

МОРСКИЕ ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Серебрякова Оксана Андреевна, старший преподаватель

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

Семисотова Ольга Сергеевна, ведущий инженер

Филиал ООО "ВолгоградНИПИморнефть" "ЛУКОЙЛ-ИНЖИНИРИНГ"
414014, Российская Федерация, г. Астрахань, пр-т Губернатора Анатолия
Гужвина, 12
E-mail: OSemisotova@lukoilvmn.ru

Технологии и технические средства для проведения морских геотехнических изысканий применяются с целью получения информации о составе и физико-механических свойствах осадочных пород для оценки их несущей способности и деформируемости донного основания, а также для оперативной оценки перспектив природного сырья, разведки и эксплуатации месторождений нефти и газа. Буровые суда и установки используются для морских геологотехнических изысканий, в том числе для бурения и опробования морских геологических скважин, промысловых исследований в разведочных скважинах, опробования осадочных пород, лабораторных исследований на борту судна и в стационарных лабораториях. При необходимости проводится бурение пилотных скважин. Морские стационарные буровые установки СБУ строятся для длительной эксплуатации месторождения. Прибрежно-мелководные и лиманно-плавневые зоны морей и океанов являются технологически недоступными для проведения геолого-поисковых, разведочных и сейсморазведочных работ. В последнее время разработаны технологические и технические установки для изучения геологического строения и перспектив нефтегазоносности этих зон.

Ключевые слова: геотехнология, морская акватория, буровые суда, опробование, скважина

MARINE GEOTECHNICAL WORKS

Serebryakova Oksana A.

Senior Lecturer
Astrakhan State University
1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation
E-mail: geologi2007@yandex.ru

Semisotova Olga S.

Chief Engineer
Branch of "LUKOIL-INZhINIRING" "VolgogradNIPImorneft"
12 Gubernator Anatoliy Guzhvin ave., Astrakhan, 414014, Russian Federation
E-mail: OSemisotova@lukoilvmn.ru

Technologies and technical means for carrying out marine geotechnical surveys are used to obtain information on the composition and physico-mechanical properties of sedimentary rocks to evaluate their bearing capacity and deformability of the bottom of the base, and for rapid assessment of the prospects for natural resources, exploration and exploitation of oil and gas. Drilling vessel and plants are used for marine geological-technical investigations, including drilling and sampling of marine geological boreholes,

field research in the exploration wells, sampling of sedimentary rocks, laboratory research on-Board and stationary laboratories. If you want to hold the drilling of pilot wells. For long life of a field is under construction fixed offshore drilling units of the SBU. Coastal-shallow and Firth-Firth area of the seas and oceans are technologically unavailable to conduct geological prospecting, exploration and seismic work. Recently developed technological and technical facilities to study the geological structure and hydrocarbon potential of these areas.

Keywords: geotechnology, marine water areas, drill ships, testing, well

Для выполнения геолого-поисковых и геофизических исследований на глубинах до 100 м можно использовать геолого-поисковые суда типа ГС 301, на которые устанавливается необходимое для проведения работ оборудование (рис. 1, 2). Для разведочных и эксплуатационных работ на больших глубинах – океанские плавучие буровые установки ПБУ для глубин морских работ до 3–5 тыс. м (рис. 3).



Рис. 1. Геолого-поисковая установка для прибрежно-мелководных и плавневых условий

Буровое и технологическое оборудование ПБУ должны обеспечивать (рис. 4):

- проходку разведочных и эксплуатационных скважин вращательным или иным способом с промывкой;
- опробование осадочных пород и перспективных геологических объектов в скважине;
- промысловые испытания продуктивных горизонтов в соответствии с ГТН;
- определение состава и свойств нефти, газа и пластовых вод, а также осадочных пород.

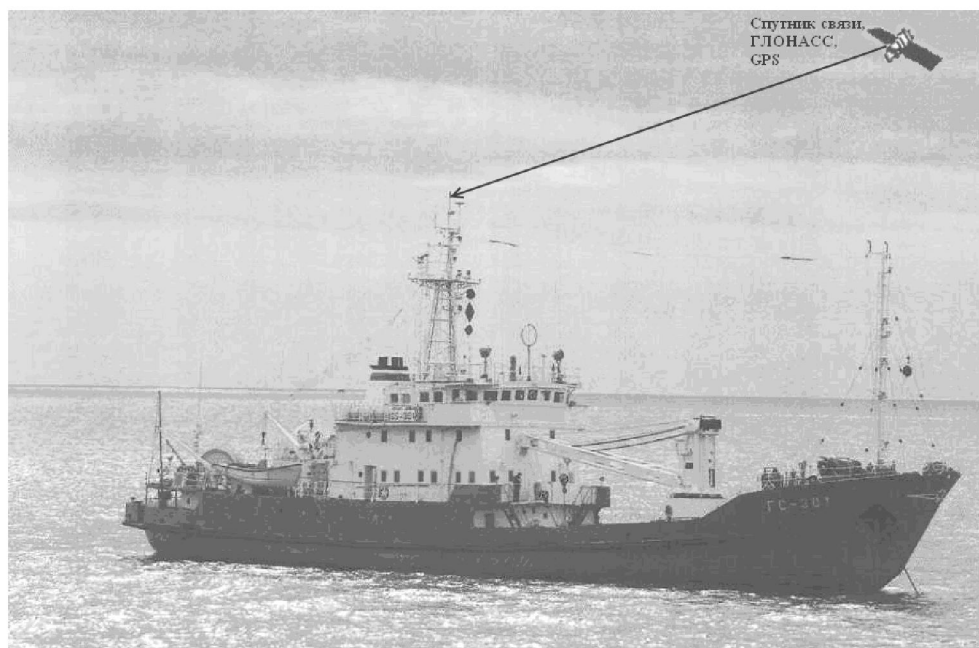


Рис. 2. Геолого-поисковое судно типа ГПС



Рис. 3. Плавучая океанская буровая установка ПБУ для разведочного и эксплуатационного бурения с системой динамического позиционирования

Буровые насосы ПБУ обеспечивают очистку забоя и ствола морской скважины от шлама. Для промывочной жидкости используется заборная морская вода.

Водоотделительная колонна и обсадные колонны содержат патрубки для выбора длины компоновки колонны в зависимости от глубины моря с целью спуска донной рамы на поверхность дна. Для того, чтобы перекрыть исследованный интервал неустойчивых горизонтов осадочных пород в процессе поинтервальной проходки скважины, опробования и геофизических или геолого-промысловых исследований.

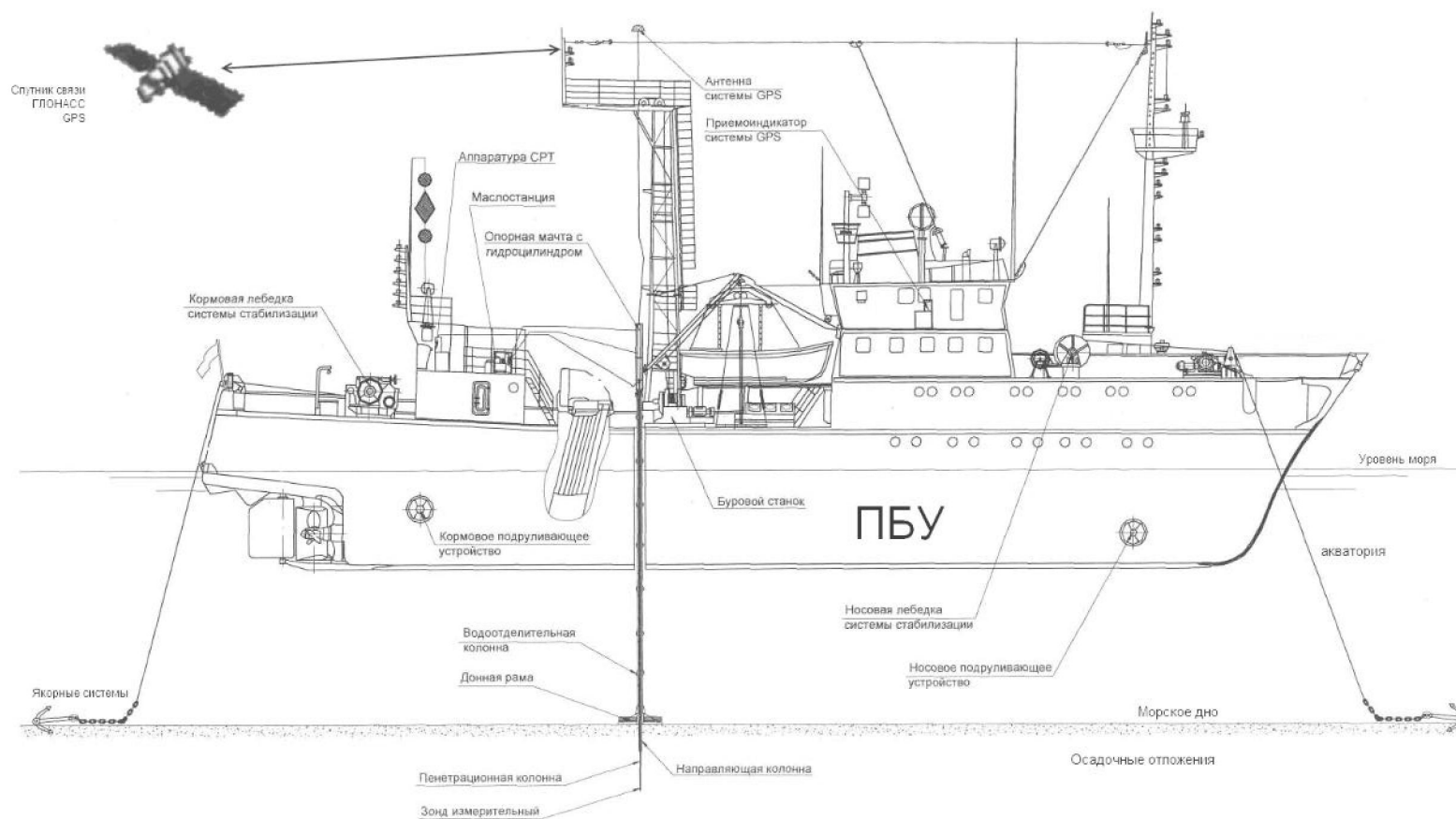


Рис. 4. Оборудование плавучей буровой установки ПБУ для геологоразведочных работ

Направляющая колонна имеет патрубки для выбора длины компоновок при перекрытии исследованного интервала скважины и сохранения устойчивости пенетрационной колонны при вдавливании прибор в породу. Бурильная колонна включает трубы для подбора длины проходки и для поинтервального опробования скважины. Пенетрационная колонна состоит из штанг равной длины с возможностью наращивания колонны в процессе проведения статического исследования пород.

Компоновки колонн служат технологической связью донного и палубного устья скважины с целью обеспечения многократных спусков скважинного инструмента, сохранения продольной устойчивости обсадных и бурильных колонн, а также создания замкнутой циркуляции системы промывочной жидкости без выброса шлама на поверхность дна и в морские воды (рис. 5). ПБУ имеет четыре якорные системы, позволяющие судну закрепиться самостоятельно в открытом море. Судно оснащено полной якорной системой, включая якорные лебедки, якорные тросы, направляющие блоки, клюзы.

Для изучения состава и свойств нефти, газа и пластовых вод, осадочных пород, служащих опорой для оснований стационарных буровых установок СБУ или являющихся коллекторами для размещения нефти и газа продуктивных залежей, а также выделения флюидоупоров покрышки и подошвы нефтегазоносных горизонтов осуществляются различные методы отбора проб пробоотборниками разных модификаций.

Для изучения керна пород пробоотборники выполняются в виде одинарных колонковых труб и содержат переходники с муфтой замка, клапаны обратные, кернорватели и башмаки. Вдавливаемый способ опробования пород выполняется с помощью гидроцилиндра опорной мачты ПБУ, установленного в опорном патрубке сверху водоотделительной колонны (рис. 4).

Гидроударный способ опробования пород выполняется на забое скважины с использованием гидроударника путём погружения одинарной или двойной колонковой трубы.

Ударный способ опробования пород производится в компоновке с ударной бабой и наковальней, установленной на верхнем торце бурильной колонны. Ударный режим обеспечивается с помощью штатной буровой лебёдки при многократном нанесении ударов ударной бабой по наковальне бурильной колонны.

Ударно-забивной способ реализуется с использованием ударно-забивного устройства ПБУ, содержащего молот, наковальню и раздвижной механизм с ходом не менее 1,5 м. К наковальне присоединяется грунтонос. Спуск в скважину снаряда производится с использованием тросовой лебедки.

После фиксации снаряда на забое скважины выполняется серия ударов с одновременным отсчетом их количества и величины углубления. Для опробования пород вдавливаемым способом в скважине производится спуск донной рамы с водоотделительной колонной. Опорный патрубок с прорезями для фиксирующих вилок крепится на верхнем торце водоотделительной колонны (выше уровня палубы). Через опорный патрубок с водоотделительной колонной выполняется спуск обсадной колонны до расчётной отметки забоя с посадкой колонны на фиксирующую вилку в опорном патрубке. Через обсадную колонну производится спуск вдавливаемого грунтоноса с бурильной колонной до расчётной отметки с непрерывным инструментальным контролем глубины спуска грунтоноса. На опорном патрубке монтируется опорная мачта с гидроцилиндром. При помощи гидросистемы маслостанции с гидроцилиндром обеспечивается вдавливание грунтоноса на заданный интервал с непрерывным инструментальным контролем глубины вдавливания. Для опро-

бования гидроударным способом в скважину производится спуск донной рамы с водоотделительной колонной. На верхнем торце водоотделительной колонны (выше уровня палубы) крепится опорный патрубок с прорезями для фиксирующих вилок. Через опорный патрубок с водоотделительной колонной выполняется спуск обсадной колонны до расчётной отметки забоя с посадкой колонны на фиксирующую вилку в опорном патрубке. Через обсадную колонну производится спуск гидроударного бурового снаряда на бурильной колонне до расчётной отметки с непрерывным инструментальным контролем глубины спуска. Подачей промывочной жидкости вначале обеспечивается проходка скважины в режиме размыва и очистки шлама нижнего интервала. При этом жидкость в гидроударнике направляется через нижний пусковой узел и керноприёмную трубу на забой. Подачей жидкости на втором этапе производится опробование заданного интервала. При этом после переключения верхнего пускового узла промывочная жидкость направляется по межтрубному зазору в затрубное пространство скважины.

Опробование пород ударным способом в скважине производится спуском донной рамы с водоотделительной колонной (рис. 5). На верхнем торце водоотделительной колонны (выше уровня палубы) крепится опорный патрубок с прорезями для фиксирующих вилок.

Испытания пород ударно-забивным способом осуществляются, в основном, песчаных разрезов. При помощи лебёдки производится серия ударов ударно-забивного устройства с непрерывным инструментальным контролем величины углубления. Для отбора проб осадочных пород используется электровибрационный пробоотборник ВП-4.

Для отбора проб пластовой нефти, газа или воды в открытом стволе или в обсадной колонне используются пробоотборники для флюидов «нормального» состава типа ПД-4 различных модификаций. Для отбора проб с агрессивными компонентами (сероводород, диоксид углерода) применяются пробоотборники типа Custer. Для измерения пластовых температур используются глубинные термометры со шкалой максимального действия. Глубинные термометры, как правило, совмещаются с глубинным пробоотборником в карманах последних.

Статическое зондирование выполняется установкой статического зондирования «Зонд-М», а также аппаратурой «GEOTECH». Зондирование осуществляется с применением направляющей колонны, komponуемой из бурильных гладкопроходных труб диаметром 73/56 мм с буровой головкой на конце. Направляющая колонна используется для обеспечения механической устойчивости колонны пенетрационных штанг, а также при проходке интервалов зондирования бурением с промывкой. Данная схема позволяет за один рейс спуска инструментов выполнить исследования пород глубиной до 20 м.

Метод горизонтального бурения является способом сооружения скважин с отклонением от вертикали по заранее заданному направлению. Если зенитный угол наклонно-направленной скважины превышает 85° , и она имеет горизонтальный участок профиля большой напряжённости, то такая скважина называется горизонтальной.

Данный метод строительства эксплуатационных скважин во многих случаях даёт существенные преимущества перед другими или является единственным возможным для эксплуатации морских месторождений. Метод горизонтального бурения существенно сокращает затраты на разработку и эксплуатацию месторождений. Этот метод позволяет с одной буровой площадки СБУ бурить до нескольких десятков скважин на большом удалении забойных зон от устья скважин.

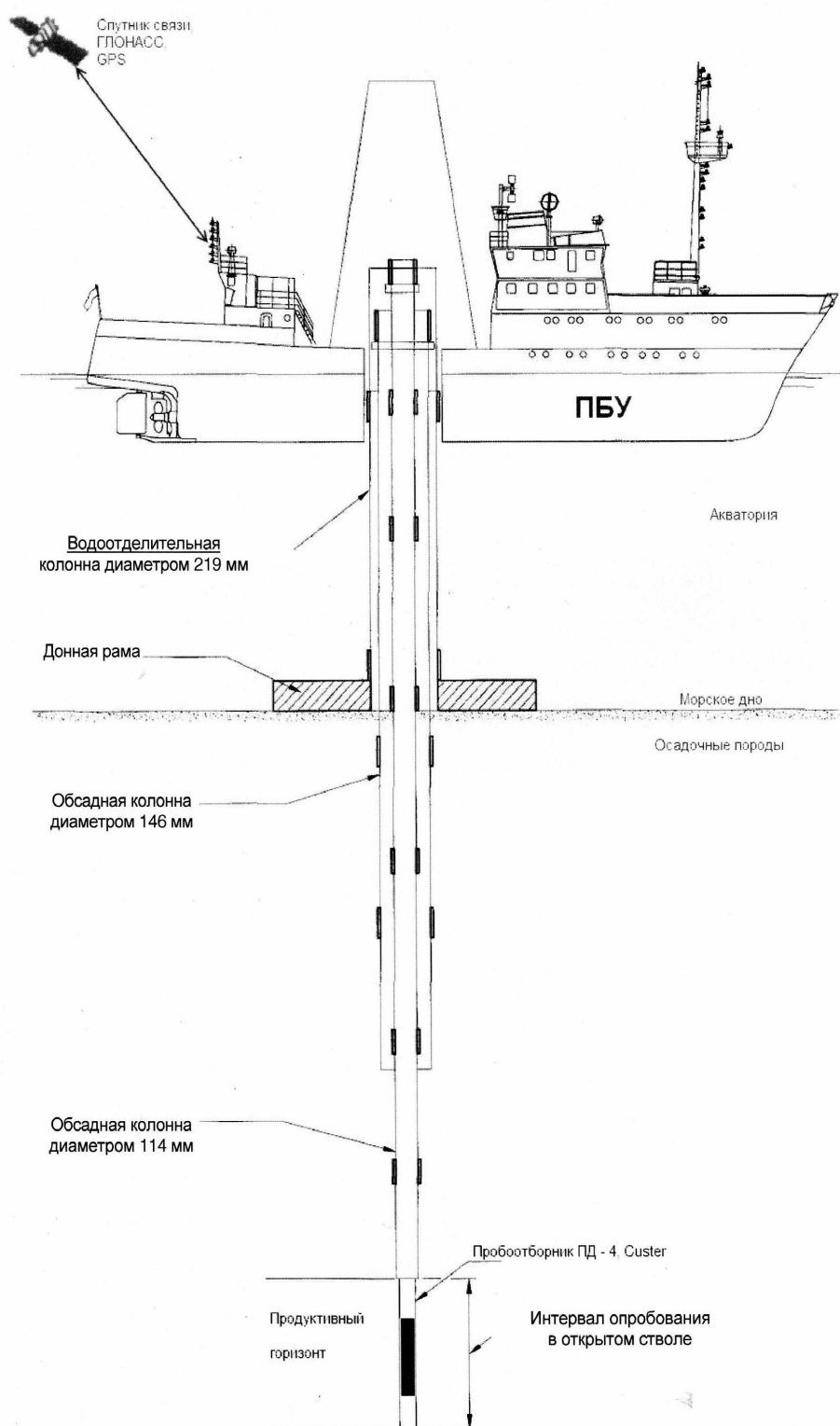


Рис. 5. Конструкция геолого-разведочной скважины ПБУ

В 2011 г. на проекте Сахалин – 1 была пробурена скважина ОР-11 на месторождении Одопту. Она достигла общей глубины по стволу 12,345 м, в т.ч. более 9000 м по горизонтали, установив мировой рекорд бурения с большим отходом от вертикали (БОВ). На Каспийском месторождении им. Ю. Корчагина при глубине продуктивного горизонта 1300 м протяженность горизонтальных участков ствола скважин достигает 7000 м (рис. 6).



Рис. 6. Схема разработки нефтяного месторождения им. Ю. Корчагина на шельфе Северного Каспия

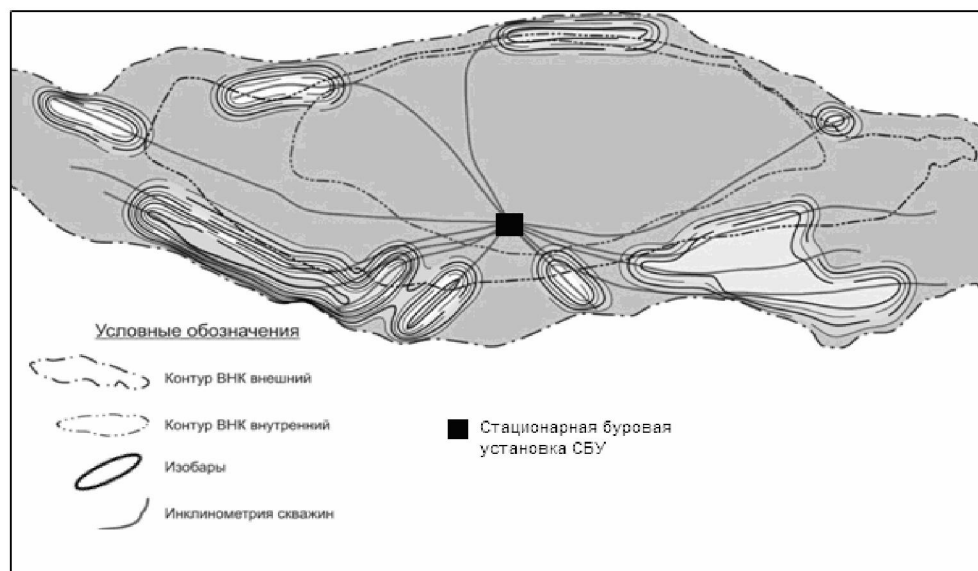


Рис. 7. Карта динамических изобар нефтяного горизонта месторождения им. Ю. Корчагина на шельфе Северного Каспия

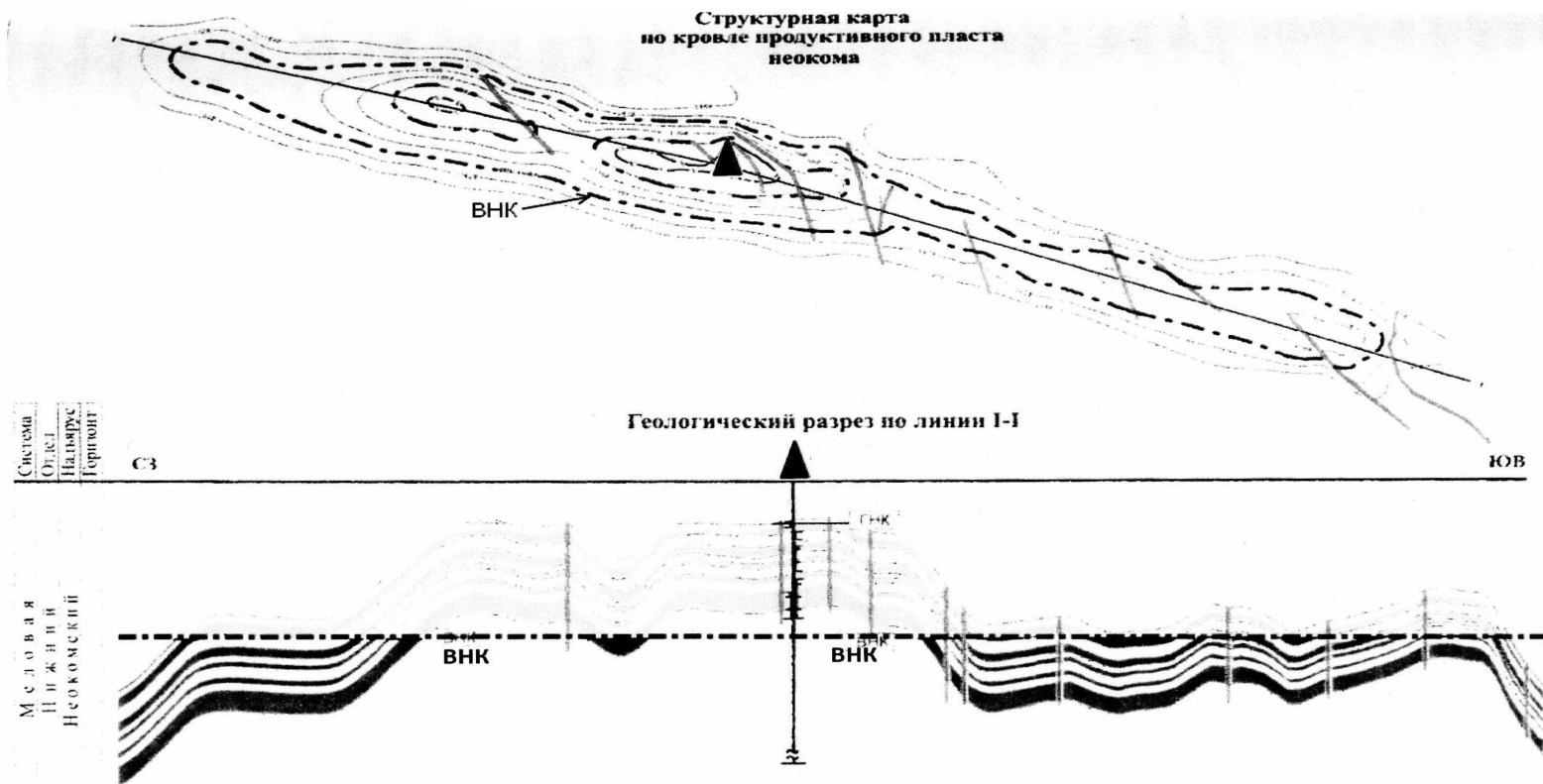


Рис. 8. Схематическая модель геологического строения месторождения им. В. Филановского на шельфе Северного Каспия:

— · — — — — контур водонефтяного контакта (ВНК), — — — — тектонические разломы, ▲ — разведочная скважина

Пластовые давления продуктивных залежей нефти и газа являются главными геологическими и техническими параметрами, влияющими на технику геологоразведочных и эксплуатационных работ, технологию разработки месторождений (рис. 7). Пластовое давление закладывается в основу подсчета запасов нефти и газа для проектирования добычи сырья и направления его переработки. Пластовое давление, изменяясь по глубине, оказывает воздействие на плотность углеводородов (УВ), коэффициенты газонасыщенности нефтей и пластовых вод, объемные коэффициенты и различные свойства УВ. Вследствие этого оценка адекватности проектных решений конкретным горно-геологическим условиям является наиболее важной задачей геолого-промыслового анализа процесса разработки месторождений (рис. 8). С этой целью проводятся оценки энергетического состояния залежей, динамики изменения обводненности добываемых флюидов, эффективности повышения продуктивности скважин и увеличения коэффициента нефтеотдачи (извлечения) пластов (СКИН).

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 – Инфра-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 / И. А. Карлович. – Москва : 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 kolektorov 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. *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