

КОМПЛЕКСНЫЕ АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ПОРТОВОЙ ЧАСТИ ХЕРСОНЕСА ТАВРИЧЕСКОГО

Андрей Алексеевич Букатов

*Государственный историко-археологический музей-заповедник «Херсонес Таврический»;
Севастопольский государственный университет, Севастополь, Россия
bukat@list.ru*

Владимир Васильевич Глазунов

*Севастопольский государственный университет, Севастополь, Россия
vvglazounov@mail.ru*

Наталья Николаевна Ефимова

*Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского,
Санкт-Петербург, Россия
natafima@mail.ru*

Вадим Владимирович Панченко

*Государственный историко-археологический музей-заповедник «Херсонес Таврический»;
Севастопольский государственный университет, Севастополь, Россия
vad_panchenko@mail.ru*

Аннотация. При изучении археологических памятников в прибрежной зоне наилучшие результаты дает комплексный междисциплинарный подход с привлечением методов современной геофизики. Анализ археологического материала, полученного при раскопках «ромбовидной башни» в акватории у Портового района Херсонеса, позволяет отнести начальный период строительства этого сооружения к IX–X вв. Результаты исследований на этом участке показали, что за период с IX–X вв. до конца XI – первой половины XIII в. уровень моря в Карантинной бухте поднялся на величину около 1 метра. На основе данных, полученных методом непрерывного сейсмоакустического профилирования, для участка акватории у Портового района Херсонеса выделены последовательные изменения береговой линии, ставшие результатом процессов трансгрессии и аккумуляции донных наносов. Анализ построенных сейсмогеологических разрезов и карты изобат позволил выявить 3 террасы и связанные с ними морфологические элементы, указывающие местоположение древних береговых линий в различные исторические эпохи. Установлена пространственная связь между археологическими объектами, обнаруженными на дне, и положением подводных террас. На основании археологических данных предложена реконструкция береговой линии IX–X вв. Расположение «ромбовидной башни» и выявленных в 2019 г. строительных остатков на одной террасе позволяет предполагать относительную синхронность существования этих сооружений. Электроразведочные исследования методом донной электротомографии проведены с целью изучения строения отложенных морских террас на глубину до 10 м. По результатам этих исследований выделяются донные аномалии, соответствующие различным этапам застройки побережья Карантинной бухты. Протяженная линейная аномалия, находящаяся в 40–50 м от современного берега и скрытая слоем донного грунта мощностью до 3 м, вероятнее всего, соответствует раннему периоду жизни города. Глубина моря на этом участке составляет около 2–3 м.

© Букатов А.А., Глазунов В.В., Ефимова Н.Н., Панченко В.В., 2022

Ключевые слова: Херсонес Таврический, Карантинная бухта, порт, строительные остатки, геофизические методы, метод донной электротомографии, реконструкция береговой линии

Благодарности: Работа выполнена при поддержке программы Приоритет-2030 Севастопольского государственного университета (стратегический проект № 5).

INTEGRATED ARCHAEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL RESEARCHES IN THE PORT AREA OF TAURIC CHERSONESE

Andrei A. Bukatov

State Historical and Archaeological Museum Preserve of Tauric Chersonese; Sevastopol State University, Sevastopol, Russia
bukat@list.ru

Vladimir V. Glazunov

Sevastopol State University, Sevastopol, Russia
vzglazounov@mail.ru

Natal'ia N. Efimova

A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute, St. Petersburg, Russia
natafima@mail.ru

Vadim V. Panchenko

State Historical and Archaeological Museum Preserve of Tauric Chersonese; Sevastopol State University, Sevastopol, Russia
vad_panchenko@mail.ru

Abstract. The best results of researching archaeological sites in the coastal zone come from integrated interdisciplinary approach involving modern geophysical methods. The analysis of the archaeological material obtained during excavations of the “diamond-shaped tower” in the water area near the port quarters of Chersonese suggests that the structure was constructed in the ninth and tenth centuries AD. The results of research on this site show that from the ninth and tenth to the period from the late eleventh to the first half of the thirteenth centuries the sea level in Karantinaia Bay rose by ca 1 meter. The data obtained by continuous seismoacoustic profiling were used to identify continuous changes of the coastline in result of transgression and accumulation of the bottom sediments in the section of the water area near the port district of Chersonese. The analysis of the built-up seismogeological sections and isobath map enabled the research group to identify 3 terraces and associated morphological elements indicating the location of ancient coastlines in different historical periods. A spatial relationship has been established between the archaeological objects found at the sea bottom and the position of the underwater terraces. A reconstruction of the ninth- and tenth-century coastline has been suggested according to the archaeological data. The location of the “diamond-shaped tower” and the construction remains discovered in 2019 on the same terrace suggests that the structures existed approximately at the same time. Electrical prospecting research using bottom electrotomography explored the sediment structure of marine terraces to a depth of 10 m. The research results have determined bottom anomalies corresponding to various stages of development of the coast of Karantinaia Bay. An extended linear anomaly, located 40–50 m from the modern coast and hidden by a layer of bottom soil up to 3 m thick, most likely corresponds to the early period of the ancient city. The sea in this area is ca 2–3 m deep.

Keywords: Tauric Chersonese, Karantinaia Bay, port, construction remains, geophysical methods, sea-bottom electrotomography method, coastline reconstruction

Acknowledgements: The work was made within the program “Prioritet-2030” of the Sevastopol State University (strategic project no. 5).

Очертания берегов Херсонеса претерпевали значительные изменения еще в период жизни древнего города, на протяжении около 2000 лет. К настоящему времени часть территории Портового района находится на дне Карантинной бухты, включая участок приморской оборонительной линии.

Основание города пришлось на период так называемой Фанагорийской регрессии. Проблема изменения уровня Черного моря в позднем голоцене до сих пор является одной из самых дискуссионных. Само понятие фанагорийской регрессии появилось в середине 1950-х годов [14; 20]. Разными авторами делались оценки уровня моря в этот период от величин в 2 м [20] до 12 м [8] ниже современного. На основании археологического материала из затопленной части Фанагории В. Д. Блаватский оценивал подъем уровня моря античного времени к современному положению величиной в 3–4 м [9]. Этим же значений придерживался и А. Н. Щеглов при реконструкции затопленных участков херсонесской хоры в Круглой бухте и для всего побережья Гераклеяского полуострова [21]. Для района Северо-Западной Таврики в середине I тыс. до н.э. [17, с. 18] на основании археологических данных дается величина уровня Черного моря на 2–3 м ниже современного, которая является результатом процессов трансгрессии и тектонического движения суши.

Как показано в работе [1], невозможно создать общую кривую уровня в голоцене для всего Черного моря из-за значительных различий в местной и региональной тектонике. Этот важный фактор изменяется как во времени, так и в пространстве [2, р. 10].

При реконструкции затопленной территории Херсонеса необходимо принимать во внимание не только транс- и регрессионные циклы изменения уровня моря за период в 2500 лет. Для прибрежной акватории Карантинной бухты необходимо учитывать процесс аккумуляции наносов, изменявший очертания берега и глубину. Этот процесс, в свою очередь, зависит от изменений уровня моря, климатических и антропогенных факторов. Причалные сооружения херсонесского порта и подтапливаемые наступающим морем оборонительные стены города должны были способствовать накоплению песка и ила в прибрежной зоне. Кроме того, проводившиеся, по крайней мере, в современное время дноуглубительные работы стали причиной перераспределения отложений по всей бухте.

В 1964–1965 гг. В. И. Кадеев [16, с. 109] в Карантинной бухте обследовал затопленные XXVI и XXVII башни оборонительной линии. На этом участке в воде были обнаружены фрагменты мраморных колонн, использованные в качестве строительных деталей, деревянные плахи и сваи. Под фундаментами сооружений был выявлен культурный слой. Присутствие культурного слоя и наличие цемянкового раствора в кладке позволили предполагать, что строения были возведены на суше, а на дне бухты оказались значительно позднее. Эти башни и т.н. «морские ворота» города были датированы И. А. Антоновой IX–X вв. [7, с. 128].

Для Портового района Херсонеса И. А. Антонова [7, с. 102, рис. 1] предложила реконструкцию древнего берега, следуя направлению участков приморских оборонительных стен, соответственно для V в. до н.э., III–IX вв. и IX–X вв. Берег, по

ее мнению, сдвигался к востоку, по мере намыва песка. Ближе к урезу воды передвигалась и линия обороны города. Отметим, что значительная часть затопленных строительных остатков не учитывалась при реконструкции береговой линии из-за отсутствия информации о их датировке и интерпретации.

М. И. Золотарев [15] восстанавливал «древний берег» на отметках глубины 3,5–4 м, по кромке одной из подводных террас.

Таким образом, до сих пор неясным остается точное место расположения причальных сооружений городского порта. Требуется уточнения оценка изменения уровня моря и динамика наступления моря на берега Херсонеса. При определении изменения глубины моря не учитывалась толщина сформировавшихся к настоящему времени донных наносов. Непонятно назначение находящихся на дне Карантинной бухты затопленных строительных остатков, не вписывающихся в конфигурацию известных городских стен.

В настоящее время появились новые неразрушающие дистанционные методы исследования, расширяющие наши возможности при изучении археологических памятников в прибрежной зоне. Среди них – гидроакустические методы и методы донной электротомографии. Оценка изменения уровня моря и положения береговой линии в акватории Карантинной бухты может быть получена только в результате комплексных геофизических и археологических исследований.

Целями нескольких сезонов полевых археологических исследований, проводимых экспедицией Музея-заповедника «Херсонес Таврический» в акватории у западного берега Карантинной бухты, были как уже ранее известные, так и выявленные в процессе разведок новые остатки строительных сооружений. Здесь, на месте предполагаемого порта Херсонеса, в 2019–2021 гг. были заложены три шурфа и начаты раскопки в районе «ромбовидной башни», обнаруженной экспедицией В. И. Кадеева в 1966 г.

Один из хорошо сохранившихся подводных археологических объектов в Карантинной бухте – т.н. «ромбовидная башня», находится на удалении около 20–30 м от современного берега (рис. 1) [12]. Шурф 2 (рис. 2; 3; 9,5) был заложен в 10 м западнее «ромбовидной башни», недалеко от уреза воды. Целью шурфовки был поиск возможных стен, подходящих к этому сооружению. Попытка определить их в грунте с помощью шупа успеха не принесла из-за большого количества в песке гальки, препятствовавшей проникновению зонда. При шурфовке здесь были выявлены обработанные камни. Возможно, это остатки разрушенной стены. Камни залегают в песке на всю глубину раскопа, до 0,7 м. Небольшие размеры шурфа (9 м²) не позволяют получить целостную картину. Археологический материал сильно окатан морем, представлен фрагментами средневековой керамики IX–XIII вв., с небольшой примесью керамических фрагментов античного периода.

Шурф 1 (рис. 4, 5; 9,2) был заложен в 2020 г. на месте выступавших над поверхностью дна каменных блоков. На площади 18 м² (4х4,5 м), под слоем заиленного песка мощностью более 50 см, содержавшего фрагменты окатанной керамики и со-

временный мусор, залегает более плотный слой светлого песка и гальки. В процессе работ выявлено несколько обработанных каменных блоков. Отдельные выступавшие из песка камни прослеживались и за границей раскопа, в сторону берега. Четких остатков кладки не фиксируется. Согласно геологическим данным, слой песчаных отложений здесь составляет несколько метров, поэтому раскопки глубже не осуществлялись.

В 2020 г. для оценки современного состояния «ромбовидной башни», определения сохранившейся высоты сооружения, толщины и структуры слоя покрывающих ее донных отложений была проведена шурфовка у ее северо-восточного угла, наиболее выдвинутого в сторону моря (рис. 1; 6; 9,1).

Расчищенный в шурфе слой грунта состоит из галечно-валунного материала размером в поперечнике до 17 см с песчано-гравийным заполнителем (10%). Толща грунта насыщена фрагментированным керамическим материалом и костями животных. Выборка костного материала в основной массе представляет собой кухонные остатки.

Среди грубообломочного материала около 30% составляют не окатанные и угловато-окатанные обломки, состоящие преимущественно из известняков и сланцев. Окатанный валунно-галечный материал состоит преимущественно (на 60%) из вулканических пород различного состава от диоритов до андезито-базальтов. Такой состав грунта является инородным для района Карантинной бухты и Гераклеяского полуострова в целом [13].

Северо-восточная часть сооружения, сложенная из массивных каменных блоков, находилась наиболее близко к урезу воды. Размеры шурфа составили 2,0x0,75 м вдоль северного фасада сооружения, глубина раскопа 1,09 м. Строение, расположенное примерно в 30 метрах от берега, сохранилось в высоту на три ряда кладки (1,38 м), два из которых были погребены под плотным слоем донных осадков мощностью более метра (1,09 м).

По результатам работ 2020–2021 гг. были получены данные, позволяющие оценить подъем уровня моря с момента постройки «ромбовидной башни». Основание северо-восточной части сооружения находится на высотной отметке -3,23 м (внутренняя часть, 2021 г.) – -3,24 м (наружная часть, 2020 г.) по Балтийской системе высот (БС). Верхние плоскости крупных камней цоколя, приблизительно соответствующие начальному уровню пола, находятся на отметке около -2,79 м по БС. Цоколь сооружения стоит на слое песка и гальки, содержащем большое количество окатанной керамики. Видимо, «ромбовидная башня» возводилась в прибрежной зоне, на пляжевых отложениях, уже содержавших окатанную керамику. Среди находок из подстилающего слоя – сильно окатанные фрагменты амфор VI–VII вв. Здесь же были найдены и фрагменты керамид IX–X вв., не подвергшиеся волновому воздействию осколки столовых кувшинов VIII–IX вв., а также хорошо сохранившиеся фрагменты древесины, скорлупа грецких орехов и фундука, фруктовые косточки. Все эти находки, очевидно, связаны с начальным этапом функционирования «баш-

ни». На уровне камней цоколя была обнаружена монета с монограммой «В», относящаяся к херсонским выпускам Василия I (867–886 гг.) [6, с. 159–161, №№ 360–383]. Подобные монеты, судя по составу монетных кладов [3; 4], характерны для монетного обращения Херсона второй половины IX – конца X в.

На камнях цоколя остались налепы известкового раствора с органическими включениями и створками раковин (рис. 8). Пятна раствора другого состава, с включением мелкой гальки, прослеживаются на каменных блоках стен до отметки 73 см выше цоколя, маркируя уровень слоя забутовки из скрепленных раствором камней. По всей вероятности, реконструкция потребовалась из-за угрозы подтопления пола на уровне верха цоколя «ромбовидной башни». При разборе забутовки в ней были обнаружены несколько попавших в раствор фрагментов шамотированных керамид IX–X вв. Здесь же была найдена монета с монограммой «ро» [6, с. 165–166, №№ 457–462], которые В. А. Анохин относил ко времени правления императора Романа IV (1067–1071). Надо отметить, что вопрос об окончательной датировке этих монет все еще остается открытым. Ряд исследователей относят часть выпусков монет с монограммой «ро» к более позднему периоду, уже после смерти императора [19]. По мнению И. В. Соколовой [18, с. 56–57], хронологическими рамками выпуска являются конец XI – начало XIII в. В любом случае, по археологическим данным, эти монеты принимали активное участие в денежном обращении Херсона и в первой половине XIII в. [5].

Таким образом, на основании археологического материала строительство «ромбовидной башни» можно датировать IX–X вв. Этому периоду соответствовал уровень моря, приблизительно на 2,86 м ниже современного на момент съемки (-3,24 м по БС). Первоначальный уровень пола, примерно соответствовавший верхней плоскости камней цоколя, находится сейчас на глубине около 2,41 м на момент съемки (-2,79 м по БС). К концу XI – первой половине XIII в. пол был поднят примерно на 0,73 м, что соответствует высотной отметке -2,06 м по БС (примерно 1,68 м современной глубины моря на момент съемки). В результате сооружения забутовки пол в «башне» оказался выше уровня воды. Таким образом, подъем уровня моря за промежуток времени с IX–X вв. до конца XI – первой половины XIII в. может быть оценен величиной около метра (до 1,17 м). Раскопки «ромбовидной башни» пока затронули только небольшую часть сооружения. Продолжение исследований позволит уточнить временные рамки этих событий. Назначение затопленных сооружений также представляет нерешенную проблему. «Ромбовидная башня» могла являться частью оборонительной линии или быть функционально связанной с причальными сооружениями херсонесского порта.

Геофизические исследования прибрежной части Карантинной бухты проводились для картирования подводных морских террас и обнаружения остатков застройки порта Херсонеса, скрытых в грунтовом массиве поддонных отложений. Комплекс методов исследований включал следующие виды морских геофизических работ:

1. Съемка поверхности дна с помощью сонара.
2. Батиметрия с применением гидроакустического профилографа.

3. Электротомографические исследования грунтового массива морских террас.

В пределах площади прибрежной акватории бухты съемка каждого вида работ выполнялась по своей системе профилей. Сеть геофизических наблюдений охватывала площадь акватории, включавшую все известные археологические объекты в прибрежной части Карантинной бухты. Параметры сети геофизических съемок обеспечивали высокую плотность и детальность наблюдений. Топографические привязки сети наблюдений осуществлялись с помощью GPS+ГЛОНАСС+BeiDou.

Съемка с помощью сонара (модель H5se7 «Гидра») обеспечила высококачественное изображение дна с фотографическим качеством. Съемка проводилась галсами вдоль берега, с учетом безопасных для судна глубин (до 1 м). В результате обработки данных съемки, полученные сонограммы были объединены в виде акустической карты-мозаики дна (рис. 9).

На карте проявились акустические эффекты от всех известных археологических объектов, к которым относятся: 1 – «ромбовидная башня»; 2 – шурф 1 (2020 г.); 3 – «объект 2019 г.»; 4 – развал камней восточнее «ромбовидной башни»; 5 – шурф 2 (2019 г.).

Наблюдения с гидроакустическим профилографом обеспечили получение сейсмоакустических профилей. На профилях в рельефе дна отчетливо проявился прибрежный мелководный шельф, характеризующийся незначительным уклоном, в пределах которого выделяются морские аккумулятивные террасы. Границы шельфа ограничены современной береговой линией и бровкой, где начинается резкое увеличение глубины (рис. 10).

На сейсмоакустических профилях выделены 3 морские террасы, обозначенные индексами *I*, *II* и *III* (рис. 11). Нумерация террас отражает последовательность их формирования, которая обусловлена последовательными циклами трансгрессии и регрессии моря, происходившими в течение исторических эпох.

Геоморфологические элементы выявленных террас включают: 1 – уступ; 2 – бровку; 3 – поверхность террасы, 4 – тыловой шов.

Наиболее ярко проявилась терраса *I*, бровка которой является границей прибрежного шельфа со стороны моря. Высота этой террасы достигает 3,7 м, а все её морфологические элементы проявляются наиболее отчетливо.

Терраса *II* имеет небольшую высоту 0,5–0,7 м. Ее профиль и элементы хорошо проявляются на кратном отражении от дна. На поверхности террасы *II* встречаются камни, видимо, связанные со строительными остатками сооружений, что позволяет предположить ее искусственное происхождение.

Высота террасы *III* также невелика. На этой террасе расположена «ромбовидная башня». Поэтому можно предположить, что возникновение этой террасы может быть также связано со строительными работами.

Выявленные морфологические элементы террас характеризуют расположение древних береговых линий, датировка которых возможна на основании данных археологических исследований.

Данные съемки с гидроакустическим профилографом обеспечили построение детальной карты изобат обследованной части Карантинной бухты. На карте рельефа дна отчетливо проявился прибрежный мелководный шельф, осложненный малоамплитудными морскими террасами.

На карте изобат показаны линии бровок террас *I*, *II*, *III* и *IV*, обозначенные индексами *1*, *2*, *3* и *4*, соответственно (рис. 11).

На карту изобат (рис. 11) вынесены обнаруженные и частично обследованные раскопками археологические объекты. Местоположение «ромбовидной башни» (1) четко выделяется на карте в виде двух локальных зон, связанных с остатками стен, выступающих над поверхностью дна. Шурф (2) и строительные остатки (3) находятся на краю зоны обследования. Участок дна, соответствующий развалу строительных блоков и каменного материала, приурочен к малоамплитудному локальному возвышению дна (4).

Необходимо отметить, что «ромбовидная башня», строительство которой по результатам раскопок относится к IX–X вв., находится на поверхности террасы *III*, а участок со строительными блоками (4) расположен на террасе *II*, сформировавшейся в более раннее время. Приуроченность обнаруженных остатков построек к различным террасам является геоморфологическим признаком, указывающим на разновременность их застройки.

Совместное отображение данных НСП и ГЛБО подтверждает наличие связи геоморфологии морских террас с обнаруженными на дне обследованной части Карантинной бухты Херсонеса археологическими объектами.

Электроразведочные исследования методом донной электротомографии позволили получить геофизическую информацию о строении грунтов, слагающих морские террасы, и наличии локальных неоднородностей, которые могут быть связаны с остатками застройки берега Карантинной бухты в различные исторические эпохи.

Электротомографические наблюдения выполнялись с комплектом аппаратуры «Скала – 48К12» и 48-ми канальной многожильной косы. Результаты съемки оформляются в виде геоэлектрических разрезов и карт, которые характеризуют пространственное распределение удельных электрических сопротивлений (УЭС), характеризующие строение грунтов и наличие скоплений каменного материала в поддонных отложениях террас.

На геоэлектрических разрезах проявились 3 геоэлектрические аномалии повышенных значений УЭС (рис. 12).

Наиболее яркая аномалия *1* характеризует положение высокоомной линзы значительных размеров, которая располагается на глубине около 2–3 м под поверхностью террасы *II*. Увеличение УЭС грунтов в геологических условиях Карантинной бухты можно связать с наличием значительного объема крупнообломочного материала и галечника.

Аномалия *2* отмечается в прибрежной области разреза на глубине 0,5–1 м. Проявился только край аномальной зоны, основная часть которой находится ближе к бе-

регу. Аномалия 2, видимо, сформирована грубообломочным каменным материалом, аккумулярованным в прибойной зоне бухты.

Аномалия 3 располагается в левом углу разреза, на глубине 7–8 м. Аномалия проявилась лишь частично. Большая ее часть располагается ближе к берегу, за пределами геоэлектрического разреза. Форма и глубина расположения аномалии 3 указывают на геологическую природу этого геоэлектрического эффекта. Она может быть связана с наличием клифа, сложенного известняками, абразионной террасы, которая, видимо, окаймляла древнюю бухту в доисторическую эпоху.

На геоэлектрических картах-срезах, характеризующих строение поддонных отложений на глубинах 3 и 5 м от уровня моря, аномалии 1 и 2 проявляются в виде зон повышенных значений УЭС, которые вытянуты вдоль берега бухты (рис. 13).

Наиболее яркая аномалия 1 на карте-срезе 3 м обозначена индексом 1/3, а на карте 5 м – индексом 1/5. Аномалия 1/3 локальна и близка по форме к эллипсу, который примыкает к «ромбовидной башне» и размещается под поверхностью террасы III на глубине около 1 м. Более интенсивная и линейно-вытянутая вдоль берега бухты аномалия 1/5 находится на глубине 2–3 м под поверхностью террасы II.

Увеличение УЭС морских отложений и формирование линзы в условиях Карантинной бухты можно связать с наличием крупнообломочного материала в грунтовым массиве, слагающем террасу II.

Аномалия 2 отмечается в прибрежной области разреза на глубине 0,5–1 м и, видимо, сформирована каменным материалом, аккумулярованным в прибойной зоне бухты. Необходимо отметить, что величина УЭС зависит от размеров и объема каменного материала в поддонных отложениях и возрастает при увеличении объема этого материала в пределах линзы, являющейся источниками геоэлектрических аномалий.

Анализ карт показал, что с увеличением глубины изменяются размеры, амплитуда, форма и расположение аномалий 1/3 и 1/5. Характеристики аномалии 2 изменяются незначительно.

Размеры и амплитуда аномалии 1 на карте-срезе 3 м минимальны, а на срезе 5 м – максимальны (рис. 13). Эти карты содержат наиболее представительный объем информации об источниках геоэлектрических аномалий, и потому являются основой для археологической и геоморфологической интерпретации данных донной электротомографии.

Геоэлектрические аномалии представляют интерес для решения археологических задач, так как могут быть связаны с остатками застройки подтопленной части побережья в различные исторические эпохи.

Основой археологической интерпретации материалов подводных исследований в Карантинной бухте является совместный анализ информации, полученной различными методами геофизики. Для удобства комплексного анализа материалов синтезирована сводная карта, на которой совмещены интерпретационные схемы, построенные по данным всех видов геофизических исследований и подводных археологических работ (рис. 14).

Контуры геоэлектрических аномалий *1/3* и *1/5*, соответствующие глубинам 3 и 5 м от поверхности моря, выделены на сводной карте различной штриховкой (рис. 14).

Сопоставление контуров аномалий с положением линий бровок террас, выявленных по данным батиметрии, показывает, что, аномалии, расположенные на разных глубинах, приурочены к различным террасам. На глубине 3 м аномалия *1/3* локализуется под поверхностью более молодой террасы *III*, а – на глубине 5 м аномалия *1/5* смещается под террасу *II*.

Оси геоэлектрических аномалий *1/3* и *1/5* на разных глубинах не совпадают. На глубине 3 м ось находится на расстоянии примерно 30–35 м от береговой линии, а на глубине 5 м она смещена в среднем на 10 м в сторону моря.

Учитывая, что террасы сформировались в результате различных временных циклов трансгрессии моря, а повышение УЭС вероятно обусловлено наличием каменного материала и частично разрушенных построек, можно предположить, что аномалии *1/3* и *1/5* отражают различные эпохи застройки побережья Карантинной бухты.

На основании этих данных можно предположить, что аномалия *1/5* связана с остатками ранней застройки древнего берега бухты, а аномалия *1/3* – с более поздними строительными работами, относящимися к времени постройки «ромбовидной башни». «Ромбовидная башня», судя по археологическим данным, была построена в IX–X вв. вблизи уреза воды на террасе *III*, бровка 3 которой примерно соответствует очертанию берега в тот период.

Аномалия 2, относящаяся к террасе *IV*, видимо, сформировалась в связи с наличием каменного материала, аккумулированного в современной прибойной зоне, что подтверждают каменные фрагменты, обнаруженные при раскопках шурфа 2 (2019 г.)

Положение границы террасы *IV* отражает линию берега, сформировавшуюся после подтопления «ромбовидной башни».

В пределах террасы *II* обнаружены наиболее яркие и обширные геоэлектрические аномалии на глубине 2–3 м от её поверхности. Можно предположить, что эта терраса соответствовала наиболее раннему периоду жизни города и была застроена, когда уровень моря на 3–4 м был ниже современного.

Для проверки гипотезы о связи геоэлектрических аномалии *1/3* и *1/5* с постройками предполагаемого морского порта Херсонеса в Карантинной бухте необходимо провести дополнительные более детальные работы методом донной электротомографии и, конечно, раскопки.

Практическая ценность полученных геофизических карт и разрезов связана с тем, что с их помощью можно обосновать и оптимизировать выбор мест и объем последующих дорогостоящих подводных раскопок в Карантинной бухте.



Рис. 1. Строительные остатки у западного берега Карантинной бухты (GoogleEarthPro 7.3.3.7686, дата съемки 29.12.2020 г.). Показаны «ромбовидная башня» и выявленные в 2019 г. строительные остатки

Fig. 1. Building remains off the west coast of Karantinaia Bay (GoogleEarthPro 7.3.3.7686, surveyed 12/29/2020). The “diamond-shaped tower” and the building remains identified in 2019 are indicated



Рис. 2. Место шурфа 2 (2019 г.). Показаны координатные точки «ромбовидной башни» (27, 29, 32, 34) и шурфа (17, 18, 19, 20). Вид с БПЛА

Fig. 2. Location of the prospect hole 2 (2019). The coordinates of the “diamond-shaped tower” (27, 29, 32, and 34) and the prospect hole (17, 18, 19, and 20) are shown. Viewed from UAV

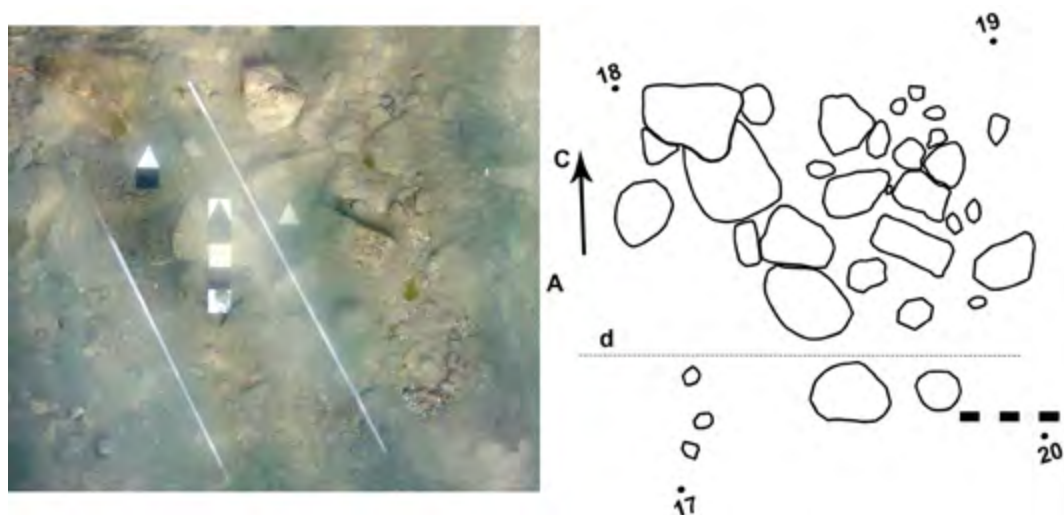


Рис. 3. Шурф 5. Ортофотоплан участка в процессе работ и план шурфа 2
Fig. 3. Pit 5. The orthophotomaps of the site during the work and the ground-plan of prospect hole

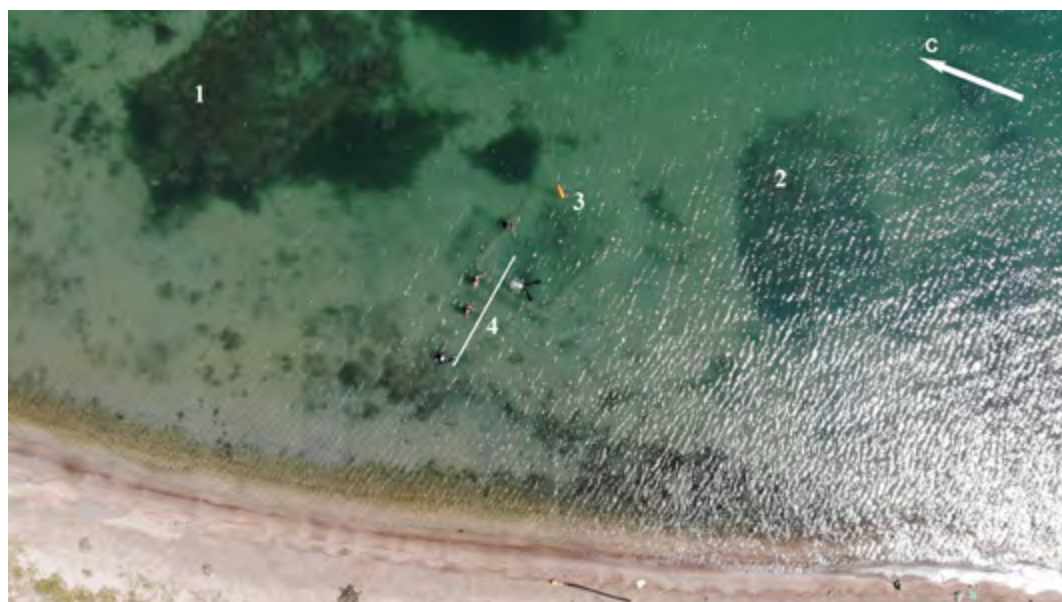


Рис. 4. Шурф 2. 1 – «ромбовидная башня»; 2 – шурф 1; 3 – «объект 2019». Линией показана трассировка выступающих над уровнем дна камней
Fig. 4. Pit 2. 1 – The “diamond-shaped tower”; 2 – prospect hole 1; 3 – “2019 site”. The line shows the trace of stones protruding above the bottom level

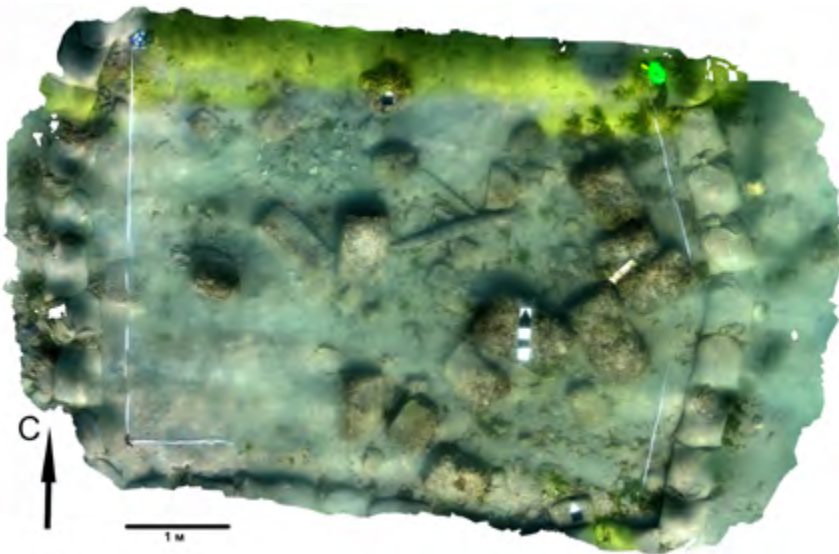


Рис. 5. Ортофотоплан шурфа 1
Fig. 5. Orthophotomap of the pit 1

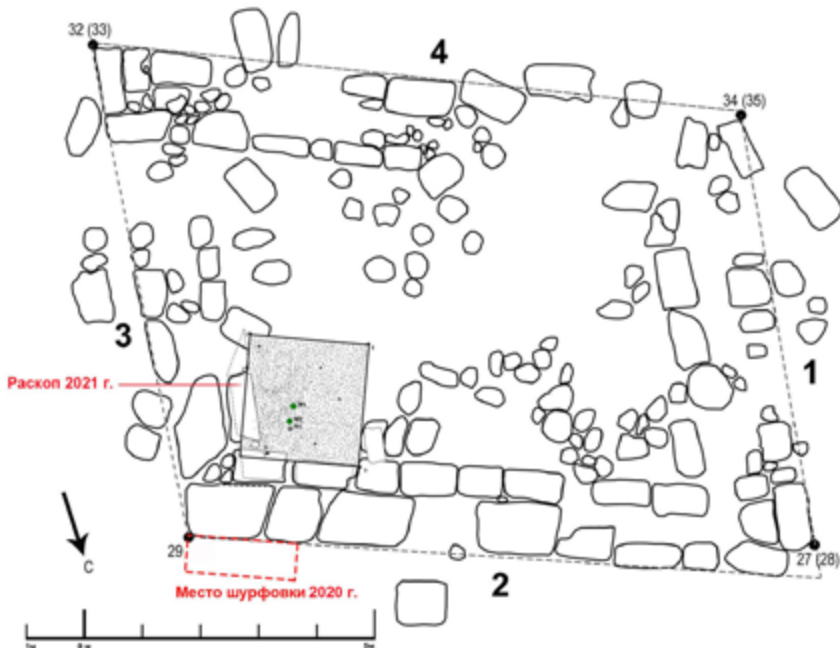


Рис. 6. План «ромбовидной башни», выполненный на основе фотограмметрической съемки. Показано место шурфовки у северо-восточного угла и место раскопок 2021 г.

Fig. 6. Ground-plan of the "diamond-shaped tower" based on a photogrammetric survey. The prospect hole near the north-east corner and the 2021 excavation are shown

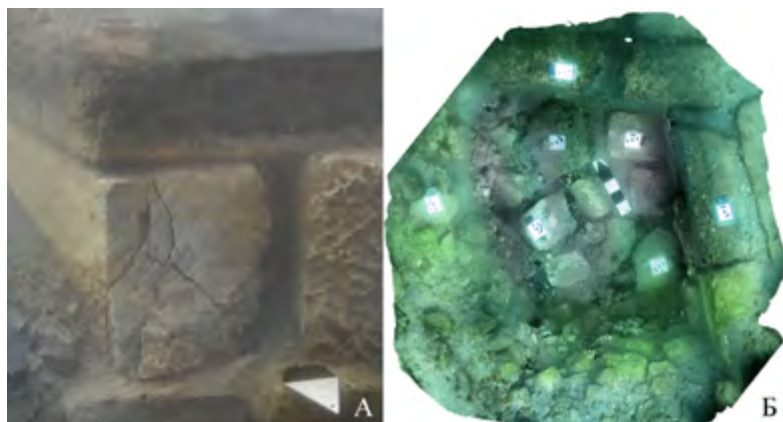


Рис. 7. Ортофотопланы северо-западного угла «ромбовидной башни» (а) и раскопа 2021 г., внутренняя часть сооружения (б)

Fig. 7. Orthophotomaps of the north-western corner of the “diamond-shaped tower” (a) and the 2021 excavation trench, with the interior of the structure (b)

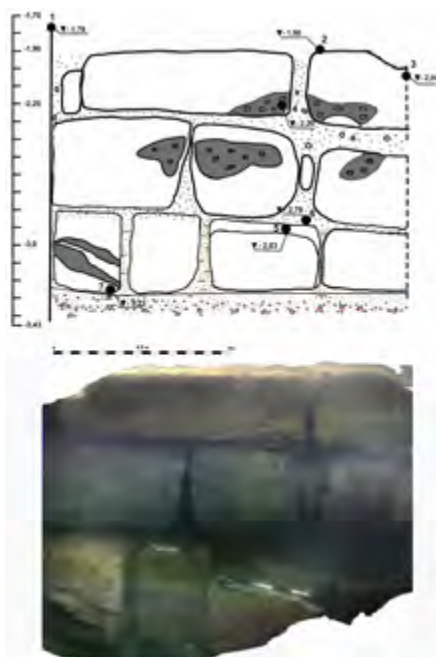


Рис. 8. Внутренняя часть «ромбовидной башни». Участок восточной стены в раскопе 2021 г. На плане показаны пятна известкового раствора на камнях кладки. На ортофотоплане видны выступающие блоки цоколя

Fig. 8. The interior of the “diamond-shaped tower”. A part of the eastern wall in the 2021 excavation trench. The plan shows lime mortar spots on the stones of the masonry. Protruding socle blocks appear on the orthophotomap

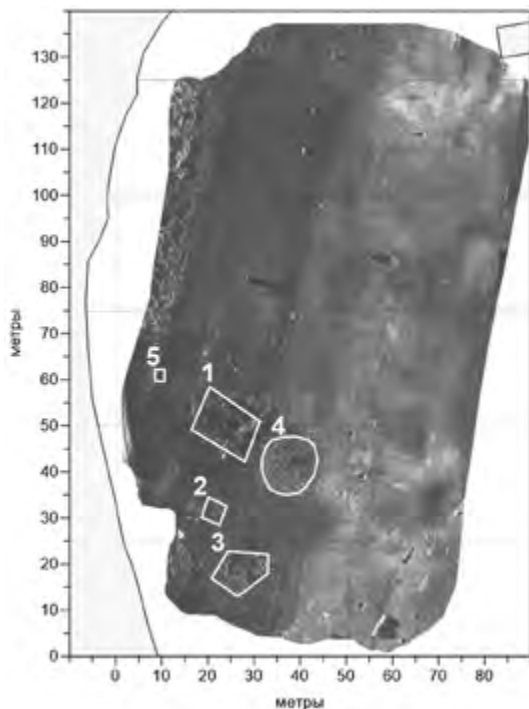


Рис. 9. Карта-мозаика ГЛБО с указанием археологических объектов: 1 – «ромбовидная башня»; 2 – шурф 1 (2020 г.); 3 – «объект 2019 г.»; 4 – развал камней восточнее «ромбовидной башни»; 5 – шурф 2 (2019 г.)

Fig. 9. SSS mosaic map showing archaeological sites: 1 – “diamond-shaped tower”; 2 – prospect hole 1 (2020); 3 – 2019 site; 4 – collapsed stones east of the “diamond-shaped tower”; 5 – prospect hole 2 (2019)

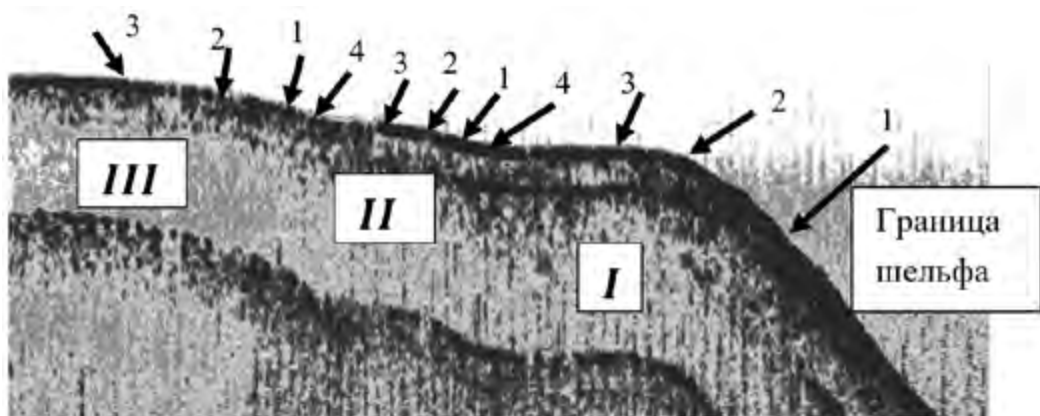


Рис. 10. Сейсмоакустические профиль с указанием морфологических элементов морских террас I, II и III: 1 – уступ; 2 – бровка; 3 – поверхность террасы; 4 – тыловой шов

Fig. 10. Seismoacoustic profile indicating morphological elements of the marine terraces I, II and III: 1 – ledge; 2 – baulk; 3 – terrace surface; 4 – back seam

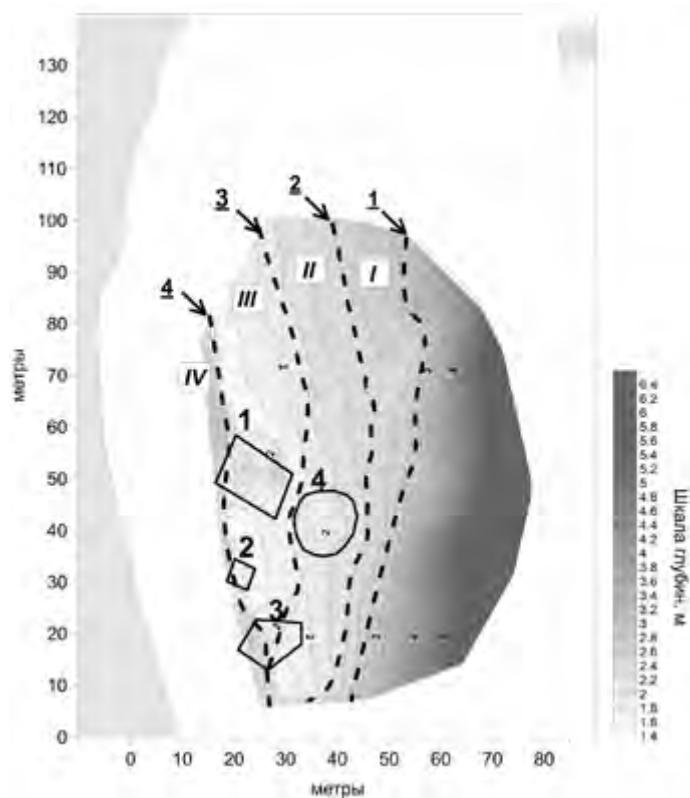


Рис. 11. Карта изобат с указанием линий бровок террас 1, 2, 3, 4 и археологических объектов: 1 – ромбовидная башня; 2 – шурф 2019 г.; 3 – строительные остатки 2019 г.; 4 – развалы каменного материала и обработанных блоков

Fig. 11. Map of isobaths showing the lines of the baulks of terraces 1, 2, 3, 4 and the archaeological sites: 1 – “diamond-shaped tower”; 2 – 2019 prospect hole; 3 – 2019 building remains; 4 – collapsed stones and ashlars

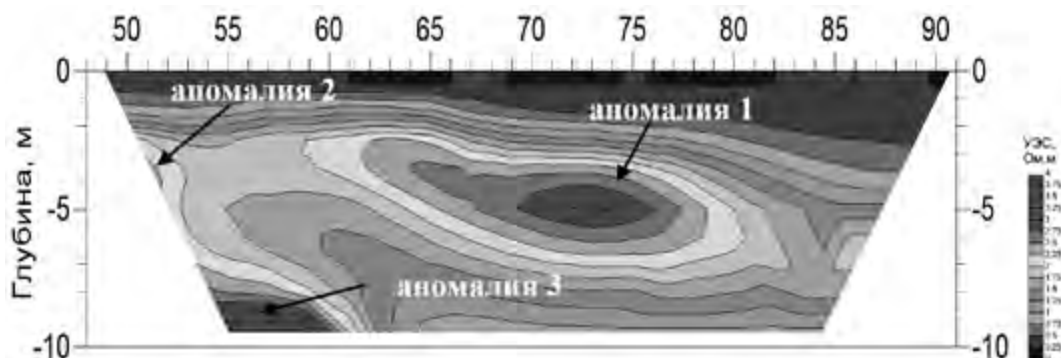


Рис. 12. Расположение геоэлектрических аномалий 1, 2 и 3 повышенных значений УЭС

Fig. 12. The location of geoelectric anomalies 1, 2, and 3 of elevated volume resistivity values



Рис. 13. Расположение аномалий 1 и 2 на геоэлектрических картах-срезах для глубин 3 и 5 м с указанием бровок 1, 2, 3, 4 морских террас I, II, III и IV
Fig. 13. The location of anomalies 1 and 2 on geoelectric cross-section maps for the depths of 3 and 5 m, showing the baulks 1, 2, 3, 4 of the sea terraces I, II, III, and IV

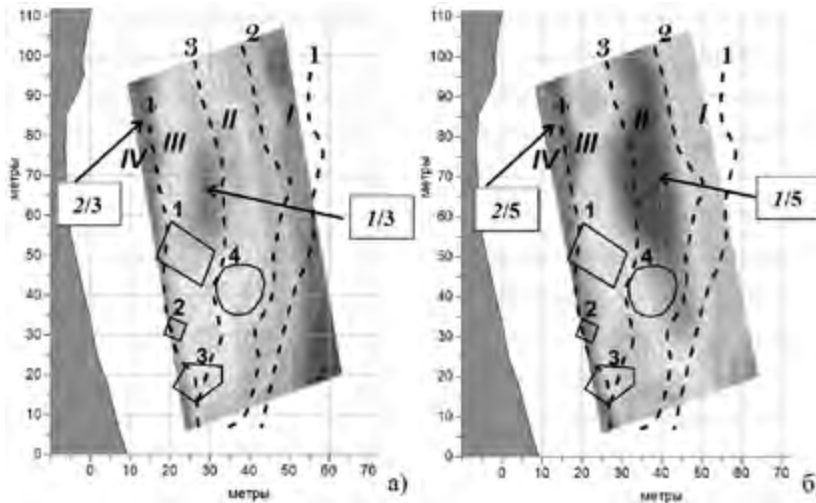


Рис. 14. Контуры аномалии 1 на глубинах 3 (1/3) и (1/5) 5 м с указанием бровок 1, 2, 3, 4 морских террас I, II, III, IV
Fig. 14. Contours of the anomaly 1 at depths of 3 (1/3) and (1/5) 5 m showing the baulks 1, 2, 3, 4 of the sea terraces I, II, III, IV

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bruckner H., Kelterbaum D., Marunchak O., Porotov A., Vott A. The Holocene sea level story since 7500 BP – Lessons from the Eastern Mediterranean, the Black and the Azov Seas // *Quaternary International*. 2010. Vol. 225. P. 160–179.
2. Fouache E., Kelterbaum D., Brückner H., Lericolais G., Porotov A., Dikarev V. The Late Holocene evolution of the Black Sea – a critical view on the so-called Phanagorian regression // *Quaternary International*. 2011. Vol. 266. P. 162–174.
3. Алексеенко Н.А., Цепков Ю.А. Клад херсоно-византийских монет IX–X вв. из окрестностей села Оборонное // *ПриПОНТийский меняла: деньги местного рынка. V международный нумизматический симпозиум: Материалы научной конференции / отв. ред. Н.А. Алексеенко. Симферополь, М., 2018. С. 21–24.*
4. Алексеенко Н.А. Большой Корсунский клад херсонско-византийских монет X в. // *ХСб*. 2011. Вып. XVI. С. 9–34.
5. Алексеенко Н.А. К вопросу о деятельности херсонесского монетного двора в XIII ст. // *ХСб*. 1996. Вып. VII. С. 187–191.
6. Анохин В.А. Монетное дело Херсонеса. Киев: Наукова думка, 1977. 175 с.
7. Антонова И.А. Юго-восточный участок оборонительных стен Херсонеса. Проблемы датировки // *ХСб*. 1996. Вып. VII. С. 101–131.
8. Балабанов И.П. Изменение волнового режима Черного моря в позднем голоцене // *Известия АН СССР. Серия География*. 1984. № 5. С. 70–81.
9. Блаватский В.Д. Подводные раскопки в Фанагории в 1959 г. // *СА*. 1961. № 1. С. 277–279.
10. Бондарев И.П. Основные черты и этапы формирования экосистемы Черного моря в позднем плейстоцене – голоцене // *Геология и полезные ископаемые Мирового океана*. 2012. № 2 (28). С. 53–71.
11. Букатов А.А., Бондарев И.П., Дюженко Т.В. Порт Херсонеса Таврического в Карантинной бухте и природные процессы // *ХСб*. 2019. Вып. XX. С. 3–16.
12. Букатов А.А., Дюженко Т.В., Варлагин В.В. Подводные археологические исследования строительных остатков в Карантинной бухте // *Исторические, культурные, межнациональные, религиозные и политические связи Крыма со Средиземноморским регионом и странами Востока. IV Международная научная конференция: Материалы конференции, Т. 1. М., 2020. С. 39–42.*
13. Букатов А.А., Бондарев И.П., Краснодубец Е.М. К вопросу о реконструкции акватории порта Херсонеса Таврического в Карантинной бухте // *ХСб*. 2021. Вып. XXII. С. 117–126.
14. Дикарёв В.А. Проблема фанагорийской регрессии Черного моря // *Вестник Московского университета. Серия 5: География*. 2011. № 1. С. 35–40.
15. Золотарев М.И. Портовые сооружения Херсонеса Таврического в Карантинной бухте // *ХСб*. 2004. Вып. XIII. С. 55–67.
16. Кадеев В.И. Подводные исследования в Карантинной, Круглой и Песочной бухтах. 1965 г. // *НА ГИАМЗ ХТ. Ф. 1. Д. 1189.*
17. Кутайсов В.А., Смекалова Т.Н. Древние греки в Северо-Западной Таврике. Симферополь: Бизнес-Информ, 2019. 176 с.
18. Соколова И.В. Монеты и печати византийского Херсона. Л.: Искусство, 1983. 212 с.
19. Стушко М.В., Туровский Е.Я. Литые монеты средневекового Херсона // *Stratum plus*. 2010. № 6. С. 187–200.
20. Федоров П.В. О колебаниях уровня Черного моря в послеледниковое время // *Доклады АН СССР*. 1959. Т. 124, № 5. С. 1127–1129.
21. Щеглов А.Н. Отчет о расчистке склепа на южном берегу Круглой бухты в 1967 году // *НА ГИАМЗ ХТ. Ф. 1. Д. 865.*

REFERENCES

1. Bruckner H., Kelterbaum D., Marunchak O., Porotov A., Vott A. The Holocene sea level story since 7500 BP – Lessons from the Eastern Mediterranean, the Black and the Azov Seas. *Quaternary International*, 2010, vol. 225, pp. 160–179.
2. Fouache E., Kelterbaum D., Brückner H., Lericolais G., Porotov A., Dikarev V. The Late Holocene evolution of the Black Sea – a critical view on the so-called Phanagorian regression. *Quaternary International*, 2011, vol. 266, pp. 162–174.
3. Alekseenko N.A., Tsepkov Iu.A. Hoard of Kherson-Byzantine Coins of the 9th–10th Centuries from the Vicinity of the Village of Oboronnoye (Preliminary Report). *PriPONTiiskii meniala: den'gi mestnogo rynka. Materialy nauchnoi konferentsii* [PriPontian Money Changer: Money of the Local Market. Materials of Scientific Conference], Simferopol, Moscow, 2018, pp. 21–24.
4. Alekseenko N.A. Large Korsun Hoard of Kherson-Byzantine Coins of the 10th Century. *Khersonesskii sbornik* [Chersonesos Collection], 2011, vol. 16, pp. 9–34.
5. Alekseenko N.A. To the Question of the Activity of the Chersonesos Mint in the 13th Century. *Khersonesskii sbornik* [Chersonesos Collection], 1996, vol. 7, pp. 187–191.
6. Anokhin V.A. *Monetnoe delo Khersonesa* [Coinage of Chersonesos], Kyiv, Naukova dumka Publ., 1977, 175 p.
7. Antonova I.A. The Southeastern Section of the Defensive Walls of Chersonesos. Dating Issues. *Khersonesskii sbornik* [Chersonesos Collection], 1996, vol. 7, pp. 101–131.
8. Balabanov I.P. Changes in the Wave Regime of the Black Sea in the Late Holocene. *Izvestiia AN SSSR. Seriya Geografiia* [News of Academy of Sciences of USSR. Geography], 1984, no. 5, pp. 70–81.
9. Blavatskii V.D. Underwater Excavations in Phanagoria in 1959. *Sovetskaiia Arkheologiia* [Soviet Archaeology], 1961, no. 1, pp. 277–279.
10. Bondarev I.P. The Main Features and Stages of the Formation of the Black Sea Ecosystem in the Late Pleistocene – Holocene. *Geologiia i poleznye iskopaemye Mirovogo okeana* [Geology and Minerals of the World Ocean], 2012, no. 2 (28), pp. 53–71.
11. Bukatov A.A., Bondarev I.P., Diuzhenko T.V. Port of Tauric Chersonesos in Karantinnaya Bay and Natural Processes. *Khersonesskii sbornik* [Chersonesos Collection], 2019, vol. 20, pp. 7–20.
12. Bukatov A.A., Diuzhenko T.V., Varlagin V.V. Underwater Archaeological Researches of Building Remains in the Karantinnaya Bay. *Istoricheskie, kul'turnye, mezhnatsional'nye, religioznye i politicheskie sviazi Kryma so Sredizemnomorskim regionom i stranami Vostoka: materialy IV mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii* [Historical, Cultural, Interethnic, Religious and Political Relations of the Crimea with the Mediterranean Region and the Countries of the East: Materials of the IV International Scientific Conference], vol. 1, Moscow, Institute of Oriental Studies RAN Publ., 2020, pp. 39–42.
13. Bukatov A.A., Bondarev I.P., Krasnodubets E.M. To the Question of the Reconstruction of the Water Area of the Port of Tauric Chersonesos in Karantinnaya Bay. *Khersonesskii sbornik* [Chersonesos Collection], 2021, vol. 22, pp. 117–126.
14. Dikarev V.A. The Problem of the Phanagorian Regression of the Black Sea. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiia* [Science Journal of the Moscow University. Geography], 2011, no. 1, pp. 35–40.
15. Zolotarev M.I. Port Facilities of Tauric Chersonesos in Karantinnaya Bay. *Khersonesskii sbornik* [Chersonesos Collection], 2004, vol. 13, pp. 55–67.
16. Kadeev V.I. Underwater Research in Karantinnaya, Round and Pesochnaya Bays. 1965. *Nauchnyi Arkhiv Gosudarstvennogo muzeia-zapovednika Khersones Tavricheskii* [Scientific Archive of the State Museum-Preserve Tauric Chersonesos]. F. 1. D. 1189.
17. Kutaisov V.A., Smekalova T.N. *Drevnie greki v Severo-Zapadnoi Tavrike* [Ancient Greeks in Northwestern Taurica]. Simferopol, Business-Infom Publ., 2019, 176 p.
18. Sokolova I.V. *Monety i pechati vizantiiskogo Khersona* [Coins and Seals of Byzantine Cherson], Leningrad, Art Publ., 1983, 212 p.
19. Stupko M.V., Turovskii E.Ya. Cast Coins of Medieval Kherson. *Stratum plus*, 2010, no. 6, pp. 187–200.
20. Fedorov P.V. On Fluctuations in the Level of the Black Sea in the Post-glacial Period. *Doklady AN SSSR*

[Reports of Academy of Sciences of USSR], 1959, vol. 124, no. 5, pp. 1127–1129.

21. Shcheglov A.N. Report on the Clearing of the Crypt on the Southern Shore of the Round Bay in 1967. *Nauchnyi Arkhiv Gosudarstvennogo muzeia-zapovednika Khersones Tavricheskii* [Scientific Archive of the State Museum-Preserve Tauric Chersonesos]. F. 1. D. 865.

Сведения об авторах

Букатов А. А. – кандидат физико-математических наук, заведующий отделом подводной археологии Государственного историко-археологического музея-заповедника «Херсонес Таврический»; старший научный сотрудник научно-образовательного центра «Археологические исследования» Севастопольского государственного университета.

Глазунов В. В. – доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник научно-образовательного центра «Археологические исследования» Севастопольского государственного университета.

Ефимова Н. Н. – ведущий геофизик Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А. П. Карпинского.

Панченко В. В. – научный сотрудник отдела междисциплинарных исследований Государственного историко-археологического музея-заповедника «Херсонес Таврический»; научный сотрудник научно-образовательного центра «Археологические исследования» Севастопольского государственного университета.

Authors information

Bukatov A. A. – Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Head of the Department of Underwater Archaeology of the State Historical and Archaeological Museum Preserve of Tauric Chersonese; Senior Researcher at the Scientific and Educational Center «Archaeological Research» of the Sevastopol State University.

Glazunov V. V. – Doctor of Science (Technical), Professor, Leading Researcher at the Scientific and Educational Center «Archaeological Research» of the Sevastopol State University.

Efimova N. N. – Leading Geophysicist of the A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute.

Panchenko V. V. – Researcher at the Department of Interdisciplinary Researches of the State Historical and Archaeological Museum Preserve of Tauric Chersonese; Researcher at the Scientific and Educational Center «Archaeological Research» of the Sevastopol State University.