

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ В ЛИМАННО-ПЛАВНЕВЫХ ЗОНАХ

Захаров Николай Васильевич, заместитель главного геолога

Государственный научный центр "Южморгеология"
353461, Российская Федерация, Краснодарский край, г. Геленджик, ул. Крымская, 20
E-mail: zacharov@ymg.ru

Рудаков Александр Владимирович, аспирант

Кубанский государственный университет
350040, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149

главный геофизик

Государственный научный центр "Южморгеология"
353461, Российская Федерация, Краснодарский край, г. Геленджик, ул. Крымская, 20
E-mail: rudakov@ymg.ru

Шумский Борис Витальевич

кандидат технических наук, главный инженер, заместитель генерального директора

Государственный научный центр "Южморгеология"
353461, Российская Федерация, Краснодарский край, г. Геленджик, ул. Крымская, 20
E-mail: shumskiy@ymg.ru

Гуленко Владимир Иванович

доктор технических наук, профессор

Кубанский государственный университет
350040, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149
E-mail: gulenko@fpm.kubsu.ru

В работе рассмотрены основные элементы новой усовершенствованной технологии сейсморазведки в лиманно-плавневых зонах: погружные пневматические источники, усовершенствованные приемные устройства СВГ-6, многоканальная цифровая кабельная телеметрическая система ARAM ARIES II, а также специализированное транспортное средство – универсальная гусеничная платформа-амфибия, на которой был установлен «взрыв-пункт». Цель работы – анализ результатов опробования этой технологии в условиях лиманно-плавневой зоны в Темрюкском районе Краснодарского края. В ходе выполненных опытно-методических работ были проведены эксперименты по выбору оптимальной глубины погружения пневмоисточников в грунт, а также по определению необходимого количества накоплений на пункте возбуждения в зависимости от среднеквадратического уровня шумов на выходе приемного устройства. Результаты исследований представлены в виде серии графиков атрибутов сейсмической записи таких, как осредненные в окнах амплитуда сигнала, ширина спектра, доминантная частота, соотношение сигнал/помеха, полученных по исходным сейсмограммам, а также после их предварительной обработки. Выполненные эксперименты показали, что с увеличением числа излучателей от одного до двух, глубины их погружения от 2

до 6 м и количества накоплений от 2 до 8 амплитуда записей и отношение сигнал/помеха закономерно возрастают, изменяются ширина спектра и доминантная частота, однако производительность полевых работ при этом падает. Учитывая то, что предобработка сейсмограмм в значительной степени нивелирует все отличия, которые отмечаются на исходных сейсмических записях, глубину погружения излучателей, а также количество накоплений на каждой точке следует выбирать в соответствии с техническим заданием и конкретными погодными условиями в зависимости от среднеквадратического уровня шумов на выходе приемного устройства.

Ключевые слова: сейсморазведка на мелководных акваториях, лиманно-плавневые зоны, пневматические источники упругих волн, цифровые телеметрические системы, транспортные средства амфибийного класса

IMPROVING SEISMIC TECHNOLOGY IN ESTUARY AND FLOODED LAND AREAS

Zakharov Nikolay V.

Deputy Chief Geologist

State Scientific Centre "YUZHMOREGEOLOGIYA"

20 Krymskaya st., Gelendzhik, 353461, Russian Federation

E-mail: zacharov@ymg.ru

Rudakov Aleksandr V.

Post-graduate student

Kuban State University

149 Stavropolskaya st., Krasnodar, 350040, Russian Federation

Chief Geophysicist

State Scientific Centre "YUZHMOREGEOLOGIYA"

20 Krymskaya st., Gelendzhik, 353461, Russian Federation

E-mail: rudakov@ymg.ru

Shumskiy Boris V.

C.Sc. in Technical

Chief Engineer

Deputy General Director

State Scientific Centre "YUZHMOREGEOLOGIYA"

Krymskaya St., 20, Gelendzhik, 353461, Russian Federation

E-mail: shumskiy@ymg.ru

Gulenko Vladimir I.

D.Sc. in Technical

Professor

Kuban State University

149 Stavropolskaya st., Krasnodar, 350040, Russian Federation

E-mail: gulenko@fpm.kubsu.ru

The work discusses basic elements of new advanced seismic exploration technology in estuary and flooded land areas: submersible pneumatic sources, improved SVG-6 receivers, multichannel digital cable telemetric ARAM ARIES II system and a specialized vehicle – universal track-type amphibious platform on which a "shot point" is installed. The

purpose of the work is the analysis of the above-mentioned technology testing results under conditions of estuary and flooded land areas in Temryuk district of Krasnodar Region. In the course of field trials, experiments were carried out in order to detect an optimum depth for an underground immersion of source points, as well as the required quantity of accumulations in the source point depending on the mean-square level of noise at the output of the receiver. Results of the research are presented in the form of diagrams of seismic recording attributes such as averaged signal amplitude, spectral width, and dominant frequency, signal-to-noise ratio received according to the initial seismographic records and also after their preprocessing. The experiments carried out showed that with the increase in number of sources from one to two as well as their immersion depth from 2 to 6 meters and number of accumulation from 2 to the 8, an amplitude of records and a signal-to-noise ratio increase consistently, changes occur in spectral width and dominant frequency, however the field work productivity decreases concurrently. Considering that the preprocessing of seismographic records levels substantially all differences in the initial seismic records, an immersion depth of sources and number of accumulation at each point should be chosen according to the technical requirements and specific weather conditions depending on the mean-square level of noise at the output of the receiver.

Keywords: seismic exploration in shallow water areas, estuary and flooded land areas, seismic source points of elastic waves, digital telemetric systems, amphibious-type vehicles

Лиманно-плавневые зоны еще в недалеком прошлом были технологически недоступны для проведения сейсморазведочных работ. Лишь после создания специализированных технических средств – цифровых телеметрических регистрирующих систем, донных приемных устройств, пневмоисточников, транспортной техники – и разработки соответствующих технологий, появились возможности изучения геологического строения и перспектив нефтегазоносности этих зон [1–9].

В ходе многолетних работ геофизические компании, способные выполнять сейсморазведочные исследования в транзитных зонах, пришли к единой технологии производства работ. Суть данной технологии заключается в том, что с помощью вездеходной гусеничной техники осуществляется раскладка приемных линий. Возбуждение упругого сигнала проводится погружным скважинным пневмоисточником, при этом компрессор с источником и буровая установка смонтированы на гусеничном вездеходе (рис. 1).



Рис. 1. Скважинный (погружной) источник на базе вездехода ТМ-130

Основной недостаток такой технологии с использованием возбуждения упругого сигнала погружным пневмоисточником в скважинах – низкая производительность.

Опережающее бурение, как это зачастую применяется при сухопутных исследованиях, невозможно по причине того, что скважины в донных грунтах разрушаются практически сразу после извлечения шнека.

Имеется еще одно обстоятельство, сдерживающее производительность работ – несоответствие существующей и доступной вездеходной техники условиям производства работ. Из доступной самоходной техники для организации передвижного «взрыв-пункта» и раскладчиков приемных линий можно перечислить ряд гусеничных вездеходов [10]: МТЛБ, ГАЗ-71, ПТС-2, ПТС-М, ТМ-130, ДТ-10, ДТ-30. При достаточно большом перечне вездеходной техники принцип действия у них один: герметичный кузов-лодка, который приводится в движение гусеничным приводом. Конструктивная особенность гусеничного привода заключается в том, что при кратковременном преодолении водных преград сальниковые уплотнения защищают от попадания воды, но при длительном нахождении техники в воде происходит неизбежное вымывание смазки из подшипников и шестерен трансмиссии, в результате чего техника выходит из строя. Кроме того, при наезде на заросли камыша или попадания в иловую линзу, вездеход лодкой-корпусом ложится на препятствие. При этом гусеницы, не имеющие надежного контакта с дном, пробуксовывают, еще больше погружая вездеход в грунт.

В полевой партии вездеходов имеется как минимум три единицы: один «взрыв-пункт» и два раскладчика. Извлечь застрявший вездеход способен только аналогичный или более тяжелый вездеход. При этом неоднократно происходят случаи, когда вытягивающий вездеход также проваливается в ил и застревает. Таким образом, работа полевой партии превращается в решение проблем по извлечению застрявшей техники. Геофизические работы при этом приостанавливаются.

Если дополнительно учитывать погодные условия, то средняя месячная производительность сейсмической партии составляет порядка 15 ф.н. в сутки при глубине погружения пневмоизлучателя на 4 м. При этом затраты времени на одно физическое наблюдение, как показывает хронометраж, составляют не более 10 мин.

Западные компании в аналогичных условиях используют специализированную гусеничную технику, принцип движения которой основан на движении гусеницы по корпусу понтона. При этом два понтона, соединенные мостами, осуществляют роль непотопляемых поплавков, а гусеничные ленты, приводимые гидравлическими движителями, находящимися в верхней части корпусов понтонов, перемещают вездеход по обводненным участкам [10, 11].

Совершенно очевидно: применение такой техники исключит негативные явления с «застреванием» вездеходного транспорта при раскладке приемного устройства и возбуждении упругих колебаний. Следовательно, сократится «простой» при раскладке приемного устройства и увеличится количество возбуждений в благоприятный период времени регистрации.

К летнему полевому сезону 2014 г. ГНЦ ФГУГП «Южморгеология» приобрела универсальные гусеничные платформы-амфибии в количестве трех единиц (рис. 2).

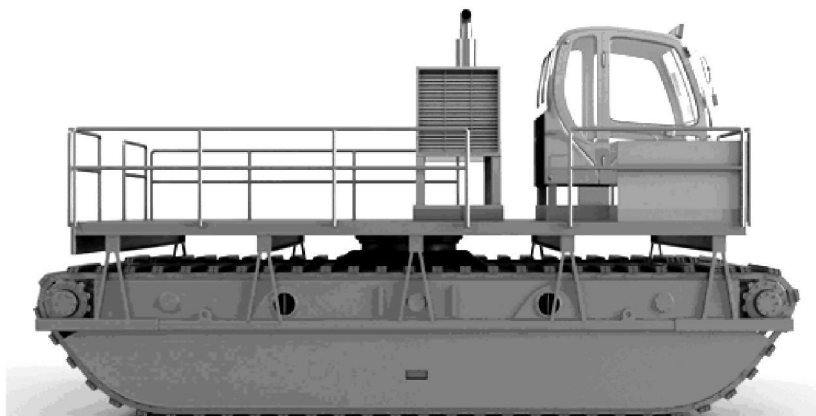


Рис.2. Универсальная гусеничная платформа-амфибия

На базе универсальных гусеничных платформ-амфибий для работы в заболоченной местности организованы один «взрыв-пункт» и два раскладчика приемного оборудования. У раскладчиков транспортная площадка дополнительно оснащена для перевозки приемного оборудования.

У Заказчика, на основе многолетнего опыта других организаций, проводивших сейсмические исследования в подобных условиях, сложилось мнение о том, что возбуждение упругого сигнала должно производиться с глубин 6 м группой из двух пневмоизлучателей, каждый из которых имеет объем 4 л.

Созданный по техническим условиям Заказчика «взрыв-пункт» представляет собой сложное сооружение (рис. 3).

На универсальной гусеничной платформе-амфибии, определяемой как «взрыв-пункт», в кузове установлено следующее технологическое оборудование:

1. Два комплекта пневматического и бурового оборудования, которые смонтированы на боковых бортах кузова вездехода. Это позволяет одновременно выполнять возбуждения из двух скважин. Каждый комплект состоит из бурового шнекового агрегата для бурения взрывных скважин и скважинного источника «BOLT» объемом 4 л, который смонтирован на штанге специального устройства, позволяющего опускать его в пробуренную скважину. Первоначально бурится скважина шнековой установкой, а затем пневматический источник принудительно специальным устройством погружается в скважину на необходимую глубину. Обе буровые установки работают параллельно, синхронно. Максимальная глубина погружения источника равна 6.5 м, общий объем излучателей – 8 л.

2. Для обеспечения пневматических источников сжатым воздухом установлен компрессор высокого давления «Посейдон».

3. Резервуар состоит из двух кассет баллонов высокого давления общим объемом 480 л.

4. Контроллер группового пневматического источника «LongShot» обеспечивает синхронное срабатывание группы.

5. Дешифратор системы синхронизации возбуждения «Pelton».

6. Пневмораспределительная рампа.

7. Навигационное оборудование, необходимое для позиционирования «взрыв-пункта» на линии отстрела и фиксации координат пунктов возбуждения.

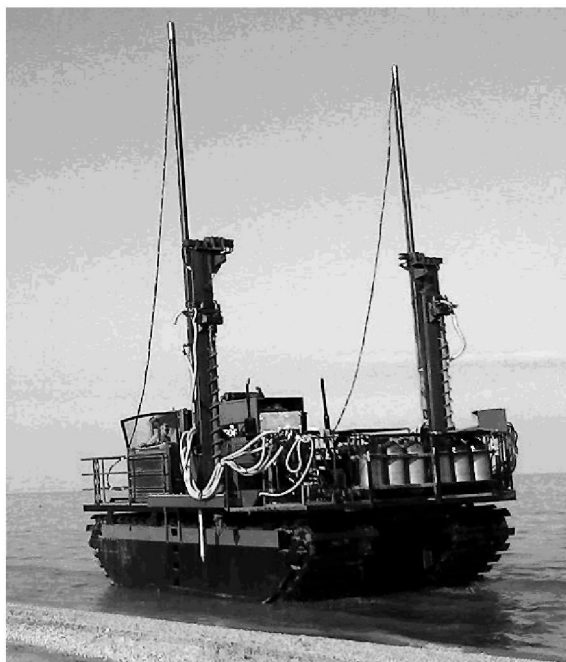


Рис. 3. Внешний вид «взрыв-пункта», смонтированного на универсальной гусеничной платформе-амфибии [9]

Опытные сейсмические исследования с новым «взрыв-пунктом» выполнялись в лиманно-плавневой зоне Кубани с регистрацией на приемное устройство длиной 9000 м, располагающееся в мелководном лимане с камышовой растительностью. В качестве приемников применялись датчики СВГ-6, которые задавливались в грунт до твердой поверхности. Конструктивно датчик СВГ-6 представляет собой сборку из шести геофонов GS20-DX фирмы «OYO GEOSPACE», смонтированных в цилиндрическом контейнере и соединенных последовательно.

Регистрация сейсмической информации осуществлялась многоканальной цифровой кабельной телеметрической системой ARAM ARIES II [9], центральная регистрирующая станция которой находилась в специально оборудованном помещении на берегу.

Опытно-методические работы, выполненные в этих условиях, в основном, имели целью выбор глубины погружения источника и количества накоплений на пункте взрыва (68 ф.н.). Возбуждения выполнялись в 4-х точках площади с различными поверхностными условиями.

После детального анализа результатов опытно-методических работ были приняты следующие параметры:

- глубина погружения источника – 4 м;
- количество накоплений на пункте взрыва:
 - при среднеквадратическом уровне шумов на приемном устройстве до 10 мкв – 6 накоплений;
 - при среднеквадратическом уровне шумов на приемном устройстве до 20 мкв – 8 накоплений.
- отношение сигнал/шум на удалении 2000–3000 м и времени 2500–3200 мс должно быть не менее 2-х.

Если выводы не столь очевидны, нередко возникают разногласия между Заказчиком и Исполнителем по конкретным значениям оптимальных параметров возбуждения. При этом, как правило, Заказчик склоняется к максимальным значениям, а Исполнитель – к минимальным. В результате получается «прав тот, кто заказывает музыку», то есть Заказчик.

Очевидно, что завышенные параметры возбуждения могут гарантировать хорошее качество сейсмического материала, но будут способствовать снижению производительности исследований, заниженные – могут снизить качество сейсмического материала, но при этом повысится производительность работ.

На примере выполненных опытных исследований попытаемся найти аргументированный подход к выбору оптимальных параметров, касающихся глубины погружения источника в скважине и количества накоплений на пункте возбуждения.

Из всей совокупности зарегистрированных записей на каждой точке опытных работ были выбраны сейсмограммы, характеризующие следующие варианты исследований:

1 вариант. Сейсмограммы, характеризующие влияние глубины погружения скважинного источника при одиночном накоплении:

1-я сейсмограмма – 1 излучатель, 1 накопление, глубина погружения 2 м,

2-я сейсмограмма – 1 излучатель, 1 накопление, глубина погружения 4 м,

3-я сейсмограмма – 1 излучатель, 1 накопление, глубина погружения 6 м.

2 вариант. Сейсмограммы, характеризующие влияние количества накоплений скважинного источника на глубине погружения 4 м:

1-я сейсмограмма – 2 излучателя, 2 накопления, глубина погружения 4 м,

2-я сейсмограмма – 2 излучателя, 4 накопления, глубина погружения 4 м,

3-я сейсмограмма – 2 излучателя, 8 накоплений, глубина погружения 4 м,

3 вариант. Сейсмограммы, характеризующие качество возбуждений от 1-го и 2-х скважинных источников при одноименном накоплении:

1-я сейсмограмма – 1 излучатель, 1 накопление, глубина погружения 4 м,

2-я сейсмограмма – 2 излучателя, 1 накопление, глубина погружения 4 м.

4 вариант. Сейсмограммы, характеризующие качество возбуждений от 1-го и 2-х скважинных источников при различном накоплении:

1-я сейсмограмма – 2 излучателя, 4 накопления, глубина погружения 4 м,

2-я сейсмограмма – 1 излучатель, 8 накоплений, глубина погружения 4 м.

Все скомпонованные варианты сейсмической записи вначале подверглись предобработке, в ходе которой применялись следующие стандартные процедуры:

- восстановление усиления;
- подавление просечек;
- деконволюция;
- полосовая частотная фильтрация.

Исходные и после предобработки сейсмограммы подверглись количественному анализу в программе SeisWinQC по следующим параметрам:

- амплитуда полезного сигнала,
- ширина спектра полезного сигнала,
- доминантная частота полезного сигнала,
- соотношение амплитуд полезного сигнала и амплитуд помех.

Вычисление амплитудных и спектральных атрибутов сейсмической записи выполнялось по первым 80 трассам сейсмограммы, в окне 3000 мс, вне записи первых вступлений. Отношение сигнал/шум определялось в двух окнах, одно из которых на удалении 2000–3000 м и времени 2500–3200 мс, другое – вне сейсмической записи на одноименных трассах.

На рисунках 4–8 приводятся результаты опытных работ на одной из точек выполненных исследований. Рассмотрим представленные иллюстрации.

Вариант 1. Представленные на рисунке 4 в качестве примера сейсмограммы исходных сейсмических записей свидетельствуют о том, что амплитуда сигнала при возбуждении на глубине 2 м слабее, чем на 4 м и 6 м, а последние между собой практически идентичны.

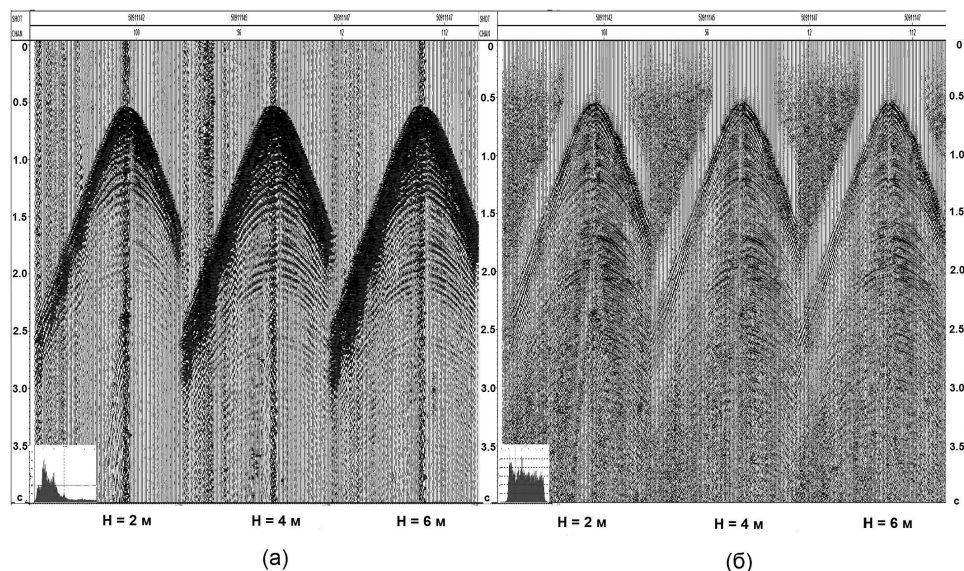


Рис. 4. Исходные (а) и после предобработки (б) сейсмограммы, характеризующие влияние глубины погружения скважинного источника при одиночном накоплении

Атрибуты сейсмической записи для этого варианта в виде серии графиков приведены на рисунке 5. Как видно из этого рисунка, график амплитуды сигнала находится в соответствии с исходными сейсмограммами. График ширины спектра: на меньшей глубине сигнал является более высокочастотным, что соответствует теоретическим представлениям [4]. График доминантной частоты: чем меньше глубина, тем ниже доминантная частота. Это может свидетельствовать о том, что влияние низкочастотных помех с уменьшением глубины увеличивается. Это же можно сказать и при рассмотрении графиков зависимости соотношения сигнал/помеха. Кроме того, следует отметить, что предобработка сейсмограмм практически нивелирует все отличия, которые отмечаются на исходных сейсмических записях.

Вариант 2 (рис. 6). Графики атрибутов свидетельствуют о том, что интенсивность записей, зарегистрированных при глубине источника 4 м при числе накоплений 2, 4 и 8, практически одинакова. Об этом свидетельствует и сравнение сейсмограмм. Выполненная предобработка нивелирует все отличия, которые отмечаются на исходных сейсмических записях.

Вариант 3 (рис. 7). Как и следовало ожидать, сейсмическая запись от двух источников интенсивнее, чем от одного. Однако геологическая задача может быть решена и при эксплуатации одного источника. Различие в интенсивности сейсмической записи нивелируется также предобработкой.

Вариант 4 (рис. 8). Сейсмограммы исходных сейсмических записей свидетельствуют о том, что интенсивность записи, зарегистрированной от 1-го

источника с 8-ю накоплениями ниже, чем при 2-х источниках с 4-мя накоплениями. У одиночного источника ширина спектра шире, выше и доминантная частота, а то, что отношение сигнал/помеха ниже при одном источнике – закономерно: амплитуды полезных сигналов различаются, а амплитуды помех постоянны. Предобработка сейсмограмм также нивелирует все отличия, которые отмечаются на исходных сейсмических записях.

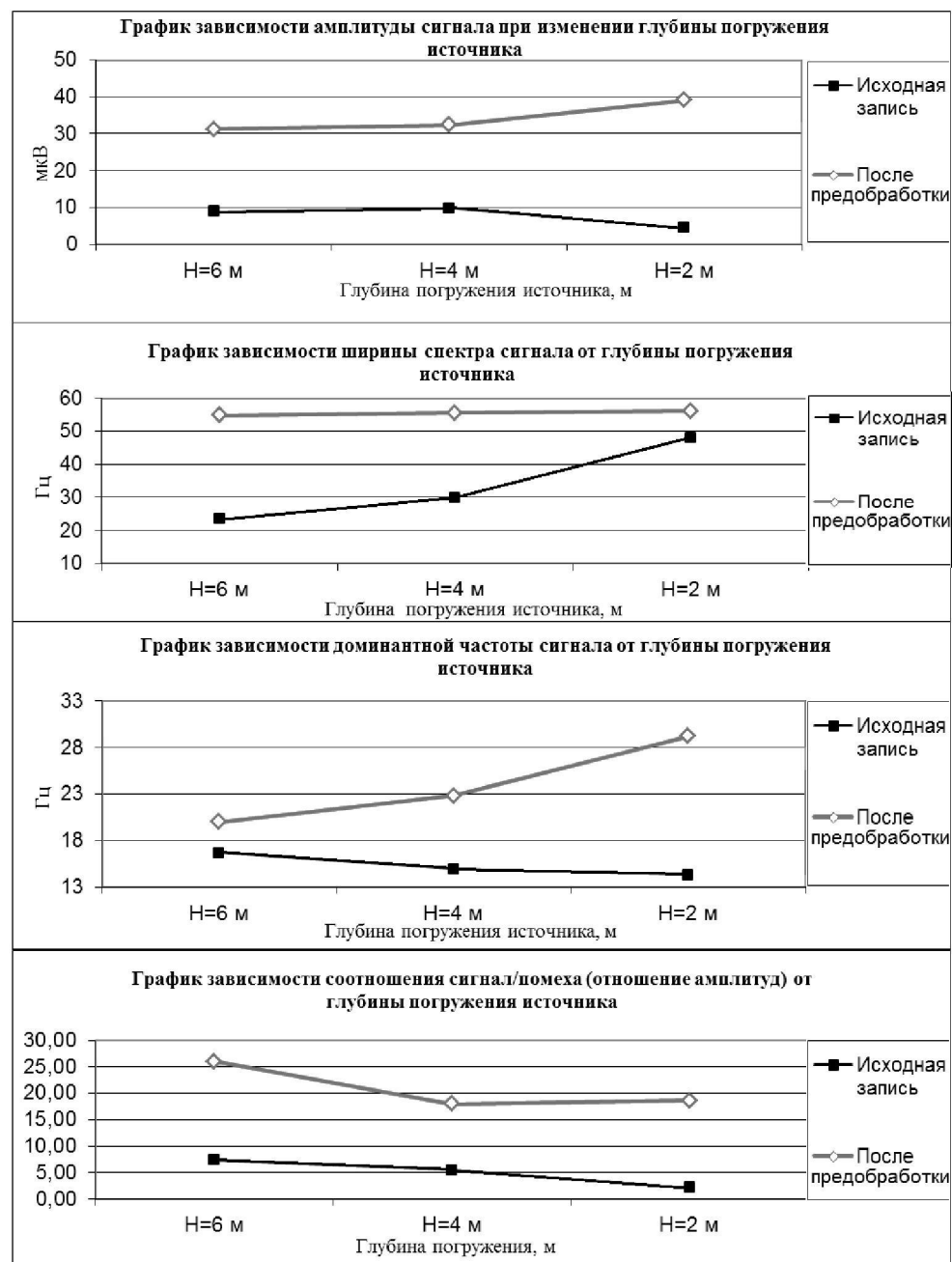


Рис. 5. Атрибуты сейсмической записи, характеризующие влияние глубины погружения скважинного источника при одиночном возбуждении

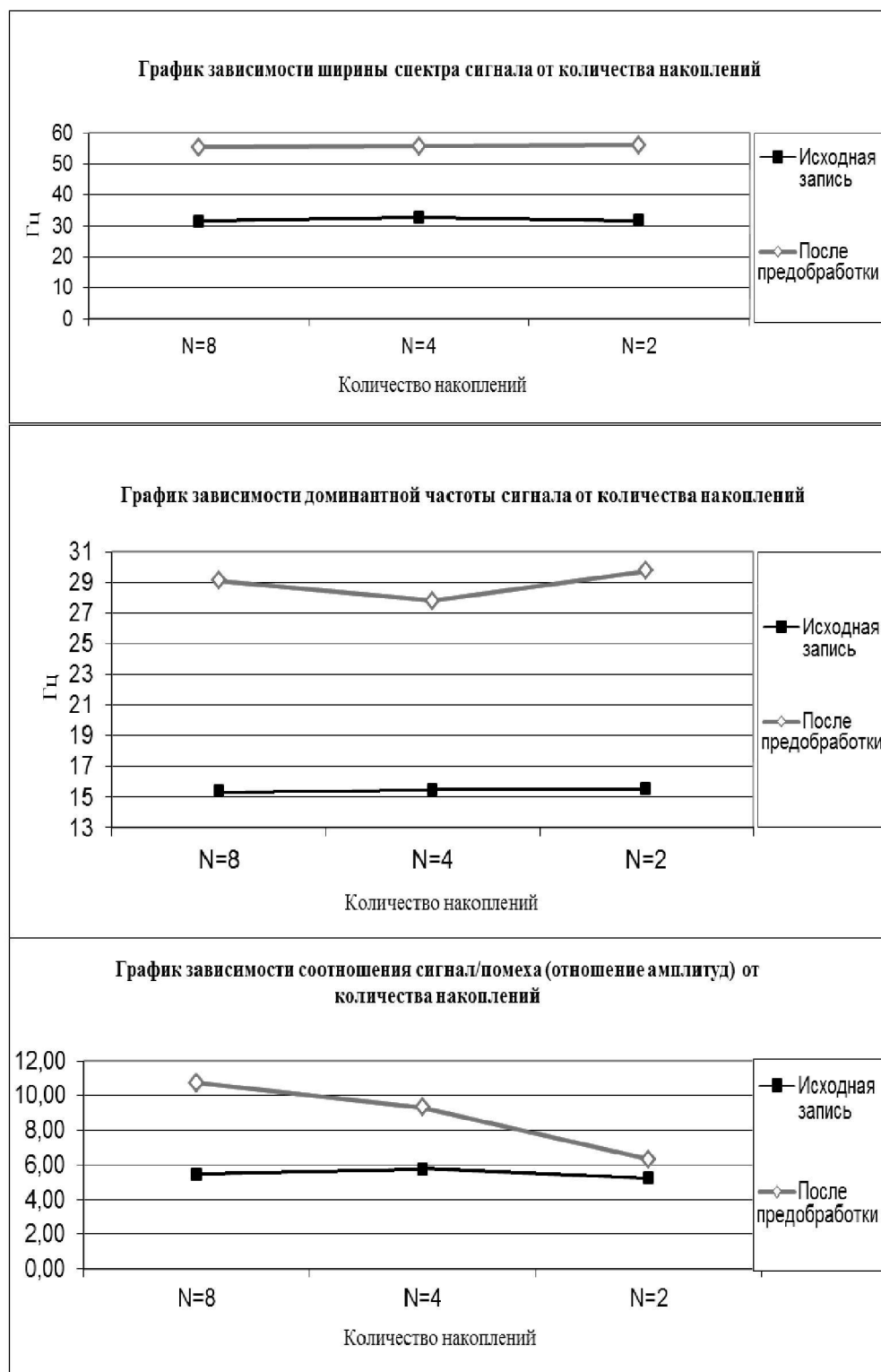


Рис. 6. Атрибуты сейсмической записи, характеризующие влияние количества накоплений скважинного источника на глубине погружения 4 м

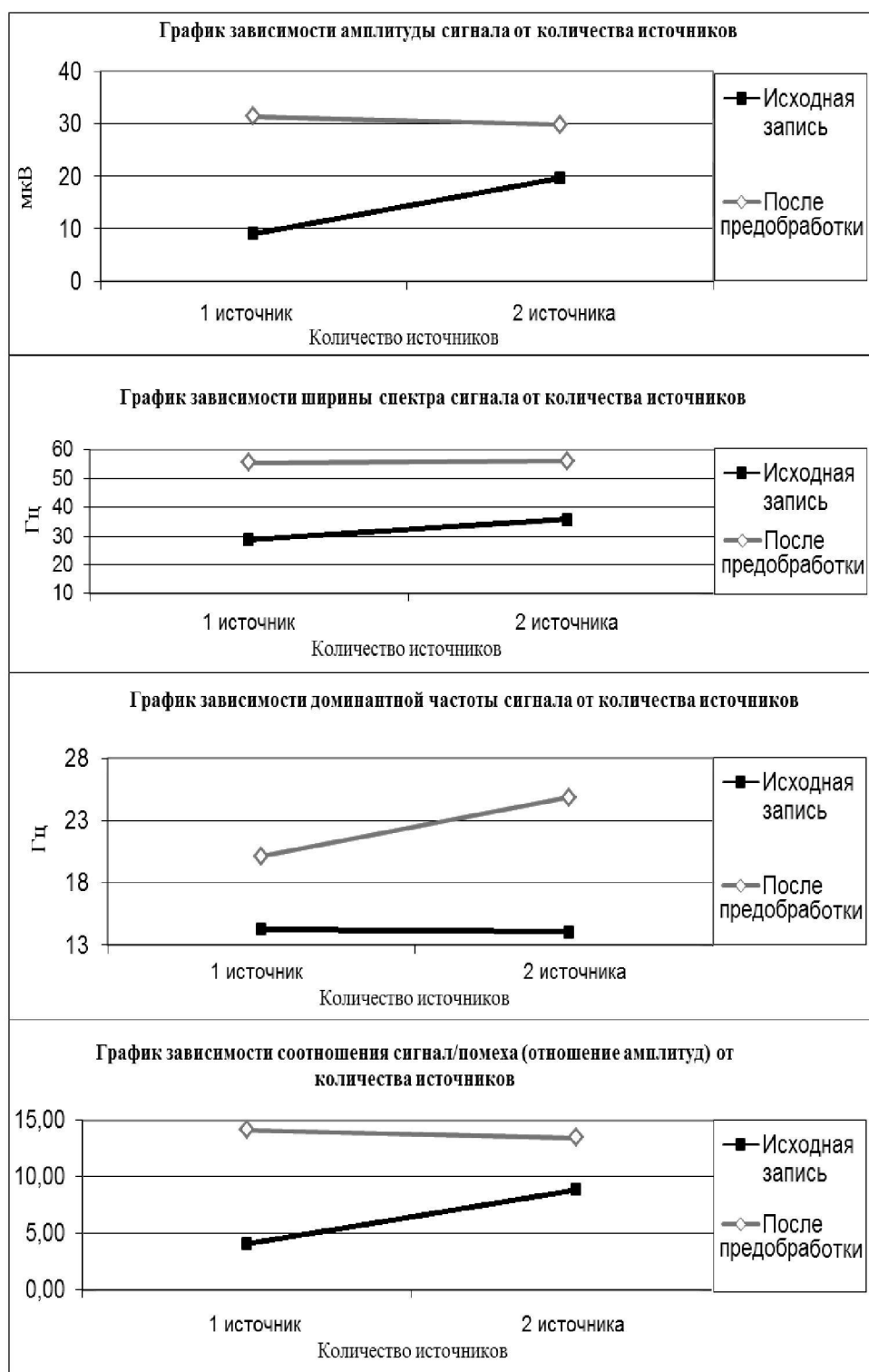


Рис. 7. Атрибуты сейсмической записи, характеризующие качество возбуждений от 1-го и 2-х скважинных источников при одинаковом накоплении на глубине погружения 4 м

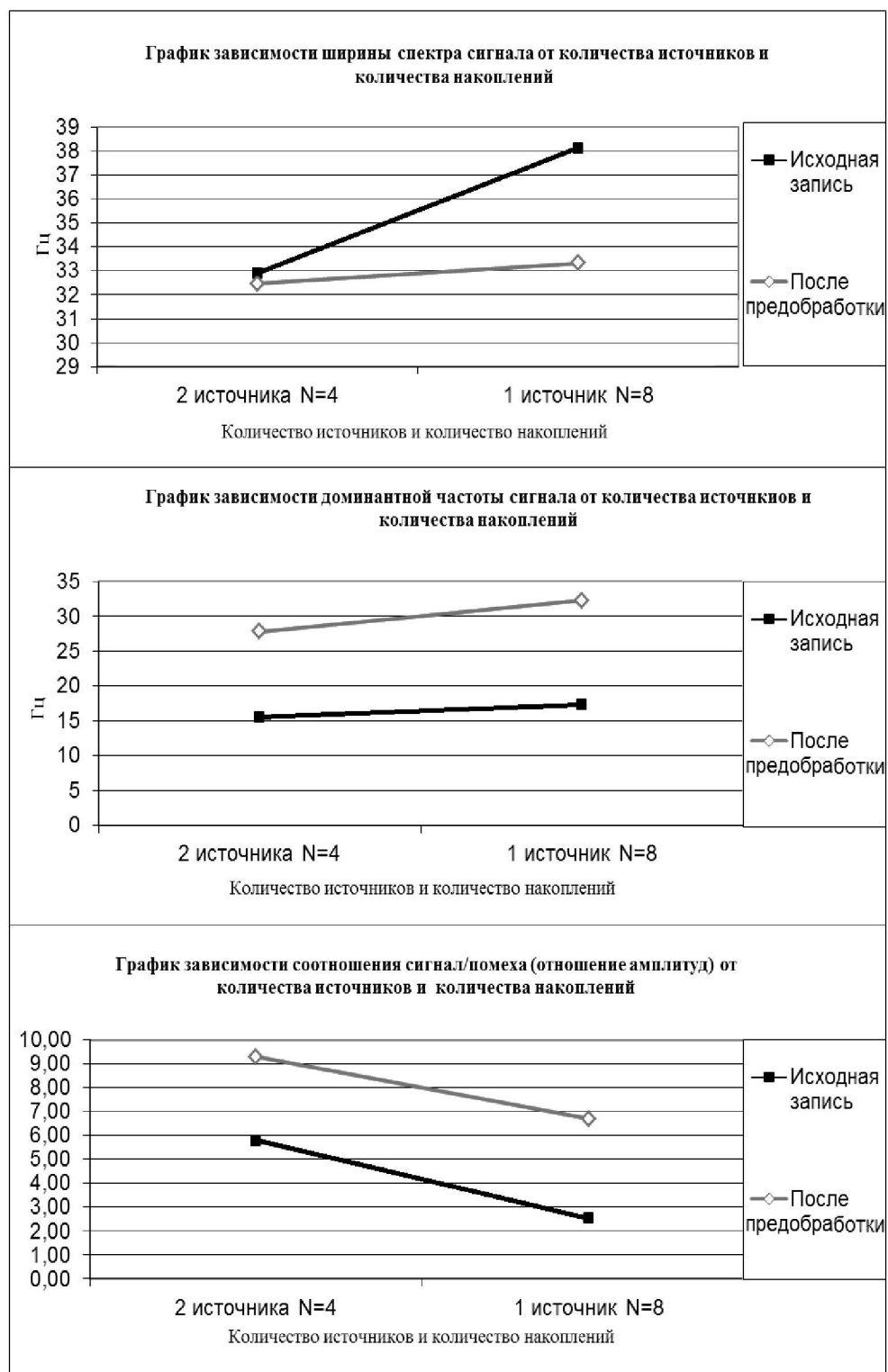


Рис. 8. Атрибуты сейсмической записи, характеризующие качество возбуждений от 1-го и 2-х скважинных источников при различном накоплении на глубине погружения 4 м

Следует отметить, что даже без накопления сигналов и на минимальной глубине погружения одиночного источника отношение сигнал/помеха в рассмотренных вариантах всегда более 2-х.

Выводы

Результаты выполненных исследований и многолетний опыт работ в транзитных зонах позволяют сделать следующие выводы.

1. При выборе параметров возбуждения не следует забывать о том, что предобработка существенно нивелирует практически все отклонения параметров сейсмической записи, отмечаемые на исходных сейсмограммах.

2. Если на исходных сейсмограммах, полученных при разных глубинах возбуждения, отношение сигнал/помеха на интересующем глубоком горизонте не менее того, которое указано в техническом задании, то следует глубину бурения скважины ограничивать той величиной, которая позволяет достичь максимальной производительности (но не менее 2-х м).

3. Накопление сигналов необходимо при проведении исследований в каменноугольной зоне с целью статистического подавления случайного шума. Количество накоплений определяется погодными условиями и должно выбираться в зависимости от среднеквадратического уровня шумов на выходе приемного устройства. При штилевой погоде, при выполнении проектных условий накопления могут отсутствовать.

4. В наземных сейсмических наблюдениях для расширения спектра полезного сигнала и уменьшения регистрируемых помех, следует применять заряды ВВ минимального веса. По аналогии с наземными наблюдениями в сейсмической партии следует иметь набор пневмоисточников различного объема, которые подбирают на каждой площади исследований по результатам проведения опытно-методических работ.

5. При наличии специализированной техники и имеющегося приемного оборудования ГНЦ ФГУП «Южморгеология» может выполнять сейсмические исследования МОВ ОГТ 2D, 3D в любых труднодоступных поверхностных условиях.

Список литературы

1. Гуленко В. И. Технология морской 3D сейсморазведки с телеметрической системой «ARAM ARIES II» / В. И. Гуленко, А. В. Рудаков // Геология, география и глобальная энергия. – 2012. – № 4. – С. 44–52.
2. Гуленко В. И. Технологии морской сейсморазведки на предельном мелководье и в транзитной зоне : монография / В. И. Гуленко, Б. В. Шумский. – Краснодар : Кубанский государственный университет, 2007. – 111 с.
3. Запорожец В. В. Земноводные машины для переходных зон / В. В. Запорожец // Приборы и системы разведочной геофизики. – 2005. – Т. 11, № 1. – С. 27–28.
4. Захаров Н. В. Если нельзя, но очень хочется, то выполнимо / Н. В. Захаров, Б. В. Шумский, А. В. Рудаков // Приборы и системы разведочной геофизики. – 2011. – Т. 37, № 3. – С. 11–14.
5. Захаров Н. В. К вопросу оценки качества сейсмических материалов в условиях транзитных зон / Н. В. Захаров, А. В. Рудаков // Приборы и системы разведочной геофизики. – 2012. – Т. 39, № 1. – С. 20–23.
6. Захаров Н. В. К вопросу оценки позиционирования пунктов наблюдения в сейсморазведке 3D, выполняемой в транзитных зонах / Н. В. Захаров, Б. В. Шумский, А. В. Рудаков // Приборы и системы разведочной геофизики. – 2012. – Т. 42, № 4. – С. 68–75.
7. Захаров Н. В. Техника и технология сейсмических исследований в условиях предельного мелководья и выполнения "беспроводной" съёмки на границе вода-суша / Н. В. Захаров,

Б. В. Шумский, А. В. Рудаков // Приборы и системы разведочной геофизики. – 2012. – Т. 41, № 3. – С. 45–52.

8. Захаров Н. В. Технология и технические средства для сейсмических исследований на мелководье и транзитных зонах / Н. В. Захаров, Б. В. Шумский // Приборы и системы разведочной геофизики. – 2005. – Т. 11, № 1. – С. 24–26.

9. Мосякин А. Ю. Особенности сейсморазведки в лиманно-плавневой зоне Краснодарского края / А. Ю. Мосякин // Приборы и системы разведочной геофизики. – 2005. – Т. 11, № 1. – С. 20–22.

10. Телегин А. Н. Морская сейсморазведка. – Москва : «Геоинформмарк», 2004. – 237 с.

11. Шнейерсон М. Б. Элементы технологии сейсморазведки в транзитных зонах / М. Б. Шнейерсон, Г. А. Шехтман // Приборы и системы разведочной геофизики. – 2005. – Т. 11, № 1. – С. 29–31.

12. Шумский Б. В. Особенности технологии сейсморазведки МОВ ОГТ 2D при работах в транзитной зоне Западного Каспия / Б. В. Шумский, Н. В. Захаров, В. А. Торопчин, В. И. Гуленко // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. – 2004. – Приложение. – С. 143–147.

13. Шумский Б. В. Технология сейсморазведки МОВ ОГТ 2D на предельном мелководье и в транзитной зоне в Российском секторе Азовского моря / Б. В. Шумский, Н. В. Захаров, В. А. Торопчин, В. И. Гуленко // Технологии сейсморазведки. – Тверь : «ГЕРС», 2005. – № 3. – С. 95–99.

14. Шумский Б. В. Технология сейсморазведочных работ МОВ ОГТ 2D на предельном мелководье и в транзитных зонах : автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Краснодар : Кубанский государственный университет, 2008. – 28 с.

References

1. Gulenko V. I., Rudakov A. V. Tekhnologiya morskoy 3D seysmorazvedki s teletricheskoy sistemoy «ARAM ARIES II» [Technology marine 3D seismic survey with telemetring system "ARAM ARIES II"]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2012, no. 4, pp. 44–52.

2. Gulenko V. I., Shumskiy B. V. *Tekhnologii morskoy seysmorazvedki na predelnom melkovode i v tranzitnoy zone* [Technologies marine seismic extreme shallow water and in the transit zone], Krasnodar, Kuban State University Publ. House, 2007. 111 p.

3. Zaporozhets V. V. Zemnovodnye mashiny dlya perekhodnykh zon [Amphibians machine transition zones]. *Pribory i sistemy razvedochnoy geofiziki* [Instruments and Systems of Exploration Geophysics], 2005, vol. 11, no. 1, pp. 27–28.

4. Zakharov N. V., Shumskiy B. V., Rudakov A. V. Yesli nelzya, no ochen khochetsya, to vypolnimo [If you can not, but really want something doable]. *Pribory i sistemy razvedochnoy geofiziki* [Instruments and Systems of Exploration Geophysics], 2011, vol. 37, no. 3, pp. 11–14.

5. Zakharov N. V., Rudakov A. V. K voprosu otsenki kachestva seysmicheskikh materialov v usloviyakh tranzitnykh zon [On assessment of the quality of seismic data in terms of transit zones]. *Pribory i sistemy razvedochnoy geofiziki* [Instruments and Systems of Exploration Geophysics], 2012, vol. 39, no. 1, pp. 20–23.

6. Zakharov N. V., Shumskiy B. V., Rudakov A. V. K voprosu otsenki pozitsionirovaniya punktov nablyudeniya v seysmorazvedke 3D, vpolnyaemoy v tranzitnykh zonakh [On assessment of positioning of observation points in the seismic 3D, performed in the transit zones]. *Pribory i sistemy razvedochnoy geofiziki* [Instruments and Systems of Exploration Geophysics], 2012, vol. 42, no. 4, pp. 68–75.

7. Zakharov N. V., Shumskiy B. V., Rudakov A. V. Tekhnika i tekhnologiya seysmicheskikh issledovaniy v usloviyakh predelnogo melkovodya i vpolneniya "besshovnoy" semki na granitse voda-susha [Technique and technology of seismic surveys in shallow waters of the limit conditions and performance "seamless" shooting at the water-land]. *Pribory i sistemy razvedochnoy geofiziki* [Instruments and Systems of Exploration Geophysics], 2012, vol. 41, no. 3, pp. 45–52.

8. Zakharov N. V., Shumskiy B. V. Tekhnologiya i tekhnicheskie sredstva dlya seysmicheskikh issledovaniy na melkovode i tranzitnykh zonakh [Technology and means for seismic surveys in shallow water and transition zones]. *Pribory i sistemy razvedochnoy geofiziki* [Instruments and Systems of Exploration Geophysics], 2005, vol. 11, no. 1, pp. 24–26.

9. Mosyakin A. Yu. Osobennosti seysmorazvedki v limanno-plavnevoy zone Krasnodarskogo kraia [Features seismic Lima, the flooded area of Krasnodar Region]. *Pribory i sistemy razvedochnoy geofiziki* [Instruments and Systems of Exploration Geophysics], 2005, vol. 11, no. 1, pp. 20–22.

10. Telegin A. N. *Morskaya seysmorazvedka* [The marine seismic], Moscow, «Geoinformmark» Publ., 2004. 237 p.
11. Shneerson M. B., Shekhtman G. A. Elementy tekhnologii seysmorazvedki v tranzitnykh zonakh [Elements of seismic technology in transit zones]. *Pribory i sistemy razvedochnoy geofiziki* [Instruments and Systems of Exploration Geophysics], 2005, vol. 11, no. 1, pp. 29–31.
12. Shumskiy B. V., Zakharov N. V., Toropchin V. A., Gulenko V. I. Osobennosti tekhnologii seysmorazvedki MOV OGT 2D pri rabotakh v tranzitnoy zone Zapadnogo Kaspiya [Features CDP seismic reflection technology with 2D works in the transit area of the Western Caspian]. *Ekologicheskiy vestnik nauchnykh tsentrov Chernomorskogo ekonomicheskogo sotrudnichestva* [Ecological Bulletin of the Research Centers of Black Sea Economic Cooperation], 2004, supplement, pp. 143–147.
13. Shumskiy B. V., Zakharov N. V., Toropchin V. A., Gulenko V. I. Tekhnologiya seysmorazvedki MOV OGT 2D na predelnom melkovode i v tranzitnoy zone v Rossiyskom sektore Azovskogo morya [Technology BV CDP 2D seismic reflection on extreme shallow water and in the transition zone in the Russian sector of the Azov Sea]. *Tekhnologii seysmorazvedki* [Seismic technology], Tver, «GYERS» Publ., 2005, no. 3, pp. 95–99.
14. Shumskiy B. V. *Tekhnologiya seysmorazvedochnykh rabot MOV OGT 2D na predelnom melkovode i v tranzitnykh zonakh* [Technology CMP seismic work on the ultimate 2D shallow water and transition zones], Krasnodar, Kuban State University Publ. House, 2008. 28 p.