УДК 550.834

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПРОВЕДЕНИЮ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ НА ШЕЛЬФЕ МОРЯ ПРИ ПОМОЩИ АВТОНОМНЫХ САМОВСПЛЫВАЮЩИХ ДОННЫХ СТАНЦИЙ

AN INTEGRATED APPROACH TO CARRYING OUT SEISMIC EXPLORATION ON THE SHELF OF THE SEA THROUGH THE AUTONOMOUS SELF-EMERGING GROUND STATIONS

Ильинский Дмитрий Александрович
кандидат физико-математических наук,
главный геофизик, технический директор,
ГЕОНОД
d@geonode.eu

Либерзон Марк Романович
доктор физико-математических наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ,
Лауреат Премии Президента РФ,
Вице-президент Российской Инженерной Академии,
академик Российской Академии Космонавтики,
Московский авиационный институт
mark@fund.ru

Шаренков Сергей Борисович
кандидат экономических наук,
эксперт научно-технической сферы
федерального реестра экспертов,
генеральный директор,
НП «Инновационный Технологический Центр МАТИ»
sbs@itcmati.ru

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные вопросы морской сейсморазведки в прибрежных зонах, с анализом использования различных видов донных станций. Оценивается перспективность освоения новых технологических решений с учетом объемов потенциального рынка сейсморазведочных работ на ближайшую перспективу.

Ключевые слова: углеводороды, морские сейсморазведочные работы, шельф моря, самовсплывающие донные станции, транзитные зоны моря.

Ilyinsky Dmitry Aleksandrovich
Candidate of physical
and mathematical sciences,
Chief geophysicist, Technical Director,
GEONOD
d@geonode.eu

Liberzon Mark Romanovich
Doctor of physical and mathematical sciences, Professor, Honored worker of science of the Russian Federation, Winner of the Award of the Russian President,
Vice-president of the Russian Engineering Academy, academician of
the Russian Academy of Astronautics,
Moscow aviation institute
mark@fund.ru

Sharenkov Sergey Borisovich
Candidate of economic sciences,
expert of the scientific and technical sphere
of federal register of experts,
Generel Director,
NP «Innovative Technological Center MATI»
sbs@itcmati.ru

Annotation. In article topical issues of naval seismic exploration in coastal zones with the analysis of use of different types of ground stations are considered. Prospects of development of new technology solutions taking into account volumes of the potential market of seismo-prospecting works on the near-term outlook are estimated.

Keywords: hydrocarbons, sea seismo-prospecting works, the shelf of the sea, self emerging ground stations, transit zones of the sea.

Рынок сейсморазведочных работ сдвигается в сторону доступных прибрежных месторождений на мелкой воде, что характерно для России, Индии и Юго-Восточной Азии. Снижение цен на нефть в 2014–2016 годах привело к уменьшению интереса к глубоководным проектам, ставшим нерентабельными[1], и повышению интереса к освоению прибрежных районов с транзитными зонами, которые более привлекательны в связи с хорошей доступностью для дальнейшей добычи углеводородов.

В России имеется потребность в съемке объема в 20000 кв. км в транзитных зонах морей Северного Ледовитого океана. В Индии ведущие нефтегазовые компании ONGC, Oil India планируют тендеры и долгосрочные контракты для съемки в транзитных зонах и зонах с препятствиями общим объемом 5000 кв. км. В Юго-Восточной Азии (Мьянма, Малайзия, Индонезия, Таиланд, Вьетнам) объем рынка работ в транзитных зонах составляет порядка 10000 кв. км на ближайшие годы. При текущей средней цене сейсмической съемки в транзитной зоне за 1 кв. км. 30000–35000 долларов США – оценка объема рынка сейсморазведки в транзитных зонах в этих регионах составляет 1,225 млрд долларов США.

Сегодня высокое качество данных морской сейсморазведки возможно получить только при помощи донных технологий, но их развитие тормозят 2 проблемы:

1. Длительный цикл производства работ.
2. Высокая стоимость донной сейсморазведки, определяющая целесообразность работ.

[1]Выступление заместителя директора Росгеологии Сергея Костюченко на конференции «Конкурентно способность и импортозамещение в нефтедобывающем комплексе России». – 21 декабря 2015 года.

На текущий момент самой распространенной технологией получения донных сейсмических данных является применение донных станций на фале.

Первые разработки донных станций на фале начались в 70-х годах прошлого века и не предполагали средств автоматизации работ с донными станциями на судне. Все операции съема или прикрепления станций к фалу производилось вручную.

В XXI веке ситуация принципиально не изменилась. Сегодня производители донных станций – *OYO Geospace (США), CGGVeritas (Франция), Сейсмошельф (Россия)* предлагают все операции на судне производить вручную без средств автоматизации.

Ведущий лидер мирового рынка, компания *FairfieldNodal (США)* – лишь частично автоматизировала процесс. Внутри судна используется система в виде конвейерной ленты, доставляющей станций к шкафам обслуживания. Съем станций с ленты и последующее подключение станций к разъемам в шкафах обслуживания осуществляется вручную. А для хранения фала предлагается специальный контейнер значительных размеров.

Описанные средства частичной автоматизации и обслуживания станций применяются только на специализированных судах, имеющих мощную лебедку и специальные помещения для размещения ленты и шкафов обслуживания станций, что, естественно, приводит к увеличению размеров судна и стоимости его эксплуатации.

Отдельно стоит отметить, что станции *FairfieldNodal* часто покупаются не только без конвейерной ленты, но даже без рекомендуемого компанией-производителем фала из-за его высокой стоимости, а это значит полное отсутствие автоматизации процесса.

Норвежские компании *Magseis* и *inApril* пошли дальше по пути автоматизации работ с донными станциями на фале, предлагая дополнительно к ним комплексное автоматизированное судно для работы.

Норвежцы предлагают использовать роботы-манипуляторы, которые снимают станции с фала, перемещают станции с конвейерной ленты в шкафы обслуживания и подсоединяют необходимые разъемы. В результате получается специализированное судно для работы со станциями, сопоставимое по стоимости и размерам с типичными судами для 3D сейсмики с буксируемыми косами.

Автономные станции на фале конструктивно имеют сходный дизайн и похожие технические характеристики. Эта особенность определена текущим состоянием прогресса в области информационных технологий, доступности определенных чипов для аналого-цифровых преобразований, генераторов точного времени, микропроцессоров и их периферии. Естественно, более поздние разработки имеют лучшие характеристики по автономности работы и точности хода часов.

Еще одним отличием является максимальная глубина работы станций у различных производителей. Существует определенная тенденция разделения рынка донных станций на II группы:

I группа – для работ в транзитных зонах предельного мелководья до 700 м – *FairfieldNodal, OYO Geospace, CGGVeritas*, до 100 м – *FairfieldNodal, Сейсмошельф*;

II группа – для работ на глубинах до 3000 м с использованием полностью автоматизированных специальных судов, которые в перспективе должны заменить технологии работ с буксируемыми косами. Такие станции производят компании *Magseis* и *inApril.*

Из всех станций на фале только станции *inApril* имеют дополнительный блок гидроакустики для позиционирования станций на дне.

Но перечисленные особенности эксплуатации станций вступают в серьезное противоречие с целевой зоной использования донных станций на фале – это транзитные мелководные зоны с большим количеством препятствий и ярко выраженными приливами-отливами до нескольких метров. Такие условия работы делают невозможным использование судов с морской осадкой для постановки / подъема станций.

В качестве компромисса используются короткие связки станций и полностью ручной труд. Но даже чтобы поднять со дна несколько связанных станций нужно иметь довольно мощную лебедку, что предполагает наличие плавучей платформы. А это ведет к удорожанию стоимости работ.

Отдельно стоит выделить группу отрицательных эффектов при использовании фала:

- фал требует специальных условий хранения и проверки состояния для предотвращения потери станций при работе;
- использование фала для больших расстановок с большим количеством донных станций предполагает его значительную длину: 10–15 км, что требует использования специализированного судна для операций с таким большим количеством фала и достаточного места для его хранения или наличия лебедок большой мощности;
- при работе со станциями на фале требуется либо большой объем ручной работы (снятие станций с фала, помещение их в специальную лабораторию для считывания данных, подзарядки батарей, синхронизации часов), либо специализированное судно с развитой инфраструктурой и робототехникой с манипуляторами для снятия станций с фала, развитых путей транспортировки станций внутри судна, подключения разъемов роботами-манипуляторами;
- фал, соединяющий станции на дне, производит сейсмический шум, особенно в зонах предельного мелководья, что сильно ухудшает качество получаемых данных. Имеется специальная разработка фала компании *FairfieldNodal,* которая обеспечивает прочность и минимальность шума на дне. Компания за такой фал требует дополнительно около 1 млн. долларов США. Многие пользователи (например, компания «Севморгео», входящая в холдинг «Росгеология»), естественно, не покупают этот фал, пытаясь найти локальные решения, что иногда приводит к сложностям при выполнении контрактных обязательств.

Однако есть и другое технологическое решение. Прорывная отечественная технология ГЕОНОД – автономные самовсплывающие донные станции (www.geonod.eu). В дополнение к функциональности имеющейся у станций *inApril* (с блоком гидроакустики), станции ГЕОНОД обладают рядом дополнительных возможностей, которые имеют важное значение для проведения сейсмической съемки:

1) самовсплывание;
2) быстрое считывание собранных данных – без разъемов, через радиопрозрачный корпус с синхронизацией часов по спутниковым сигналам GPS/GLONASS;
3) радиопередача координат, всплывшей на поверхность станции на рабочее судно;
4) низкочастотные геофоны (0,5–1000 Гц).

Эти дополнительные функции станций открывают ряд возможностей для организации и проведения сейсмических донных съемок:

1. Функция самовсплывания делает ненужным использование прочного фала, связывающего станции, а также наличия мощной лебедки для постановки и подъема станций. Что в свою очередь позволяет полностью отказаться от специализированных судов. Всплытие каждой станции происходит по требованию. Применяемый груз, оставшийся на дне после всплытия станции, состоит из экологически чистых компонентов и разлагается в воде после проведения съемки на составляющие, из которых состоит морское дно и вода.
2. Функция быстрого считывания данных и синхронизации часов по GPS/GLONASS делает не нужным автоматизацию, предлагаемую компаниями *FairfieldNodal, Magseis, InApril,* так как процесс копирования данных и синхронизации часов занимает секунды и может происходить на палубе любого, даже самого маломерного плавсредства, в транзитных зонах.
3. Функция радиопередачи координат всплывшей на поверхность станции на рабочее судно открывает возможность полной автоматизации процесса сбора станций. Судно, собирающее станции, получает координаты, посылаемые всплывшей станцией на поверхность и автопилот может автоматически наводить судно на станцию. Подбор станции с воды осуществляется с помощью ленты транспортера, аналогично той, которую применяют суда-уборщики плавающего мусора с акваторий. В зонах с сильным течением (на глубинах до 150 метров) станция после всплытия становится заякоренным буем и не может уходить сильно от места постановки.
4. Функция низкочастотных геофонов (0,5–1000 Гц) позволяет собирать широкополосные данные и улучшать качество сейсмических изображений, особенно в его глубинных частях. Также дает возможность собирать данные по методу низкочастотного зондирования для прямых поисков углеводородов (УВ) новая быстро завоевывающая рынок технология.

Станции ГЕОНОД могут одновременно собирать данные по методу отраженных волн, получать традиционные сейсмические изображения улучшенного качества, а также данные для прямых поисков УВ по низкочастотной компоненте волнового поля без каких-либо дополнительных затрат на сбор данных.

По своим технико-экономическим параметрам станции ГЕОНОД превосходят все сегодня существующие технологии морской сейсморазведки и не имеют аналогов в мире.

Станция может быть использована в том числе и на сложных участках (нефтяные платформы, препятствия на дне, Арктика), на глубинах от 0 до 7000 м. Превосходство технологии ГЕОНОД подтверждено при реализации пилотных проектов как на территории РФ, так и за рубежом.

Использование автономных самовсплывающих донных станций ГЕОНОД позволяет реализовать концепцию комплексного подхода к проведению сейсморазведки на шельфе моря.

В заключении хочется сказать о том, что применение зарубежных технологий в области сейсморазведки несет в себе высокие риски утечки информации. С точки зрения национальной безопасности недопустимо использование зарубежных информационных систем в стратегически важных отраслях экономики, так как разработчик устройства при желании может всегда получить всю необходимую для него информацию.

Производство станций ГЕОНОД – это шаг навстречу импортонезависимости России и выход на мировой рынок с принципиально новой технологией сейсморазведки.

Литература:

1. URL : https://ru.rt.com/6tz0 (30 августа 2016).
2. Аналитический отчет «Российский рынок сейсморазведки: текущее состояние и перспективы развития до 2025 года» // RMNT NET. (27 мая, 2016).
3. Ампилов Ю.П. Проблемы и перспективы разведки и освоения российского шельфа в условиях санкций и падения цен на нефть // Вести газовой науки. – 2015. – № 2 (22). – С. 5–14.
4. Кравцова И. Альтернативы нет // журнал «Морской бизнес». – 2015. – № 41, декабрь.

References:

1. URL : https://ru.rt.com/6tz0 (30 August, 2016).
2. Analytical report «Russian market of seismic exploration: current state and the prospects of development till 2025» // RMNT NET. (27 May, 2016).
3. Ampilov Yu.P. Problems and the prospects of investigation and development of the Russian shelf in the conditions of sanctions and drop in oil prices // Messages of gas science. – 2015. – № 2 (22). – P. 5–14.
4. Kravtsova I. There is no alternative // the magazine «Sea business». – 2015. – № 41, December.