

УДК 902.01

DOI:10.29039/2413-1741-2024-10-4-3-14

ОСОБЕННОСТИ АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЫ И КОНТИНЕНТАЛЬНОГО СКЛОНА ЧЕРНОГО МОРЯ¹

Вахонеев В. В.

*Севастопольский государственный университет
г. Севастополь, Российская Федерация
E-mail: vvvkerch@mail.ru*

Петровский В. М.

*Севастопольский государственный университет
г. Севастополь, Российская Федерация
E-mail: petrovskiyvm@yandex.ru*

Рассматривается история глубоководных исследований в акватории Черного моря на примере реализации нескольких научных проектов у побережья Турции, Болгарии и Крыма. В арсенале современных археологов появилось множество специальных технических средств, в первую очередь телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов. Отдельно авторами выделены природные факторы, связанные с климатическими изменениями и влияющие на сохранность объектов подводного культурного наследия, такие как химические, биологические, геоэкологические. Авторы приходят к выводу о том, что участки континентального склона и котловина Черного моря останутся наиболее благоприятными для сохранения подводных археологических объектов.

Ключевые слова: Черное море, глубоководная археология, котловина, шельф, климатические изменения, кислотность, соленость, морской шашень, кораблекрушения, телеуправляемый необитаемый подводный аппарат

Еще в начале 1960-х гг. известный антиковед В. Д. Блаватский и его ученик С. Г. Кошеленко мечтали о времени, когда археологи смогут проникнуть на глубины более 200 м, «в недра Черного моря, где обилие сероводорода делает маловероятным активную органическую жизнь и, надо думать, создает благоприятные условия для сохранения дерева и других органических веществ». По их мнению, на затонувших кораблях могли быть обнаружены не только предметы перевозимого груза, но также рукописи древних авторов, которые не могли сохраниться на суше. Они приводят в пример Ксенофонта, который в начале IV в. до н.э. указывал, что его произведения были одним из товаров, перевозившихся на кораблях по Черному морю [1, с. 64; 2, с. 100]. Отчасти эти

¹ Работа выполнена в рамках программы ФНИ ГАН по теме государственного задания «Комплексные морские междисциплинарные исследования на НИС "Пионер-М" в шельфовой зоне и континентальном склоне Черного моря в условиях антропогенного воздействия и климатических изменений» (FEFM-2024-0013).

предположения основоположников морской археологии оказались верными, так как уже в наше время на затонувших на больших глубинах судах удалось найти хорошо сохранившиеся льняные ткани, кости, веревки и канаты, не говоря уже о древесине затонувших кораблей.

История археологических исследований. В. Д. Блаватский стал одним из пионеров отечественной подводной археологии в период, когда весь мир был охвачен фантастическими перспективами изучения морских глубин, отрывшимися после изобретения акваланга Ж.-И. Кусто и Э. Ганьяном в 1943 г. Основным отличием данного аппарата от использовавшихся ранее было наличие устройства, позволяющего автоматически проводить для аквалангиста регулировку давления сжатого воздуха из баллона. Это изобретение стало действительно революционным и навсегда изменило характер натуральных морских исследований по всему миру [6, с. 78 и сл.]. Если раньше тяжелый водолаз, шагавший по дну и работавший практически на ощупь, не обеспечивал должной точности археологических работ, то теперь ситуация кардинально поменялась. Археологи, пройдя небольшой курс основ работы в легководолазном снаряжении, могли самостоятельно погружаться в воду. У аквалангиста появилась возможность визуально осматривать достаточно большие по площади участки дна, а методы исследований стали неуклонно приближаться к методам наземной археологии. За этим последовало изучение кораблекрушений у Махдии, Гран Конглуэ, Альбенги, Ясси-Ады, Гелидоньи и многие другие. Тем не менее, за небольшим исключением, акваланг физически ограничивал глубины, до которых могли проводиться безопасные для человека погружения, – обычно, до 60 м. В то время как значительная часть погибших судов находила свое последнее пристанище на больших глубинах в силу того, что открытое море по факту являлось менее опасным, чем каботажное плавание вдоль берега. Прибрежное мореходство, несмотря на кажущуюся иллюзию безопасности плавания вдоль берега, таило немало угроз: риск попасть на отмель или рифы, разбиться о скалистый берег, подвергнуться нападению грабителей – это заставляло суда держаться мористее.

Известный морской геолог У. Баском в 1970-х гг. проиллюстрировал историческое и археологическое значение остатков кораблекрушений в глубоководной части Средиземного и Черного морей. Результаты изучения лондонского регистра Ллойда середины XIX в. показали, что затонуло около половины всех судов, из которых три четверти погибло в прибрежной зоне и менее четверти – на глубине. Последние в основном или пропадали без вести, или тонули в непогоду [9, pp. 71–84]. Очевидно, что такая же статистика может быть применима и к предшествующим историческим эпохам, тем более что техника античного и средневекового мореплавания была менее развита, чем в XIX веке, следовательно, большие глубины скрывают на морском дне значительное число таких затонувших судов, которые недоступны аквалангисту.

Границей между мелководными и глубоководными исследованиями для нужд археологии можно считать возможности использования специального оборудования, т.е. то место, куда человек может погрузиться самостоятельно в

акваланге, можно назвать мелководьем. Обычно это касается глубин до 60–80 м (рис. 1). Существует также еще одно направление в погружениях человека под воду – технический дайвинг, однако он на данный момент не является массовым, да и пределы его ограничены погружениями на глубину в 100–120 м. При этом погружения на такие глубины сопряжены с огромным риском для человека. Но даже на глубинах 60–80 м работа аквалангиста связана с рядом технических сложностей, главной из которых является длительное время, которое необходимо затратить на декомпрессионные остановки при подъеме с такой глубины. Чем больше глубина, тем больше времени нужно аквалангисту на подъем, и зачастую работа на археологическом объекте может длиться меньше, чем путь на поверхность.

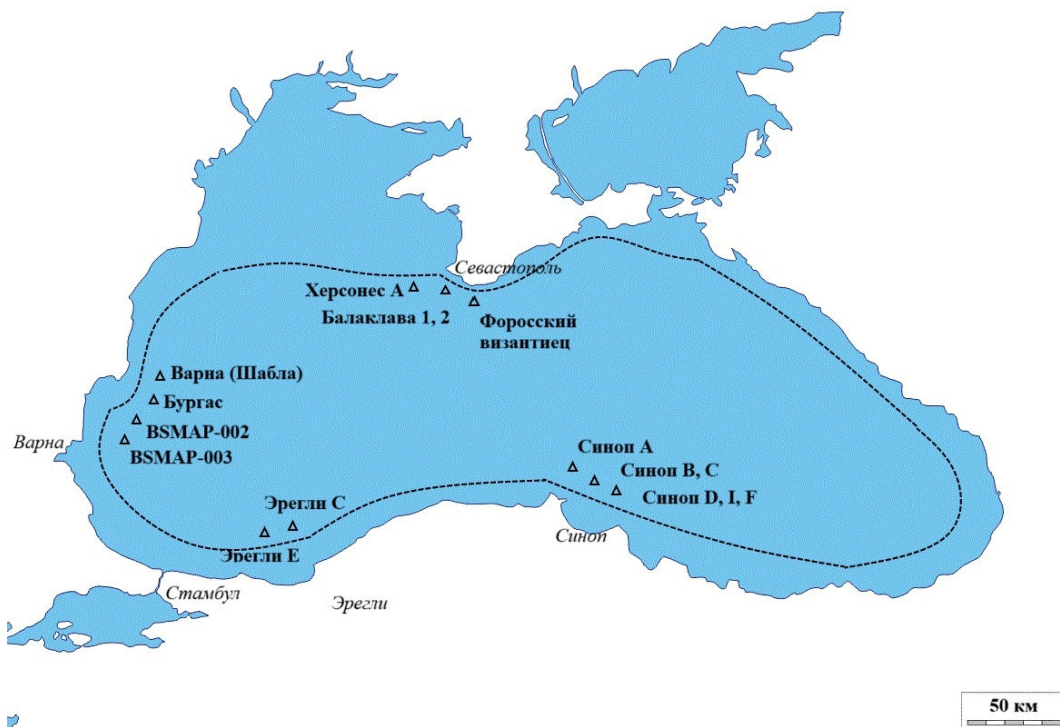


Рис. 1. Карта Черного моря с указанием 80-метровой изобаты и археологических объектов за ее пределами.

Специальное подводное оборудование. Для решения проблемы изучения больших глубин было разработано специальное оборудование. Несмотря на то, что основными его пользователями изначально были военный флот и добывающие компании, оно также может эффективно использоваться и для нужд археологии. Это, в первую очередь, телеуправляемые необитаемые подводные аппараты

(ТНПА). Эти дистанционные средства сегодня используются для идентификации, фиксации и даже для проведения ограниченных глубоководных раскопок. Такие аппараты исключают все риски работы водолаза под водой, а ограничение по глубине для них связано лишь со стоимостью самого устройства.

Потенциал ТНПА для нужд археологии был раскрыт в 1989 г., когда А. Макканн и Р. Баллард организовали археологические исследования на значительных глубинах у рифов Банка Скерки в 60 км к северу от Туниса и в 80 км к западу от Сицилии [15]. В 1989 г. тут было обнаружено кораблекрушение IV в. н.э., а в 1997 г. на глубинах от 750 до 800 м с помощью более сложного оборудования в ходе четырехнедельной экспедиции было зафиксировано 8 кораблекрушений: 4 римских торговых судна, одно раннесредневековое рыболовное судно и два парусных корабля конца XIX – начала XX вв. [8, pp. 1591–1620]. В исследованиях были задействованы атомная подводная лодка и ТНПА. Методика изучения включала довольно новые для того времени методы, такие как микробатиметрическое картирование и фотомозаику. Полученные с глубины 800 м результаты в целом по уровню фиксации не уступали планам, снятым при наземных раскопках. Более того, ТНПА был оснащен специальным инструментарием, позволявшем проводить расчистку и раскопки. Исследования были продолжены и в 2003 г. Широко используются в глубоководной археологии и ставшие уже традиционными средства акустического и магнитометрического поиска: гидролокаторы и магнитометры. Эти приборы, как и на мелководье, позволяют выявить на морском дне объекты археологии.

Глубоководная археология. Роберт Баллард отметил тесные междисциплинарные связи глубоководных исследований. Они требуют новейших технологий, таких как ТНПА, различных устройств для дистанционного зондирования, знаний в сфере океанографии, океанологии, морской геологии, гидроакустики. Все это привело к внедрению в США термина «археологическая океанография». В Род-Айлендском университете появилась соответствующая учебная программа [7, p. 7] – и в итоге археологическая океанография была выделена как отдельная субдисциплина.

Океанография по определению является изучением океана. В ее составе четыре основные дисциплины: биологическая, химическая, геологическая и физическая. Имеющая междисциплинарное происхождение археологическая океанография требует привлечения археологов, историков, морских геологов, био- и геохимиков – специалистов по осадочным образованиям, инженеров и множества других специалистов.

Однако этот термин фокусируется главным образом на научных и инженерных усилиях, прикладываемых к археологии. Фредерик Сорейде отметил, что не существует океанографических археологов и глубоководной археологии в качестве направления по получению научных знаний. Все это археология, памятники которой располагаются в глубоководной зоне. Глубина – всего лишь препятствие. Приходят новые технологии и методы, но не «новые археологи» [20, pp. 6–7].

Черное море. Глубины Черного моря также не осталось вне поля зрения специалистов, в первую очередь того же Р. Балларда. Если до 1990-х годов археологи сосредотачивали свое внимание в основном на прибрежной мелководной зоне, где были открыты такие памятники античной навигации, как затонувшее судно у озера Донузлав, судно с античной скульптурой у берегов Стамбула, то в 1999 г. экспедиция Института океанографических исследований (США) под руководством Р. Балларда провела первую в Черноморском регионе разведку и съемку континентального шельфа. Экспедиция была организована возле центральной части северного турецкого побережья, на траверзе морского порта Синоп. Одной из задач исследования было подтверждение теории о том, что Черное море 7,5 тыс. лет назад являлось пресноводным озером, а в период голоцена соленые воды Средиземного моря прорвались через Босфор и вызвали гибель пресноводной экосистемы, смешение слоев и образование анаэробного слоя на глубине более 200 м.

При помощи технических средств дистанционного сканирования была определена древняя береговая линия на глубине 155 м. По результатам этих исследований были сформированы планы экспедиции 2000 г., включавшие поиск на древнем береговом контуре признаков пребывания человека до образования Босфора и наводнения. Тут было обнаружено более 200 гидроакустических целей, из них 52 были визуально проверены при помощи ТНПА. Ряд целей впоследствии был идентифицирован как кораблекрушения, получившие наименования Синоп А, В и С [14, pp. 43–84]. В дальнейшем были открыты кораблекрушения Синоп D, F, G, H, I, а также Эрегли А–Н [10, pp. 95–97].

В 2007 г., экспедиция Р. Балларда вернулась на кораблекрушение Синоп D для проведения ограниченных раскопок и экспериментов по разложению различных материалов в анаэробной среде. Синоп D расположен на глубине 325 м и представляет собой хорошо сохранившееся судно размерами 17 на 6 м. На нем уцелели почти все элементы конструкции корпуса, сохранилась даже мачта, которая возвышается над дном на 12 м, вторая мачта – артемон – лежит возле борта судна [21, p. 2–13]. Здесь исключительно при помощи дистанционных методов на трех участках были произведены археологические раскопки, которые выявили сломанный форштевень и другие элементы конструкции судна. Образцы древесины были подняты со дна для определения возраста самого судна. Радиоуглеродный анализ показал, что дерево, использованное для строительства судна, было срублено примерно в 410–520 гг. н.э. Этот факт, а также груз амфор типа Demirci позволили установить, что судно затонуло в V–VI вв. н.э.

Помимо археологического изучения, на Синоп D были оставлены специальные экспериментальные материалы с целью установить их уровень распада в анаэробной среде за определенный промежуток времени [19, pp. 8–11].

В 2015–2017 гг. в рамках крупного международного британско-болгарского проекта «Морская археология Черного моря» (Black Sea MAP) в акватории Болгарии было обнаружено 65 кораблекрушений, датируемых периодом от IV в. до н.э. до XIX в. н.э. Используя современные дистанционно управляемые аппараты для

обследования морского дна, команда получила более 250 000 фотографий высокой четкости (HD), сотни часов видео сверхвысокой четкости (UHD) вместе с акустическими, батиметрическими, лазерными, гидролокационными и сейсмическими данными. Обломки кораблей были обнаружены на глубинах от 40 до 2200 м, и многие показали исключительную археологическую сохранность из-за бескислородного слоя в Черном море ниже глубины 220 м. Среди 65 обнаруженных кораблекрушений имеются великолепно сохранившиеся примеры военных и торговых кораблей различных эпох: греческие, римские, византийские, средневековые итальянские и османские. На 4 из 65 кораблекрушений проводились ограниченные раскопки с использованием ТНПА. Два кораблекрушения находились на глубинах между 92 и 94 м, еще два на глубинах между 1900 и 2112 м. Первым этапом было произведено общее обследование районов для получения высококачественной фотограмметрии с использованием ТНПА. После этого проводились раскопки с использованием индукционного водяного компрессора, питающегося от гидравлической системы ТНПА и управляемого кинестетическим роботизированным манипулятором. Когда донные отложения были удалены, археологические остатки были повторно обследованы и зафиксированы при помощи фотограмметрии. Несколько образцов древесины было взято с корпусов кораблей для дальнейшей датировки объектов [17, pp. 1–15].

Таким образом было исследовано судно, получившее наименование Бургас, лежащее на глубине 2112 м. Это одно из самых глубоко лежащих судов, которые были обнаружены до настоящего времени. Естественно, что на такой глубине древесина корпуса судна и деталей, мачта длиной 12 м, рулевое весло и прочие элементы конструкции судна полностью сохранились, все разрушения корпуса произошли только от удара о дно при крушении. Само судно являлось торговым, длиной до 20 м. В момент гибели оно упало на дно бортом, и в силу того, что на этих глубинах наблюдается значительный по толщине слой донных отложений, судно погрузилось в них почти полностью. Груз его идентифицировать не удалось, так же как не удалось определить и ширину судна из-за его положения под углом почти 90°. Здесь, как и на Синоп D, дистанционными методами были проведены археологические раскопки. Работа велась при помощи ТНПА, оснащенного вакуумным эжектором, который позволил удалить вязкий ил, покрывавший корпус судна, и расчистить лопасть рулевого весла. По форме своей рулевое весло напоминало хорошо известные изображения на древнегреческих сосудах. Подняты несколько фрагментов древесины, радиоуглеродный анализ которых показал, что древесина была получена около 410–380 гг. до н.э. [17, pp. 1–15]. Еще одно похожее по технике исследование было проведено на судне, которое затонуло у берегов Болгарии в конце IX или начале X вв. н.э. (данное крушение получило название BSMAP 2016-002, где аббревиатура означает The Black Sea Maritime Archaeology Project, далее следуют год и порядковый номер объекта). Расположено оно на глубине 96 м и представляет собой торговое судно длиной около 25 м и шириной до 8 м. Частичные раскопки, проведенные дистанционными методами, показали, что древесина и сам корпус имеют очень хорошую сохранность. Шпангоуты

возвышаются над дном. Обломок мачты возвышается на 2,1 м и имеет диаметр 55 см, оставшаяся часть мачты лежит на корпусе и имеет длину до 14 м. Рядом располагается рей длиной 17 м, конструкция которого дает основания предположить, что судно было оснащено латинским парусом. Частично сохранились канаты и блоки [10, р. 175–179].

Другое похожее кораблекрушение, но более древнее, относящееся к I или II вв. н.э. (оно получило название BSMAP 2017-003), удалось исследовать на глубине 2000 м. Затонувшее судно представляет собой хорошо сохранившийся корабль, который лежит на дне на ровном киле, погруженный в донные отложения примерно по ватерлинию. Мачта имеет свое исходное положение, равно как и оба рулевых весла, которые занимают свои штатные места на корме. Реи обрушились и лежат на палубе. Здесь исследователям удалось произвести серию фото- и видеосъемок с использованием масштабной лазерной линейки, что в свою очередь позволило создать трехмерную модель затонувшего судна. В силу отсутствия чертежей античных судов, такой метод позволяет получить точнейшее изображение древнего судна [10, pp. 175–179].

С судна Варна (Шабла), которое погибло примерно в III в. н.э. и лежит на глубине 81 м, с помощью манипулятора подводного аппарата удалось поднять целую амфору римского периода, внутри которой сохранились кости речного сома (рыбу использовали для соуса гарум, популярного в античное время) [5, с. 370–391].

Всего же в период 2016–2018 гг. найдено и обследовано четыре затонувших судна на глубине свыше 2000 м, три на глубинах свыше 1000 м и одно на глубине 96 м.

В целом, можно констатировать, что период начала XXI в. стал переломным в области археологического изучения Черного моря. Научно-технический прогресс позволил вести исследования на глубинах свыше 200 м, то есть там, где наличие сероводородной, бескислородной среды позволило затонувшим объектам сохраниться и даже законсервироваться в первозданном виде. В то же время число постоянно действующих региональных экспедиций возросло, появилось больше специалистов в области подводных исследований.

Наконец, современный этап развития подводной археологии Черного моря характеризуется ускоренным внедрением новых технологий. Все чаще в исследованиях используются ТНПА, позволяющие проникать на глубины свыше 2000 м и работать в сероводородном слое. Интенсивно развивается международное сотрудничество, что наряду с применением высоких технологий резко контрастирует с предыдущими этапами развития подводной археологии в данном регионе.

Особое достижение последнего времени – это начало широкого применения технологии фотограмметрии и трехмерного моделирования подводных объектов культурного наследия. ТНПА успешно использовались для исследования таких кораблекрушений в акватории Крыма, как «Херсонес А», «Форосский византиец», «Балаклава-1» и «Балаклава-2», где также были созданы как ортофотопланы, так и трехмерные модели кораблекрушений.

Факторы, влияющие на сохранность объектов культурного наследия под водой.

Вместе с этим, следует отметить, что морская среда в своей фундаментальной основе является крайне агрессивной по отношению к затонувшим объектам, будь то деревянные кораблекрушения античной либо средневековой эпохи или железные XIX–XX вв.

Современное научное сообщество пришло к выводу, что приоритетной формой сохранения подводного культурного наследия является его оставление *in situ*. Этот формат определен как приоритетный в том числе и в Конвенции ЮНЕСКО об охране подводного культурного наследия 2001 г. (Преамбула, статья 2.5 и Правило 1 Приложения). Исследователи согласны с тем, что археологические объекты лучше всего сохраняются под слоями донных отложений или в соленой воде. Обычно все выступающие над грунтом элементы наиболее активно разрушаются, в то время как погребенная в донных отложениях часть сохраняется гораздо лучше. Увеличившееся в последнее время антропогенное воздействие и даже прогнозируемые климатические изменения, очевидно, необходимо дополнительно учитывать в вопросах сохранения подводных археологических памятников.

Климатические изменения приводят к изменению химического состава моря, в т.ч. их кислотности и солености, изменению течений. Обзор и анализ литературы позволяют определить четыре основных типа воздействия изменения климата на моря и, следовательно, на культурное наследие: влияние на морские течения (связано с изменениями придонного слоя отложений, размывание или замывание археологических объектов под водой), химические изменения (влияют на уровень кислотности, солености), подъем уровня моря (увеличение глубин и изменение изобат, изменение рельефа морского дна, подтопления, изменение гидрологии) и потепление воды (увеличение ареала распространения морского шашеня *teredo navalis*, известного в прошлом как «корабельный червь»). Последний фактор – увеличение ареала распространения «корабельного червя» – несет главную угрозу древесине затонувших кораблей в силу того, что данный моллюск питается целлюлозой (которая составляет до 50% массы древесины), в результате чего любое дерево, попавшее в ареал распространения морского шашеня, будет уничтожено им за короткое время. До сих пор данный моллюск обитает преимущественно в мелководных районах, а это предопределяет, что затонувшее на малой глубине деревянное судно не сохраняется. Но при этом с потеплением воды ареал распространения «корабельного червя» уходит в глубину, что грозит разрушением находящихся там затонувшим судам.

Традиционно в географическом и, соответственно, в археологическом плане Черное море разделено на три зоны: шельф, материковый склон и глубоководная котловина [4, с. 9]. Безусловно, наиболее подвержена внешнему влиянию мелководная шельфовая зона до изобаты 200 м.

Повышение температуры, которое уже коснулось верхнего слоя и, по некоторым данным, за последние 50 лет составило 3 °С, распространится на более глубокие слои моря. В зоне изменения окажутся и находящиеся тут

кораблекрушения. Повышение температуры воды активизирует химические изменения, соответственно, разрушение археологических памятников ускорится.

Но помимо малоизученных химических факторов, основную угрозу, как уже сказано выше, могут представлять биологические. Вода Черного моря в целом имеет достаточно стабильную структуру, состоящую из трех основных слоев в зависимости от концентрации растворенного кислорода: кислородного, с малым содержанием кислорода и бескислородного. Верхний теплый кислородный слой фиксируется до глубины 50 м, а на некоторых участках – до 150 м. Насыщенность кислородом уменьшается с увеличением глубины и снижением температуры. Практически все морские организмы, представляющие угрозу для затонувших кораблей, обитают именно в верхних слоях кислородной зоны. Ниже располагается слой с малым содержанием кислорода, мощностью от 20 до 60 м. Наконец, бескислородный слой начинается на глубине от 75 до 180 м в разных частях моря. Он содержит сероводород, насыщение которым увеличивается с глубиной [3, с. 16–17].

Морской шашень (*teredo navalis*), как известно, является основным вредителем для органики, в первую очередь дерева, на затонувших объектах, поселяясь на них. Повышение температуры воды поможет данному виду адаптироваться к менее соленым водам. К примеру, холодные и слабосоленые воды Балтийского моря сохраняют деревянные кораблекрушения гораздо лучше, чем более южные теплые моря, в т.ч. благодаря тому, что в балтийской среде не обитает морской шашень. Для Черного моря повышение температуры воды приведет к тому, что *teredo navalis* начнет активно осваивать более глубокие участки шельфа, на которых он раньше не обитал, что автоматически приведет к угрозе уничтожения затонувших деревянных судов.

При таком сценарии для Черного моря наиболее уязвимыми станут глубины 120–140 м. Фактически это та граница, ниже которой на данный момент не спускается морской шашень. Именно на этих глубинах было выявлено два достаточно показательных средневековых кораблекрушения.

Первое – «Херсонес-А» IX–XI вв. Оно располагается на глубине 139 м и находится к западу от Севастополя. Кораблекрушение представляет собой скопление кувшинов таманского типа, размерами 7×3 м. На поверхности практически не сохранились деревянные остатки судна. Они, очевидно, за некоторым исключением, были полностью уничтожены морским шашнем.

В Балаклавской бухте, на глубине 85 м обнаружены два затонувших судна X–XI вв. н.э., которые получили название «Балаклава-1» и «Балаклава-2». Оба они представляют собой торговые суда размерами 27×12 м и 22×6 м соответственно. Корпуса практически полностью скрыты под слоем донных наносов, над которым возвышаются лишь амфоры, являвшиеся частью перевозимого груза. «Балаклава-2» несет следы пожара, который, возможно, и погубил это судно.

Другой пример – кораблекрушение «Форосский византиец», которое представляет собой судно, погибшее в XIII в н.э. и сейчас находящееся на глубине 128 м к югу от Фороса. В отличие от предыдущих, тут достаточно хорошо

сохранились фрагменты судового набора, такие как шпангоуты, элементы палубной обшивки, часть форштевня и т.д. Детальное обследование позволило предположить, что перед нами гребная галера.

В обоих случаях представлены остатки деревянных кораблей. Но несмотря на большую глубину, на «Херсонесе А» засвидетельствован факт практически полного отсутствия деревянных частей судна. Очевидно, гидрологические условия данной части Черного моря позволили шашню обитать на данной глубине. На «Форосском византийце» более холодные течения из котловины Черного моря сделали участок кораблекрушения менее пригодным для обитания *teredo navalis*, благодаря чему тут сохранились деревянные элементы судна.

Указанные наблюдения позволяют прийти к выводу о том, что повышение температуры воды приведет к тому, что нижняя граница обитания морского шашеня опустится на несколько десятков метров, в результате чего будут утрачены сохранившиеся до современности остатки деревянных судов.

Однако следует отметить и еще один фактор, связанный с изменением температуры. Значительная часть объектов подводного культурного наследия сохранилась благодаря тому, что оказалась законсервирована донными отложениями. При изменении температуры воды возможно изменение устоявшихся течений, которые, в свою очередь, могут в будущем активизировать размыв донных отложений на памятниках подводной археологии. В дальнейшем это может спровоцировать их дополнительный размыв и привести к нарушению целостности объекта.

Е. Перез-Альваро приводит в качестве вероятных последствий изменения климата также химические изменения воды, в первую очередь кислотность и соленость. Она обращает внимание на то, что морская вода обычно имела рН воды в пределах 8, однако в течение XX в. он снизился до 7,9 [18, pp. 842–848]. В ближайшем будущем, в связи с повышением концентрации CO₂ в атмосфере, это значение уменьшится до 7,4. Соответственно, в случае понижения рН морской воды и увеличения содержания кислорода, вода станет более кислой. Как результат – ускорятся процессы коррозии, которые в первую очередь затронут и затонувшие в шельфовой зоне корабли. Такие процессы коррозии были отмечены на судне, затонувшем в X в. н.э. (BSMAP 2016-002), где железные гвозди, которые крепили доски обшивки к шпангоутам, полностью исчезли, в результате чего обшивка обрушилась вниз [10, p. 175–179].

Значительную угрозу затонувшим судам представляют донные тралы, которыми ведется рыбный промысел во многих районах Черного моря. Причем эта угроза распространяется и на те затонувшие суда, которые расположены на глубинах свыше 100 м. Так, следы разрушения сетями выявлены на затонувшем на глубине 105 м судне V века н.э. Синоп F, которое сильно разрушено траловыми сетями. На поверхности видны несколько деревянных элементов со следами железных гвоздей [16, p. 77–91]. На затонувшем в VI веке н.э. судне Эргли С, которое лежит на глубине 112 м, также выявлены значительные разрушения сетями, в том числе несколько деревянных фрагментов корпуса перемещены на расстояние

200 м от места крушения [12, р. 89–101]. Лежащее на глубине 101 м судно IV века до н.э. Эрегли Е демонстрирует прекрасный образец сохранности: на нем, помимо древесины корпуса, уцелели льняные ткани и даже кости погибшего моряка – однако судно сильно разрушено донными сетями.

Подвержены места глубоководных крушений и другим негативным геоэкологическим факторам, таким как загрязнение воды, накопление мусора на дне и т.д. На Эрегли Е и «Балаклава-1» найдены пластиковые пакеты, на Синоп А – алюминиевая банка.

Таким образом, участки континентального склона и котловина Черного моря, несмотря на возможные климатические изменения, остаются в наше время наиболее благоприятными для сохранения подводных археологических объектов. Сюда практически не проникает солнечный свет, температура воды достаточно низкая и постоянная, течения отсутствуют. Для «корабельного червя» такие глубины практически недоступны. Внешнее влияние человека в данных условиях минимально. Все это создает особые условия для археологического изучения шельфовой зоны и континентального склона Черного моря, которые заключаются в том, что археолог на глубине чаще всего имеет дело с хорошо сохранившимся памятником, который мало подвержен разрушению под воздействием природных сил. Вместе с тем большие глубины затрудняют изучение объекта с технической точки зрения. Присутствие водолаза здесь практически исключено: хотя технически он может работать на глубинах свыше 100 м, на практике это представляет огромный риск для жизни и здоровья человека. Применение ТНПА, оборудованного видеокамерой, позволяет как осмотреть затонувший объект, так и контролировать ход работ по расчистке его от донных отложений; грунторазмывочная техника, прикрепленная к ТНПА, решает задачи по очистке объекта от наносов, которые скрывают его от человеческого глаза; специальные присоски и роботизированные руки позволяют поднять те или иные предметы. Таким образом, главной характерной особенностью археологического изучения шельфа является полная автоматизация этого процесса.

Список использованных источников и литературы

1. Блаватский В. Д. Пантикапей. Очерки истории столицы Боспора. М.: Наука, 1964. 232 с.
Blavatskii V. D. Pantikapei. Ocherki istorii stolitsy Bospora. M.: Nauka, 1964. 232 s.
2. Блаватский В. Д., Кошеленко Г. А. Открытие затонувшего мира. Подводная археология. М.: АН СССР, 1963. 108 с.
Blavatskii V. D., Koshelenko G. A. Otkrytie zatonuvshogo mira. Podvodnaya arkheologiya. M.: AN SSSR, 1963. 108 s.
3. Вахонеев В. В. «Херсонес «А» и «Форосский византиец» – глубоководные средневековые кораблекрушения в акватории Крыма // Вопросы подводной археологии. 2015. № 6. С. 15–35.
Vakhoneev V. V. «Khersones «A» i «Foroskii vizantiets» – glubokovodnye srednevekovye korablekrusheniya v akvatorii Kryma // Voprosy podvodnoi arkheologii. 2015. № 6. S. 15–35.
4. Иванов В. А., Белокопытов В. Н. Океанография Черного моря. Севастополь: НАН Украины, Морской гидрофизический институт, 2011. 212 с.
Ivanov V. A., Belokopytov V. N. Okeanografiya Chernogo morya. Sevastopol': NAN Ukrainy, Morskoi gidrofizicheskii institut, 2011. 212 s.

ОСОБЕННОСТИ АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЫ И КОНТИНЕНТАЛЬНОГО СКЛОНА ЧЕРНОГО МОРЯ

5. Пеев П. Издирване на потънали кораби в българската част на черноморския континентален шелф // Известия на народния музей – Варна, XLV–XLVI (LX–LXI) 2009–2010. Варна. 2018. С. 370–391.
6. Следков А. Ю. Создание акваланга. Историческое исследование. СПб.: Остров, 2010. 96 с.
Sledkov A. Yu. Sozdanie akvalanga. Istoricheskoe issledovanie. SPb.: Ostrov, 2010. 96 s.
7. Ballard R. D. Archaeological Oceanography // Remote Sensing in Archaeology. New York: Springer, 2007. P. 479–497.
8. Ballard R. D. Archaeological Oceanography. Princeton: Princeton University Press, 2008. 296 p.
9. Ballard R. D., McCann A. M., Yoerger D., Whitcomb L., Mindell D., Oleson J., Singh H., Foley B., Adams J., Piechota D., Giangrandei C. The discovery of ancient history in the deep sea using advanced deep submergence technology // Deep-Sea Research. 2000. Part I. Vol 47. Pp. 1591–1620.
10. Bascom W. Deep Water, ancient ships: the treasure vault of the Mediterranean. Newton Abbot: David and Charles, 1976. Pp. 71–84.
11. Batchvarov K. A Byzantine Period Merchant Ship from the Black Sea // Archaeonautica. L'archéologie Maritime et Navale de la Préhistoire à l'époque Contemporaine. 2021. P. 175–179.
12. Brennan M., Davis D., Roman C., Buynevich I., Catsambis A., Kofahl M., Urkmez D., Vaughn J., Merrigan M., Dumang M. Ocean Dynamics and Anthropogenic Impacts Along the Southern Black Sea Shelf Examined Through the Preservation of Pre-modern Shipwrecks // Continental Shelf Research 53. 2013. P. 89–101.
13. Davis D., Brennan M. L., Roman C., Buynevich I., Catsambis A., Kofahl M., Derya Urkmez D., Vaughn J.I, Merrigan M., Duman M. Ocean dynamics and anthropogenic impacts along the southern Black Sea shelf examined through the preservation of pre-modern shipwrecks. // Continental Shelf Research. February 2013. Pp. 89–101.
14. Hurlings R. L. Deep water survey, Archeological Investigation and Historical Context of Three Late Antique Black Sea Shipwrecks. Florida. 2005. 114 p.
15. McCann A. M., Oleson J. P. Deep-Water Shipwrecks off Skerki Bank: The 1997 Survey // Journal of Roman Archaeology. 2004. Suppl. 58. 224 p.
16. Opaıt A., Davis D., Brennan M., Kofahl M. The Sinop F Shipwreck in the Black Sea: An International Cargo from Late Antiquity // International Symposium on Sinope and Black Sea Archaeology «Ancient Sinope and the Black Sea», 13 – 15 October 2017 Sinop, Türkiye. Sinop. 2019. P. 77–91.
17. Pacheco-Ruiz R. Deep Sea Archaeology Survey in the Black Sea – Robotic Documentation of 2,500 Years of Human Seafaring // Deep Sea Research. Part I. Oceanographic Research Papers. 2019. Pp. 1–15.
18. Perez-Alvaro E. Climate Change and Underwater Cultural Heritage: Impacts and Challenges // Journal of Cultural Heritage. 2016. Vol. 21. Pp. 842–848.
19. Piechota D., Ballard R. D., In situ preservation of a deep-sea wreck site: Sinop D in the Black Sea // Studies in conservation. 2010. Vol. 55. IIC. Pp. 8–11.
20. Søreide F. Ships from the Depths. Deepwater Archaeology. College Station: Texas A&M University Press, 2011. 182 p.
21. Ward C., Ballard R. Deep-water Archaeological Survey in the Black Sea: 2000 Season // The International Journal of Nautical Archaeology 2004. 33.1. P. 2–13.

V. Vakhoneev, V. Petrovskiy Features of the Archaeological Study of the Shelf Zone and the Continental Slope of the Black Sea

The history of deep-sea research in the Black Sea is considered on the example of the implementation of several scientific projects off the coast of Turkey, Bulgaria and Crimea. Many special technical means have appeared in the arsenal of modern archaeologists, primarily remotely operated vehicles. Separately, the author highlights the natural factors associated with climate change and affecting the preservation of underwater cultural heritage sites, such as chemical, biological, and geocological. The author concludes that the sections of the continental slope and the basin of the Black Sea will remain the most favorable for the preservation of underwater archaeological sites.

Keywords: Black Sea, deep-sea archaeology, basin, shelf, climate change, acidity, salinity, marine debris, shipwrecks, remotely operated vehicle.