

Полигон гидроакустических и геомагнитных исследований.  
Площадь около 30 Га, диапазон глубин от 0,1 до 4,5 м

## Обследование акватории Фанагории методом акустического профилирования

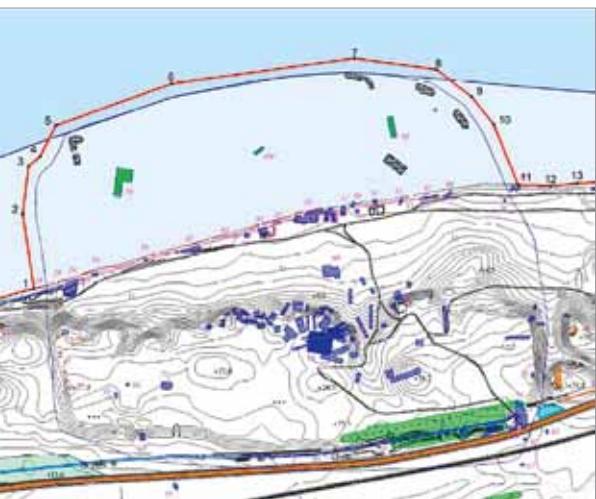
Сергей Ольховский, Институт археологии РАН, Светлана Дунчевская, НПП «Форт XXI» ■ фото из архива авторов

**Подводно-археологические исследования в акватории Фанагории, проведенные в 1999–2005 гг. ППТР «Петр» (г. Воронеж), подтвердили вывод о низкой эффективности визуального поиска под водой объектов античного времени в условиях мелководья и активной абразии берегового обрыва, способствующей быстрому нарастанию песчано-иловых отложений на затопленной прибрежной террасе.**

В.Н. Латарцев установил, что в акватории Таманского залива штормы и локальные течения заметно влияют на донный рельеф, периодически размывая и замывая песком довольно крупные участки, что весьма затрудняет визуальную локализацию ранее выявленных объектов. С учетом этого факта, а также ввиду наличия плотного покрова водорослей на глубинах от 1,5 до 4,5 м, для обследования акватории Фанагории в начале 2000-х гг. впервые были применены современные методы неразрушающих исследований — эхолокация, гидролокация и магнитометрия. Опыт проведенных работ выявил несовершенство примененной аппаратуры как по части позиционирования галсов и картирования обследованных участков, так и по функциональным возможностям обследования в условиях мелководной и заросшей

растительностью акватории. Впрочем, удалось составить первую батиметрическую карту крупного участка дна и обнаружить ряд современных ферромагнитных объектов — якорей и плавсредств.

В 2012 г. Фанагорийская экспедиция Института археологии РАН пригласила к сотрудничеству Научно-производственное предприятие «Форт XXI», располагающее современной поисковой аппаратурой — гидролокатором бокового обзора, акустическим профилографом, магнитометром, эхолотом, системой спутниковой навигации геодезического класса. Основное внимание было уделено испытаниям возможностей профилографа, способного определить стратиграфию донных отложений и выявить в ней аномальные по плотности объекты. Для пробного



Городище Фанагории. Площадь затопленной части: около 20 га

Геоинформационная система Фанагории: более 1000 археологических объектов на 950 га

зондирования акватории Фанагории был применен профилограф SyQwest StrataBox, работающий на частоте 10 кГц и теоретически обеспечивающий профилирование донных осадков на глубину до 40 м с разрешением до 6 см, на глубинах от 1,2 до 150 м. Габариты StrataBox позволяют развернуть и применять его в составе программно-аппаратного комплекса на борту маломерного судна.

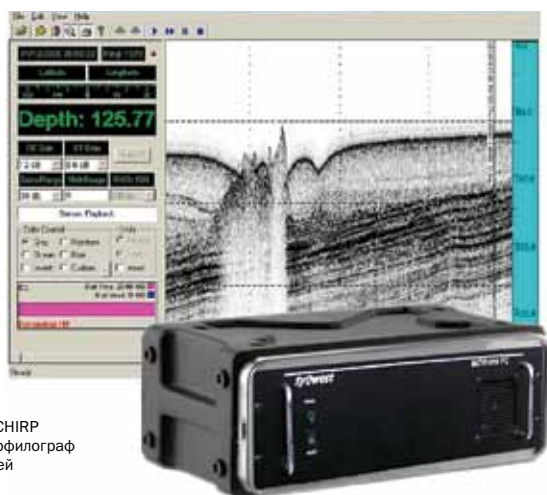
На испытаниях профилографа были поставлены следующие задачи: определение геометрической конфигурации участков дна с однотипной структурой; стратификация верхней части (единицы метров) разреза донных осадков и определение наличия объектов под поверхностью дна. Интерпретация показаний прибора и его калибровка упрощалась благодаря возможности оперативной подводной шурфовки выявленных аномалий.

Учитывая, что площадь избранного для проведения испытаний участка акватории составила 20 га, профилирование выполнялось по сетке продольных галсов с межгалсовым расстоянием 10 м. Для корректной координатной привязки галсов использовалась система из спутникового геодези-

ческого приемника Javad Maxor, установленного на береговом репере с известными координатами, и ровера Javad Triumph-1, закрепленного на моторной лодке над антенной профилографа. Определение абсолютных координат выполненных треков производилось в режиме постобработки, погрешность привязки выявленных аномалий при их интеграции в геоинформационную систему Фанагории не превысила 0,1 м.

При выполнении профилирования настройки StrataBox выбирались таким образом, чтобы получить наиболее подробное изображение верхних метров донных осадков. В результате постобработки результатов профилирования на обследованном участке акватории были выявлены границы слоев однородных донных отложений, а также составлен каталог из 23 наиболее заметных аномалий.

В сезоне 2013 г. подводный отряд Фанагорийской экспедиции приступил к шурфовке ранее выявленных акустических аномалий. Ввиду отсутствия спутниковой навигации нужной степени точности, выход на заданные координаты осуществлялся с помощью одноканального GPS-приемника с погрешностью позиционирования до 10 м. На дне для поиска фактического местонахождения аномалии водолазы использовали двухметровые шупы, при обнаружении в толще осадков значительного по площади твердого заполнения закладывались шурфы размерами 1,5х1,5 м, глубиной до 3 м от поверхности дна. Помимо обнаружения массы целых форм, крупных фрагментов античной и средневековой керамики, а также отдельных камней, шурфовка позволила уверенно локализовать лишь 4 аномалии из 23, вероятно, – самые крупные. В трех случаях аномалия оказалась участком массивных многоуровневых каменных насыпей, в четвертом совпала с выявленным в результате подводных раскопок 2013 г. корпусом деревянного корабля постройки конца XIX – начала XX в.



Bathy 2010PC™ CHIRP акустический профилограф с ЛЧМ-модуляцией



Акустическая аномалия № 6: кормовая часть корпуса деревянного парового судна конца XIX – начала XX в. Судно было полностью скрыто слоем песка и ила мощностью от 0,5 до 1 м

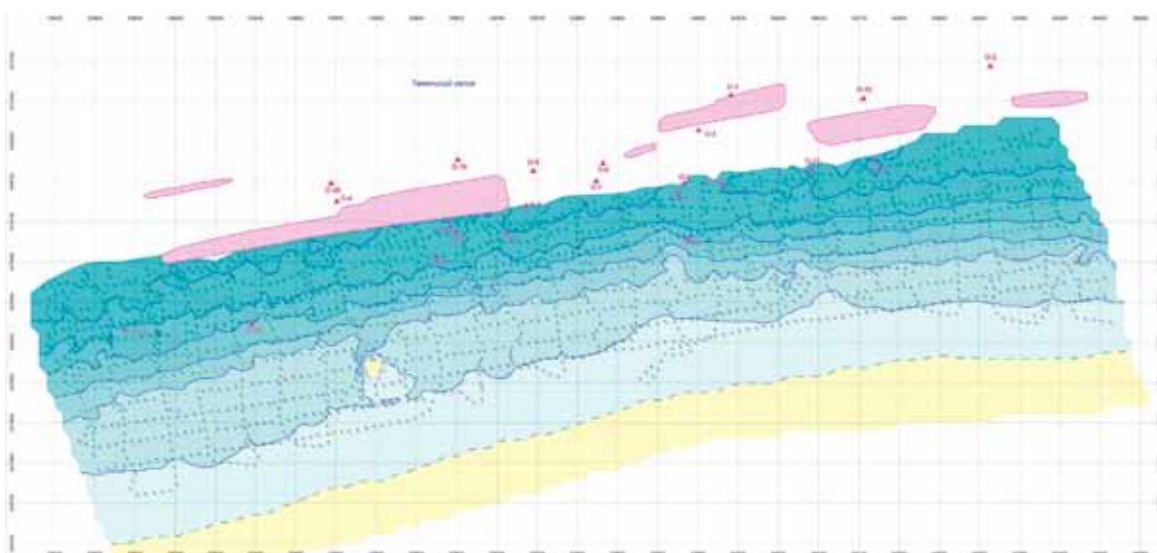


Амфора V в. до н.э., найденная при обследовании акустических аномалий

Предварительные выводы о результатах испытаний профилографа SyQwest StrataVox подтвердили его эффективность при работе на глубинах не менее 2,0–2,5 м. Однако опыт применения этого прибора в иных акваториях свидетельствует, что определение стратификации песчаных отложений при подборе специфического набора настроек возможно и на глубинах от 1,2 м. Представляется полезным сравнить результаты работы StrataVox с более совершенным типом профилографа, использующим ЛЧМ-модуляцию сигнала и обладающим более высоким разрешением – до единиц сантиметров. В ближайшем сезоне запланировано повторное гидроакустическое обследование прилегающего к Фанагории участка акватории, на этот раз профилографом Bathy 2010PC CHIRP, для определения различий в качестве результатов съемки и целесообразности применения для задач подводно-археологического обследования более сложного и совершенного оборудования.

Еще одним ценным результатом продолжения масштабных гидроакустических исследований в акватории Фанагории, выполняемых с использованием дифференциальных систем спутникового позиционирования, обеспечивающих сантиметровую точность плановых и высотных измерений, станет повторное составление высокоточной батиметрической карты.

Обработка результатов батиметрической съемки 2012 и 2014 гг. в программе TransCalc-PTR позволит составить разностную карту, на которой будут указаны области намыва и размыва песчаных масс, и определить краткосрочную амплитуду изменения уровня поверхности дна. Очевидно, что информация о размывших участках дна позволит более рационально определять участки для визуального обследования и повысит результативность дальнейших подводно-археологических исследований в акватории Фанагории.



Галсы эхолота (пунктир); изобаты первой прибрежной террасы. Локализация выявленных при съемке акустических аномалий