

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭРМИТАЖ

## **ВИРТУАЛЬНАЯ АРХЕОЛОГИЯ**

(неразрушающие методы исследований, моделирование, реконструкции)

Материалы Первой Международной конференции,  
состоявшейся в Государственном Эрмитаже  
4-6 июня 2012 г.

Санкт-Петербург  
Издательство Государственного Эрмитажа  
2013

Т. Р. Садыков

Институт истории материальной культуры РАН, Россия

А. А. Костылева

Санкт-Петербургский государственный университет, Россия

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОДВОДНОЙ ОРТОФОТОГРАФИИ В УСЛОВИЯХ СИЛЬНОГО ТЕЧЕНИЯ И ПЛОХОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ

Летом 2011 г. на памятнике Замостье 2 в Сергиево-Посадском районе Московской области были проведены совместные исследования археологической экспедиции Института истории материальной культуры РАН под руководством О. В. Лозовской и отряда Северо-Западной археологической экспедиции Государственного Эрмитажа под руководством А. Н. Мазуркевича. Изучались отложения нового каменного века. Работы велись в русле реки Дубны. В этой статье рассматриваются некоторые особенности фиксации подводного раскопа.

Работы на памятнике Замостье 2 ведутся с 1989 г. (Лозовская и др. 2011. С. 167, 168; Лозовская и др. 2012. С. 248-256). Установлена система реперов, предназначенная для фиксации электронным тахеометром. Создана единая сетка квадратов, связывающая раскопы на суше и под водой. Небольшая глубина Дубны на исследуемом участке позволяет выносить разметку и фиксировать необходимые точки стандартной тахеометрической вешкой (2,5 м) без дополнительного увеличения ее длины. Таким образом фиксация производилась и до 2011 г. Методика археологических работ на подводных объектах уже описана в литературе (Мазуркевич 2010; Ольховский, Мазуркевич 2011).

Необходимость применения подводной ортофотографии стала очевидной при обнаружении в пределах раскопа хорошо сохранившихся конструкций из органического материала, вероятно, вершей для ловли рыбы, собранных из тонких деревянных лучин. Применение этой методики позволило максимально точно нанести на план памятника все найденные объекты, в том числе узкие (менее 1 см) ленты, скрепляющие лучины в единые структуры.

Методика фиксации с применением ортофотографии с обязательной ректификацией кадра по ключевым точкам используется уже довольно давно. Многие специфические вопросы (оптические искажения конкретных объективов, предельно допустимые углы отклонения и т. д.) решаются с разной степенью успешности. Применение подобной методики под водой еще не является общераспространенной практикой. В нашем конкретном случае предстояло решить две проблемы, связанные с сильным течением и относительной прозрачностью речной воды, которая скрадывает свет и не позволяет включить в кадр достаточно большую площадь раскопа.

Новизна поставленной задачи предопределила необходимость проверки каждого шага фиксации непосредственно по ходу работы. Обработка фотографий, их ректификация производились сразу же после снятия аквалангов.

Первый вопрос, который необходимо было решить еще до начала фиксации, - определение максимально возможной площади кадра. От этого зависят расстановка ключевых точек, необходимое количество измерений, продолжительность и сложность последующей работы. При фиксации на суше ключевые точки могут быть поставлены изначально в некотором избытке. Измерение каждой точки под водой - процесс долгий и сложный, оптимальная расстановка ключевых точек крайне важна.

После первых же экспериментов выяснилось, что площадь кадра, который уже в своем исходном виде выглядит как резкий и отчетливый, чрезвычайно мала. При увеличении снимаемой площади контуры изображения расплываются и археологические объекты скрываются за толщей воды. Путем экстремального завышения значений резкости (definition) и контрастности (contrast) при последующей обработке фотографий (рис. 3) удалось добиться отчетливости изображения в кадрах, охватывающих площадь примерно 60 x 80 см. С этим расчетом были вынесены контрольные точки (в данном случае желтые гвоздики) (рис. 2) на всю фиксируемую поверхность.

Вторая сложность, с которой можно столкнуться в процессе фотофиксации под водой, - недостаток света. Научная полевая фотография требует, как правило, рассеянного освещения, часто приходится ждать облаков, затрачиваются значительные усилия для создания искусственной тени. При фиксации в достаточно мутной воде необходимо безоблачное небо.

В условиях сильного течения подводные работы требуют дополнительных акробатических навыков, съемка каждого кадра и каждой тахеометрической точки требует слаженных действий двух аквалангистов. Наш опыт показал, что для фотосъемки в данных условиях наиболее удобным и успешным является следующий способ взаимодействия: первый археолог, лежа на дне, держит за ноги второго археолога с фотоаппаратом. Вся конструкция выстраивается лицом к течению. Постепенно принимая относительно вертикальное положение, первый археолог находит точку равновесия между силой тяжести, направленной вниз, и силой течения, направленной назад. При этом общий центр тяжести всей конструкции оказывается вынесен из пространства тела, что дополнительно осложняет его координационные возможности. Второй археолог держится строго головой против течения, поскольку любой поворот или просто резкое движение неминуемо разрушит всю конструкцию.

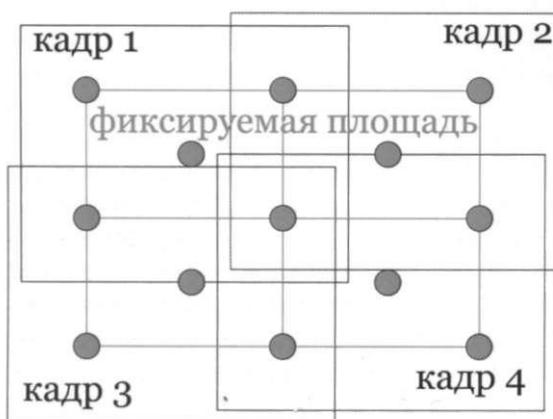


Рис. 1.  
Схема расположения ключевых точек

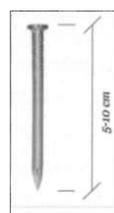


Рис.2.  
Желтый гвоздь как ключевая точка

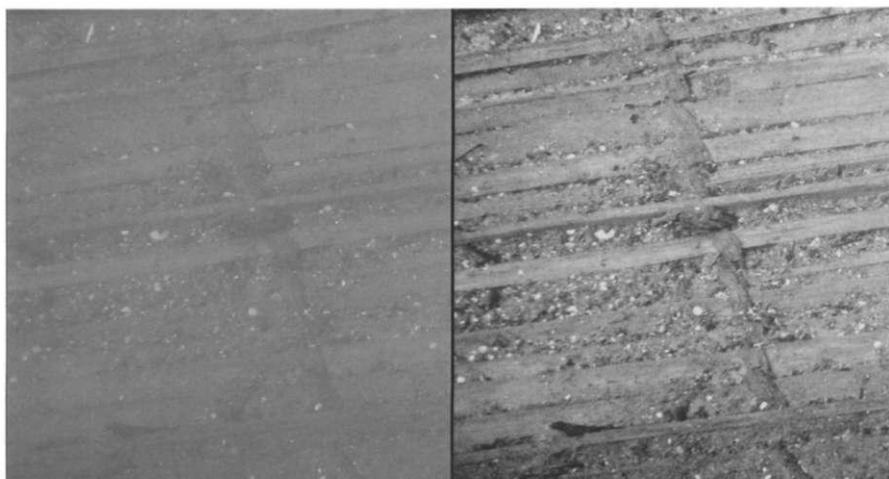


Рис. 3.  
Подводная фотография до и после обработки

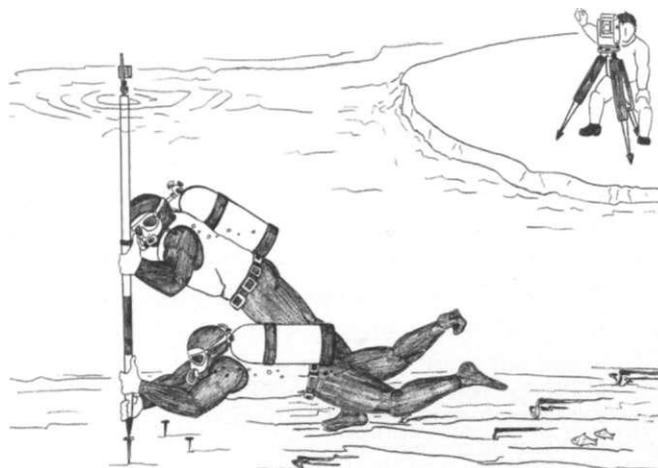


Рис. 4.  
Два аквалангиста в процессе снятия тахеометрической точки

Снятие тахеометрической точки требует несколько иных действий. Один археолог, лежа на дне, устанавливает конец вешки на контрольную точку. Второй археолог, приняв относительно вертикальное положение (наклон в сторону течения около  $40^\circ$ ), постепенно выставляет уровень вешки (рис. 4). Оператор прибора наблюдает этот процесс с берега как беспорядочное движение появившейся из-под воды призмы, с уменьшающейся амплитудой. В какой-то момент эта амплитуда стабилизируется на значении, равном проекции дрожания руки на расстояние от пузыря до призмы. В этот момент посылаются лазерный импульс.

Отдельной проблемой является посылка сигнала «Снято!» под воду после снятия точки. Подача звуковых сигналов оказалась невозможна, мы прибегли к визуальному методу. Коммуникативную функцию в данном случае выполняет археолог, следящий за

пузырем. В условиях сильного течения и недостаточной освещенности этот условный сигнал может быть передан различными способами. Например, оператор прибора или его помощник может бросить горсть земли чуть выше по течению от выглядывающей из воды призмы. Некоторое потемнение в глазах, ощущаемое при этом следящим за пузырем археологом, служит основанием для перехода на следующую точку.

Другим вариантом координации участников процесса фиксации может быть использование веревочной петли, закрепленной на щиколотке аквалангиста, в то время как другой конец веревки находится в руках помощника тахеометриста на берегу. Следящий за пузырем археолог не может в данной ситуации исполнять коммуникативную функцию, так как его положение неустойчиво, и второй археолог, лежащий на дне и держащий вешку на контрольной точке, должен взять эту функцию на себя.

Описанная методика, быть может, не очень совершенна, но вполне работоспособна. Уже сегодня она позволила создать мозаику ортофотоснимков, и это единственный на данный момент способ зафиксировать некоторые типы объектов под водой. Технологическим новациям в нашем случае сопутствуют прекрасная спортивная форма наших аквалангистов и их стремление к здоровому, бодрому состоянию духа.

## Литература

Лозовская и др. 2011

Лозовская О. В., Лозовский В. М., Мазуркевич А. Н., Clemente Conte I, Gassiot E. Первые результаты подводных исследований на стоянке Замостье 2 (Сергиево-Посадский район Московской области). При поддержке РФФИ № 11-06-00090-а // Труды III (XIX) Всероссийского археологического съезда. СПб.; М.; Великий Новгород, 2011. Т. 1.

Лозовская и др. 2012

Лозовская О. В., Лозовский В. М., Мазуркевич А. Н., Clemente Conte I, Gassiot E. Деревянные конструкции на стоянке каменного века Замостье 2 (Сергиево-Посадский район Московской области): новые данные // Краткие сообщения о докладах и полевых исследованиях Института археологии. М., 2012.

Мазуркевич 2010

Мазуркевич А. Н. Методика подводных исследований археологических памятников, расположенных на малых глубинах (по материалам работ Государственного Эрмитажа) // Наследие в эпоху социокультурных трансформаций : материалы Междунар. конф. М., 2010.

Ольховский, Мазуркевич 2011

Ольховский С. В., Мазуркевич А. Н. Методика подводных археологических исследований на затопленных поселениях. М., 2011.