

ТЕХНОЛОГИЯ ОСВОЕНИЯ МОРСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

ГЕОТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС МОРСКИХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ

Серебрякова Валентина Ивановна

старший преподаватель

Астраханский инженерно-строительный институт
414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 18
E-mail: geotecnika@ausu.ru

Серебряков Олег Иванович

доктор геолого-минералогических наук, профессор, старший научный сотрудник

Астраханский инженерно-строительный институт
414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 18
E-mail: geotecnika@ausu.ru

Серебрякова Оксана Андреевна, старший преподаватель

Астраханский государственный университет
414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1
E-mail: geologi2007@yandex.ru

На морских акваториях геологические изыскания требуются на всех этапах изучения и освоения морских нефтегазовых ресурсов. На начальном этапе, при геолого-поисковых работах, морские исследования необходимы для обоснования безопасного функционирования плавучих (ПБУ) и стационарных буровых установок (СБУ) и морских судов, используемых при изучении природных ресурсов морей и океанов, а также для оценки перспектив нефтегазоносности морских площадей. В период разведки выявленных месторождений морские исследования выполняются для изучения строения геологического строения месторождений нефти и газа, оценки запасов и качества сырья, проектирования эксплуатационных сооружений, внутрипромысловых трубопроводов и коммуникаций, предназначенных для транспортировки добытой продукции на береговые приемные пункты и морские погрузочные терминалы. В эксплуатационный период осуществляется строительство ПБУ и СБУ и эксплуатационных скважин, добыча нефти и газа и их морская транспортировка, мониторинг эксплуатации и состояния геологотехнических сооружений, трубопроводов и коммуникаций. Задачи, методы и последовательность геологоразведочных морских работ определяются нормативно-техническими документами нефтегазовых компаний и должны быть последовательными для разных этапов изысканий, изменяются лишь площади изысканий и соотношение объемов работ. Прежде всего, выполняется изучение глубин моря и строения поверхности дна на участках размещения геолого-технических сооружений и по трассам трубопроводов, осуществляются пилотные и инженерно-геологические изыскания, исследования состав и свойств осадочных пород на площадях морских работ ПБУ и СБУ.

Ключевые слова: геотехнология, акватория, геология, геодезия, гидроэхолот, гидромагнитная съемка

GEOTECHNICAL COMPLEX OF SEA GEOLOGICAL WORKS

Serebryakova Valentina I.

Senior Lecturer

Astrakhan State University

1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation

E-mail: geotehnika@aucu.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

Serebryakova Oksana A.

Senior Lecturer

Astrakhan State University

1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation

E-mail: geologi2007@yandex.ru

On sea water areas geological researches are required at all stages of studying and development of marine oil and gas resources. At the initial stage, during the geological and search works, sea researches are necessary for justification of safe functioning of the floating (PBU) and the stationary drilling rigs (SDR) and sea vessels used when studying natural resources of the seas and oceans, and also for an assessment of prospects of oil and gas content of the sea areas. During investigation of the revealed fields sea researches are carried out for studying of a structure of a geological structure of oil fields and gas, an assessment of stocks and quality of raw materials, design of the operational constructions, intra-field pipelines and communications intended for transportation of the got production on coastal places of acceptance and sea loading terminals. During the operational period construction of PBU and SBU and operational wells, oil and gas production and their sea transportation, monitoring of operation and a condition of geological technical constructions, pipelines and communications is carried out. Tasks, methods and sequence of prospecting sea works is defined by normative and technical documents of the oil and gas companies and have to be consecutive for different stages of researches, only an areas of researches and a ratio of amounts of works change. First of all, studying of depths of the sea and a structure of a surface of a bottom on sites of placement of geological and technical constructions and on routes of pipelines is carried out, pilot and engineering-geological researches, researches structure and properties of sedimentary breeds on squares of sea works of PBU and SBU are carried out.

Keywords: geotechnology, water area, geology, geodesy, hydrosonic depth finder, hydromagnetic shooting

Морские геологические работы направлены на выявление особенностей геологического строения толщи осадочных пород, выявление и локализацию «геологических опасностей» и компонентов геологической среды, опасных для буровых установок и проходки поисково-разведочных и эксплуатационных скважин, добычи и транспортировки нефти и газа, выявление скоплений сво-

бодного газа («газовых карманов») в донных отложениях, залежей «слабых» пород и погребенных речных врезов, зон тектонических нарушений и др. Гидроакустическими работами более детально освещается верхняя часть геологического разреза до 500 м, а сейсморазведочными работами высокого разрешения исследуется строение осадочной толщи разреза на глубины более 1000 м.

Геологические исследования и геофизические работы обеспечивают выбор или корректировку мест постановки разведочных и эксплуатационных буровых установок и размещение гидротехнических сооружений. Они выполняются на намеченных морских площадях и морских месторождениях с опережением, в первоочередном порядке (пилотные работы).

Объемы и состав геологических работ, выполнение геофизических исследований должны определяться стадией морских работ, типом используемых буровых установок и особенностями эксплуатации морских геолого-технических сооружений. Комплекс морских работ должен обеспечить выяснение особенностей строения донного основания, состава и физико-механических свойств осадочных пород в номенклатуре и объемах, требуемых для геологотехнических расчетов по оценке условий проведения разведочных работ и постановки эксплуатационных буровых установок (СБУ или ПБУ), эксплуатации и строительства геолого-технических сооружений и коммуникаций.

Продолжительность отдельных этапов и видов морских геологических работ зависит от объемов запланированных работ, продолжительности благоприятных для работ погодных условий, изменяющихся по сезонам года, удаленности участков морских работ от портов базирования судов и технического оборудования.

Методы геодезического обеспечения морских геологических работ

Выполнение морских геологических работ отличается от проведения работ на суше отсутствием в акватории геодезических пунктов привязки (рис. 1), неконтролируемыми глубинами моря, резко меняющимися на незначительном расстоянии и особенностями проведения водной среды (штормы, волны, подводные течения, морская солевая коррозия, повышенная солнечная радиация и т.д.) и др.

Навигационно-геодезическое обеспечение морских работ должно осуществляться со следующими требуемыми точностными параметрами:

- вынос в натуру геологических и геофизических профилей, станций пробоотбора, нефти, газа и пластовых вод, пород ± 15 м;
- вынос проекта в натуру геологических и эксплуатационных установок (СБУ, ПБУ), геологических скважин ± 5 м;
- средне-квадратическая погрешность определения фактического планового положения точек на проектных профилях наблюдений при движении судна ± 5 м;
- средне-квадратическая погрешность определения фактического положения геологических скважин и эксплуатационных установок (СБУ, ПБУ).

Для привязки точек геофизических и геотехнических изысканий должны использоваться спутниковые морские навигационные системы ГЛОНАС или GPS, состоящие из бортовых комплексов и базовой станции.

Дифференциальный режим определения координат через спутниковую базовую станцию позволяет осуществлять в режиме реального времени работы экспедиционного судна высокоточную привязку геологических и геофизических устройств, буксируемых или размещенных на борту судна, а также буровых установок и скважин.

обоснование космической геодезической системы позиционирования;
эхолотирование моря;
гидролокационное обследование моря;
гидромагнитная съемка;
изучение глубин моря;
исследования рельефа дна;
выявление геологических или технических объектов на дне моря, неблагоприятных либо опасных для геолого-технических сооружений (крутых склонов и уступов в рельефе дна, затонувших объектов);
детальные геофизические изыскания;
сейсмоакустическое профилирование;
статическое и динамическое зондирование пород;
сейсморазведочные работы высокого разрешения;
обоснование направлений и объемов геологотехнических работ на перспективных площадях;
бурение и опробование поисковых геологических скважин;
бурение и геолого-промысловые исследования разведочных скважин;
испытания продуктивных горизонтов;
опробование осадочных и донных пород на разную глубину геологического разреза;
лабораторные исследования состав и свойств нефти, газа, пластовых вод и пород на борту судна или буровой установки и в береговых лабораториях;
строительство стационарных (СБУ) или плавучих буровых установок (ПБУ);
бурение эксплуатационных скважин, добыча и транспортировка нефти и газа;
мониторинг морских геологических работ при освоении морских природных ресурсов.

Рис. 1. Рекомендуемый рациональный комплекс морских исследований для освоения природных ресурсов нефти и газа

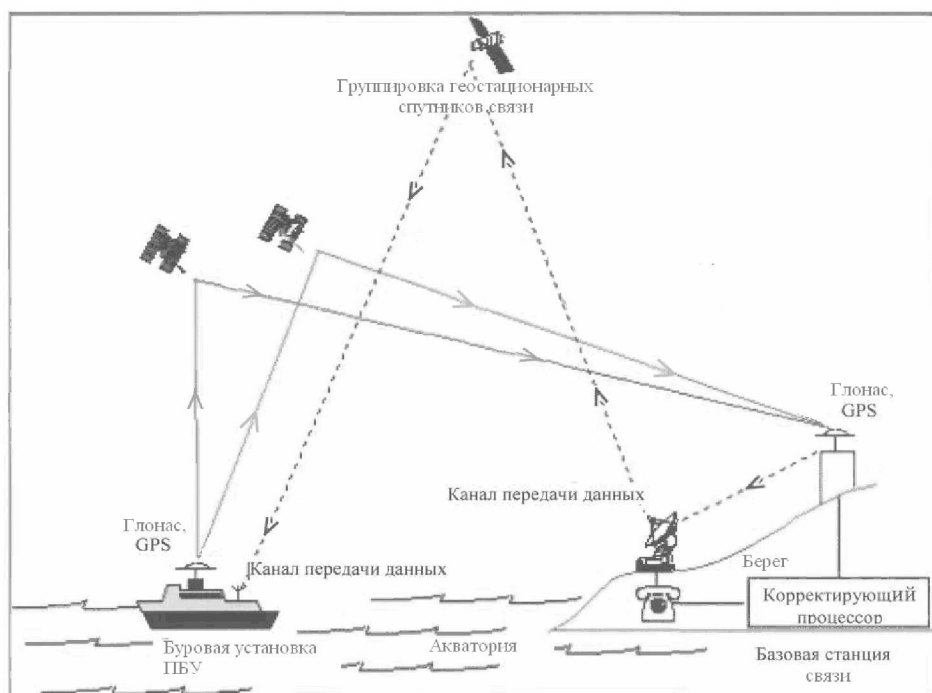


Рис. 2. Система навигационного геодезического обеспечения морских геологических работ

Методы гидроэхолотных работ

Эхолотные исследования наряду с гидролокационным обследованием дна и гидромагнитной съемкой являются первым этапом геологического исследования акватории на площади проектируемых геологоразведочных и эксплуатационных работ (рис. 3).



Рис. 3. Система размещения эхолотных и магнитометрических

Задача комплекса гидроэхолотных работ – измерение глубин моря и картирование градиентов рельефа морского дна на площади с центром, соответствующим точке планируемого заложения разведочной или эксплуатационной скважины (рис. 4).

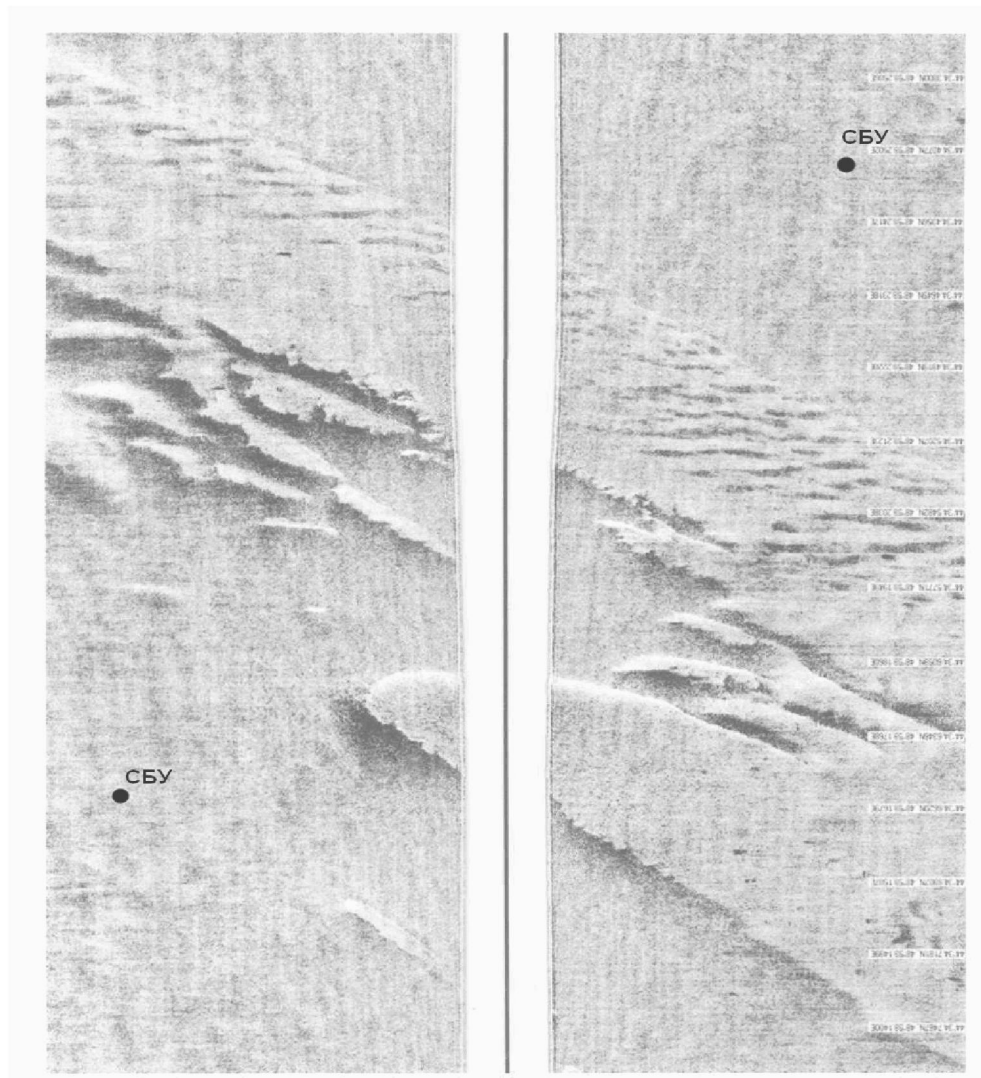


Рис. 4. Карта рельефа морского дна по материалам гидроэхолотирования:
● – проектная точка СБУ

В состав морских эхолотных работ промер входят следующие виды изысканий:

- эхолотирование двухлучевым эхолотом с компенсатором качки;
- определение колебания уровня моря в районе работ и на проектный период работ;
- определение скорости звука на вертикальном профиле водной толщи;
- построение батиметрических карт и разрезов.

Гидро-эхолотирование выполняется по проектной сети профилей и обеспечивается высокоточной геодезической привязкой ГЛОНАСС и DGPS. Периодичность измерений не менее 5–7 суток, в т.ч. в начале и в конце работы на

каждом объекте, а также после штормов или сгонно-нагонных явлений, связанных с ними. В районе работ устанавливается водомерный пост открытого моря. Данные стационарных береговых водомерных постов используются дополнительно для абсолютной привязки результатов батиметрической съемки.

Эхолот промерный цифровой предназначен для геологической съемки акваторий с глубинами от 0,2 до 600 м. Состоит из компьютеризированного регистратора с монитором для визуализации эхолотограммы и установки режимов регистрации, измерителя скорости звука в воде, компенсатора волнения моря, принтера и программного обеспечения.

В зоне проведения работ устанавливается притопленный буй с гидрографическим грузом. Гидростатический датчик уровня закрепляется на грузе и опускается на дно. Информация от придонного буя передается на блок сбора данных на плавающем судне ПБУ.

Поступление информации и сбор данных, а также обработка материалов эхолотирования ведется на бортовом обрабатывающем комплексе на основе компьютера Pentium IV.

В исходные данные вносятся поправки на заглубление (офсет) трансдюсера, на скорость звука в воде и колебания уровня моря. После уравнивания полигональных данных результаты промера представляются в форме карты глубин, приведенных к уровню Балтийской системы высот (рис. 5).

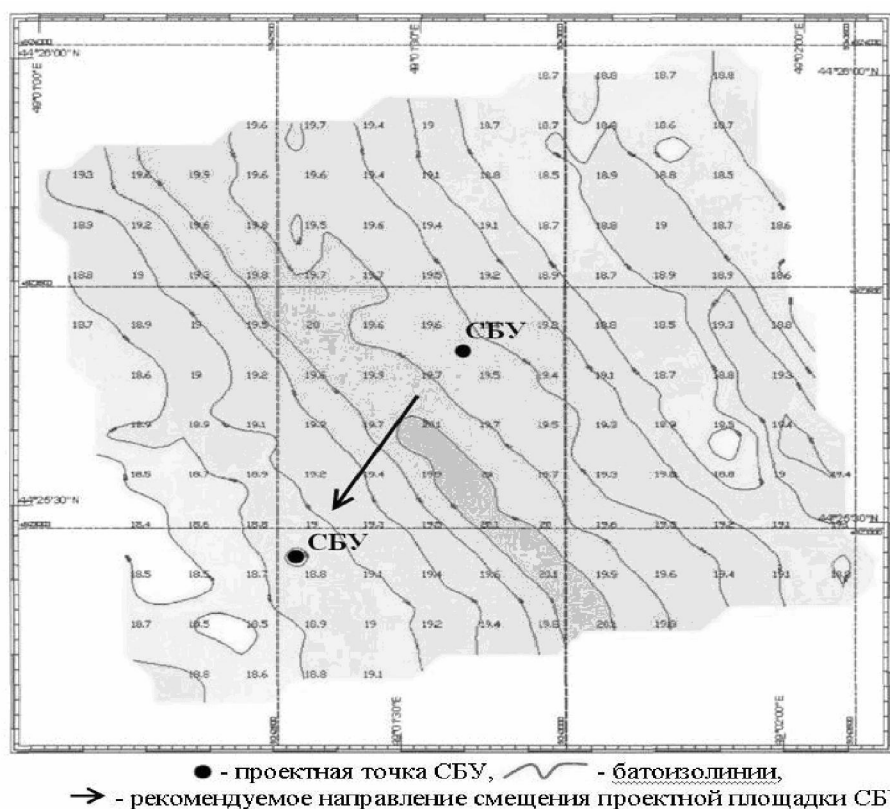


Рис. 5. Карта глубин моря для проекта постановки СБУ и ПБУ

Компенсатор качки обеспечивает автоматический ввод поправок измеряемой эхолотом глубины моря, компенсирующих влияние качки судна.

Методы гидролокационного обследования дна морей

Гидролокационное обследование моря выполняется с целью исследования строения поверхности осадочных пород и картирования на сонограмме препятствий на морском дне. Обследование выполняется цифровым буксируемым гидролокатором бокового обзора. Передача данных от локатора осуществляется по кабельной телеметрической линии связи на борт экспедиционного судна, где происходит регистрация сонограммы на магнито-оптический диск и визуализация на мониторе в режиме реального времени (рис. 6).

На сонограмме (рис. 6) освещены формы рельефа морского дна. На левой сонограмме видны следы 3-х опор СБУ (1,2,3). По геологическим причинам строения донных отложений СБУ смещена в точку с более устойчивыми породами в направлении стрелки примерно на 115 м. В нижней части сонограммы отчетливо видно устье скважины У со следами разлива бурового раствора.

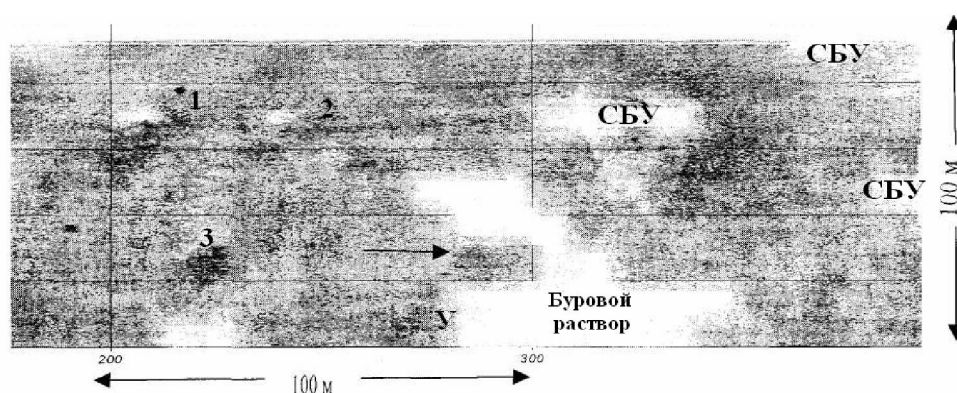


Рис. 6. Сонограмма морского дна

В дальнейшей обработке осуществляется построение гидролокационного плана площади исследования (рис. 7).

На плане отражены характерные мозаичные микроформы рельефа дна с простираением с юго-востока на северо-запад.

Методы гидромагнитной съемки

Гидромагнитная съемка выполняется для обнаружения и нанесения на карту техногенных металлосодержащих объектов, расположенных на морском дне или в придонной части донного массива. Объектами картирования являются металлосодержащие предметы или оборудование, включая металлические обломки, отдельные судовые механизмы и изделия, трубопроводы, буровой инструмент, элементы военной техники, боезапасы, электрические кабельные линии под напряжением и т.д. Гидромагнитная съемка выполняется морским высокоточным цезиевым магнитометром.

Магнитометр буксируется на удалении от кормы судна не менее 2–2,5 длины корпуса экспедиционного судна. Таким образом, исключается влияние магнитного поля судна на измеряемые параметры. В условиях мелководья магнитометр буксируется с применением немагнитного поплавка, который устанавливается вблизи от буксируемой гондолы (рис. 8).

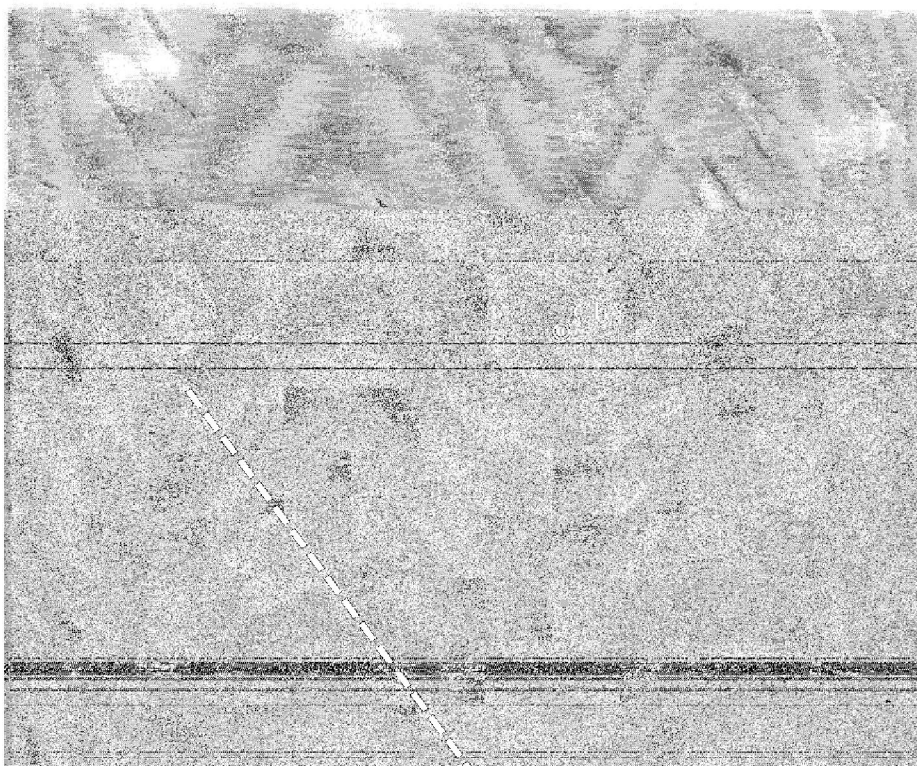


Рис. 7. Гидролокационная карта морского дна:
— — — — — тектонический разлом, ● — точка постановки СБУ

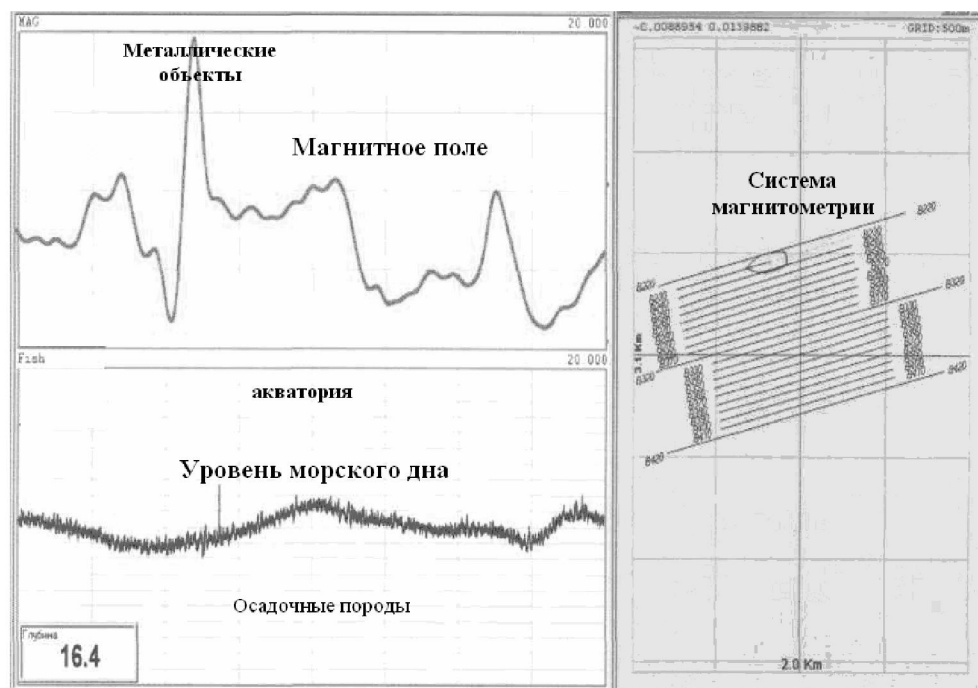


Рис. 8. Пример визуализации гидромагнитной съемки

В верхней рисунка 8 отображена информация об измеренном магнитном поле, в нижней части – глубина акватории в метрах. В правой части показана навигационная ситуация в процессе выполнения съемки. Обработка данных гидромагнитной съемки приводится на карте (рис. 9).

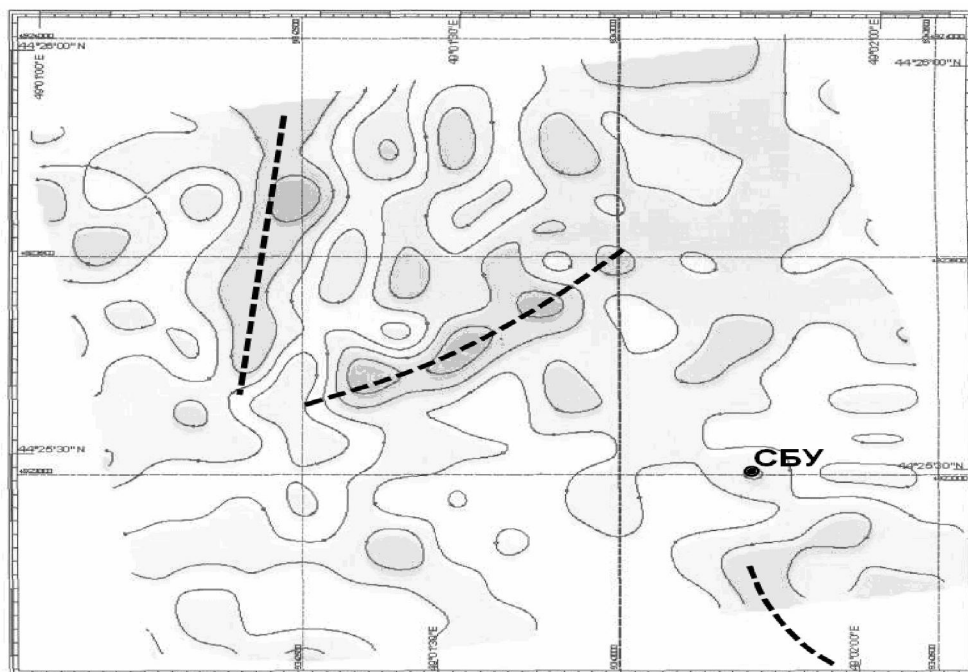


Рис. 9. Карта аномалий магнитного поля:
 - - - - - тектонические нарушения, ● – проектная точка СБУ

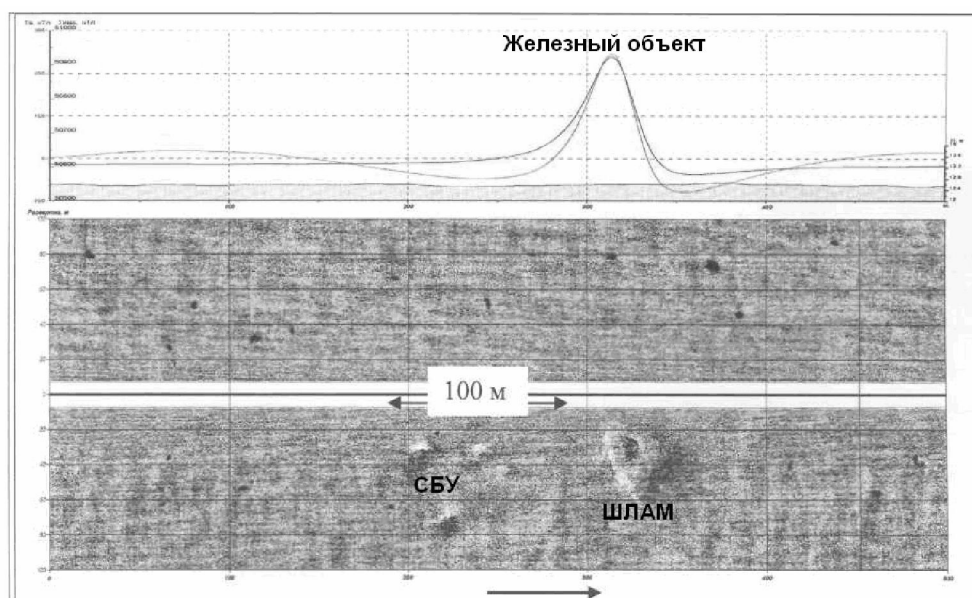


Рис. 10. Выявление железосодержащего объекта

Карты магнитной высокочастотной составляющей отражают локальный аномальный фон магнитного поля, обусловленный направлениями линий тектонических нарушений (рис. 9).

На рисунке 10 график магнитного поля (в верхней части рисунка) и эхолотограмма совмещены с сонограммой (цифровой гидролокатор). На нижней графике в центральной части сонограммы видны следы постановки трех опор СБУ. Платформа была сдвинута в направлении стрелки до 115 м на участок с более консолидированными породами. На новом участке постановки платформы отчетливо видно устье скважины со следами излива бурового раствора (шлама).

На новом участке выделяется магнитная аномалия, совпадающая с местоположением устья буровой скважины. Аномалия связана с присутствием в придонной части осадочных пород железосодержащей массы около 1 тонны в виде фрагмента буровой колонны в вертикальном положении, не возвышающегося над дном.

Список литературы

1. Багринцева К. И. Атлас карбонатных коллекторов месторождений нефти и газа Восточно-Европейской и Сибирской платформ / К. И. Багринцева, А. Н. Дмитриевский, Р. А. Бочко. – Москва : Недра, 2003. – 264 с.
2. Баженова О. К. Геология и геохимия нефти и газа / О. К. Баженова, Ю. К. Бурлин, Б. И. Соколов, В. Е. Хаин. – Москва : Московский Государственный университет имени М. В. Ломоносова, 2014. – 415 с.
3. Белоусов В. В. Основы геотектоники / В. В. Белоусов. – Москва : Недра, 1975. – 264 с.
4. Бондарев В. П. Геология / В. П. Бондарев. – Москва : Форум – Инфа-М, 2002. – 224 с.
5. Воронин Н. И. Перспективы нефтегазоносности региональных зон выклинивания и стратиграфического несогласия Калмыцко-Астраханского Прикаспия / Н. И. Воронин // Нефтегазовая геология и геофизика. – 1976. – № 2. – С. 4–6.
6. Гаврилов В. П. Общая и историческая геология / В. П. Гаврилов. – Москва : Недра, 1989. – 432 с.
7. Геологический словарь. – Москва : Недра, 2004. – 342 с.
8. Глумов И. Ф. Региональная геология и нефтегазоносность Каспийского моря / И. Ф. Глумов, Я. П. Маловицкий, А. А. Новиков и другие. – Москва : Недра, 2004. – 342 с.
9. Гогенков Г. Н. Изучение детального строения толщ сейсморазведкой / Г. Н. Гогенков. – Москва : Недра, 1987. – 120 с.
10. Гурвич И. И. Сейсмическая разведка / И. И. Гурвич. – Москва : Недра, 1980. – 150 с.
11. Гусейнов А. А. Литологические, стратиграфические и комбинированные ловушки нефти и газа / А. А. Гусейнов. – Москва : Недра, 1978. – 135 с.
12. 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.
13. Каламкарров Л. В. Нефтегазоносные провинции и области России и сопредельных стран / Л. В. Каламкарров. – Москва : Нефть и газ, 2005. – 570 с.
14. Карлович И. А. Основы геологии. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2002. – 343 с.
15. Керимов В. Ю. Поиски и разведка залежей нефти и газа в стратиграфических и литологических ловушках / В. Ю. Керимов. – Москва : Недра, 1987. – 2007 с.

References

1. Bagrintseva K. I., Dmitrievskiy A. N., Bochko R. A. *Atlas karbonatnykh kollektorov mestorozhdeniy nefiti i gaza Vostochno-Yevropeyskoy i Sibirskoy platformy* [Atlas of carbonate collectors of oil fields and gas of the East European and Siberian platforms], Moscow, Nedra Publ., 2003. 264 p.
2. Bazhenova O. K., Burlin Yu. K., Sokolov B. I., Khain V. Ye. *Geologiya i geokhimiya nefiti i gaza* [Geology and geochemistry of oil and gas], Moscow, Lomonosov Moscow State University Publ. House, 2014. 415 p.
3. Belousov V. V. *Osnovy geotekhniki* [Fundamentals of geotectonics], Moscow, Nedra Publ., 1975. 264 p.

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. *Geologicheskii 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. *Izuchenie detalnogo 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 izuchenie 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.

ГЕОТЕХНОЛОГИИ СЕРООЧИСТКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА НА МОРСКИХ ПЛАТФОРМАХ

Андреев Сергей Михайлович
главный специалист

Филиал ООО «ВолгоградНИПИморнефть» «ЛУКОЙЛ-ИНЖИНИРИНГ»
400078, Российская Федерация, г. Волгоград, пр. Ленина, 96

Глебова Любовь Владимировна
кандидат геолого-минералогических наук, доцент

Астраханский государственный технический университет
414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16
E-mail: lvglebova@mail.ru

Шумовский Дмитрий Юрьевич
магистрант

Астраханский государственный технический университет
414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16
E-mail: shumovskiyd@gmail.com