

Опыт использования материалов ДЗЗ для получения информации о морском дне прибрежных акваторий

С.Е. Канюков, «ПРАЙМ ГРУП», Москва, Россия

Получение актуальной и точной информации о морском дне является важным этапом при обустройстве прибрежных территорий, строительстве инфраструктуры шельфовых месторождений углеводородного сырья, эксплуатации морских портов, повышении безопасности судоходства, выполнении научных исследований и пр.

Новым подходом к решению задачи получения информации о рельефе морского дна стало использование данных мультиспектральной высокодетальной космической съёмки.

Современные космические аппараты ДЗЗ помимо традиционных имеют дополнительные спектральные каналы, которые используются для проведения коррекции атмосферных искажений, анализа качества воды, контроля состояния растительности и многого другого. В том числе космические снимки могут использоваться для построения карт морского дна.

Наборы спектральных каналов спутников QuickBird и WorldView-2 представлены на рисунке 1.

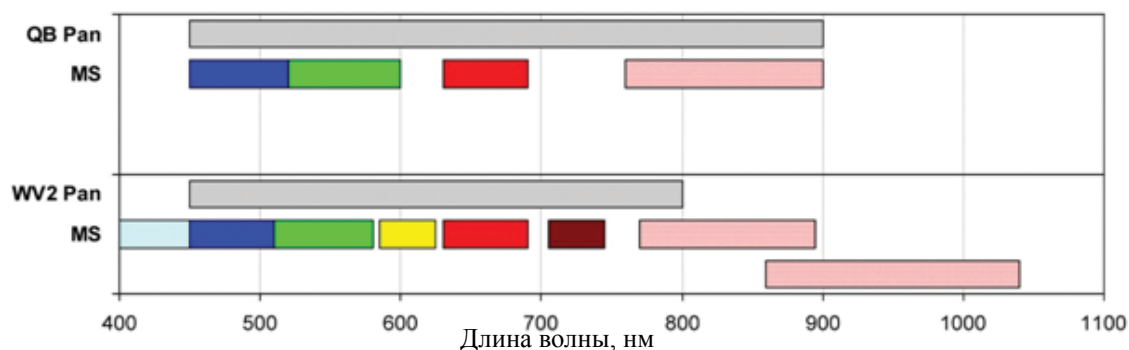


Рисунок 1. Наборы спектральных каналов.

Наибольшей проникающей способностью в водной среде обладает фиолетовый канал, который еще называют «прибрежным». Применение этого канала позволяет проводить измерения на больших глубинах по сравнению с традиционными спектральными каналами. Но в то же время фиолетовый канал наиболее критичен к качеству воды, поэтому не всегда его использование бывает возможным. Поэтому в ряде случаев, когда в прибрежной воде присутствует большое количество взвеси или органических веществ, для получения батиметрических данных применяются каналы, имеющие наибольшую корреляцию с фиолетовым (желтый и зеленый). Полученные значения глубин могут быть пересчитаны в абсолютные значения — для этого необходимо иметь информацию о величинах ветрового нагона и приливов/отливов в момент выполнения съёмки.

Использование космической съёмки позво-

ляет избежать затрат, связанных с мобилизацией техники и специалистов к месту проведения работ, исключить риски повреждения оборудования при выполнении промеров на малых глубинах. Параллельно отпадает необходимость получения разрешений на производство батиметрических съёмок и оформления документов на пересечения государственных границ. При этом стоимость получения батиметрической информации с помощью материалов ДЗЗ в разы меньше, чем при применении традиционных методов изучения морского дна. Скорость обработки материалов космосъёмки существенно выше скорости обработки лидарных данных, что позволяет на порядок увеличить производительность получения батиметрических данных на интересующие акватории.

Специалистами компании «ПРАЙМ ГРУП» выполнялись работы по получению батиметрической информации на район Выборгского

залива в части акватории от порта Выборг до острова Вихревой. Целью работ было изучение возможности использования данных спут-

никовой батиметрии для обновления морских навигационных карт. Район работ приведен на рисунке 2.

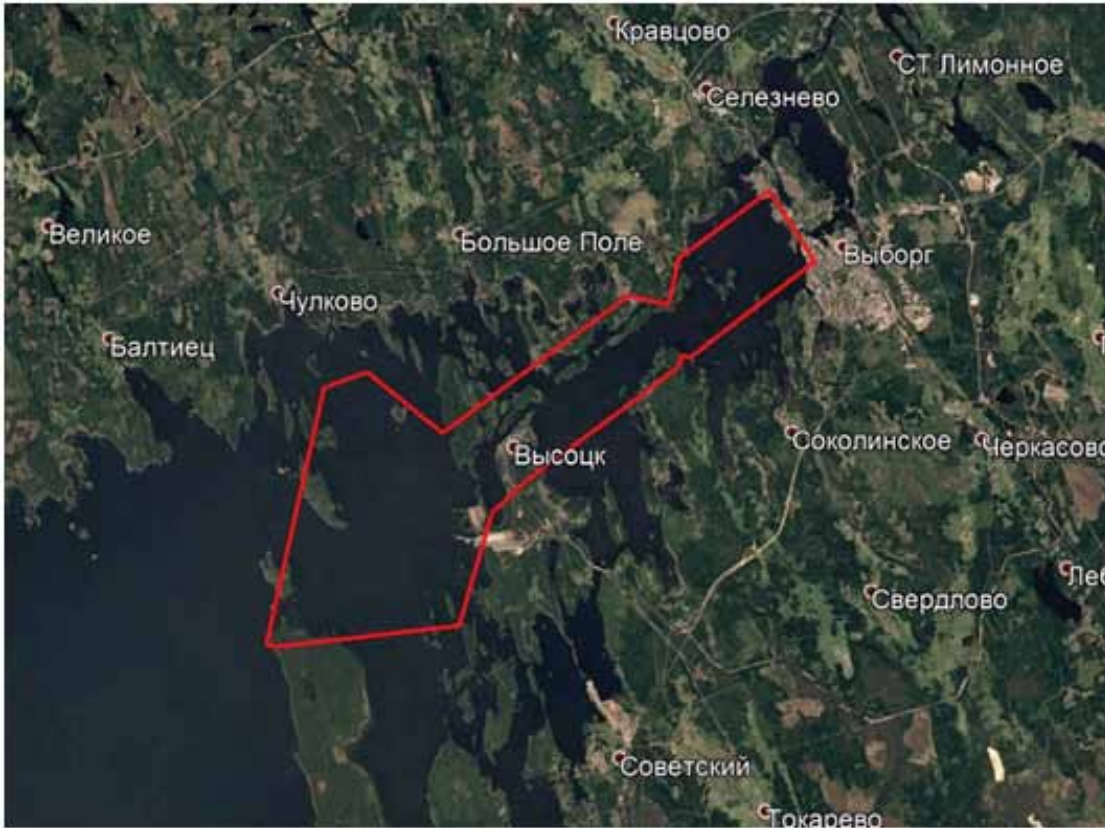


Рисунок 2. Район проведения работ.

Для получения данных использовались снимки с космических аппаратов WorldView-2 и GeoEye-1. По результатам анализа величины ослабления пучка света в поглощающей среде относительно поверхности раздела вода-воздух были получены растровые изображения с информацией о глубинах с размером пиксела 50 см. Изначально ставилась задача получения данных о глубинах до 5 метров, но из-за высокого значения мутности воды максимально достигнутое значение измеренных глубин составило 2,5 метра. Пример полученных данных представлен на рисунке 3.

Растровые данные были интерполированы в

векторные слои: изобаты с сечением 0,2 метра и в точечный слой отметок глубин с шагом сетки 50 см. Полученные материалы были проверены по данным, полученным в 2006 году при выполнении промеров акватории Выборгского залива гидрографическим судном. В местах пересечения данных промеров с данными спутниковой батиметрии был проведен анализ расхождений значений, полученных двумя способами, и рассчитаны значения разности глубин между данными, полученными на основании спутниковых снимков и данными, полученными по результатам промеров эхолотом.

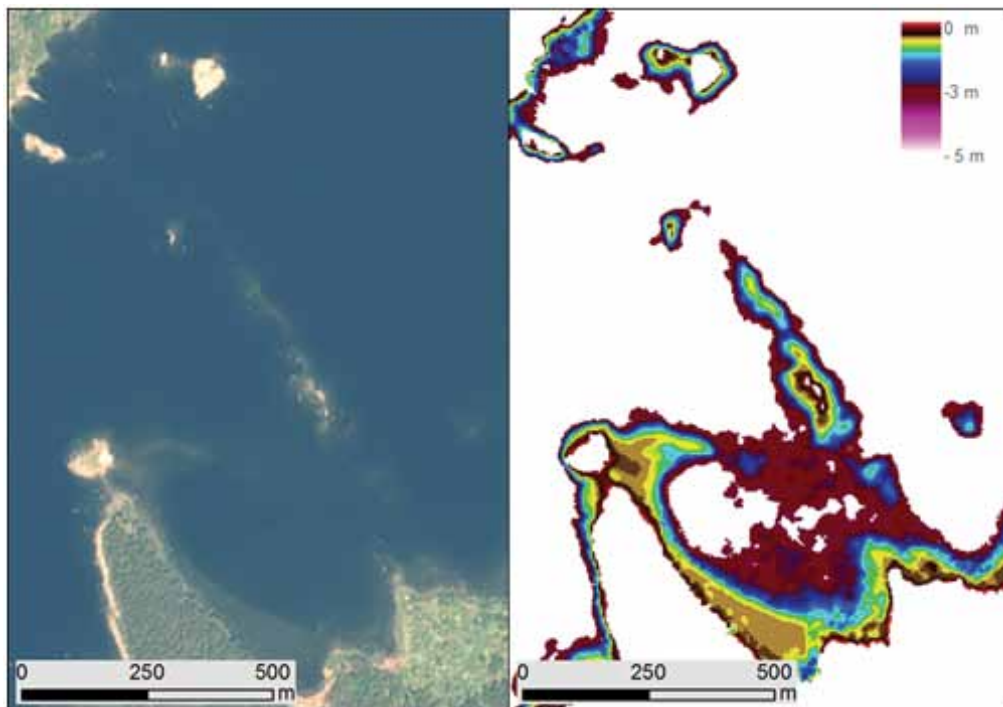


Рисунок 3. Космический снимок и растровая карта глубин.

По итогам были выявлены значительные расхождения в измерениях на глубинах более 1,8 метров. Для значений глубин менее 1,8 метра обработка итоговых значений показала среднеквадратичное отклонение 42 см. между измеренными и расчетными значениями глубин. Пример наложения данных представлен на рисунке 4.

Результаты измерения показали невозмож-

ность получения значений глубин более 2 метров для акватории Финского залива по результатам обработки спутниковых снимков и большую погрешность в измерении глубин. На качество результатов сильное влияние оказывают качество воды, заиленность морского дна в районе проведения работ и низкий уровень освещенности на широтах района работ.

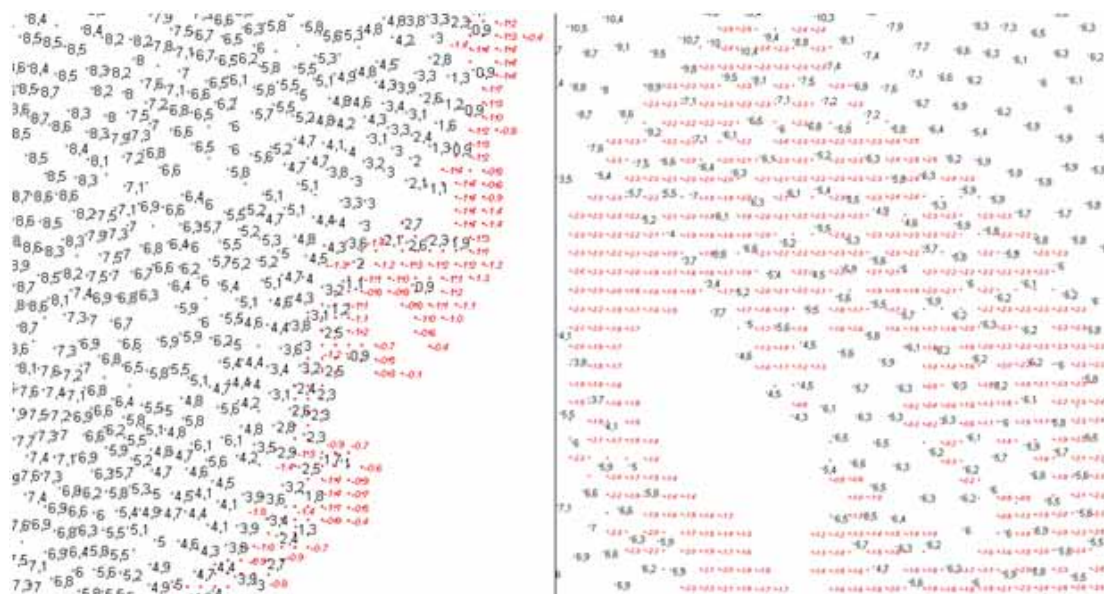


Рисунок 4. Наложение данных эхолота и расчетных значений.

Вместе с тем, необходимо отметить, что в акваториях с хорошим качеством воды и высоким уровнем освещенности получение информации о морском дне возможно и на основе обычных цветных снимков (натуральные цвета RGB). Специалистами компании «ПРАЙМ ГРУП» были выполнены работы по подбору и поставке материалов космической съемки для информационного обеспечения подводных археологических работ Центра египтологических исследований Российской академии наук (ЦЕИ РАН).

Центр египтологических исследований Российской академии наук (ЦЕИ РАН) был приглашен Высшим советом по древностям Арабской

Республики Египет (SCA) для выполнения археологических разведок на обширной акватории в районе города Александрии, простирающейся от мыса Анфуши на востоке до мыса Агами на западе. Район работ приведен на рисунке 5. Повышение уровня моря в районе Александрии со времен античности оценивается в 7 - 8 метров, таким образом, значительная часть древнего побережья вместе со многими ценными археологическими памятниками оказалась под водой на глубине 6-8 метров. Первостепенной задачей ЦЕИ РАН в Александрии было изучение прибрежной зоны и картирование районов разведок с использованием различных методов получения данных.



Рисунок 5. Районы выполнения археологических разведок.

За вычетом акватории Западного порта и судового хода, район разведок имеет площадь порядка 30 кв.км. и располагается на глубинах от 1 до 40 метров. Глубины в прибрежной части исследуемой акватории не превышают 10 метров, что позволяло использовать данные космических снимков для получения информации о морском дне. На участки дна с глубинами более 8 метров сотрудниками ЦЕИ РАН был выполнен ряд съемок гидролокатором бокового обзора Klein-3000.

Специалистами компании «ПРАЙМ ГРУП» были проведен отбор имеющихся на районы

работ материалов ДЗЗ со спутников сверхвысокого разрешения. С учетом статистической информации о метеорологических условиях в районе работ были отобраны снимки для последующего анализа. Критичными параметрами для оценки были наличие и высота волн, прозрачность воды, наличие солнечных бликов на поверхности воды. По итогам был выбран снимок QuickBird от 13 мая 2013г. Последующая обработка показала, что снимок обеспечивает дешифрирование объектов морского дна на глубинах до 8 метров. Фрагменты снимка представлены на рисунке 6.



Рисунок 6. Снимок на район археологических разведок.

В ЦЕИ РАН была развернута геоинформационная система, которая включает в себя исторические карты порта XVII—XIX вв., современные навигационные карты, а также карты, построенные по результатам съемок гидролокатором бокового обзора. Анализ материалов космической съемки совместно с историческими и современными картами позволил картографировать объекты на морском дне и локализовать районы выполнения погружений.

Во время погружений были обнаружены остатки древних портовых сооружений, массивный волнолом, состоящий из известковых блоков, обнаружено несколько мест древних кораблекрушений. Результаты, полученные в ходе исследований, позволяют предположить

возможность обнаружения на территории концессии руин средневековых фортификационных сооружений, которые были возведены на прилегающих к порту (ныне ушедших под воду) островах. Учитывая, что трансгрессия моря в Александрии достигла 8 м, также нельзя исключить возможность нахождения затопленных кварталов древней и средневековой Александрии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Белов А.А. Подводно-археологические разведки Центра египтологических исследований РАН в Александрии, Египет. ЦЕИ РАН, Москва, 2014 г.