмила Александровна // strokova@sibmail.com

УДК 550.8

**Рослов Ю.В., Воронов М.А. (ООО «Сейсмо-Шельф»),
Григоренко Ю.Н. (ФГУП «ВНИГРИ»), Аккуратов О.С.
(ФГУП ГНЦ РФ «ВНИИгеосистем»)**

ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА МЕЛКО-ВОДЬЕ И В ТРАНЗИТНОЙ ЗОНЕ

*Представлены основные элементы технологии донной сейсморазведки, реализованной российской компанией ООО «Сейсмо-Шельф», и результаты ее апробации в сложных геолого-гидрологических условиях при выполнении полевых работ 2D/4C в Печорской губе на участках «суша — море». **Ключевые слова:** российские сейсмические технологии, донная сейсморазведка.*

Roslov Yu.V., Voronov M.A. (Seismo-Shelf), Grigorenko Yu.N. (VNIGRI), Akkuratov O.S. (VNIIGeoinformsystem)

RUSSIAN SEABED SEISMIC TECHNOLOGY ADOPTED FOR SHALLOW WATER AND TRANSITION ZONES

Key elements of seabed seismic technology developed by Seismo-Shelf and results its testing in framework of 2D/4C seismic survey in the transition zone of Pechora Sea characterized with very

complicated geological and hydrological conditions are present-ed. Advantages of proposed technology application for seamless profiling of offshore and onshore geological structures are demonstrated. Key words: russian seismic technology, seabed seismic.

Российский, в первую очередь арктический континентальный шельф в настоящее время представляет собой стратегический запас углеводородного сырья Российской Федерации. Необходимость эффективного, рационального освоения природных богатств российского шельфа предъявляет особые требования к выполнению геологоразведочных работ, направленных на снижение геологических рисков на этапе поиска и подготовки месторождений к разработке. Стоимость бурения одной морской скважины составляет около 100 млн. дол., что грубо определяет величины возможных потерь в случае, если эта скважина окажется непродуктивной. В связи с этим потребность в новых высокоэффективных технологиях морской сейсморазведки велика как никогда.

Существуют два вида таких систем: с использованием приемных линий плавающего или донного типа.

В отличие от способа проведения работ с плавающими косами использование донных систем («донной сейсморазведки») обладает рядом преимуществ:

1. *Обеспечивает получение многокомпонентного сейсмического материала.* В связи с тем, что в водном слое могут распространяться только волны давления, волновое поле, регистрируемое плавающими косами, уже изначально характеризуется отсутствием записей поперечных волн, которые в ряде случаев, например, в так называемых газовых трубках, являются единственным источником информации об изучаемом объекте. При расположении четырех компонентных (три геофона и гидрофон) сейсмических датчиков на морском дне данная проблема снимается, а это, в свою очередь, дает возможность рассчитать скорости распространения поперечных волн, выявить эффекты анизотропии, получить широкий набор дополнительных динамических атрибутов, оценить фациальный состав вещества и т.д. Корректная обработка и интерпретация всего дополнительного объема сейсмической информации, несомненно, приводит к построению более достоверной геолого-геофизической модели среды и соответственно к снижению последующих геологических рисков. Расположение регистрирующей аппаратуры на морском дне также улучшает качество приема сейсмической информации, свободного от влияний волнения моря, колебаний косы и т.д.

2. *Позволяет реализовать на практике гораздо больше вариантов систем наблюдений.* Современные морские сейсмические работы 3D с плавающими косами подошли к своему технологическому пределу. В частности, реализуются схемы наблюдений с использованием до 20 кос длиной по 10 км каждая в полосе шири-

ной более 1 км, позволяющие выполнять в том числе и широко-азимутальные наблюдения, но все равно не дающие той свободы в выборе различных вариантов систем наблюдений, которая возможна при проведении донных сейсмических наблюдений.

3. *Обеспечивает возможность выполнения работ с использованием бесшовной технологии «суша — море».* Прослеживание возможного продолжения сухопутных месторождений на акваторию и наоборот предполагает наличие технологий сейсморазведки, позволяющих получить однородный сейсмический материал на суше и на море, что в полной мере отвечает возможностям донной сейсморазведки.

4. *Лучше соответствует требованиям безопасности судовождения.* Немаловажным фактором, говорящим в пользу донной сейсморазведки, являются также ограничения, налагаемые требованиями безопасности судовождения с использованием плавающих сейсмических кос в районах с наличием естественных и искусственных препятствий (узких проливов, отмелей, буровых платформ), интенсивным судоходством, рыболовством и т.п.

Донная сейсморазведка может быть реализована посредством двух типов приемо-регистрирующих систем — донных приемных кос и регистрирующих станций на судне и автономных донных станций, совмещающих в себе функции приема и регистрации. Если сравнить функциональные возможности обеих систем (табл. 1), то применение автономных донных станций выглядит предпочтительнее по всем пунктам, кроме одного — контроля качества сейсмического материала в режиме реального времени.

Современная донная сейсморазведка демонстрирует впечатляющую динамику развития. На Западе в течение последних 3–5 лет появились производители сейсмического оборудования и сервисные компании, например, FairFieldNodal, SBGS (Sea Bed Geophysical Solutions) и другие, фокусирующиеся исключительно на технологиях донной сейсморазведки. С другой стороны, оказалось, что в современном мире даже морские геофизические исследования могут становиться инструментом геополитической борьбы. Введенные в на-

Таблица 1
Сопоставление функциональных возможностей донных станций и донных кос

Характеристики	Станции	Косы
Технологические аспекты		
1.1. Возможность реализации любых систем наблюдений	+	–
1.2. Работа в условия подводной инфраструктуры	+	–
1.3. Естественные препятствия на дне	+	–
1.4. Контакт с грунтом	+	–
1.5. Позиционирование приемников на дне при сбросе	+	–
1.6. Позиционирование приемников на дне с течением времени	+	–
1.7. Скорость выполнения работ	+	–
1.8. Устойчивость к износу, поломкам	+	–
1.9. Контроль качества в режиме реального времени	–	+
Сейсмические аспекты		
2.1. Максимальные удаления	+	–
2.2. Неограниченная длина записи	+	–

стоящее время технические и географические санкции ЕС и США практически полностью закрывают возможность применения западных технологий и оборудования на российском арктическом шельфе. Эти факторы указывают на необходимость в очередной раз уделить внимание вопросам самодостаточности Российской Федерации с точки зрения развития и использования собственных передовых технологий. В особой мере это касается стратегических направлений, к которым, безусловно, относится разведка недр в пределах шельфов окружающих морей.

В России разработкой сейсмических донных станций ряд организаций занимается с 1960-х годов [3]. Автономные донные станции (в небольшом количестве) в 1990–2000-х годах выпускались под эгидой ФГУП «Севморгео», ОКБ РАН, МАГЭ. В настоящее время лидером в производстве отечественных донных станций является ООО «Сейсмо-Шельф», образованное Российской венчурной компанией в рамках государственной программы разработки и поддержки отечественных инновационных технологий.

В отличие от ФГУП «Севморгео», оперировавшего с малым числом донных станций (в среднем 50) на сети опорных геофизических профилей в Баренцевом и Карском морях, ООО «Сейсмо-Шельф» предусматривает выпуск многих сотен и тысяч многокомпонентных донных сейсмических модулей со всем необходимым периферийным оборудованием и использование их при проведении как исследований регионального уровня, так и работ на нефть и газ в модификациях сейсморазведки 2D и 3D, а также инженерных работ по обустройству промыслов и мест заложения глубоких скважин.

Технологические линии, разработанные ООО «Сейсмо-Шельф», позволяют выполнять работы на акваториях и переходных зонах «суша — море», в том числе и на сухопутных участках таких зон.

Представляются две такие разработки:

мелководный сейсмический комплекс Turtle-500 на основе автономных донных четырехкомпонентных модулей сбора сейсмических данных; шельфовый сейсмический комплекс на основе автономных донных четырехкомпонентных самовсплывающих модулей «Дина».

Мелководный сейсмический комплекс Turtle-500. Основой сейсмического комплекса Turtle-500 является автономное устройство сбора сейсмических данных, так называемый донный модуль (рис. 1). Модуль предназначен для записи 4С-сейсмических данных на глубинах моря до 500 м при проведении различных сейсморазведочных работ (МПВ, МОВ, инженерные исследования) с донной регистрацией на акваториях всех типов (моря, реки, внутренние



Рис. 1. Внешний вид снаряженного донного модуля Turtle-500

водоемы, болота), а также на прилегающей суше и для сейсмического мониторинга. Основные технические характеристики донных модулей сейсмического комплекса Turtle-500 и их сравнение с зарубежными станциями приведены в табл. 2, 3.

Набортная часть комплекса для обслуживания, перевозки и хранения донных модулей выполнена на базе стандартного морского 20-футового контейнера, вмещающего до 250 модулей и рабочие места операторов.

Шельфовый сейсмический комплекс самовсплывающих модулей «Дина». Сейсмические характеристики модулей «Дина» идентичны таковым модулей Turtle, разница заключается в техническом исполнении корпуса модуля и наличии системы самовсплытия (рис. 2).

Основным плюсом данного комплекса является быстрота и простота постановки и подъема модуля на судно, отсутствие на поверхности моря какого-либо буя, а минусом — необходимость иметь оставляемые донные балласты (масса 32 кг) по числу точек наблюдения. Комплекс «Дина» в основном применяется для работ

Таблица 2
Основные технические характеристики донных модулей сейсмического комплекса Turtle-500

Характеристика	Значение
Количество сейсмических каналов в том числе: с геофонами с гидрофоном	4 (X, Y, Z, H) 3 (GS20-DX, Oyo Geospace) 1 (Б2-М, ОАО «Элла», Зеленоград)
Рабочая глубина, м	500
Способ подъема со дна	При помощи фала
Система привязки ДМ к ПП на профиле	Ручная
Регистрируемые углы ориентации ортогональной тройки геофонов	Крен, дифферент, азимут
Диапазон частот с геофонами, Гц	10–250
Диапазон частот с гидрофоном, Гц	0–200
Чувствительность, В/м/с	25
Шаг дискретизации, мс	4; 2; 1; 0,5; 0,25
Разрядность АЦП (преобразование типа Δ - σ)	24
Эффективный уровень шумов (в зависимости от коэффициента усиления), мкВ	0,15–1,50
Динамический диапазон, дБ	120
Относительный уход часов, не более, %	$\pm 5 \cdot 10^{-9}$
Объем памяти (флеш-карта), Гб	8 (встроенная)
Источник питания, напряжение питания, В	Аккумуляторы, 9–16
Время автономной работы по питанию, сут	15
Масса на воздухе, кг	16

Таблица 3

Сравнение основных характеристик комплексов на основе донных станций для работ на шельфе и в транзитной зоне ведущих мировых производителей и российского комплекса Turtle-500

Характеристика	Донная станция (производитель)		
	Z700 (Fairfield Nodal, США)	Ocean Bottom Recorder (Geospace Technologies, США)	Turtle-500 (ООО «Сейсмо- Шельф», Россия)
Рабочая глубина, м	700	300	500
Габариты, м	Диаметр 0,432 Высота 0,152	Длина 0,521 Ширина 0,208 Высота 0,108	Диаметр 0,247 Высота 0,122
Диапазон рабочих температур, °С	-10 ÷ +60	-5 ÷ +50	-10 ÷ +50
Масса на воздухе, кг	29,5	11,3	16
Масса в воде, кг	18,1	4,4	9
Количество каналов записи	4	4	4
Время автономной работы по питанию, сут	45	30	15
Время переподготовки к работе (считывание данных, зарядка), ч	8	12	12
Динамический диапазон	120	120	120
Наличие компаса	Да	Нет	Да
Объем памяти, Гб	8-32	16	8
Шаг дискретизации, мс	2; 4	0,25; 0,5; 1; 2; 4	0,25; 0,5; 1; 2; 4
Относительный уход часов, не более, %	$\pm 3 \cdot 10^{-9}$	Нет данных	$\pm 5 \cdot 10^{-9}$



Рис. 2. Шельфовый сейсмический комплекс на основе автономных донных четырехкомпонентных самовсплывающих модулей «Дина»

при глубине моря более 100 м. Однако в ряде случаев, например, при оживленном судоходстве в районе работ, может быть целесообразным их использование и на меньших глубинах.

Контейнерный вариант хранения, транспортировки и обслуживания донных станций представляется эффективным технологическим решением, позволяющим не задействовать специализированные суда и обеспечивающим оперативную мобилизацию оборудования в любом районе.

Неотъемлемыми частями технологии донной сейсморазведки являются системы расстановки/сбора

донных модулей. Для работ на мелководье и в транзитной зоне для этих целей служат надувные моторные лодки и суда на воздушной подушке. Привязка местоположения донных станций осуществляется с использованием акустической системы позиционирования и обработки сейсмических материалов.

Основные технологические элементы сейсмических комплексов защищены 10 патентами РФ [1, 2, 4 и др.].

Проведение полевых работ. В 2014 г. ООО «Сейсмо-Шельф» было успешно завершено выполнение морских сейсморазведочных работ 2D-4C/3C в объеме 213 км по геологическому изучению недр на акватории Печорского моря с применением исключительно российских передовых технологий морской донной сей-

сморазведки. Работы выполнялись по заказу ФГУП «ВНИГРИ» при методическом сопровождении ГНЦ ФГУП «ВНИИГеосистем». Данный проект стал полномасштабной апробацией российской технологии донной сейсморазведки. В отзывах, полученных от независимых рецензентов, была отмечена уникальность выполненных полевых работ, которая заключалась в примененной отечественной инновационной технологии многокомпонентной донной сейсморазведки с использованием автономных четырехкомпонентных донных регистраторов Turtle-500 производства ООО «Сейсмо-Шельф».

Основной целью данных работ являлось непрерывное прослеживание участков «суша — море» с целью коррекции морских структурных построений и увязки их с сухопутными профилями.

В качестве источника сейсмического сигнала в данном проекте использовались пневмоизлучатели «Малыш» разработки ООО «Пульс» (г. Геленджик), так что степень локализации полевого геофизического оборудования (многокомпонентные сейсмические донные станции, пневмоисточники, компрессоры) составила практически 100 %, что делает эти работы уникальными в свете практически полного завоевания данного рынка зарубежными компаниями.

Район выполнения полевых работ (Печорская губа) отличается исключительно сложными батиметрическими и гидрогеологическими условиями. Плановые профили располагались на глубинах от 15 м до предельного мелководья и выхода на сушу (рис. 3). Гидрогеологический режим характеризовался мощным выносом водных масс р. Печорой и приливно-отливными явлениями. Технология донной сейсморазведки проявила

себя исключительно хорошо в наисложнейших условиях. Благодаря гибкости и универсальности донные модули Turtle-500 были использованы как в морской, так и в сухопутной части проекта, что позволило собрать унифицированный многокомпонентный материал и продемонстрировать высокую производительность работ. Относительно тяжелые модули обеспечивали плотный контакт с грунтом, позволяли адаптировать систему регистрации при наличии искусственных помех на линии профиля (затонувшие суда). В силу климатических условий и природоохранной политики не-

прерывный сбор однородного сейсмического материала в транзитных зонах сталкивается с большими трудностями. В ходе выполнения данного проекта удалось обеспечить выход на сушу с донным многокомпонентным оборудованием до удалений в несколько километров и собрать сейсмические материалы, которые по качеству не уступили, а по отдельным позициям и превзошли сейсмические материалы, полученные ранее в Печорской губе по зарубежным технологиям.

Результаты обработки полевых материалов. Базовое значение имело соединение данных четырех завершенных профилей 2D-4C/3C с результатами тщательной переобработки сейсмических профилей по Печорской губе прошлых лет, выполненной ФГУП «ВНИГРИ». Совместная геологическая интерпретация названных данных с предварительным уточнением шкалы опорных горизонтов и контролем переобработанных профилей более совершенными результатами донной сейсморазведки позволила оценить объем, а также морфологию и особенности структуры осадочного чехла Печорской губы вплоть до его границы с рифей-вендским основанием акватории.

Отдельно стоит отметить преимущества многокомпонентной регистрации в транзитных зонах. При сравнении результатов, полученных по стандартной однокомпонентной методике и методом PZ-суммирования (гидрофон + геофон), очевидно, что задача непрерывного прослеживания участков «суша — море» была выполнена только во втором случае (рис. 4). Обработка и комплексная интерпретация полученных материалов обеспечила информативное прослеживание целевых горизонтов на значительных глубинах, позволила увязать ранее выполненные сейсмические профили как в Печорской губе, так и на прилегающей суше, уточнить структурные построения и современную оценку углеводородного потенциала изученной площади.

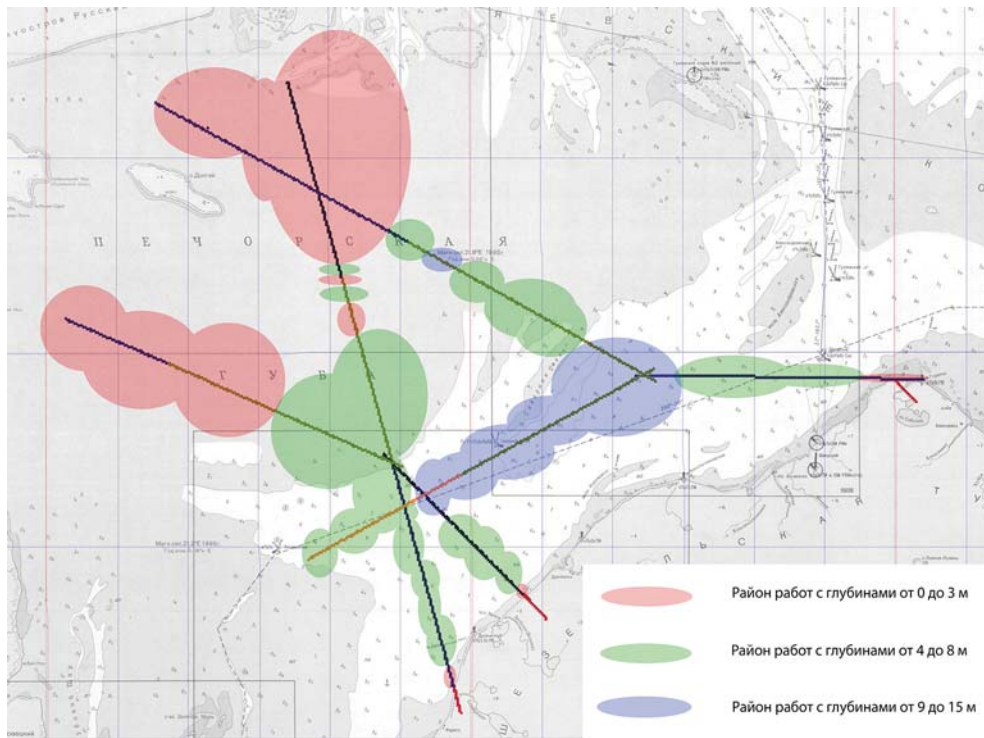


Рис. 3. Батиметрическая характеристика района работ

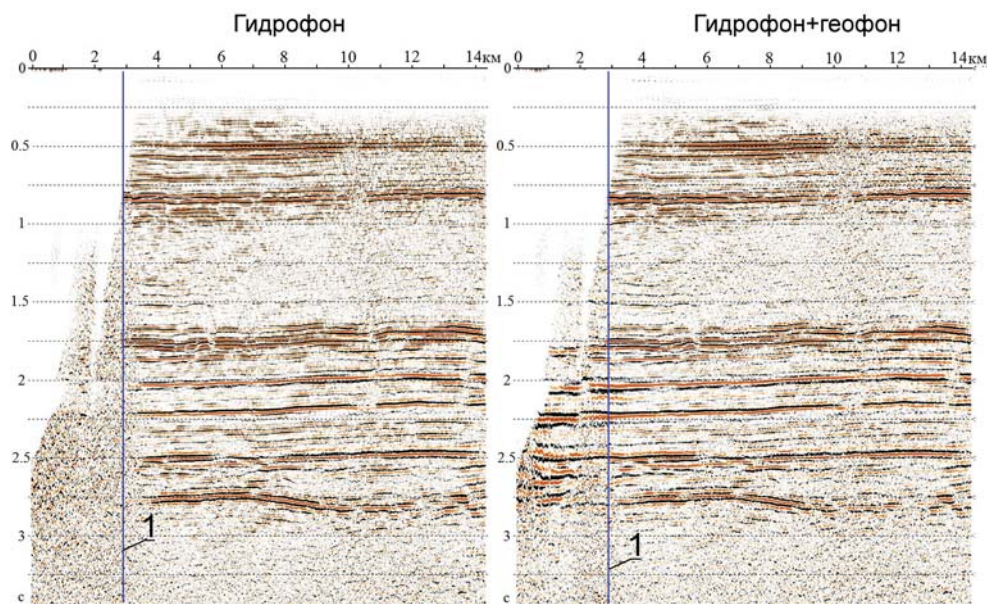


Рис. 4. Пример обработки сейсмических материалов «суша — море» по стандартной однокомпонентной методике (гидрофон) и методом PZ-суммирования (гидрофон + геофон). 1 — разрывная зона

Определяющие возможности сейсморазведки 2D-4C/3C проявились также в изучении фундамента, аномалеобразующие объекты которого представлены существенно глубже его поверхности — в средних и нижних горизонтах метаморфизованного основания разреза. В этих условиях получение устойчивой волновой картины на глубинах до 9 км обеспечивало единственную возможность изучения гипсометрии и морфологии кровли фундамента.

Оказалось также возможным более уверенно охарактеризовать систему разломов, а вместе с ней и структуру центральной части Печорской губы на ранней додевонской стадии формирования депрессии как совокупность трансферных поднятий и разделяющих грабеновых прогибов в рамках Печорского субмеридионального желоба.

Построение сейсмогеологических разрезов показало еще одно качество профилей, выполненных методом донной сейсморазведки. Сейсмозапись волнового поля как в акватории, так и на суше оказалась весьма чувствительной к аномалиям неструктурных ловушек даже в пределах относительно однородных по составу карбонатных или терригенных толщ. В итоге на четырех выполненных профилях было обнаружено значительное количество разнотипных объектов неструктурного типа.

В таких объектах в пределах Тимано-Печорской НГП по оценкам некоторых исследователей все еще может находиться до 25–30 % ее нефтегазовых ресурсов.

В заключение нельзя не упомянуть о широких возможностях методов донной сейсморазведки — МПВ и МОВ — на всех этапах и большинстве стадий геолого-разведочных работ на нефть и газ, особенно в условиях транзитной зоны, соединяющей акваторию и сушу нефтегазоносных бассейнов. Дальнейшее развитие технологии донной сейсморазведки будет направлено как на повышение производительности, снижение себестоимости полевых работ, так и на развитие эффективных методик обработки и интерпретации полученной информации, в первую очередь многокомпонентных сейсмических материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронов М.А., Тулупов А.В., Рослов Ю.В. и др. Донная станция для морской сейсморазведки: Патент на полезную модель. 10.07.2013 RU 130 091 U1, Россия.
2. Ерофеев Ю.Г., Иваненко А.Д., Воронов М.А., Рослов Ю.В. Донный модуль сейсмической станции: Патент на полезную модель. 28.07.2011 RU 00111691 U1, Россия.
3. Лавров Н.П., Рослов Ю.В., Лобковский Л.И. и др. Перспективы донной сейсморазведки в Российской Федерации // Арктика: экология и экономика. — 2011. — № 4. — С. 4–13.
4. Рослов Ю.В., Воронов М.А., Ерофеев Ю.Г. и др. Аппаратурно-программный комплекс (АПК) управления работ с сейсмическими автономными донными станциями: Патент на изобретение. 02.07.2010 RU 02441258 C1, Россия.

© Коллектив авторов, 2015

Рослов Юрий Викторович // roslov@seismoshelf.com
Воронов Михаил Аркадьевич // voronov@seismoshelf.com
Григоренко Юрий Николаевич // grigorenko@vnigri.ru
Аккуратов Олег Сергеевич // osa@geosys.ru

ОХРАНА НЕДР И ЭКОЛОГИЯ

УДК 349.6

Ибрагимов В.Б. (ИГ НАН, Азербайджан)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЯ «ОХРАНА НЕДР» ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ЗАКОНА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ «О НЕДРАХ»

*Рассматривается одно из ключевых понятий законодательства о недрах — понятие «охрана недр». Анализируются составные части этого понятия и их соотношение между собой. В порядке de lege ferenda предлагается дефиниция рассматриваемого понятия. **Ключевые слова:** понятие «охрана недр», дефиниция понятия, Закон РФ «О недрах», недропользование.*

Ibragimov V.B. (Geology Institute of Azerbaijan National Academy of Sciences)

DEFINITION OF THE CONCEPT «SUBSOIL PROTECTION» FOR THE PURPOSES OF RUSSIAN FEDERATION LAW «ON SUBSOIL»

*In the article discussed one of the key concepts of subsoil legislation — the concept «subsoil protection». Analyzed the component parts of this concept and their interrelation. In order of de lege ferenda definition of concept «subsoil protection» is proposed. **Key words:** concept «subsoil protection», definition of the concept, Russian Federation Law «On subsoil».*

Добыча полезных ископаемых и переработка минерального сырья оказывают серьезное негативное воздействие на состояние практически всех компонентов окружающей среды. Особенно наглядно это проявляется при длительной разработке месторождений углеводородов, когда из недр извлекаются большие объемы нефти, газа и сопутствующей пластовой воды, что приводит к существенному (до 50–80 % ниже уровня гидростатического давления) падению давления в резервуарах и вызывает различные деформационные процессы — такие, как снижение пористости и проницаемости пород, их дополнительное уплотнение. Указанные факторы резко ухудшают экологическую ситуацию на промысловых территориях, что находит свое отражение в проседаниях грунта, подтоплении соответствующих участков земли, возникновении техногенной («индуцированной» или «наведенной») сейсмичности и т.д. [2].

При этом часть добытой из недр нефти теряется (по различным причинам: из-за несовершенства применяемых технологий, разгерметизации скважин, аварий на трубопроводах и т.д.) и попадает в почву, загрязняя значительные территории. Например, при освоении нефтяных месторождений Западной Сибири уже потеряно около 12,5 % (или 6 млн. га) оленьих пастбищ, замазучено около 30 тыс. га лесов, а концентрация угле-