

Приемные системы для морской многоволновой сейсморазведки в России. К вопросу о приоритетах

Архипов А.А., НПП «Геошельф», г. Геленджик

В России первые морские многокомпонентные сейсмические наблюдения (МНС) были начаты нами в 1987 году под научным руководством проф. Е.И. Гальперина. Тогда было разработано и изготовлено донное призмическое устройство, содержащее в себе симметричную установку геофонов, обеспечивающее регистрацию упругих волн всех возможных векторов поляризации. Важно отметить, что эта установка не была снабжена штыками, и контакт "геофон-грунт" определялся весом приборного модуля. Морские испытания установки были проведены на Бамберском рейде Черного моря (Грузия) 23-28 января 1988 года по фланговой системе наблюдений.

Полученные сейсмограммы ОПП продольных и обменных волн X-поляризации и Y-поляризации приведены на рис. 1.

цельных экспериментов, направленных на оптимизацию контактов "геофон-грунт". В результате этих исследований был определен диапазон допустимых весов приборных модулей (рис. 4) и времен экспозиции модуля на грунте до начала лавины (рис. 5). Получено также, что плотность модулей должна быть в пределах 1,9-2,1 г/см³, а удельное давление отдельного модуля на донный грунт от 9 до 11 г/см².

Работа с многокомпонентными системами приема отраженных волн в 1989-1990 годах продолжалась на акваториях Северного Каспия и Азовского моря. На рис. 6 приведены сейсмограммы продольных и обменных (P/SV) волн, полученные по центральной системе наблюдений. На X-компоненте можно видеть инверсию фаз отражений в точке нулевого выноса источника упругих волн — характерный признак обменной

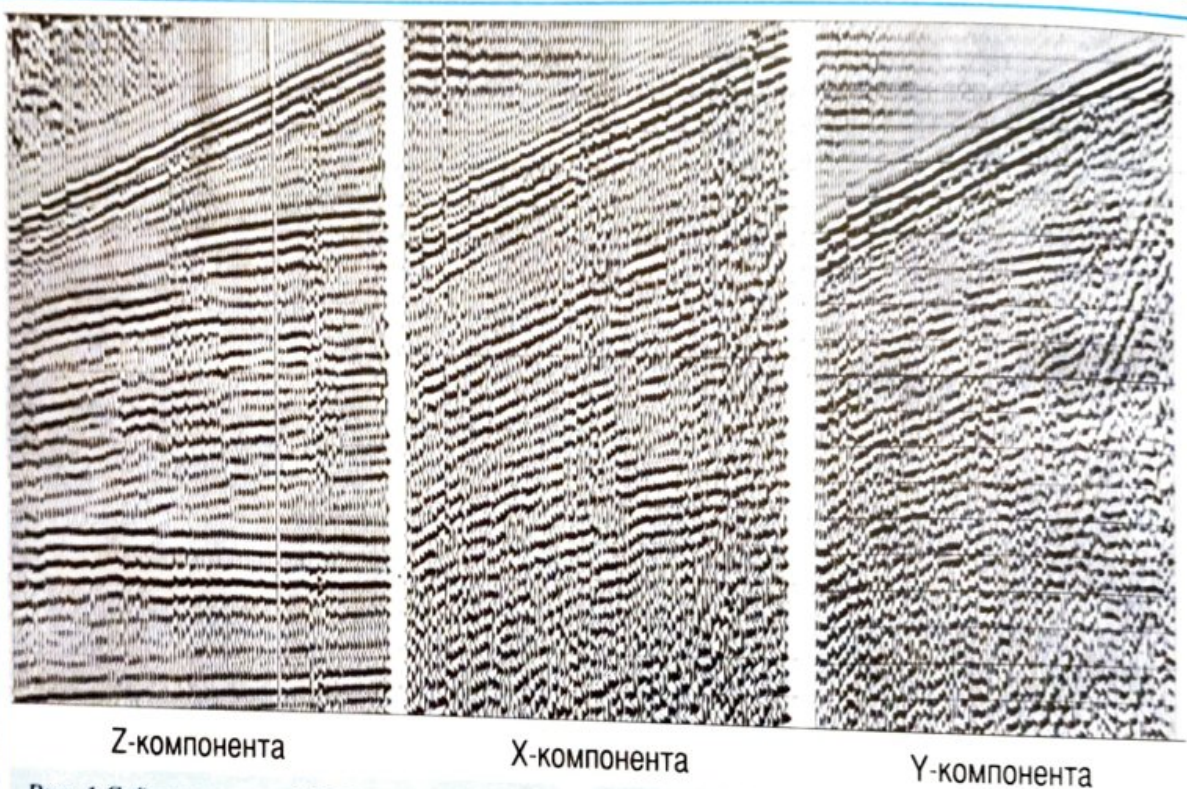


Рис. 1 Сейсмограммы ОПП продольных и обменных волн

Основной вывод, который был сделан на основании результатов выполненного эксперимента, заключался в том, что регистрация обменных отраженных волн в морских условиях с применением донных систем возможна. Были также определены основные черты конструкции будущих приемных систем и сформулирована задача детальных исследований гравитационного контакта "геофон-грунт".

В течение 1989 года было разработано и изготовлено несколько типов многокомпонентных донных приемных систем, в частности, кабельно-модульные косы, каналы которых состояли из симметричных (рис. 2) и азимутальных геофонных установок, внешний вид которых показан на рис. 3.

Как отмечалось выше, разрабатываемые нами донные приемные системы лишены штыков, поэтому параллельно с рассмотрением различных конструктивных решений был выполнен большой объем лабораторных и

волны радиальной поляризации.

В итоге выполненных экспериментов наиболее перспективным было признано производство многоволновых профильных наблюдений по

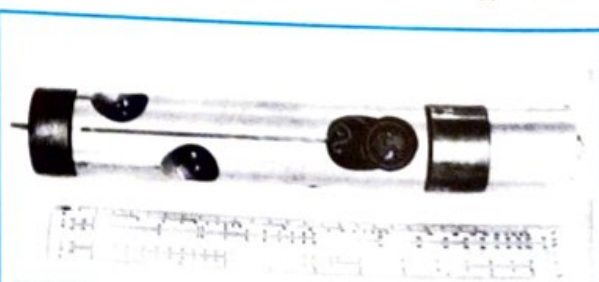


Рис. 2 Симметричная геофонная установка с арретиром

двухволновой (Z-X) схеме, некоторые результаты которых показаны на рис. 7 и 8.

К 1990 году был разработан и введен в эксплуатацию в производственных целях комплекс из нескольких приемных многокомпонентных кабелей, позволяющих вести морские наблюдения в непрерывном

основанием для предложенной Болгарской Академии Наук по проведению экспериментальных исследований по одной из разработанных технологий в прибрежной части болгар-



Рис. 2 Кабельно-модульные многокомпонентные приемные системы



движении судна вдоль профиля (так называемый старт-стопный режим, при котором приемная система, отставая от судна, укладывается на донный грунт и после цикла "варив-записей" догоняет его при помощи скоростной подмоточной

ского шельфа. Эти предложения были переданы в Россию в конце 1989 года.

В дальнейшем (с 1991 года по настоящее время) наши работы по МВС продолжались на акваториях Черного, Азовского, Каспийского и Северного морей. Параллельно шла разработка и испытание на полигонных материалах технологии специальной обработки и интерпретации данных МВС. Соответствующий программный пакет получил название "ЛИТОСКАН" (литологическое сканирование), и дает возможность осуществлять прогнозирование литологического состава геологического разреза, плотности и пористости осадочных пород и типа флюида, насыщающего поровое пространство коллекторов. Нельзя сказать, что мы делали "большой секрет" из наших исследований. Получаемые результаты докладывались нами на рабочих встречах специалистов в Хьюстоне (США, 1990 год), на Русском геофизическом семинаре в Малайзии (Куала-Лумпур, 1992 год), на конференциях AAPG в Канаде (Калгари, 1992 год) и США (Новый Орлеан, 1993 год), на выставке ASCOPE-93 в Таиланде (Бангкок, 1993 год). В 1992 году нами был получен патент Российской Федерации № 2072534 на "Способ морской поляризационной сейсморазведки и устройство для его осуществления" с приоритетом от 16 апреля 1992 года. В 1995 году специальная комиссия Евро-Азиатского геофизического общества рекомендовала разработанную нами технологию морской двухволновой сейсморазведки к широкому внедрению в производственных организациях при нефтегазовых и разведочных работах. С 1996 года по лицензии НПП "Геонельф" концерн Schlumberger выпускает многокомпонентное приемное устройство Nessie-4C, прототипом которой является русская система ZX. В настоящее время развитие работ по МВС в России осуществляется нами в партнерстве с АО "ТКалининградгеофизика" и фирмой "Петро-Альпис" по заказам нефтяных компаний, главным образом, "ЛУКОЙЛа".

Любопытно, в связи со сказанным выше что в периодическом издании "The Leading Edge" за октябрь 1999 года была опубликована информация о присуждении золотых медалей Virgil Kauffman норвежскому специалисту Eivind

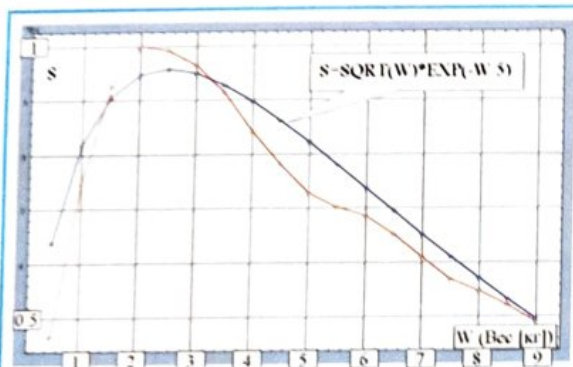


Рис. 4 Экспериментальная и теоретическая зависимости чувствительности приборных модулей от веса

лебедки), так и с применением двухсудового варианта (судно-источник и судно-приемник), при котором наблюдения осуществляются по обращен-

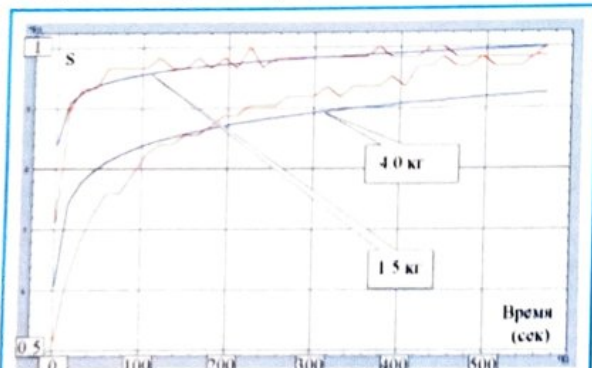
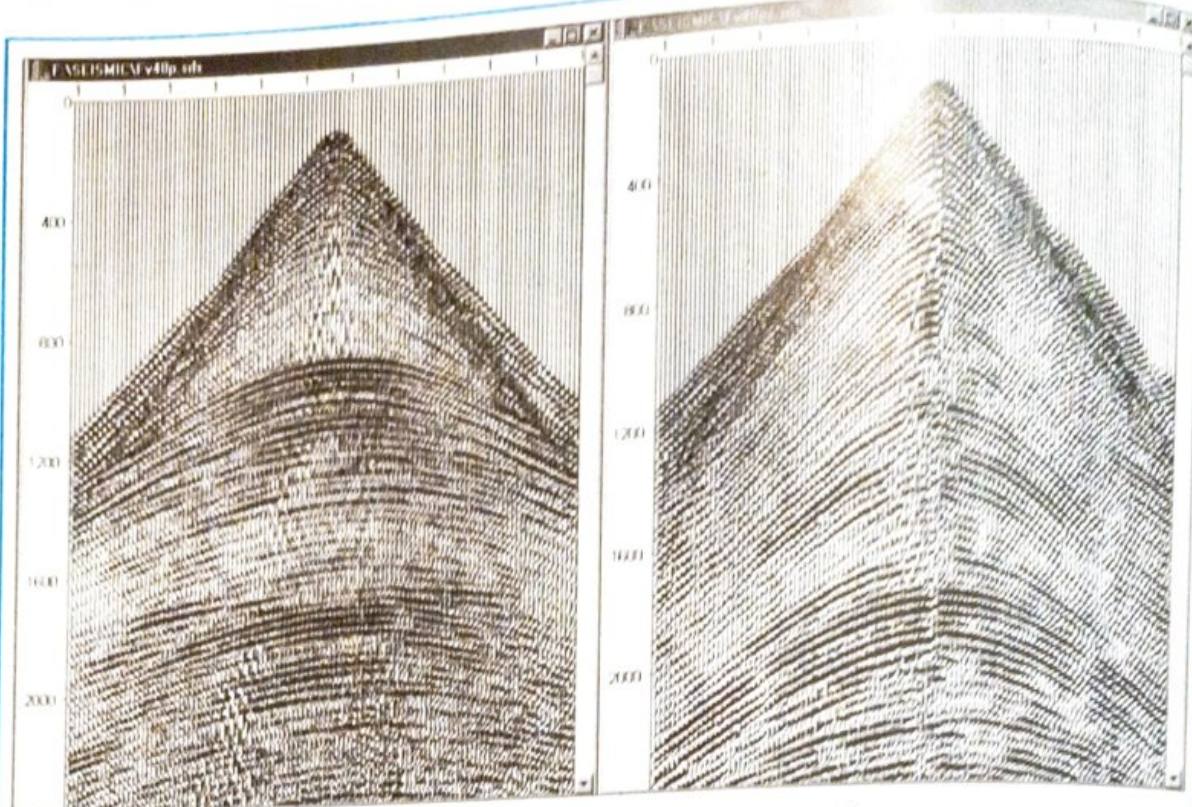


Рис. 4 Экспериментальная и теоретическая зависимости чувствительности приборных модулей от веса и экспозиции на грунте

ной системе. Полученные к этому времени результаты многоволнового профилирования послужили

СЕЙСМОПРИЕМНИКИ: РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО ПРИБОРОВ И СИСТЕМ



Z-компонента

X-компонента

Рис. 6 Сейсмограммы продольных и обменных (P/SV) волн

Berg и английскому специалисту James E. Martin. В частности, упоминается, что 11 лет назад (т.е. в 1988 году) один из них, а именно Eivind Berg, задумался о возможности регистрации продольных и поперечных сейсмических волн на

(Северное море), были представлены Научно-исследовательским центром компании "Staton" в Ставангере 4 октября 1994 года.

Приведенная нами хронология новейшей истории морской многоволновой сейсморазведки

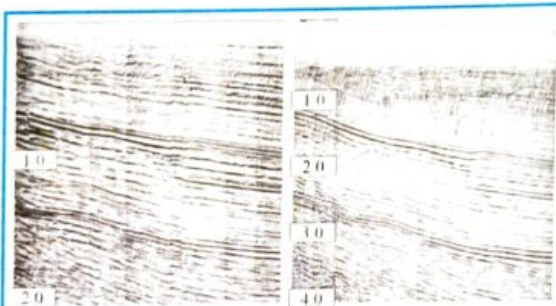


Рис. 7 Временные разрезы МОГТ, полученные в PP- и PS-волнах. Северный Каспий, 1989 год

дне моря. Эта идея получила развитие в виде разработки и реализации донного многокомпонентного приемного устройства, первые испытания которого были проведены в 1991 году. В дальнейшем оно было усовершенствовано и под названием "система SUMIC" передано в промышленное использование.

Следует заметить, что одной из характерных особенностей приемных модулей, входящих в состав системы SUMIC, является наличие штырей, посредством которых осуществляется надежный контакт "геофон-грунт" - необходимость такого контакта несомненна. Установка трехкомпонентных модулей на донный грунт осуществляется при помощи пилотируемого с борта судна-приемника подводного робота (что существенно повышает стоимость работ). Затем судно-излучатель производит отстрел по обращенной схеме и вся система переходит на следующий пункт наблюдений. Результаты первых работ по системе SUMIC, преследующих конкретные геологические цели в пределах акватории газонефтяного месторождения Томмелиттен

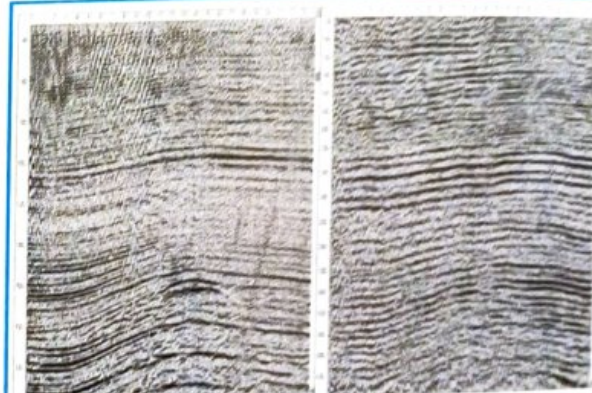


Рис. 8 «Яркое пятно», соответствующее газовой залежи на акватории Азовского моря, отсутствует на временном разрезе, полученном в обменных отраженных волнах. К диагностике природы динамических аномалий

по нашему мнению, определенно свидетельствует о том, что приоритет в этом направлении геофизических методов поисков и разведки месторождений углеводородов принадлежит России. К настоящему времени известно множество приемных многокомпонентных систем разработанных компаниями Schlumberger, PGS, Input/Output, Mark Products и другими, успешно применяемых при морских сейсмических наблюдениях. Но международной геофизической общественности следует признать, что первые исследования в морских условиях были выполнены российскими специалистами на грузинском шельфе в начале 1988 года. Данная публикация восстанавливает справедливость в этом вопросе