

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ АРХЕОЛОГИИ

МЕТОДИКА
ПОЛЕВЫХ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ АРХЕОЛОГИИ

МЕТОДИКА ПОЛЕВЫХ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Выпуск 6

Редакционная коллегия серии

член-корреспондент РАН П. Г. Гайдуков (председатель),
к.и.н. К. Н. Гаврилов, к.и.н. В. А. Завьялов, к.и.н. С. Д. Захаров,
к.и.н. А. Р. Канторович, к.и.н. Н. А. Кренке, к.и.н. Н. В. Лопатин,
д.и.н. А. А. Масленников (зам. председателя), д.и.н. М. В. Шуньков,
к.и.н. А. В. Энговатова (зам. председателя)



Москва 2011

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ АРХЕОЛОГИИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭРМИТАЖ

С. В. Ольховский, А. Н. Мазуркевич

МЕТОДИКА ПОДВОДНЫХ
АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
НА ЗАТОПЛЕННЫХ ПОСЕЛЕНИЯХ



Москва 2011

УДК 902/904
ББК 63.4
О56

Утверждено к печати Ученым советом ИА РАН

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР
д.и.н. А.А. Масленников

РЕЦЕНЗЕНТЫ:
д.и.н. В. Д. Кузнецов (ИА РАН)
к.и.н. П. Е. Сорокин (ИИМК РАН)

О56 **Ольховский С. В., Мазуркевич А. Н.** Методика подводных археологических исследований на затопленных поселениях. М.: Институт археологии РАН, 2011. 32 с.: илл.
ISBN 987-5-94375-120-2

Данное методическое пособие представляет собой обобщение довольно значительного современного коллективного опыта подводных археологических исследований в различных водоемах Российской Федерации. Авторами привлечен также и соответствующий зарубежный материал и наработки.

Для архелогов, историков, краеведов, дайверов.

**УДК 902/904
ББК 63.4**

ISBN 987-5-94375-120-2

© Учреждение Российской академии наук
Институт археологии РАН, 2011
© Государственный Эрмитаж, 2011
© С. В. Ольховский, А. Н. Мазуркевич, 2011

ВВЕДЕНИЕ

Проблема сохранения мирового подводного культурного наследия возникла в середине XX века в основном из-за популярности любительских погружений с аквалангом. Интерес к подводным видам спорта привел к обнаружению на дне морей, рек и озер множества затонувших объектов, зачастую ценных с точки зрения археологии. К сожалению, из-за недостатка квалифицированных специалистов и медленной адаптации законодательства к задачам защиты подводного культурного наследия многие объекты были обнаружены и зачастую значительно повреждены профессиональными кладоискателями и многочисленными аквалангистами-любителями. Масштаб урона, нанесенного подводному археологическому наследию ряда государств во второй половине XX века, оказался столь значительным, что к настоящему времени обнаружить там еще не потревоженные объекты удается, как правило, только на больших глубинах.

Актуальная ситуация в сфере охраны подводного культурного наследия в России во многом схожа с вышеописанной, но усугублена рядом факторов. Среди них неприсоединение РФ к большинству международных конвенций об охране археологического наследия, отсутствие реестра подводных памятников археологии и системы их охраны, а также научных центров по подготовке специалистов соответствующего профиля. В России сложилась ситуация, в которой при доступности современной поисковой аппаратуры и оборудования для погружений отсутствует государственная система защиты и изучения подводного наследия.

Мировая практика подводно-археологических исследований свидетельствует, что для их проведения на должном уровне к руководству научными работами могут быть допущены лишь квалифицированные археологи, прошедшие специальную подготовку. Это дополнительное обучение предполагает освоение современных методов подводно-археологических исследований и законодательства об охране подводного культурного наследия, а также легководолазное обучение в объеме, достаточном для участия в подводных работах на исследуемом объекте.

Разнообразие условий, в которых проводятся подводно-археологические работы, и своеобразие изучаемых памятников не позволяют достаточно детально сформулировать универсальную методику исследований поселений. Работы в морях, реках и озерах обладают заметной спецификой и порой требуют существенной корректировки применяемых методов. Задача данного издания – кратко предложить перспективный путь проведения исследований с применением современных технологий.

ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ

Археологические памятники существуют на земле и под водой, но порой их разграничение затруднено: некоторые участки современной суши когда-то были дном морей, озер и рек, а другие, наоборот, сравнительно недавно оказались под водой. Кроме того, немалое число памятников археологии находится в приливно-отливной зоне. Поэтому археолог, проводящий подводные исследования, должен хорошо представлять исторический контекст исследуемых объектов, а в случае работ на затопленных поселениях – детально знать материалы раскопок ближайших сухопутных аналогов.

Собственно, подводная археология – набор специфических методик и инструментария, позволяющий археологу проводить исследования затопленных объектов при соблюдении целого ряда требований к качеству фиксации и описания находок.

В мировой археологической литературе выработана следующая терминология. Морская археология (Maritime, Marine archaeology) занимается изучением свидетельств взаимодействия людей с морями, озерами и реками, исследуя корабли, смежные занятия и ремесла, ныне затонувшие участки суши. Морская археология подразделяется на два направления: *underwater archaeology* (подводная археология поселений) и *nautical archaeology* (археология мореходства, изучение конструкций кораблей). В отечественной литературе обычно используют общие термины: подводная археология либо гидроархеология.

Сложность организации и проведения подводно-археологических исследований компенсируется научной значимостью находок, которые зачастую не встречаются или не сохраняются на суше. Среди них – затопленные береговые поселения, часто с причальной и рыболовной инфраструктурой, свайные поселения, гидротехнические сооружения гаваней и портов, затонувшие корабли. Каждый подобный объект содержит под толщей воды, наносами песка и ила множество находок, зачастую из органики высокой степени сохранности, и является ценным (а в случае затонувшего корабля – синхронным) комплексом научной информации.

Приступая к исследованию подводных памятников археологии, следует учитывать, что адаптированные для подводных работ археологические методики раскопок и фиксации еще недостаточно совершенны. Любые современные интрузивные методы подводных работ неизбежно приводят к утрате значительной части научной информации об исследуемом объекте. Вероятно, в дальнейшем эти методы будут значительно усовершенствованы. Ввиду понимания этой ситуации широкое рас-

пространение среди зарубежных специалистов получило мнение о желательности сохранения подводных памятников археологии в неприкосновенности в ожидании появления качественно новых методов их исследования. В данных условиях целесообразно отдать приоритет неразрушающим методам дистанционного зондирования археологических объектов и проводить масштабные раскопки лишь в случае актуальной угрозы для их сохранности либо для сбора информации, необходимой для постановки этих объектов на государственный учет.

ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Статус подводного культурного наследия в России регулируется на основании внутреннего законодательства РФ и соответствующих международных конвенций, ратифицированных Россией. Базовым законодательным актом в этой сфере является Федеральный закон «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» от 25 июня 2002 года № 73-ФЗ с рядом позднее принятых поправок и дополнений. Согласно актуальной редакции этого закона «памятники – отдельные постройки, здания и сооружения... отдельные захоронения; произведения монументального искусства; объекты науки и техники, включая военные; частично или полностью скрытые в земле или под водой следы существования человека, включая все движимые предметы, имеющие к ним отношение, основным или одним из основных источников информации о которых являются археологические раскопки или находки (далее – объекты археологического наследия)» (примечание 1).

Несмотря на наличие ряда определений, законодательство РФ в сфере охраны наследия акцептировало лишь некоторые из положений, содержащихся в соответствующих международных конвенциях. Согласно официальной позиции РФ, «основополагающие положения Конвенций ЮНЕСКО частично включены в законодательство Российской Федерации, касающегося охраны культурного наследия», «Российская Федерация на добровольной основе без подписания и ратификации отдельных Конвенций ЮНЕСКО реципирует конвенционные нормы и имплементирует в национальное законодательство самостоятельно с учетом сбалансированности внутригосударственного и международного права в области охраны культурного наследия» (примечание 2).

Профильная международная Конвенция ЮНЕСКО «Об охране подводного культурного наследия» вступила в силу в 2009 году и содержит ряд основных определений, в частности: «...подводное культурное наследие включает в себя все следы человеческого существования, имеющие культурный, исторический или археологический характер, которые частично или полностью, периодически или постоянно находятся под водой на протяжении не менее 100 лет» (примечание 3). Конвенция определяет основные направления актуальной международной политики в отношении подводного культурного наследия, провозглашая приоритет ряда подходов:

- подводное наследие является наследием всего человечества;
- предпочтительность сохранения подводного наследия *in situ*;

- приоритет неdestructивных методов подводных исследований;
- составление реестров подводных объектов наследия;
- формирование системы долгосрочной охраны наследия;
- бережное отношение к извлекаемым из воды находкам;
- запрет кладоискательства и торговли находками.

Согласно конвенции при постановке задач подводных археологических исследований и выборе объектов для изучения приоритет должен быть отдан объекту, сохранность которого находится под угрозой вследствие антропогенного вмешательства или естественных процессов.

Единственным в России официальным документом, дающим право на проведение подводно-археологических работ, является открытый лист, выдаваемый Министерством культуры РФ по согласованию с Институтом археологии РАН. Согласно существующей практике, заявка на получение открытого листа может быть подана организацией, учредительные документы которой предусматривают проведение археологических работ. Открытый лист может быть оформлен на сотрудника организации, владеющего современными методиками подводных работ, ранее принимавшего участие в подводных археологических исследованиях и подготовке научных отчетов. Заявка на открытый лист должна содержать информацию о задачах проведения подводных работ, источниках финансирования, согласии одного из учреждений государственной части Музейного фонда РФ принять на хранение обнаруженные находки.

Открытый лист на подводные археологические работы может быть выдан по двум формам: на разведки и на раскопки.

Подводная археологическая разведка является научным обследованием участка акватории с целью выявления и первичного изучения новых объектов археологического и культурного наследия (памятников археологии и культуры), а также для получения современных данных о ранее выявленных объектах наследия.

Основаниями для проведения разведки являются:

- ведение подводно-строительных работ в акватории, предположительно содержащей объекты археологического и культурного наследия;
- наличие информации о случайном обнаружении / расхищении находок с неизвестного объекта наследия;
- регулярные исследования в рамках создания подводно-археологической карты участка акватории;
- уточнение координат известного объекта наследия и обследование его актуального состояния.

Открытый лист на право проведения археологических разведок позволяет осуществлять следующие виды работ:

- визуальное обследование акватории, фиксацию объектов археологического и культурного наследия, сбор подъемного материала (при соблюдении ряда условий), закладку донных шурфов общей площадью до 20 кв. м на каждом объекте, неразрушающие (геофизические, акустические и др.) исследования акватории;

- археологическое сопровождение (археологический надзор) подводно-строительных работ с целью первичного выявления объектов археологического и культурного наследия на участках строительства.

Изъятие находок с объекта наследия при подводной археологической разведке может быть произведено после фиксации их местоположения на плане, по следующим основаниям:

- камеральное изучение находки будет способствовать идентификации объекта наследия;

- дальнейшее нахождение находки *in situ* с высокой вероятностью приведет к ее повреждению или исчезновению вследствие кражи.

Открытый лист на право проведения археологических раскопок позволяет производить раскопки подводных объектов археологического наследия с полной или частичной расчисткой конструкций и сооружений. Подробная информация о требованиях, предъявляемых к держателям открытых листов при выполнении ими археологических работ, содержится в Положении о порядке проведения археологических полевых работ (археологических раскопок и разведок) и составлении научной отчетной документации от 10.10.2010.

Актуальная практика подводно-археологических работ выявила юридическую невозможность получения открытых листов на участки морской акватории РФ, примыкающей к международным водам, так как юрисдикция Федерального закона № 73 распространяется только на внутренние воды России.

ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТ

Подготовка подводных археологических исследований предусматривает пять основных этапов.

1. На этапе планирования работ следует определить:

- задачи исследования, его актуальность и значение для науки;
- научную и техническую возможность подготовки отчета о работах, соответствующего требованиям Положения о порядке проведения археологических полевых работ (археологических раскопок и разведок) и составления научной отчетной документации от 10.10.2010;

- доступные методики поисков, обмеров и фиксации;

- музей, готовый принять на хранение находки.

2. Этап подачи заявки и получения открытого листа на подводные разведки или раскопки. Если участок, избранный для проведения подводных работ, располагается в акватории со специальным режимом использования, после получения открытого листа следует начать процедуру согласования работ с местной гражданской или военной администрацией.

3. На этапе сбора информации о районе исследований следует провести:

- анализ научных отчетов о ранее проведенных работах;

- анализ научных публикаций;

- сбор картографических материалов, кадров аэро- и космосъемки;

- создание ГИС-проекта, выделение перспективных участков поиска.

4. Экспедиционный этап работ предусматривает:

- организацию базового лагеря;

- приборное обследование акватории и проверку аномалий;

- визуальный поиск на избранных участках;

- создание топографического плана объекта;

- грунтоуборочные работы и фиксацию материалов;

- обеспечение первичной стабилизации находок.

5. Заключительный этап работ заключается в подготовке научного отчета о выполненных исследованиях.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ГИС

Одним из определяющих факторов успешного проведения подводных исследований является техническая готовность к проведению систематического подводного поиска, фиксации границ обследованных участков, точному нанесению на план местоположения объектов и отдельных находок.

В современных условиях это означает необходимость интеграции большого массива данных – карт, аэро- и спутниковых фотографий различного масштаба и качества, данных дистанционного зондирования, результатов приборных и визуальных поисков. Эффективное использование всех этих материалов возможно при условии их совмещения в единой системе координат. Удобным способом анализа подобного массива данных является создание и применение локальной географо-информационной системы (ГИС) – компьютерной системы для сбора, интеграции и анализа разнообразной пространственно-координированной информации.

В качестве источников информации при создании ГИС-проекта можно применять топографические карты, спутниковые снимки, оцифрованную аэрофотосъемку. Необходимым условием эффективного применения этих данных является точность их пространственной привязки (геокодирования), то есть соотнесение каждой точки изображения с используемой в данном ГИС-проекте системой координат.

Данные дистанционного зондирования (спутниковые снимки), как правило, уже снабжены пространственной привязкой в системе WGS-84, а для использования топографических карт и кадров аэрофотосъемки следует предварительно провести их геокодирование. При подборе источников данных для ГИС-проекта необходимо учитывать, что согласно действующим в РФ правилам общедоступны топографические карты масштаба до 1:100 000, а для использования более детальных карт необходим специальный допуск. Кроме того, все отечественные карты изготовлены на основе проекции Гаусса-Крюгера (отличной от распространенной проекции UTM), а применяемые в РФ системы координат (СК-42, «Параметры Земли 1990 г.», СК-95) не соответствуют международной системе координат World Geodetic System 1984 (WGS-84). Для корректного использования в ГИС-проекте массива разнообразных источников нужно произвести их пространственную привязку в одной системе координат.

Применение ГИС-технологий в подводных археологических исследованиях целесообразно по ряду направлений:

- ведение комплексной базы данных по объекту наследия;

- охрана объектов археологического наследия;
- моделирование исторического рельефа;
- поиск объектов наследия методами предиктивного моделирования.

Использование ГИС в качестве основной базы данных по археологическому памятнику позволяет хранить, дополнять и анализировать разноплановые пространственно-координированные материалы исследований – от данных дистанционного зондирования до индивидуальных находок.

Применение ГИС в системе охраны наследия обеспечивает интеграцию обширных массивов разнообразной информации о районах акватории, позволяя оперативно анализировать допустимость хозяйственной деятельности и уровень угрозы для сохранности объектов подводного наследия.

Моделирование исторического рельефа, проведенное с использованием данных геоморфологии, палеопочвоведения и палеоклиматологии, позволяет восстановить контуры береговых линий водоемов и речных русел.

Предиктивное моделирование позволяет выделять перспективные участки для поиска объектов подводного наследия по характерным критериям их расположения в пространстве.

В качестве примера специализированного программного обеспечения для подводно-археологических исследований можно привести ГИС Site Recorder 4, позволяющую удобно вести всю научную документацию по изучаемому объекту.

ФИКСАЦИЯ КООРДИНАТ

Для эффективного использования материалов в ГИС-проекте необходимо снабдить их точной пространственной привязкой, что возможно сделать с помощью целого ряда способов. В настоящее время наиболее удобным вариантом является определение географических координат с помощью систем глобального спутникового позиционирования.

В настоящее время полноценно работает лишь система GPS (Global Positioning System, США), в стадии развертывания пребывают ГЛОНАСС (Глобальная навигационная спутниковая система, Россия), GALILEO (Европейский союз), COMPASS (КНР).

Оборудование, принимающее сигналы от спутников и вычисляющее свое местоположение в пространстве, использует фазовые или кодовые измерения и в зависимости от этого делится на геодезическое (точность до сантиметров) и навигационное (точность до 3–5 м).

Геодезические GPS-приемники позволяют создать точный топографический план памятника и включить его в ГИС-проект, так как каждая точка плана будет иметь пространственную привязку в виде абсолютных географических координат. С помощью геодезических приемников возможно сделать и микротопографию, отображающую детальный рельеф местности и выделяющиеся на нем археологические объекты. Современная методика применения геодезических GPS-приемников предусматривает установку на суше базовой станции комплекта приемника, а высота вехи мобильной части комплекта не позволяет его использование на глубинах более 2 м. Это сильно ограничивает возможности применения геодезических GPS в качестве основной системы фиксации при исследовании затопленных памятников, но они незаменимы для определения абсолютных координат береговых реперных точек.

Навигационные GPS-приемники позволяют относительно точно получить координаты границ памятника, отдельных объектов, шурфов и реперных точек, но значительная погрешность измерений не позволяет использовать их для привязки положения индивидуальных находок внутри объекта. Уровень погрешности приемников, адаптированных для корабельного использования, снижается в случае приема поправок от береговых станций и проведения коррекции координат.

Иным способом фиксации является применение тахеометра (электронного теодолита), вычисляющего относительные координаты измеряемых точек на дистан-

циях до 2–3 км с субсантиметровой точностью. Методика применения тахеометра предусматривает фиксацию точек в локальной системе координат, поэтому в дальнейшем потребуется перевести результаты этих измерений в абсолютную систему координат с помощью известных реперов. Кроме того, тахеометр имеет ограничение по применению: прибор должен быть установлен на суше, использование вехи не позволяет проводить измерения на глубине более 2 м (рис. 1).

Тахеометр с установленным модулем геодезического GPS-приемника (Smart Station, Total Station) отличается повышенной производительностью, так как координаты измеряемых точек сразу вычисляются им в абсолютной системе координат и не требуют дальнейшей конвертации.

Гидроакустические системы подводного позиционирования (ГСП) подразделяются на два класса, отличаясь радиусом действия и точностью определения координат акустического маячка. Судовая ГСП с помощью гидроакустических антенн способна определять координаты маячка в радиусе до 5 км, но на километровых дистанциях погрешность измерений будет достигать десятков метров. Для точного определения координат маячка подходит иной класс ГСП, требующий установки гидроакустической антенны на дне рядом с исследуемым объектом. Радиус действия такой системы не превышает 500 м, погрешность измерений также возрастает по мере удаления от антенны. При подключении ГСП к системе GPS возможно получение абсолютных географических координат измеряемых точек.

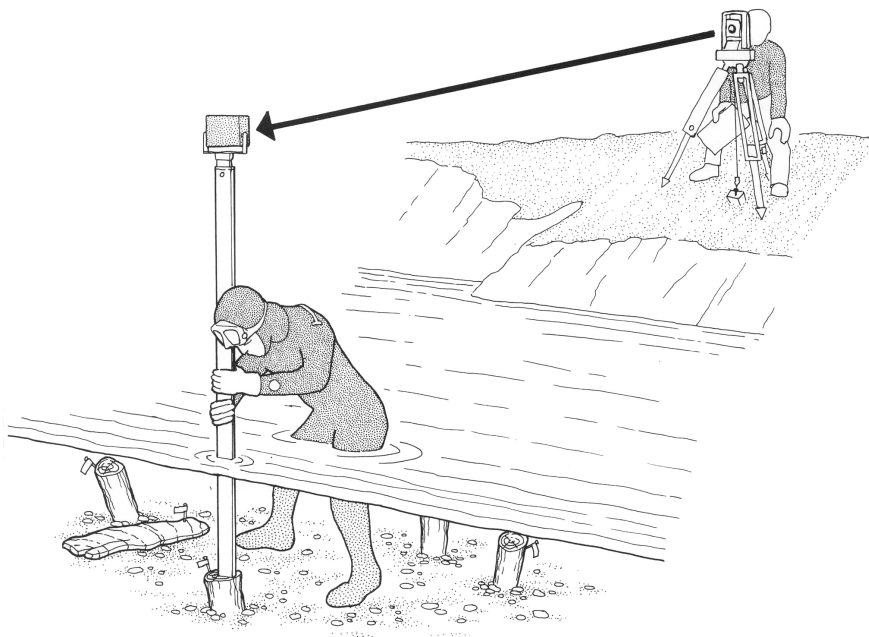


Рис. 1. Применение тахеометра при подводных исследованиях на поселении

ПОИСКОВАЯ АППАРАТУРА

Применение в подводно-археологических исследованиях дорогостоящих и сложных гидроакустических и геофизических методов обусловлено возможностью сократить временные и финансовые затраты на поисковые работы, а также получить предварительную информацию об объектах наследия, не нарушая их физическую целостность.

Гидроакустическое оборудование излучает в воду ультразвуковые волны определенной частоты, а затем принимает их отражение от дна или возвышающегося над дном объекта. Оборудование по функциональным возможностям и исполнению подразделяется на ряд типов.

Эхолот применяется для промеров глубин, фиксации профиля и примерной структуры дна. В зависимости от технических характеристик и программного обеспечения профиль дна выводится на монитор прибора в режиме реального времени, а при наличии электронной карты района работ и подключении внешнего GPS-приемника эхолот может строить карты дна с привязкой к абсолютным географическим координатам. Рабочие частоты эхолота – от 12 до 500 кГц, диапазон глубин – от 1 до 3000 м, ширина полосы сканирования – от 1 м (модели с однолучевой приемопередающей антенной) до 10 м (многолучевая антенна).

Гидролокатор (сонар) кругового обзора (ГКО) и секторного обзора (ГСО) оснащен вращающейся антенной с рабочей частотой от 300 кГц до 2 мГц, с полосой обследования от 300 до 10 м соответственно. Однолучевой ГКО отличается низкой скоростью сканирования – более 1 минуты для кругового обзора с радиусом 100 м, и сложностью визуальной интерпретации объектов по изображению на мониторе. Многолучевые ГСО применяются для быстрого создания трехмерных моделей дна, но выявление с их помощью отдельных объектов пока затруднительно.

Гидролокатор бокового обзора (ГБО) производится в низкочастотном (100–400 кГц, ширина сканируемой полосы – до 200 м), высокочастотном (400–1000 кГц, ширина полосы – до 100 м) и комбинированном двухчастотном варианте. Низкочастотный режим оптимален для быстрого поиска крупных объектов и съемки больших участков акватории, сделать детальную съемку выявленного объекта желательнее в высокочастотном режиме. Прибор обычно выполняется в виде торпедообразного носителя с приемопередающими антеннами по сторонам и буксируется за судном на длинном кабеле из-за высокой чувствительности к посторонним шу-

мам и качке. При необходимости прохода на минимальном расстоянии от дна ГБО монтируется на телеуправляемый подводный аппарат (ROV).

Гидролокатор придонного слоя (профилограф) схож по принципу действия с эхолотом, но отличается высокой мощностью сигнала и использованием очень низких акустических частот (менее 12 кГц), из-за чего сигнал не отражается от поверхности дна, а проникает в слои донных осадков. Профилограф применяют для изучения строения дна и определения толщины осадочных слоев, но по мере улучшения чувствительности он все лучше способен выявить визуально невидимые объекты, достаточно контрастирующие по своей плотности с перекрывающими донными осадками.

Применяемое геофизическое поисковое оборудование в основном представлено магнитометрами и металлодетекторами различных типов.

Протонный магнитометр позволяет измерять напряженность магнитного поля Земли в данной точке пространства и фиксировать отклонения, возникающие под влиянием намагниченных объектов. Магнитометрическое обследование обычно применяется для поиска металлических объектов, при этом для снижения искажений магнитного поля прибор буксируют за судном на длинном кабеле. Для точности получаемых результатов необходимо соблюдать постоянную глубину погружения магнитометра во время буксировки. Расчеты позволяют вычислить дистанцию обнаружения магнитной аномалии в зависимости от ее массы: судно водоизмещением 10 000 тонн прибор обнаружит за 450 м, 10 тонн металла – за 40–45 м, 2 тонны – с 25–30 м, а пушечное ядро весом 10 кг – с 3 м. Так же протонный магнитометр реагирует на крупные скопления керамики. Для определения примерного веса аномалии необходимо знать дистанцию от погруженного магнитометра до дна, поэтому обычно его используют одновременно с эхолотом или гидролокатором бокового обзора.

Цезиевый магнитометр отличается высокой чувствительностью (до 0,01 наноТесла) и скоростью измерений, выпускается в буксируемом и подвесном вариантах. При подвешивании под корпусом вертолета или мотодельтаплана возможно в короткие сроки (до 10 кв. км в час) произвести магнитометрическую съемку значительных участков мелководной акватории. Удаление датчика из воды устраняет помехи от буксировки и шумы среды, что резко повышает чувствительность прибора. Высокая стоимость применения цезиевого магнитометра в подвесном варианте обычно окупается малым временем, затраченным на съемку, и составлением детальной карты магнитных аномалий участка.

Георадар (прибор подповерхностного зондирования) в подводном исполнении позволяет исследовать геологическую структуру придонного слоя грунта и находить объекты, перекрытые донными осадками пресноводных и морских водоемов. Принцип действия георадара основан на излучении широкополосных электромагнитных импульсов и регистрации их отражений от границ раздела слоев с различной диэлектрической проницаемостью или от объектов. Прибор можно погружать на глубину до 20 м и буксировать за поисковым судном с постоянной скоростью 3–5 км/ч.

Металлодетектор в подводном исполнении предназначен для поиска металлических предметов, находящихся в воде или в донных отложениях, прибор использует свойство металлов излучать собственное электромагнитное поле при воздействии сильного внешнего электромагнитного импульса. Металлодетектор способен обнаруживать все типы металлов и сплавов, однако по характеру принимаемых сигналов возможно лишь примерно судить о типе и размере найденного объекта, так как уровень сигнала сильно зависит от глубины залегания объекта, наличия постороннего металла в зоне действия и пр. Высокочастотные металлодетекторы (до 22,5 кГц) обнаруживают мелкие металлические предметы на расстоянии до 20–30 см, низкочастотные (до 6,6 кГц) – массивные металлические объекты на глубине до 4 м. Современные модели подводных металлодетекторов поддерживают многочастотный режим работы, дискриминацию сигнала от некоторых металлов, способны работать на глубинах до 60 м, выпускаются в ручном и буксируемом за судном вариантах.

МЕТОДЫ ПОИСКА

При проведении подводных археологических работ исследователь имеет право производить визуальный осмотр, геофизические и гидроакустические исследования, бурение и шурфовку для уточнения стратиграфии донных отложений. Размеры шурфа не должны превышать 2 x 2 м, увеличение площади допускается в случае оплывания его стенок. Применяемая методика и логистика поисковых работ должны обеспечить выполнение поставленных задач при соблюдении максимально возможного уровня безопасности сотрудников.

После определения границ исследуемого участка и нанесения их на крупномасштабную рабочую карту следует избрать метод поиска, оптимальный для данного участка: обеспечивающий его полный охват, учитывающий глубины, прозрачность и температуру воды, течение, тип и рельеф дна.

Надежность результатов сложно оценить: планомерный визуальный поиск может охватить каждый квадратный метр дна на исследуемом участке, но пропустить даже крупный объект, прикрытый несколькими сантиметрами песка или ила. Магнитометрическая съемка, проведенная с интервалом 50 м, обнаружит крупное скопление металла, но не заметит отдельный металлический предмет. Отсутствие находок может свидетельствовать не об отсутствии объектов, а о несовершенстве поисковых методов. Наиболее надежно комплексное применение гидроакустических, геофизических и визуальных методов поиска (рис. 2).

Предпочтительным первоочередным методом является полное обследование намеченного участка с помощью гидроакустической и геофизической аппаратуры. Результаты этого обследования позволят составить или уточнить батиметрическую карту, локализовать заметные аномалии, выявить перспективные точки для дальнейшего визуального обследования.

Методика гидроакустического и геофизического поиска предусматривает площадную съемку дна по маршруту, заранее проложенному с помощью GPS-приемника. Исследуемый участок акватории должен быть пройден возвратно-поступательными галсами таким образом, чтобы обеспечить полное покрытие дна, желательно перекрытие исследованных площадей на 20–30%, нужное количество проходов через участок определяется характеристиками применяемой аппаратуры. Приборы, выдающие детализированное изображение, как правило, отличаются сравнительной узостью полосы сканирования, что вынуждает сократить интервал между параллельными галсами до 30–50 м. Применяемая поисковая аппаратура

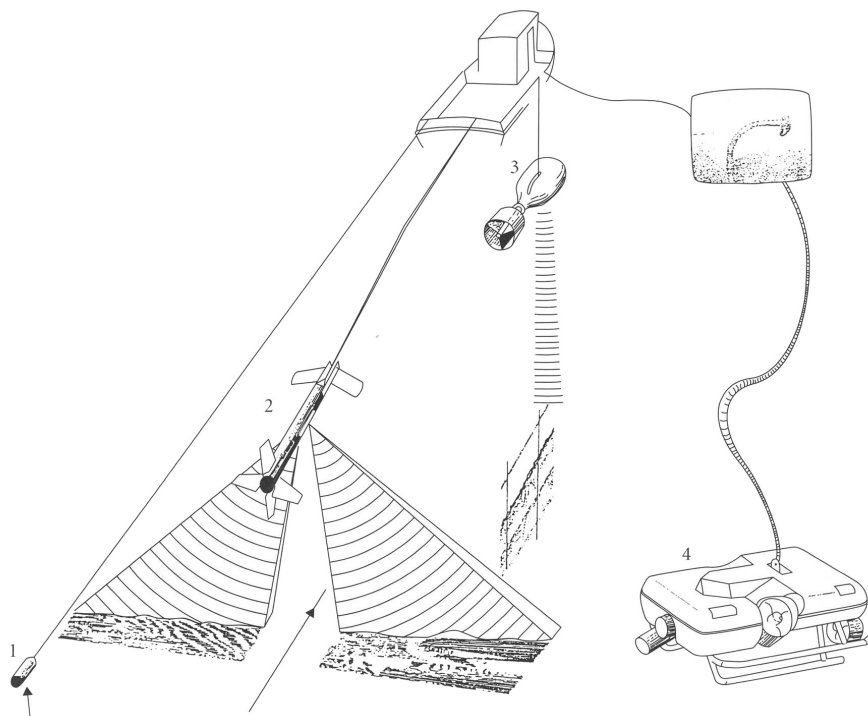


Рис. 2. Буксируемое поисковое оборудование. 1 – протонный магнитометр, 2 – ГБО, 3 – профилограф, 4 – подводный телеуправляемый аппарат

должна быть подключена к GPS-приемнику, постоянно регистрируя координаты произведенных измерений.

После проведения гидроакустической и магнитометрической съемки целесообразно использовать программу визуализации результатов измерений, позволяющую свести в общий проект весь массив полученных данных, создать «фотомозаику дна», основанную на GPS-координатах и коррекции искажений сигналов, наложить созданную модель на карту, проверить совпадение выявленных акустических и магнитных аномалий.

Визуальные методы поиска применяются для проверки выявленных приборами аномалий, а также в качестве основного поискового инструмента – при недоступности или невозможности применения гидроакустического и геофизического оборудования. Выбор метода визуального поиска зависит от глубины, видимости, силы течения и типа дна на конкретном участке. Если выявленные аномалии находятся на значительных глубинах, для их идентификации целесообразно применять подводные телеуправляемые аппараты миниатюрного и малого классов (ROV), снабженные видеокамерой и манипулятором. Масштаб проведения визуального поиска

зависит от глубин, количества участников и соблюдения интервалов безопасности между погружениями.

Полосовой метод поиска предполагает растяжку по дну двух длинных базовых линий, расположенных параллельно на расстоянии от 10 до 50 м. Для привязки обследованного участка к карте на концах линий следует установить буйки, зафиксировать их GPS-координаты, а также обеспечить достаточное натяжение базовых линий, предотвратив их всплытие и возможный снос боковым течением. Базовые линии четко маркируются с интервалом 1–2 м, между ними растягивается лить соответствующей длины, снабженный грузами на обоих концах. Лить является визуальным ориентиром при движении поисковой группы из 2–5 исследователей от одной базовой линии к другой. При достижении всей группой конца лinya его перекаладывают вдоль базовых линий на определенный интервал, образуя следующую полосу поиска. Ширина поисковой полосы должна составлять до 2 м на одного исследователя, в зависимости от видимости и типа дна. При масштабных поисках полосовым методом целесообразно оснастить поисковую группу индивидуальными аккумуляторными буксировщиками, значительно повышающими темп работ.

Линейный метод поиска наиболее применим в условиях хорошей и удовлетворительной видимости на небольших глубинах. По длинной стороне исследуемого участка прокладывают четко промаркированную базовую линию, на ее концах устанавливают буйки с зафиксированными координатами. Поисковая группа из 2–5 исследователей движется вдоль базовой линии шеренгой на расстоянии визуальной видимости соседа. Общее направление движения и контакт внутри группы поддерживается с помощью натянутого лinya, выданного из катушки крайним участником линии. Качественный поиск обеспечивается при движении поисковой группы над дном на высоте, равной половине дистанции между соседними участниками: в таком случае каждый участок дна осматривается перекрестно. Вероятность обнаружения объектов, скрытых в донных отложениях, увеличивается в случае комбинированного использования поисковой группой щупов и металлодетекторов, которые должны применяться только при систематическом поиске, с возможностью точной фиксации находок. При обнаружении объекта исследователь приостанавливает движение группы и фиксирует находку установкой буйка, координаты которого на поверхности определяют с помощью GPS-приемника (рис. 3).

Круговой метод визуального поиска целесообразен в условиях низкой видимости либо при необходимости быстро обнаружить уже известный объект, не зная его точного местоположения. Метод заключается в использовании якоря буйка, одновременно визуальном маркирующего центр района поиска, для крепления конца лinya из поисковой катушки. Поисковая группа движется вокруг центра по кругу, в конце каждого полного оборота выдавая из катушки следующую порцию лinya и тем самым увеличивая радиус поиска, а также меняя направление движения на противоположное, чтобы избежать опутывания якоря буйка линем. Круговой поиск имеет смысл проводить группе из двух участников, так как при большем их количестве в условиях низкой видимости велика вероятность несогласованности действий (рис. 4).

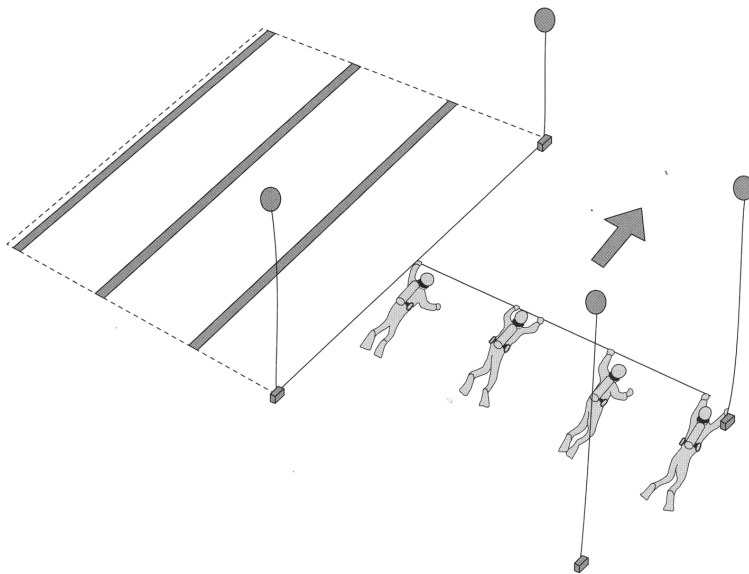


Рис. 3. Методика проведения полосового визуального поиска

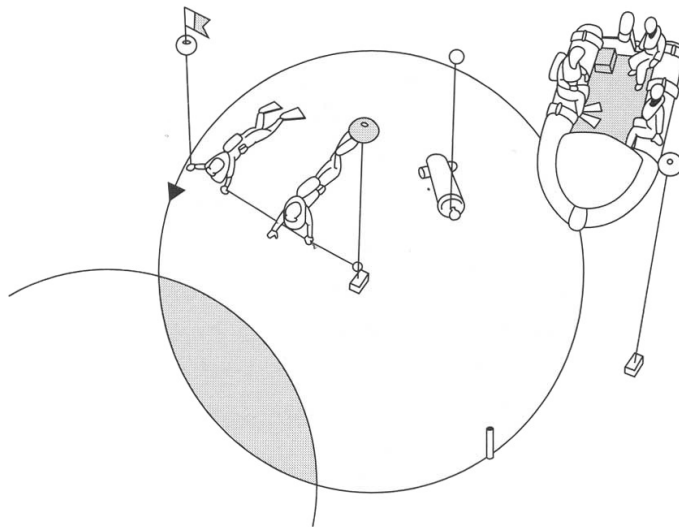


Рис. 4. Методика проведения кругового визуального поиска

МЕТОДЫ ОБМЕРОВ

Первоочередной задачей при обнаружении объекта археологического наследия является создание его топографического плана, который станет основой для планирования и проведения последующих работ, привязки находок. Для составления и уточнения плана памятника применяют различные методы обмеров и фиксации (рис. 5).

Если глубины акватории на исследуемом участке не превышают 1,5–2 м, возможна съемка плана памятника и фиксация находок с помощью тахеометра, что позволит применять на раскопе абсолютную систему координат. В ином случае целесообразно создание на исследуемом участке локальной системы координат, формируемой с помощью сетки квадратов, облегчающей ориентацию и привязку находок.

Гибкая сетка квадратов формируется вбитыми в дно разметочными кольями и растянутым между ними линем с нужным интервалом (обычно 2 x 2 м). Такая разметка удобна в условиях слабого течения, хорошей видимости, небольших перепадов высот в рельефе и на объекте, но не отличается механической прочностью.

Координатная решетка (пластиковая или металлическая рама размерами от 1 x 1 до 4 x 4 м, разделенная натянутым внутри линем на квадраты нужного размера) обычно применяется при расчистке раскопа в качестве визуального ориентира границ исследуемого участка. Для жесткой фиксации местоположения решетки над раскопом и сохранения ее горизонтальности относительно дна используют опоры регулируемой высоты, позволяющие последовательно стыковать несколько решеток, в том числе и на разной высоте. Закрепленная над раскопом координатная решетка дает возможность точно измерять местоположение находок, в том числе и глубину их залегания.

Реперная сеть позволяет проводить измерения без предварительной визуальной разметки дна, для этого вокруг объекта следует установить не менее трех реперов. Метод обмеров заключается в определении относительных координат любой точки объекта как пункта пересечения трех окружностей, центрами которых являются реперы. Взаимные координаты реперов в локальной системе координат определяются с помощью промеров горизонтальных проекций расстояний между ними. Для определения координат любой точки на объекте следует рулетками измерить расстояние до нее от двух реперов. Промер от третьего репера производится для контроля точности двух предыдущих измерений: если выявленная погрешность превышает 20 мм, измерения следует повторить. Допустимая дистанция между реперами и точ-

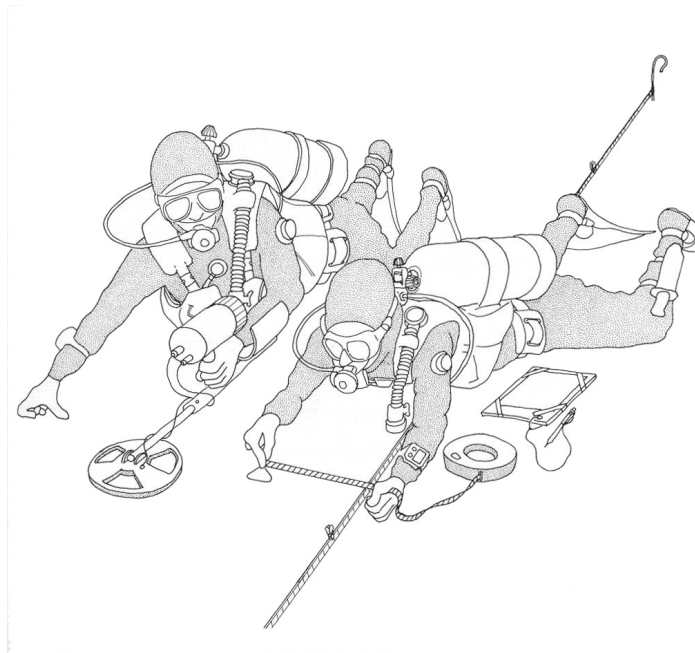


Рис. 5. Проведение подводных измерений и использование металлодетектора

ками определяется видимостью и силой течения, необходимо соблюдать горизонтальность положения рулетки в момент измерений и избегать зацепов. Этот метод предполагает использование Autocad или подобной программы для визуализации результатов обмеров и контроля погрешности измерений. Метод позволяет быстро и точно производить обмеры крупных в плане объектов, но надежность промеров ухудшается при затрудненности определения горизонтальной проекции расстояний между точками, что бывает при значительных перепадах высот.

Методы, предполагающие подводную зарисовку объекта и последующее составление плана на основе этих рисунков, почти неизбежно сопряжены со значительными искажениями и невысокой точностью результата. Применение для рисования под водой чертежной рамки (1 x 1 м, 1,5 x 1,5 м), снабженной двойной сеткой квадратов, позволяет улучшить точность ручной прорисовки, но при стыковке рамок на чертеже накапливается заметная погрешность измерений.

Комбинированный метод изготовления плана предусматривает установку набора маркеров (можно использовать в качестве маркеров заметные элементы измеряемого объекта), выполнение обмеров для определения координат маркеров, проведение планиграфической фотосъемки объекта с последующей ортофотометрической коррекцией фотографий, обработку координатных данных в Autocad, загрузку в чертеж скорректированных фотографий в качестве подложек и обводку контуров предметов.

ФОТОСЪЕМКА И ПОСТОБРАБОТКА

Регулярное проведение фото- и видеосъемки на исследуемом объекте необходимо для фиксации его состояния в начале работ, для набора отчетных иллюстраций, для подборки массива изображений, необходимых для создания плана и фотомозаики.

Если проведение обмеров объекта затруднительно, именно фото- и видеоматериалы могут стать основным источником информации для его идентификации, поэтому следует уделить значительное внимание возможностям применяемой аппаратуры.

Необходимо учитывать, что подводная фотография, пригодная для использования в фотоплане или для обводки контуров предметов в программах архитектурного моделирования, требует предварительной коррекции искажений, присущих объективу применяемого фотоаппарата. При подводных съемках обычно используют широкоугольные объективы (28–35 мм в эквиваленте 35-миллиметровой пленки), и уровень геометрических искажений на фотографиях довольно велик.

Произвести постобработку фотографий возможно с помощью специализированных компьютерных программ. Основные применяемые методы – ортогональная фотокоррекция, ректифицируемая по точкам с известными координатами, а также автоматическая коррекция фотографий с помощью маски, созданной разработчиком для конкретной модели фотообъектива. Подобные маски применяют в основном для съемной оптики зеркальных фотоаппаратов. Ортогональная фотокоррекция требует привязки фотографий к набору размещенных на объекте маркеров с известными координатами.

Для создания фотоплана объекта необходимо сделать серию последовательных кадров, где каждый кадр будет перекрывать предыдущий на 30–40% площади при сохранении постоянной глубины и вертикальной ориентации оптической оси фотоаппарата. Для обработки массива фотографий можно использовать заметный ориентир – нивелировочную рейку или рулетку, которая может быть применена в качестве маркера для ортогональной фотокоррекции, а также соблюдать во время съемки постоянство глубины и вертикальной ориентации оптики фотоаппарата.

Отчетная фотосъемка требует присутствия в кадре контрастной масштабной линейки с дециметровой либо сантиметровой градуировкой, а также указания направления на север.

РАСЧИСТНЫЕ РАБОТЫ

Для разработки шурфа или раскопа необходимо установить границы расчищаемого участка с помощью шнура или жесткой рамы требуемого размера, определить координаты углов участка и произвести его фотофиксацию. Размыв дна следует производить послойно, отмечая стратиграфию донных напластований. В зависимости от плотности отложений целесообразно использование грунтоуборочных агрегатов различной производительности и назначения, осуществляющих размыв дна направленной водной струей либо отводящих пульпу благодаря пониженному давлению в заборной части гидроэжектора. Удаленная из раскопа пульпа должна по шлангу выбрасываться на сито для просмотра и контроля мелких находок, желательна дополнительная проверка отвала металлодетектором.

Для поддержания высокого уровня безопасности работ и повышения эффективности расчистки на каждом грунтоуборочном эжекторе желательна совместная работа двух сотрудников, один из которых занимается расчисткой раскопа, а второй – фиксацией и упаковкой находок.

Продолжительность погружений определяется рабочей глубиной, температурой воды, используемым гидрокостюмом, объемом баллона и индивидуальными возможностями сотрудника.

Наличие аппаратуры голосовой связи между подводным раскопом и поверхностью значительно упрощает процесс фиксации и проведения обмеров, позволяет оперативно контролировать ход работ.

При исследовании объекта, находящегося в приливно-отливной зоне или на минимальной глубине, возможно сооружение вокруг раскопа отсечной дамбы, его осушение путем откачки воды и проведение раскопок обычными методами.

ПЕРВИЧНАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ НАХОДОК

Извлечение на поверхность предмета, продолжительное время находившегося в воде или в толще донных отложений, может нанести серьезный ущерб его сохранности или привести к полному разрушению вследствие физических, химических и биологических повреждений. Обязательным условием является возможность стабилизации состояния находки в критический период времени между изъятием из-под воды и началом профессиональной консервации. Комплекс мер по стабилизации состояния включает извлечение, регистрацию, фотофиксацию, описание, упаковку, транспортировку и хранение находки до передачи квалифицированному реставратору.

Металлические, керамические, каменные, стеклянные, деревянные, костяные находки нуждаются в различных методиках очистки и консервации, исходя из степени их сохранности и засоленности. Учитывая сложность либо невозможность проведения полноценной консервации вне лаборатории, следует предохранить хрупкие находки от высыхания и химических реакций, сохраняя их в холодной дистиллированной воде (при крупных габаритах – обернуть влажной тканью и целлофаном) без доступа света.

ПОДГОТОВКА НАУЧНОГО ОТЧЕТА

Научный отчет о выполненных работах является основным документом, представляющим результаты археологических исследований в соответствии с выданным открытым листом. Отчет должен содержать следующую информацию:

- о всех проведенных в данном сезоне исследованиях, с нанесением обследованных районов на карту;
- о целях и задачах работ, степени их выполнения;
- о связи проведенных работ с предшествующими изысканиями;
- о примененных методиках;
- об организации работ, их финансировании и основных участниках.

Для каждого обнаруженного или повторно обследованного памятника археологии должно быть составлено подробное описание, включающее:

- название памятника;
- GPS-координаты, размеры, датировку;
- степень сохранности;
- план в масштабе 1:1000 или более крупном, отражающий все особенности памятника и выполненный инструментальным способом. По углам плана необходимо указать четыре точки с GPS-координатами;
- фотографии памятника до и во время проведения исследований, с обязательным использованием масштабной линейки и желательным указанием на север;
- фотографии или рисунки находок, сопровождаемые их сечениями и профилями с указанием линейного масштаба.
- опись находок (оставленных *in situ* или поднятых), снабженная подробным описанием.

К научному отчету прилагается оригинал открытого листа, на основании которого проводились исследования. Если в ходе работ на поверхность были подняты находки, следует приложить к отчету музейную справку об их приеме на хранение либо объяснить причины задержки и указать предполагаемые сроки передачи находок в музей.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Блаватский В.Д., 1964. Подводная археология и ее задачи // Вопросы истории. № 2.
- Коробов Д.С., 2010. Основы геоинформатики. Москва.
- Boyce J.I., Reinhardt E.G., Raban A., Pozza M.R., 2004. Marine Magnetic Survey of a Submerged Roman Harbour Caesarea Maritima, Israel // International Journal of Nautical Archaeology, 33, 122–36.
- Dorrell P., 1994. Photography in Archaeology and Conservation. Cambridge.
- Green J., Gainsford M., 2003. Evaluation of underwater surveying techniques // International Journal of Nautical Archaeology, 32.2, 252–61.
- Grenier R., Nutley D., Cochran I., 2006. Underwater Cultural Heritage at Risk: Managing Natural and Human Impacts. ICOMOS.
- Holt P., 2003. An assessment of quality in underwater archaeological surveys using tape measurements // International Journal of Nautical Archaeology, 32.2, 246–51.
- Holt P., 2007. Development of an object oriented GIS for maritime archaeology.
- Howard P., 2007. Archaeological Surveying and Mapping: Recording and Depicting the Landscape. London.
- Judd P., Brown S., 2006. Getting to Grips with GPS: Mastering the skills of GPS navigation and digital mapping. Leicester.
- Palma P., 2005. Monitoring of Shipwreck Sites // International Journal of Nautical Archaeology, 34.2, 323–31.
- Papatheodorou G., Geraga M., Ferentinos G., 2005. The Navarino Naval Battle Site, Greece: an Integrated Remote-Sensing Survey and a Rational Management Approach // International Journal of Nautical Archaeology, 34, 95–109.
- Prot, L.V., Srong, I., 1999. Background Materials on the Protection of the Underwater Cultural Heritage, UNESCO, NAS. Paris – Portsmouth.
- Quinn R., Dean M., Lawrence M., Liscoe S., Boland D., 2005. Backscatter responses and resolution considerations in archaeological side-scan sonar surveys: a control experiment // Journal of Archaeological Science, 32, 1252–64.
- Robinson W.S., 1998. First Aid for Underwater Finds. London, Portsmouth.
- Sutherland A., 2002. Perceptions of marine artefact conservation and their relationship to destruction and theft // Illicit Antiquities: The Theft of Culture and Extinction of Archaeology. London.

ПРИМЕЧАНИЯ

1. Федеральный закон от 25 июня 2002 г. № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» (с изменениями от 27 февраля 2003 г., 22 августа, 29 декабря 2004 г., 3 июня, 31 декабря 2005 г., 18, 29 декабря 2006 г., 26 июня, 18 октября, 8 ноября 2007 г., 13 мая, 14, 23 июля 2008 г., 17 декабря 2009 г., 18 октября, 30 ноября, 13 декабря 2010 г.). Статья 3.

2. Материалы международной конференции «Конвенции ЮНЕСКО в области охраны культурного наследия и национальное законодательство государств – участников СНГ». Минск, 2007. С. 41.

3. Конвенция ЮНЕСКО об охране подводного культурного наследия, 2001 г. Париж. Статья 1.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Раздел 1	
Предмет и задачи.....	6
Раздел 2	
Правовые основы исследований.....	8
Раздел 3	
Планирование работ.....	11
Раздел 4	
Применение методов ГИС.....	12
Раздел 5	
Фиксация координат.....	14
Раздел 6	
Поисковая аппаратура.....	16
Раздел 7	
Методы поиска.....	19
Раздел 8	
Методы обмеров.....	23
Раздел 9	
Фотосъемка и постобработка.....	25
Раздел 10	
Расчетные работы	26
Раздел 11	
Первичная стабилизация находок.....	27
Раздел 12	
Подготовка научного отчета.....	28
Рекомендуемая литература	29
Примечания	30

**Ольховский Сергей Валерьевич
Мазуркевич Андрей Николаевич**

**Методика подводных археологических исследований
на затопленных поселениях**

Научное издание

Корректор Е.В. Буйда
Верстка: В.Б. Степанов
Оформление обложки: Н.С. Сафронова

Подписано в печать 17.10.2011. Формат 70 x 90/16
Усл.печ.л. 2,0. Уч.-изд.л. 2,1.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Тираж 300 экз. Заказ №

Институт археологии РАН
117036 Москва, ул. Дм. Ульянова, 19

Отпечатано в ЗАО «Гриф и К»
300062, г. Тула, ул. Октябрьская, 81-а.
Тел.: +7 (4872) 47-08-71, тел./факс: +7 (4872) 49-76-96
grif-tula@mail.ru, www.grif-tula.ru

ISBN 978-5-94375-120-2



9 785943 751202