

УДК 528.645

Гринь Г.А. ООО ПТФ «Возрождение», г. Сургут

Мурзинцев П.П. СГГА, Новосибирск

О ПРИМЕНЕНИИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ВЫСОКОТОЧНОЙ СЪЕМКИ РЕЛЬЕФА ДНА И ПОДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ.

Концепция развития отрасли геодезии и картографии до 2020 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 декабря 2010 г. № 2378-р, направленная на коренную модернизацию системы геодезического обеспечения Российской Федерации, предусматривает коренные изменения, во всех отраслях геодезической и картографической деятельности.

Отечественные морская геодезия и гидрография так же должны быть модернизированы по различным направлениям. Например: «с целью создания морских пространственных данных Российской Федерации и обеспечения потребителей актуальной картографической информацией необходимо обеспечить морские зоны, находящиеся под юрисдикцией Российской Федерации, и акватории Мирового океана высокоточной съемкой рельефа дна с использованием современных технических средств», а также «создать базу батиметрических и других морских пространственных данных о морских зонах, находящихся под юрисдикцией Российской Федерации» [1].

К «современным техническим средствам для высокоточной съемки рельефа дна» на сегодняшний день можем отнести такие средства, как многолучевые эхолоты и батиметрические гидролокаторы.

Многолучевые эхолоты используют единый подход при определении глубин. Производится акустическое освещение некоторой полосы обзора, ширина которой прямо пропорциональна глубине. Расчет глубин внутри полосы обзора выполняется на основе эхосигналов по наклонным лучам с известными углами приема. Время распространения акустического сигнала по каждому лучу пересчитывается в наклонную дальность, а затем с учетом угла луча и данных профиля скорости звука рассчитываются глубина и расстояние от центра антенны каждого пятна акустического контакта луча с поверхностью дна [2].

Многолучевая батиметрия получила новый импульс в своем развитии и распространении в конце прошлого века, с выходом в свет Стандарта Международной Гидрографической организации (МГО) на гидрографические съемки (ИНО Standards for Hydrographic Survey) – SP-44, 1998 г [3].

В настоящее время многолучевые эхолоты все более активно внедряются в различные области морской геодезии и гидрографии, как высокоточный инструмент, позволяющий выполнять не только промеры глубин, но и служить эффективным средством для обследования подводных объектов.

Область применения многолучевого эхолотирования достаточно широка – от обследования подводных трубопроводов в местах пересечения ими относительно неглубоких рек, озер и водохранилищ до глубоководных съемок с целью определения границ континентального шельфа Российской Федерации [4]. В период 2010 года подобные работы в Арктике были выполнены на научно-экспедиционном судне «Академик Федоров», оснащенного глубоководным многолучевым эхолотом Kongsberg Simrad EM122.

Рассмотрим некоторые преимущества технологии использования многолучевого эхолотирования, которые выгодно отличают ее от традиционной технологии промеров, основанной на использовании однолучевого эхолота и гидролокатора бокового обзора.

Для работ, связанных с поиском и координированием различных подводных объектов, необходимых как для обеспечения безопасности плавания, так и для безопасной эксплуатации объектов подводной инфраструктуры, включая подводные трубопроводы, можно выделить два основных этапа работ:

- Поиск и обнаружение потенциально опасных объектов или объектов, требующих контроля.
- Измерение геометрических параметров обнаруженных объектов и прилегающей поверхности, с необходимым уровнем точности.

Типы искомых подводных объектов могут быть классифицированы по четырем типам:

- Точечные;
- Линейные;
- Площадные;
- Комбинированные.

На рисунке 1 приведены примеры четырех типов объектов, снимки получены многолучевыми эхолотами Kongsberg (Норвегия) и Reson (Дания).

Точечными объектами (а) являются расположенные вертикально мачты и вертикальные опоры инженерных конструкций небольшого диаметра, затопленные бревна, строительный мусор. Точечные объекты представляют собой частный случай площадных объектов.

Линейные объекты (б) представляют собой трубопроводы, кабели и шлейфы, линейно протяженные и расположенные горизонтально на поверхности дна.

Площадные объекты (в) представляют собой затопленные баржи, элементы техногенного рельефа и другие объекты, имеющие достаточно простые геометрические формы.

Комбинированные объекты (г) представляют собой сложные объекты, которыми являются затопленные суда и подводные части гидротехнических сооружений, включающие в себя комбинации типов перечисленных выше объектов.

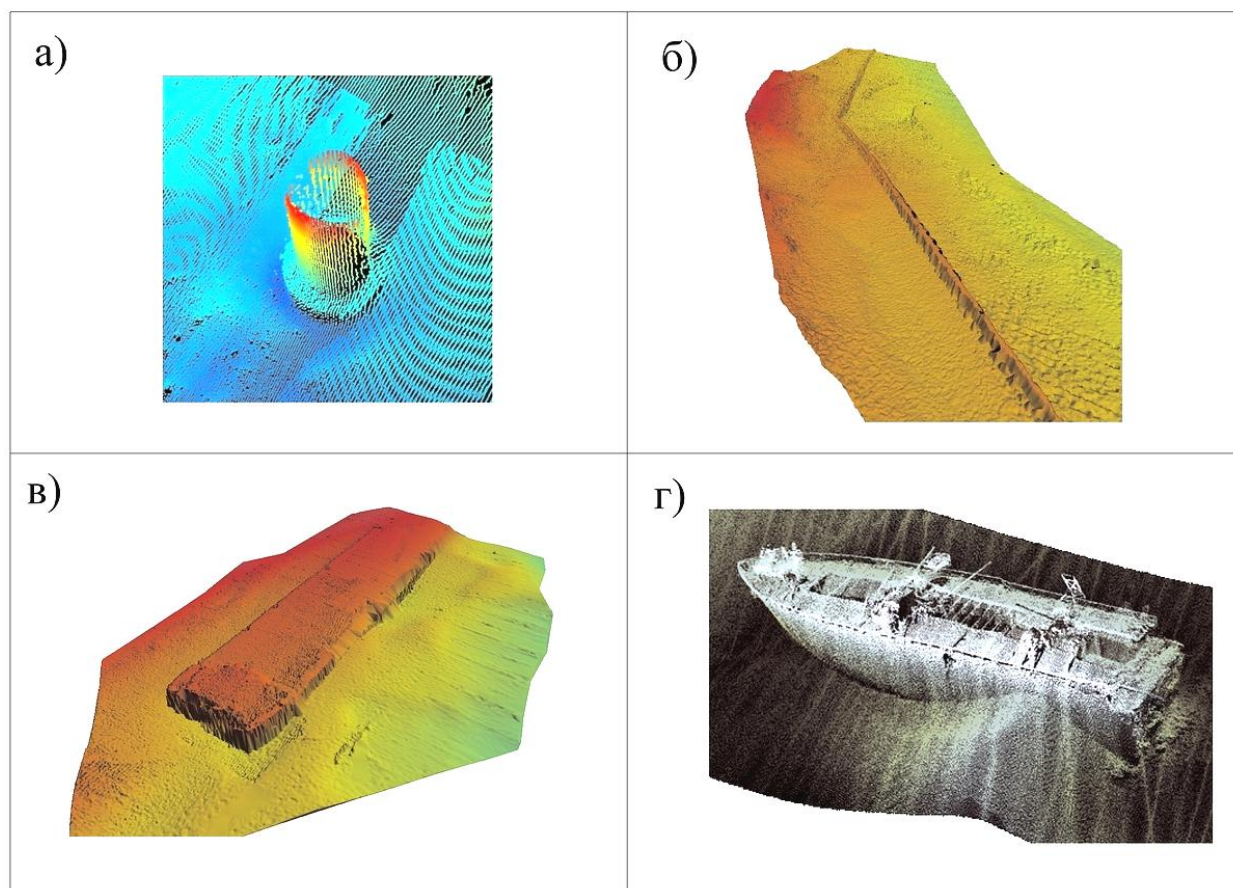


Рисунок 1 – Типы подводных объектов, подлежащих выявлению

Отметим, что раньше, задача поиска и обнаружения объектов на поверхности дна решалась с помощью гидролокаторов бокового обзора. В настоящее время, гидролокатор бокового обзора не утратил актуальности и продолжает оставаться надежным инструментом для поиска и обнаружения объектов, при условии относительно ровной поверхности дна. Но измерение геометрических параметров объектов гидролокатором бокового обзора возможно лишь частично, так как с помощью гидролокационного снимка значение глубины определяется лишь приблизительно, и поэтому построение полной 3D модели объекта невозможно.

Отсюда, для измерения геометрических параметров обнаруженного гидролокатором объекта и прилегающей поверхности необходимо использовать эхолот.

Измерение геометрических параметров объектов точечного и комбинированного типа с помощью однолучевого эхолота не представляется возможным, в связи с вертикальной направленностью сигнала и низкой плотностью точек измерений.

Измерение геометрических параметров объектов площадного типа с помощью однолучевого эхолота теоретически возможно, при условии достаточно большого числа точек измерений на промерных галсах, расположенных над поверхностью объекта.

При измерении линейно протяженных объектов с использованием однолучевого эхолота, основным условием также является увеличение количества точек путем сгущения сетки съёмочных галсов. Одиночные галсы позволяют обеспечить надёжное обнаружение только для таких объектов, размеры которых соизмеримы с размерами междугалсового расстояния. Для подводных трубопроводов и прочих объектов поиска, имеющих протяженность менее, чем шаг междугалсового расстояния, вероятность их обнаружения оказывается крайне низкой.

Таким образом, технология, измерения геометрических параметров объектов, выполняемых при помощи однолучевого эхолота трудоемка, не эффективна и не применима для всех без исключения типов объектов.

Многолучевые эхолоты обладают способностью практически полного акустического освещения дна, что открывает возможности для более детального представления дна, чем это было возможно при использовании однолучевых эхолотов. Кроме того, с помощью многолучевых систем, возможно надежное обнаружение объектов на поверхности дна.

Отсюда, многолучевой эхолот является эффективным инструментом не только для поиска, но и для уверенного измерения геометрических параметров любых типов подводных объектов.

Что касается высокоточной съемки рельефа дна для задач обеспечения безопасности плавания, многолучевой эхолот, также более производителен, чем однолучевой эхолот, оставляющий на планшете «белые пятна», представляющие собой интервалы между промерными галсами, устранить неопределенность на которых, может только гидролокатор.

Батиметрические гидролокаторы (интерферометры) являются альтернативой многолучевым эхолотам, и настоящее время находятся в стадии интенсивного совершенствования. Преимущество в отношении многолучевых систем в более простой конструкции антенн и, соответственно меньшему весу и

большой компактности устройств, что позволяет монтировать их на телеуправляемых подводных аппаратах и даже на надувных лодках. Кроме того, ширина полосы обзора батиметрических гидролокаторов достигает значения более 12 глубин, в отличие от ширины в 4 – 5 значений глубины у многолучевых эхолотов, что дает интерферометрам ощутимое преимущество при русловых съемках. Но этим системам присущи недостатки обычных гидролокаторов бокового обзора, касающиеся работы на сложном, расчлененном рельефе дна [2].

Подводно–техническая фирма «Возрождение», г. Сургут, в числе первых отечественных компаний начала использовать многолучевой эхолот для геодезического контроля подводных объектов.

Для реализации поставленной задачи, комплекс на основе многолучевого эхолота был смонтирован на борту специально изготовленного малого промерного судна Селенга 620 (рисунок 2).



Рисунок 2 - Катер Селенга 620 с промерным комплексом на борту

Гидроакустическая антенна многолучевого эхолота Kongsberg Simrad EM3002 устанавливается в технологическую шахту, расположенную в центральной части корпуса.

В течении ряда лет фирмой «Возрождение» выполнялись работы по диагностике подводных переходов трубопроводов приборным комплексом на основе многолучевого эхолота Kongsberg Simrad EM3002 на объектах Сибири и Дальнего Востока, включая реки Обь, Иртыш, Тазовскую губу, пролив Невельского.

Использование многолучевого эхолота способствовало выявлению как крупных неисправностей в виде обнажений и провисаний трубопроводов, так и

относительно небольших неисправных участков в диапазоне глубин от 5 до 25 метров [5].

В качестве примера на рисунке 3 представлен неисправный участок трубопровода на подводном переходе через Тазовскую губу. Длина неисправного участка составляет 5 метров, и он расположен на дне траншеи, глубина которой 7 метров. Выявление данного участка с помощью традиционной технологии, основанной на использовании однолучевого эхолота и гидролокатора бокового обзора, представляло значительные трудности.

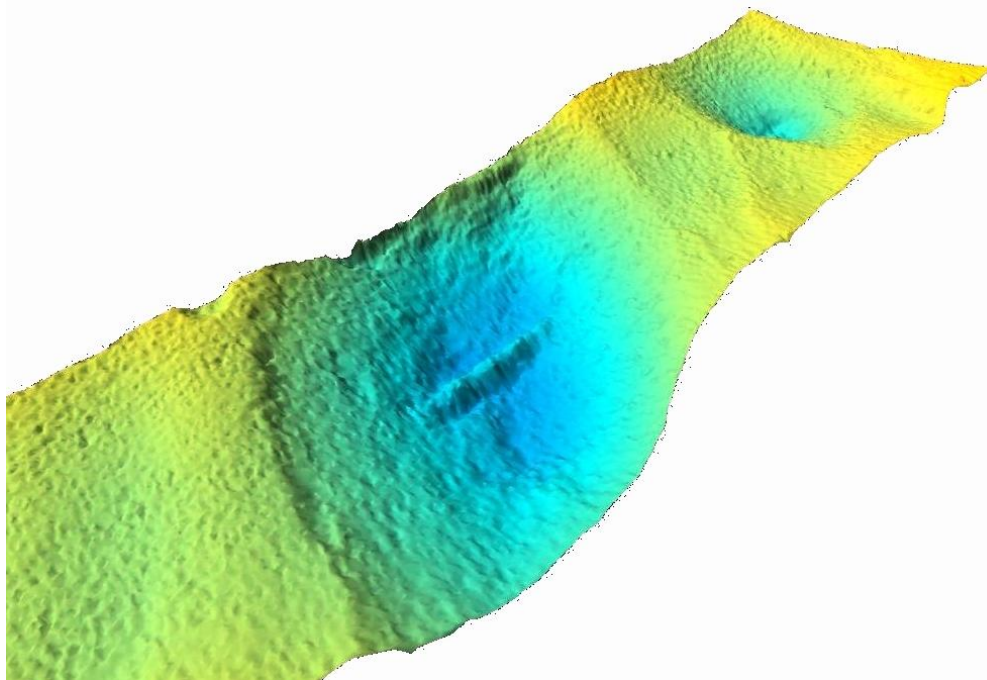


Рисунок 3 – Неисправный участок подводного перехода трубопровода

В заключении необходимо отметить, что в настоящее время, остро стоит вопрос о разработке отечественных методик и нормативных документов, отражающих инновационные решения в морской геодезии и геодезическому контролю инженерных сооружений, как на внутренних водоемах, так и в шельфовой зоне. В этих нормативных документах наряду с технологиями площадной съемки рельефа дна должны найти отражение и другие, актуальные в сегодняшнее время вопросы, которые включают в себя GNSS – технологии и методы, построения 3-D моделей подводных объектов.

Список использованных источников.

1 Распоряжение Правительства РФ от 17.12.2010 № 2378-р "Об утверждении концепции развития отрасли геодезии и картографии до 2020 года" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: / <http://www.to86.rosreestr.ru/kartografia/normotekhnicheskie/>

2 Фирсов, Ю.Г. Основы гидроакустики и использования гидрографических сонаров [Текст] / Ю.Г. Фирсов. – СПб.: Нестор–История, 2010. – 303 с.

3 IHO Standards for Hydrographic Survey. Special Publication SP-44, 4th Edition [Текст]. Monaco, 1998.

4 Фирсов, Ю.Г. К вопросу качества батиметрической съемки Северного Ледовитого океана в интересах определения внешней границы континентального шельфа России [Текст] / Ю. Г. Фирсов, В. Н. Баландин, И. В. Меньшиков // Геодезия и картография. – 2010. – № 2. – С. 28 – 33.

5 Гринь, Г.А. Методические решения и технологическая реализация комплексного геодезического контроля подводных переходов магистральных трубопроводов [Текст]/ Г.А. Гринь. – Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Новосибирск, 2010. – 27 с.