

Архипов А.А., ООО "Геошельф-Сервис", г. Геленджик

Известно, что многие нефтегазоперспективные провинции мира и отдельные месторождения нефти и газа находятся в пределах мелководных частей шельфа (дельты рек Миссисипи, Колорадо, Тигр и Евфрат, залив Прадхо-Бей и т.д.), в мелководных озерах (Маракайбо, Самотлор), на морских продолжениях сухопутных месторождений (Балтийская синеклиза, месторождения Персидского и Мексиканского заливов, калифорнийское побережье Северной Америки и т.д.).

Соответственно, серьезные перспективы в отношении потенциальной нефтегазоперспективности следует связывать и с относительно малоизученными, но самыми обширными в мире мелководными акваториями России и стран СНГ.

По данным ВНИГРИ, зоны арктического мелководья (0-20 м) содержат до 25% общих прогнозных запасов углеводородов арктических морей. При этом обширные, весьма перспективные акватории Печорская и Хайпудырская губы в Баренцевом море, Обская, Тазовская и Гыданская губы, западное и северное мелководья п-ова Ямал в Карском море характеризуются глубинами от 0 до 10 м. Эти акватории, площадью более 100 тыс. км² непосредственно примыкают к известным на суше площадям Тимано-Печорской и Западно-Сибирской нефтегазовых провинций.

Высокие перспективы в открытии крупных залежей нефти и газа имеет Северный Каспий, простирающийся в субширотном направлении более чем на 500 км, и представляющий собой мелководную акваторию площадью около 92 тыс. км², в том числе 36 тыс. км² при глубинах моря 0-2 м; при этом область глубин моря до 3 м протягивается на 10-50, а местами до 70 км от берега.

Практически вся акватория Северного Каспия отличается высокой нефтегазоперспективностью. Открытия крупных нефтяных месторождений на п-ове Бузачи (Каламкас, Каражанбас), резко увеличили интерес к прилегающим районам, в первую очередь, к зонам возможного западного и северного погружений этого сводового поднятия, которые располагаются в области глубин моря 0-2 м. Полоса высокоперспективных объектов тяготеет к северо-восточной зоне Северного Каспия к широте месторождений Тенгиз, Королевское и Прорвинское, расположенным на сопредельной суше. Обнаружение в 1988 году морскими сейсморазведочными работами рифогенных структур, впоследствии приведшее к открытию крупнейшего нефтяного месторождения Кашаган (юрисдикция Республики Казахстан), переводит акваторию Северного Каспия в разряд наиболее перспективных площадей СНГ. Значительный интерес в этом регионе могут также представлять структуры Северо-Кулалинского и Тюб-Караганского валов.

В связи с открытием ряда газовых

месторождений на акваториях Черного, Азовского морей и перспективностью второго структурного этажа не только в Сивашской, но и в Каркинитской впадинах, их мелководные площади соответственно в 40 и 15 тыс. км² также заслуживает серьезного внимания.

Общая площадь мелководных зон акватории Арктики, Азово-Черноморского и Северного Каспийского бассейнов составляет:

Глубины моря	0-5 м	210,4 тыс. км ²
	5-10 м	199,6 тыс. км ²
	10-20 м	361,2 тыс. км ²

Итого: 771,2 тыс. км²

Значительная цифра, определяющая высокие перспективы сейсморазведочных работ на мелководье и в транзитных зонах "море-суша".

К настоящему времени в мировой практике сейсморазведки зон предельного мелководья используется целый ряд аппаратурно-технологических комплексов. Одним из лидеров в создании технических средств для изучения транзитных областей является фирма Inpro Output (США), интересные разработки предлагали в свое время французские специалисты (CGG) и т.д.

Понятно, что одним из основных элементов аппаратурного комплекса мелководной сейсморазведки является приемное устройство. Малые глубины моря не позволяют применять традиционные буксируемые плавающие приемные системы, поэтому практически все сейсмокоды в мелководной сейсморазведке донные. В связи с этим возникает ряд критериев выбора оптимальных приемных систем для работ в мелководных и транзитных зонах. Например, каким должен быть тип приемников — геофоны или гидрофоны. Для геофонных систем необходимо решение проблемы оптимального контакта "геофон-грунт".

Вопросы эти далеко не праздные. В самом деле, донные гидрофонные приемные системы не требуют оптимизации контакта с грунтом, весьма удобны в эксплуатации и в конечном счете обеспечивают довольно высокую производительность сейсмических наблюдений. Но до каких пределов глубин моря могут применяться гидрофонные установки? Ведь зависимость их чувствительности от глубины погружения представляется очевидной.

Автор, совместно с Г.В. Шишановым, проделал теоретическую оценку сравнительной чувствительности гидро- и геофонов, суть которой заключается в следующем.

Константа преобразования геофона:

$$G_v = E/V$$

где E — выходное напряжение (вольт)
 V — скорость движения подвижной системы (м/с).

При возбуждении гармонической волны

Таблица 1 Значения плотности и удельного давления на грунт приемных систем ZX, PM, Delta-PM (россия), Mark Products OBC Systems и Input/Output

Оптимальная плотность приборных модулей (в воде): 1,9 - 2,1 г/см³

Оптимальное удельное давление приборов на грунт: 6 - 11 г/см²

	PM	ZX	MP	Delta-PM	Input/Output
Плотность (г/см ³)	2,95	2,29	2,29	1,91	1,37
Удельное давление (г/см ²)	15,06	11,69	9,70	9,70	8,20

скорость V определяется как:

$$V = 2\pi \cdot f_a \cdot A$$

Здесь f_a частота волны, A амплитуда смещения.

Для гидрофона константа преобразования:

$$G_p = E/P$$

где E выходное напряжение, P давление (дин/см²).

Давление в несжимаемой жидкости возникает благодаря смещению флюида массой "m". Из второго закона Ньютона

$$F = ma,$$

где F сила (дин), m масса (г), a ускорение (см/с²).

Поскольку $F = PS$ и $m = DS_d$, где S площадь, D высота столба флюида (см), d плотность флюида, то

$$P = Dda$$

Таким образом, уровень напряжения, снимаемого с выхода гидрофона, и обусловленного изменением давления, определяется, как:

$$E = PG_p$$

Для гармонической волны:

$$a = 4\pi^2 \cdot f_a^2 \cdot A,$$

$$P = D \cdot d \cdot 4\pi^2 \cdot f_a^2 \cdot A,$$

$$G_p = E/D \cdot d \cdot 4\pi^2 \cdot f_a^2 \cdot A,$$

$$A = E/D \cdot d \cdot 4\pi^2 \cdot f_a^2 \cdot G_p.$$

То есть, для гео- и гидрофонов при воздействии на них одной и той же волны с амплитудой смещения A имеем:

$$E/2\pi \cdot f_a \cdot G_v = E/D \cdot d \cdot 4\pi^2 \cdot f_a^2 \cdot G_p,$$

или

$$2\pi \cdot f_a \cdot G_v = D \cdot d \cdot 4\pi^2 \cdot f_a^2 \cdot G_p.$$

Таким образом:

$$G_v = G_p \cdot D \cdot d \cdot 2\pi \cdot f_a$$

Глубина моря, на которой гидро- и геофоны будут давать одинаковые по амплитуде отклики на одно и то же воздействие, определяется, как:

$$D = G_v/(G_p \cdot d \cdot 2\pi \cdot f_a)$$

Для гидрофона P-20 константа преобразования:

$G_p = 1,16 \cdot 10^{-5}$ В/дин/см², для геофона L-2A $G_v = 0,295$ В/см/с. Тогда, при $f_a = 25$ Гц, получим:

$D = 0,295/(1,16 \cdot 10^{-5} \cdot 1,628 \cdot 25) = 162$ см
при $f_a = 50$ Гц, соответственно получим $D = 81$ см.

На глубинах больших, чем расчетные, гидрофоны будут иметь большую амплитуду выходного сигнала.

С нашей точки зрения полученный результат имеет серьезное практическое значение, т.к. дает основания надеяться на то, что в дальнейшем при проведении сейсмических наблюдений на мелководье для получения данных в поле продольных волн можно более широко применять гидрофонные приемные устройства (нечувствительные к изменениям контакта "прибор-грунт"), что существенно упрощает и облегчает организацию и проведение работ. Тем не менее, теоретические результаты необходимо было проверить на практике.

Ниже приводятся экспериментальные данные, полученные нами в процессе сейсморазведочных работ на каспийском мелководье. Мы надеемся на то, что эти материалы дополняют имеющиеся в этой области сведения.

Суть выполненного эксперимента заключалась в следующем. Гидрофонный и геофонный датчики (последний был снабжен системой самоориентации, приводящей датчик в вертикальное положение) были смонтированы в единый блок, который последовательно помещался на глубинах моря от 6,8 до 0,7 метра. Источник упругих колебаний находился на фиксированной глубине на удалении от приемного блока в несколько сотен метров. Это обеспечивало постоянство характеристик излучаемого сигнала. Такая схема позволяла проследить изменения амплитуд как прямой, так и отраженных волн в зависимости от глубины погружения сейсмических датчиков, т.е. от глубины моря.

После обработки данных была получена пара графиков, приведенная на рис.1

Легко видеть, что чувствительность геофона на разных глубинах погружения остается практически постоянной в то время, как чувствительность гидрофона существенно снижается при уменьшении глубины погружения. Точка пересечения графиков соответствует глубине в 4,8 м.

Вывод очевиден: до глубин моря в 5 метров допустимо применение гидрофонных приемных систем. В диапазоне глубин от 5 до 0 метров следует переходить на геофонные системы приема упругих волн.

Полученный результат отличается от данных приведенных выше теоретических выкладок. Причина этого расхождения заключается, вероятно, в том, что в теории не учитывается специфика донных условий, которая, естественно, характеризует конкретный район работ.

Тем не менее, полученный в эксперименте результат при всей его простоте все же

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ ТРАНЗИТНЫЕ ЗОНЫ

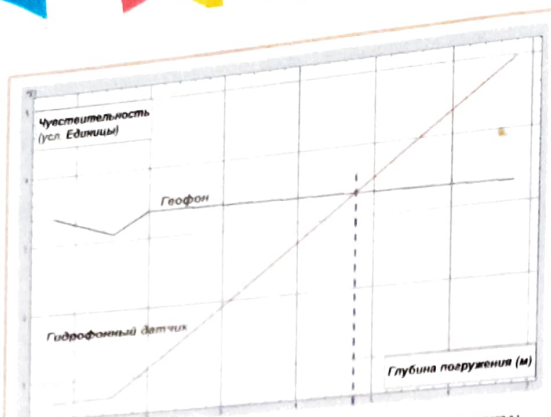


Рис. 1. Графики зависимости чувствительности гидро- и геофонных датчиков от глубины погружения.

представляется достаточно важным. В самом деле, если вернуться к приведенному выше распределению глубин моря в зонах мелководья, станет очевидным, что применение мобильных и надежных гидрофонных приемных устройств допускается на площади около 410 тыс. км², что составляет более половины суммарной площади мелководья для шельфов стран СНГ.

Успешное применение геофонных приемных систем на предельном мелководье и в транзитных зонах, во многом определяется (как упоминалось выше) достижением оптимального контакта приборных модулей с грунтом; ведь, как правило, морские системы не снабжаются штыками. Это резко снизило бы производительность работ. В работе [1] мы приводили значения удельного давления приборных

модулей на грунт и их плотности в водной среде, которые по нашим данным обеспечивают оптимальное сцепление геофонов с дном грунта. Рассмотрим теперь таблицу 1, в которой сравниваются эти величины для различных приемных систем.

Хорошо видно, что рассматриваемые характеристики некоторых из действующих приемных систем не укладываются в допустимые пределы, и применение этих систем в промышленности сейсморазведке транзитных зон не гарантирует получение качественного полевого материала.

Морское и озерное мелководье и транзитные зоны можно отнести к областям повышенных трудностей при изучении их методами сейсмической разведки. Здесь еще много предстоит изучить и понять. Но мы надеемся, что приведенные в нашей работе результаты пригодятся специалистам производственных геофизических организаций при планировании проведения сейсморазведки транзитных зон. И, как следует из вышеизложенного, проведение опытно-методических работ направленных на выбор типа приемных систем, является одним из основных элементов подготовки к прикладным наблюдениям.

Литература

1. Архипов А.А. "Приемные системы для морской многоволновой сейсморазведки в России. К вопросу о приоритетах." Журнал "Приборы и системы разведочной геофизики".

Компания "ГЕОСЕЙС"

**Предлагает геофизическим компаниям
оборудование в аренду
Сейсмостанции: SN 388; UL 408; INTROMARIN и другие
Источники возбуждения: ГЕОТОН; NOMAD 65; СВС 30**



Тел./факс: (095) 202-32-17, 202-32-27
e-mail: geoton@geoton.ru,
geosels@col.ru
<http://www.geoton.ru/>

