

ИнтерКарто. ИнтерГИС

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

Материалы Международной конференции

Майкоп (Республика Адыгея, Россия)
22–23 октября
Ташкент (Узбекистан)
26–27 октября 2022

Том 28
Часть 2

http://intercarto.msu.ru



ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
МГУ имени М.В. Ломоносова

Москва, 2022

ISSN 2414-9179 (Print)
ISSN 2414-9209 (Online)
УДК 911.2:528

Организаторы конференции:
Международная картографическая ассоциация,
Международная академия наук Евразии,
МГУ имени М.В. Ломоносова,
Исследовательский центр «Картфонд»,
Адыгейский государственный университет,
Национальный университет Узбекистана имени М. Улугбека,
Самаркандский государственный университет.

И 732 **ИнтерКарто. ИнтерГИС.** Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Междунар. конф. М.: Географический факультет МГУ, 2022. Т. 28. Ч. 2. 962 с.

Сборник включает материалы, представленные на Международную конференцию «ИнтерКарто. ИнтерГИС 28». В статьях рассматриваются теоретические и методические аспекты геоинформационного и картографического обеспечения экологических, экономических и социальных вопросов устойчивого развития, геоинформатики, картографии, создания атласов, дистанционного зондирования Земли. Также рассматриваются аспекты картографического и геоинформационного обеспечения решения вопросов общественного здоровья, сельского хозяйства и землепользования, туризма, природного и культурного наследия, исторической географии и географического образования. Сборник выпускается 1 раз в год, начиная с 1994 г.

Главный редактор: **В.С. Тикунов** (МГУ)
Ответственный редактор: **М.В. Грибок** (МГУ)
Редакционная коллегия: **О.Е. Архипова** (Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону), **П.Я. Бакланов** (Тихоокеанский ин-т географии РАН, г. Владивосток), **А.Р. Батуев** (Ин-т географии СО РАН, г. Иркутск), **В.С. Белозёров** (СКФУ, г. Ставрополь), **С.Н. Бобылёв** (МГУ), **Ц. Вэйхун** (Нац. исслед. центр инженерии и геоматики, Китай), **Т.П. Варшанина** (Адыгейский ГУ), **Г. Гиенко** (Ун-т Аляски, США), **М. Говоров** (Университетский Колледж Маласпина, Канада), **Н. Гойко** (Ун-т Черногории), **С. Горин** (Ун-т Св. Кирилла и Мефодия, Македония), **Н. Карениколас** (Ун-т Аристотеля, Греция), **Т. Кольчугина** (Корпорация технологий устойчивого развития, США), **А.В. Кошкарев** (Институт географии РАН), **Х. Кремерс** (МКА, Германия), **А. Курбан** (Синьцзянский ин-т экологии и географии, Китай), **Х. Линь** (Китайский ун-т Гонконга), **Д.В. Лисицкий** (СГУГиТ, г. Новосибирск), **И.К. Лурье** (МГУ), **Ф. Де Мейер** (Гентский ун-т, Бельгия), **М.В. Ныpцов** (МГУ), **Г. Нямдава** (Министерство окружающей среды, зелёного развития и туризма, Монголия), **Ф. Ормелинг** (Ун-т Утрехта, Нидерланды), **Е.А. Паниди** (СПбГУ), **А.Н. Панин** (МГУ), **А.В. Погорелов** (КубГУ, г. Краснодар), **С.В. Пьянков** (Пермский государственный ун-т), **И.Н. Ротанова** (Алтайский государственный ун-т, г. Барнаул), **И.Д. Стрелецкая** (МГУ), **Н. Улугтекин** (Стамбульский технический ун-т, Турция), **Н.Н. Филатов** (Институт водных проблем Севера РАН, г. Петрозаводск), **М.-И. Фрейтас** (Гос. ун-т Сан-Паулу, Бразилия), **Р. Хусса** (Марокко), **А.Н. Чумаченко** (Саратовский государственный ун-т), **Н.А. Щитова** (СКФУ, г. Ставрополь)

Образцы цитирования статей:
Ivanov A.B., Petrov A.B. Title of the article. InterCarto. InterGIS. GI support of sustainable development of territories: Proceedings of the International conference. Moscow: Faculty of Geography MSU, 2022. V. 28. Part 2. P. 110–120. DOI: 10.35595/2414-9179-2022-2-28-110-120 (для цитирования на английском языке).

Иванов И.О., Петров И.О. Название статьи. ИнтерКарто. ИнтерГИС: Материалы Междунар. конф. М.: Географический факультет МГУ, 2022. Т. 28. Ч. 2. С. 110–120. DOI: 10.35595/2414-9179-2022-2-28-110-120 (для цитирования на русском языке).

Адрес редакции:
Лаборатория комплексного картографирования географического факультета МГУ
119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, комн. 2209, тел.: +7(495)939-23-54, *e-mail*: **intercarto@yandex.ru**
Интернет-сайт: **intercarto.msu.ru**

© Международная картографическая ассоциация, 2022
© Коллектив авторов, 2022

УДК: 911.53; 902/904 **DOI: 10.35595/2414-9179-2022-2-28-484-498**

Г.В. Требелева[1], К.А. Глазов[2], В.Г. Юрков[3], А.С. Кизилов[4]

АРХЕОЛОГИЧЕСКАЯ ГИС СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ КОЛХИДЫ: ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

АННОТАЦИЯ

Северо-Западная Колхида, включающая в себя территорию Республики Абхазия и район Большого Сочи (Краснодарский край РФ) и являвшаяся в древности важнейшей контактной зоной многих народов, до настоящего времени археологически изучена незначительно. Поэтому полноценные полевые исследования и создание специализированной ГИС данной территории актуальны и являются главной целью изысканий. В настоящее время территория Северо-Западной Колхиды – это быстроразвивающийся курортный регион, хозяйственная деятельность в котором ставит под угрозу уничтожения объекты историко-культурного наследия. Сформированная на сегодняшний момент ГИС включает в себя 1780 памятников (дольмены, храмы, крепости, поселения, отдельные местонахождения и могильники без архитектурных остатков над поверхностью) в виде точечных объектов. В последние годы, с развитием технологий, в структуру ГИС включаются ортофотопланы и цифровые модели местности. Съемка с БПЛА и включение полученных моделей в структуру ГИС позволяют решить одновременно две задачи: отображение памятника археологии в виде полигональной темы и получение подробных слоев, отображающих ландшафтные условия. Эти данные значительно расширят возможности ГИС. Методика получения ортофотоплана археологического объекта была отработана в ходе ряда экспериментов, которые помогли выявить основные принципы для фотограмметрической съемки в условиях густой субтропической растительности. Самостоятельным важнейшим слоем в ГИС являются исторические карты. Их анализ, с учетом семантики топонимики, исследования поселенческих структур в ГИС и аналогий с уже известными памятниками, позволил с большой долей вероятности локализовать ряд топонимов. Кроме изучения исторических карт была проанализирована сама поселенческая структура, выделены основные кластеры, создана предиктивная модель недостающих крепостей Понтийского лимеса.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: географо-информационные системы, охрана объектов археологического наследия, исторические карты, памятники археологии, фотограмметрия, цифровые модели ландшафта, поселенческие структуры, топонимы

---

[1] Институт археологии Российской академии наук, ул. Дм. Ульянова, 19, 117292, Москва, Россия; *e-mail:* **trgv@mail.ru**

[2] Институт археологии Российской академии наук, ул. Дм. Ульянова, 19, 117292, Москва, Россия; *e-mail:* **paradoxsochi@yandex.ru**

[3] Институт археологии Российской академии наук, ул. Дм. Ульянова, 19, 117292, Москва, Россия; *e-mail:* **vladlen.yurkov.v@mail.ru**

[4] Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр “Субтропический научный центр Российской академии наук”» (ФИЦ СНЦ РАН), ул. Яна Фабрициуса, 2/28, 354002, Краснодарский край, г. Сочи, Россия; *e-mail:* **kiziloff2014@mail.ru**

Galina V. Trebeleva[1], **Konstantin A. Glazov**[2], **Vladlen G. Yurkov**[3], **Andrey S. Kizilov**[4]

ARCHAEOLOGICAL GIS OF NORTHWESTERN COLCHIS: A TOOL FOR THE PRESERVATION AND RESEARCH OF HISTORICAL AND CULTURAL HERITAGE

ABSTRACT

The territory of Northwestern Colchis, which today includes both the territory of Abkhazia and the territory of Russia (the Greater Sochi region, Krasnodar Krai), in ancient times was the most important contact zone of many peoples, but has been poorly studied archaeologically. Therefore, full-fledged field research and the creation of a specialized GIS of this territory is an urgent problem. Currently, the territory of Northwestern Colchis is a rapidly developing resort region, which threatens the destruction of historical and cultural heritage sites by anthropogenic activities. The existing GIS today includes 1,780 monuments (dolmens, temples, fortresses, settlements, individual locations and burial grounds without architectural remains above the surface) in the form of point objects. But in recent years, with the development of technologies, orthophotoplanes and DEMs have been included in the GIS structure. Shooting from a UAV and including the obtained models in the GIS structure can solve two problems at once: displaying an archaeological monument in the form of a polygonal theme and obtaining detailed layers displaying landscape conditions. This data will significantly expand the capabilities of GIS. The technique of obtaining an orthophotoplan of an archaeological object was worked out during a series of experiments that helped to identify the basic principles for photogrammetric photography in conditions of dense subtropical vegetation. Another important layer in GIS is historical maps. Their analysis, taking into account the analysis of the semantics of toponymy, the analysis of settlement structures in GIS, and analogies with already known monuments, made it possible to localize a number of toponyms with a high degree of probability. In addition to the analysis of historical maps, the settlement structure itself was analyzed, the main clusters were identified, and a predictive model of the missing fortresses of the Pontic Limes was created.

KEYWORDS: geographic information systems, archaeological heritage protection, historical maps, archaeological monuments, photogrammetry, digital landscape models, settlement structures, toponyms

ВВЕДЕНИЕ

Создание геоинформационных систем, объединяющих данные об археологических памятниках в национальных и региональных масштабах, – практика многих стран, в том числе и России [*Смекалов, Федоров*, 2004; *Коробов*, 2011; *Макаров и др.*, 2015]. При этом для работы с ГИС используются всевозможные аппаратные средства, от сервер-

[1] Institute of Archaeology Russian Academy of Sciences, Dm. Ulianova str., 19, 117292, Moscow, Russia; *e-mail:* **trgv@mail.ru**

[2] Institute of Archaeology Russian Academy of Sciences, Dm. Ulianova str., 19, 117292, Moscow, Russia; *e-mail:* **paradoxsochi@yandex.ru**

[3] Institute of Archaeology Russian Academy of Sciences, Dm. Ulianova str., 19, 117292, Moscow, Russia; *e-mail:* **vladlen.yurkov.v@mail.ru**

[4] Federal Research Centre the Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Yana Fabriziusa str., 2/28, 354002, Sochi, Russia; *e-mail:* **kiziloff2014@mail.ru**

ных до мобильных, имеющие различные программные оболочки [*Коробов*, 2011, С. 11]. Наш коллектив работает с локальной версией программы ArcMap, версия 9.3. На сегодняшний день в России успешно созданы и функционируют региональные археологические ГИС Московской области, Ставропольского края, Красноярского края, Чукотки и острова Кижи, Удмуртской республики, Тамани, республики Калмыкии и других территорий [*Беглецова и др*., 2005; *Белинский*, 2008; *Зеленцова и др.,* 2021; *Очир-Горяева, Дюмкеева*, 2008; *Требелева*, 2004; *Требелева, Горлов,* 2005; *Требелева, Горлов*, 2019]. Создана общероссийская ГИС, в основу которой легли и исследования прошлых лет, хранящиеся в полевых отчетах в архиве ИА РАН.[1] Северо-Западная Колхида на данный момент разделена государственными границами и включает в себя как территорию Абхазии, так и район Большого Сочи (Краснодарский край, РФ). Поэтому ни одна из существующих региональных ГИС не сможет удовлетворить потребности в изучении данного региона, который в древности представлял собой единое историко-культурное пространство, являясь важнейшей контактной зоной многих народов. Археологические изыскания последних двух десятилетий Северо-Восточного Причерноморья показали, что наука располагает далеко не полным списком памятников историко-культурного наследия. Причиной тому явилось их поглощение современными объектами урбанизации, уничтожение наземной части археологических памятников в процессе строительной деятельности XIX–XX веков, естественное разрушение, что приводило к уничтожению всего культурного слоя памятника. В тех случаях, когда археологический контроль при проведении масштабных застроек осуществлялся на должном уровне, наука получила важную информацию о существовавших ранее исторических объектах до того, как они были поглощены современными городскими массивами. Ярким примером тому могут служить античные поселения Баты на территории Новороссийска и Торик на берегу бухты города Геленджик. Как показали последние археологические открытия, немало таких объектов исчезло либо по причине отсутствия должного контроля, либо по причине утраты самих исследовательских документов (много архивных и музейных материалов безвозвратно погибло в ходе военных конфликтов 1990-х гг. на территории Абхазии). В связи с вышеизложенным, возрастает необходимость получения максимально полной информации, в том числе потенциально скрытой, которую может дать прогностическое моделирование в ГИС и применение других цифровых технологий, что позволит восполнить имеющиеся в науке информационные лакуны, воссоздать картину развития региона Северо-Восточного Причерноморья максимально полно. Поэтому полноценные полевые исследования и создание специализированной ГИС данной территории являются актуальными задачами, особенно с учетом того, что в настоящее время это быстроразвивающийся курортный регион. Развитие региона, с одной стороны, несет угрозу уничтожения объектов историко-культурного наследия хозяйственной деятельностью, при отсутствии должной информации о памятнике, а с другой, при наличии таковой информации, дает новые возможности развитию экскурсионной и просветительской деятельности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Любая специализированная археологическая ГИС состоит из двух основных глобальных компонент: непосредственно комплекса данных об археологических памятниках (что и определяет археологическую направленность ГИС) и комплекса географических данных, которые часто выступают одновременно геоподосновой.

[1] https://www.archaeolog.ru/ru/map

Комплекс археологических данных в созданной ГИС представлен в виде точечных объектов и связанной с ними первичной базой данных, содержащей следующие основные позиции:

1. Название;
2. Тип памятника;
3. Древний (античный или местный) топоним (если есть);
4. Ссылка на упоминание в источниках (если есть);
5. Библиография (если есть);
6. Имена исследователей памятника (если исследовался);
7. Годы исследования памятника (если исследовался);
8. Описание памятника;
9. Уровень сохранности;
10. Современное использование территории;
11. Площадь (если определена);
12. Датировки;
13. Интерпретация.

Учитывая, что данные о памятниках различны по степени полноты и информативности в силу объективных условий (разная степень сохранности объектов, разная степень изученности), первичная база данных постоянно пополняется и корректируется. В том числе и с помощью реализации многослойности и гиперссылок. Через гиперссылки к точечному объекту подключаются растровые и медиа-данные: планы, фотографии, 3D модели (рис. 1). Данные о месторасположении объекта выражены через географические координаты, зафиксированные с помощью систем глобального позиционирования (GPS). На сегодняшний день база данных включает в себя 1780 памятников (дольмены, храмы, крепости, поселения, отдельные местонахождения и могильники без архитектурных остатков над поверхностью). Полевые исследования по фиксации этих памятников ведутся с 2001 года.

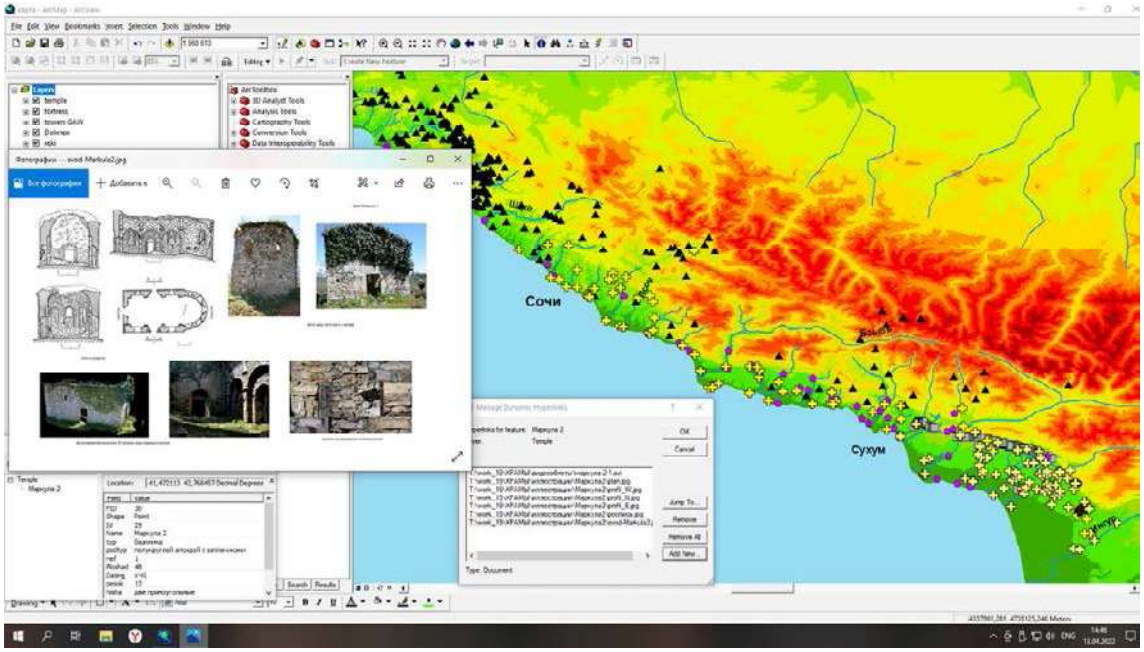

Рис. 1. Иллюстрация вида вывода растровых и медиафайлов, прикрепленных по гиперссылке к точечному объекту

Fig. 1. Illustration of the output of raster and media files attached by hyperlink to a point object

Данные об объектах в формате точечных слоев не несут полноценной информации о связи местоположения памятника с микроландшафтом. Для решения этой задачи необходимо включение в ГИС слоев с полигональными данными о памятниках. Это крайне кропотливая и трудоемкая процедура усложняется еще и тем, что часто неизвестны сами границы памятника. Поэтому на данном этапе было найдено решение этого вопроса – включение в ГИС ортофотопланов и цифровых моделей местности (ЦММ) памятников. Ортофотопланы и ЦММ позволяют решить еще одну важную проблему, связанную с созданием качественных слоев, отображающих ландшафтную специфику, что крайне важно, в условиях горной и предгорной местности (рис. 2).

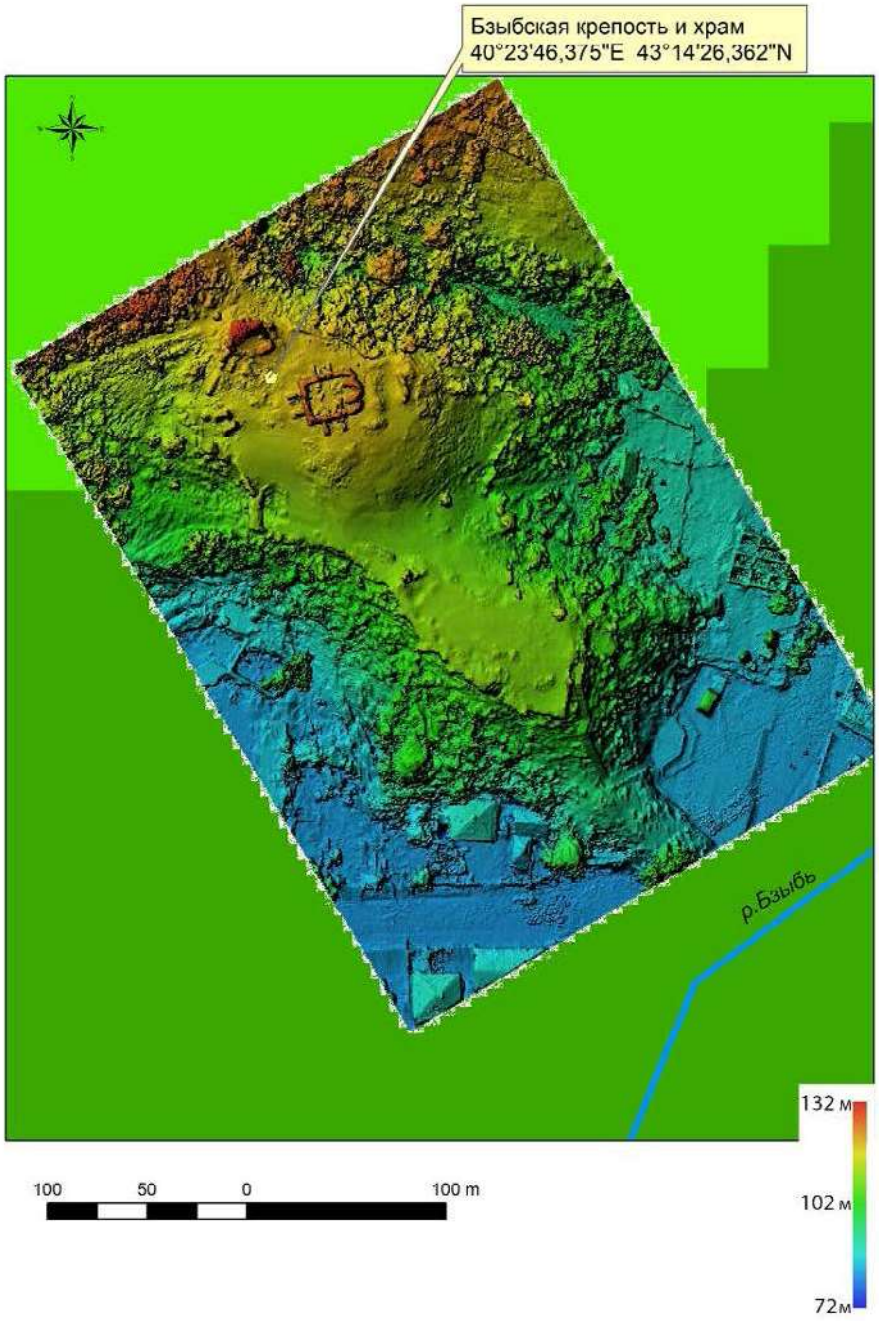

Рис. 2. ЦММ Бзыбской крепости в ГИС
Fig. 2. DEM of the Bzyb fortress in GIS

Изначально в качестве геоподосновы использовались карты масштаба 1:250000, 1:100000 и для ряда участков – 1:10000. Также для района Сухумской бухты использовалась панхроматическая аэрофотосъемка 1960–1970-х гг. и спектрозональный космоснимок КФА-1000 с разрешением 4 м [*Требелева, Горлов*, 2005]. В 2009 г. в качестве базовых географических слоев используются данные ASTER GDEM с разрешением 20 м в 1 пикселе, что делает подобную модель адекватной для работы в целом, но она становится непригодной, когда необходимо отразить микроландшафт местности конкретного памятника. Поэтому и стали включать в ГИС в качестве отдельных слоев ортофотопланы и ЦММ, на которых отображены и сами памятники, часто имеющие хорошо выраженные над дневной поверхностью контуры, и часть окружающего их ландшафта.

Фотограмметрическая съемка и получение ЦММ в археологии в последние годы получила широкое распространение [*Castillo*, 2014, 2018; *Wechsler et al*., 2016; *Parcak*, 2016; *McNeal*, 2016; *Campana*, 2017 *и др.*]. Однако применяется она в основном на незалесенных территориях: степных, пустынных и полупустынных. Методика получения ортофотоплана археологического объекта в условиях фактически субтропических лесов была отработана нашим коллективом в ходе ряда экспериментов [*Trebeleva et al.*, 2022]: съемка производилась с помощью БПЛА с соблюдением следующих принципов:

• простые открытые объекты на плоскости без существенных вертикальных деталей можно снимать с углом установки камеры 90°;

• чем геометрически объект сложнее, чем больше в нем вертикальных деталей, тем сложнее должна быть съемка. В идеальном варианте это должно быть сочетание нескольких серий пролетов с углом съемки 90°, 60°, 45°. Траектория полета должна планироваться серией встречных «змеек» по нескольким азимутам в зависимости от геометрии объекта;

• высоту полета выбирать исходя из высоты окружающих препятствий;

• перекрытие кадров обеспечивать в 60–80 %;

• при значительной залесенности объекта, чтобы избежать выпадения из расчета снимков с деревьями, необходимо отснять этот участок с большей высоты, чтобы в границы кадра попали читаемые ориентиры.

Соблюдение данных принципов дает возможность получить ортофотоплан и ЦММ, позволяющие проводить дальнейшую обработку, измерения и исследования. Разрешение модели составляет 20 см в 1 пикселе. На сегодняшний день отснято 10 объектов, работы в этом направлении активно продолжаются, поскольку показали свою эффективность. Совершенствуется методика съемки, поскольку, несмотря на общие принципы, присутствует и индивидуальный подход к каждому памятнику.

Кроме съемки с БПЛА производится фотограмметрическая съемка части архитектурных памятников (храмов) с земли, для получения качественной 3-D модели. Эти модели в виде гиперссылок прикрепляются точечным объектам в ГИС. На основании этих моделей выводятся качественные планы, разрезы профилей, а также обзорные видеоролики. Отснято 35 храмов [*Требелева и др*., 2021; *Trebeleva et al.*, 2022] и работы в этом плане также продолжаются.

Важнейшим слоем в ГИС являются исторические карты, хранящиеся в картографических фондах библиотек и архивов. Первыми источниками, описывающими расположение топонимов и населенных пунктов на изучаемом пространстве, являются труды античных авторов Гая Плиния Секунда Старшего, Клавдия Птолемея Меркатора и Флавия Арриана. Преемником Римской империи стала Византия. В средневековый период здесь появляется большое количество крепостей и храмов. Несомненно, что византийские мореходы имели гораздо более точные карты, чем римляне, однако после взятия Константинополя во время Четвертого крестового похода в 1204 г., его библиотека была разграблена франка-

ми и венецианцами, и эти источники оказались утрачены. Очевидно, что в основу венецианских и генуэзских карт более позднего периода во многом легли именно византийские карты. Воспользовались византийскими картами и османы: «Турецкие морские карты XV–XVI вв., которые имеются в нашем распоряжении, явно испытали сильное итальянское и, в некоторой степени, каталанское влияние. О какой-либо чистоте стиля говорить не приходится. На более ранних морских картах легенды и номенклатура на арабском языке, на более поздних прослеживается тенденция замены арабских топонимов турецкими» [*Фоменко*, 2011, С. 94]

На данный момент в ГИС включены следующие карты:

1525 г., Карта Черного моря. Пири Рейс[1];

1723 г., Джулиам Делисле. Карта стран, граничащих с Каспийским морем[2];

1774 г., Джованни Антонио Рицци Заннони. Карта северной части Османской империи. Кубанские татары[3];

1776 г., Карта Паоло Санти. Карта окрестностей Черного моря[4];

1808 г., И.К.М. Райнеке. Карта стран Кавказа[5];

1820 г., Кара Дениз, Карта Черного моря и окрестностей Понта[6];

1841 г., Карта восточного берега Черного моря от мыса Таклы до реки Риона из «Атлас Чернаго моря», изданный гидрографическим черноморским депо в 1841 году по описи капитан-лейтенанта Е. Манганари[7];

1883 г., Карта Кавказских земель с частью Великой Армении, изданная Семеном Броневским к описанию Кавказа. Составлена А. Максимовичем[8].

Их геокодирование, конечно, условно, ибо ни береговая линия, ни топонимы с них не совпадают полностью с реальными географическими очертаниями, но по части локализованных опорных пунктов они привязаны к имеющимся географическим ориентирам, что облегчает анализ этих карт [*Кизилов, Требелева*, 2021].

---

[1] Piri Reis map of the Black Sea. 1525 (16th Century, Maritime, Ottomans). Режим доступа: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Piri_Reis._Map_of_the_Black_Sea.jpg (дата обращения 12.04.2022).

[2] Carte des Pays voisins de la Mer Caspiene. Режим доступа: http://map.etomesto.ru/base/23/1723kuban.pdf (дата обращения 12.04.2022).

[3] Giovanni Antonio Rizzi Zannoni. Carte de la partie septentrionale de l'empire_otoman. 1774. Tatares de Kuban. Режим доступа: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Giovanni_Antonio_Rizzi_Zannoni._Carte_de_la_partie_septentrionale_de_l%27empire_otoman._1774.Tatares_de_Kuban.jpg (дата обращения 12.04.2022).

[4] Paolo Santini Carte Des Environs De La Mer Noire ou se Troubent Venice 1776 г. Режим доступа: https://www.davidrumsey.com/luna/servlet/detail/RUMSEY~8~1~285852~90058368:30--Carte-des-Environs-de-la-Mer-No (дата обращения 12.04.2022).

[5] Charte der laender am Caucasus 1808. Режим доступа: http://www.etomesto.ru/img_map.php?id=1109 (дата обращения 12.04.2022).

[6] Map of Black Sea and environs Pontos, Kara Deniz, Sew Tsov Created / Published Venice: [s.n.], 1820. Armenian and Ottoman Turkish. Library of Congress Geography and Map Division Washington, D. C. 20540–4650 USA dcu Режим доступа: https://www.loc.gov/item/2010589530/ (дата обращения 12.04.2022).

[7] Карта восточного берега Черного моря от мыса Таклы до реки Риона из «Атлас Чернаго моря», изданный гидрографическим черноморским депо в 1841 году по описи капитан-лейтенанта Е. Манганари. Режим доступа: https://geoportal.rgo.ru/record/3424 (дата обращения 12.04.2022).

[8] Карта Кавказских земель с частью Великой Армении, изданная Семеном Броневским к описанию Кавказа. Составлена А. Максимовичем. СПб., 1823 г. Режим доступа: https://www.adygi.ru/index.php?newsid=13799 (дата обращения 12.04.2022).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Любая ГИС является не конечным продуктом, а инструментом для исследования.

С самого начала активного использования ГИС в археологии сложилось несколько основных направлений [*Savage,* 1990, P. 22–32*; Афанасьев и др.,* 2004, С. 51–60]: 1) охрана объектов историко-культурного наследия и прогнозирование местоположения памятников (predictive modeling); 2) историческое моделирование на основе археологических сведений; 3) мультидисциплинарные исследования в рамках ландшафтной археологии. Но в реальных исследованиях все эти направления часто перемежаются. В целом, применение ГИС-технологий в археологии имеет богатую историографию, как у нас в стране [*Коробов*, 2017; *Петров*, 2017; *Зубарев, Смекалов*, 2019; *Хомякова, Сходнов*, 2019; *Сизов и др*., 2021 *и др.*], так и за рубежом [*Carpenter,* 2008; *Mlekuž D.*, 2010; *Daragan*, 2016; *Verhagen,* 2018; *Agapiou,* 2021 *и др.*].

В рамках нашей статьи на основе функционирующей ГИС была создана предиктивная модель расположения фортов Понтийского лимеса [*Требелева, Кизилов*, 2020]. Анализ географических и геополитических условий, в которых возводились уже известные крепости с учетом их функциональных назначений, показал, что все они расположены либо на берегах удобной бухты, либо рядом с устьем судоходной реки и на местах выхода караванных троп. Маршруты караванных троп хорошо маркируются наличием цепей дольменов–храмов–поселений местного населения в виде точечных объектов, внесенных в ГИС. Важным маркером является также наличие на месте этого укрепления или рядом с ним военного форта Российской империи, возведенного при освоении этого участка побережья в XIX веке. И эти совпадения не случайны, ибо места расположения укреплений определяются военно-политическими и экономическими целями, и географическим фактором. Таким образом, опираясь на вышеизложенные принципы: удобная бухта или судоходная река, выходы караванных троп, и используя маркеры в виде российских фортов, можно предположить наличие римских укреплений (рис. 3).

Подобная прогностическая модель не только позволяет воссоздать историческую ситуацию, но и играет важную роль в вопросах охраны историко-культурного наследия: при проведении строительных работ и выдачи историко-культурной экспертизы на земельные участки в данных местах по результатам полевых исследований. Отсутствие следов памятника на дневной поверхности не означает, что культурный слой уничтожен полностью.

Еще один важный вопрос, который помогает решить функционирующая ГИС, – это первичная реконструкция поселенческой структуры. Обычно подобные реконструкции проводятся на основе анализа данных дистанционного зондирования (аэро- и космоснимки), масштабных разведок и раскопок. Для территории Абхазии у нас нет возможности продуктивно применить аэро- и космоснимки: густая растительность скрывает не только внутренние структуры памятников археологии, но и сами памятники, даже имеющие явные признаки присутствия над земной поверхностью. Выявить по снимкам памятники в столь сложных условиях просто невозможно. В качестве маркеров древних систем расселения используются дольмены для эпохи бронзы, храмы и крепости, возвышающиеся над земной поверхностью, – для эпохи поздней античности и средневековья. Конечно, не все памятники сохранились до нас с тех времен. И любые исторические реконструкции носят несколько условный и обобщенный характер. Но несмотря на эту условность и обобщенность, подобные модели все же позволяют представить некую картину и получить данные, от которых можно отталкиваться для дальнейших исследований. Для анализа поселенческой структуры храмы рассматриваются как «центральные места» по теории В. Кристаллера [*Christaller*, 1980]. Они маркируют не только непосредственно распространение христианской религии, но и демографическую ситуацию

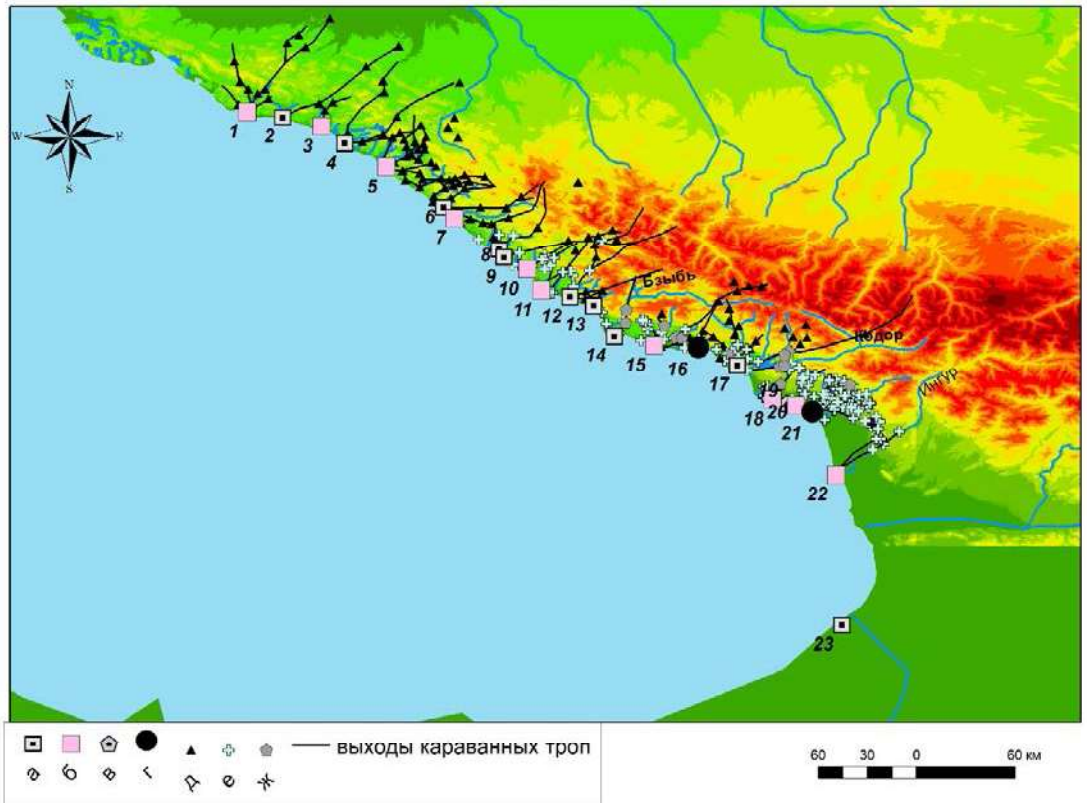

Рис. 3. Карта фактического материала района исследования. Условные обозначения: а – римские крепости, подтвержденные археологией; б – предполагаемые места римских крепостей; в – генуэзский форт; г – приморские города, где наличие римских укреплений еще не обнаружено; д – дольмены; е – храмы; ж – крепости и башни местного населения. Цифрами обозначены: 1 – Новотроицкое укрепление; 2 – башня в Архипо-Осиповке; 3 – Тенгинское укрепление; 4 – крепость Дузу-кале (Никопсия); 5 – Вельяминовское укрепление; 6 – крепость Годлик (Багу); 7 – Головинское укрепление; 8 – крепость Мамай-кале; 9 – крепость в г.Сочи (форт Александрия); 10 – предполагаемое укрепление в Хосте; 11 – предполагаемое укрепление в устье Мзымты (Южные культуры); 12 – Цандрыпш (Махадыр); 13 – Нитика (крепость Абаанта в г.Гагра); 14 – Великий Питиунт; 15 – форт Бамбора (комплекс Айлага-абыку); 16 – Анакопия (Трахея) в Новом Афоне; 17 – Себастополис (г.Сухум); 18 – поселок Балан (храм Мармал-Абаа); 19 – генуэзский форт Санто Томассо (пос. Кындыг); 20 – Тамышское поселение; 21 – Гюэнос (г. Очамчира); 22 – форт Анаклия (Анакрия); 23 – крепость Ансар

Fig. 3. Map of the actual material of the research area. Legend: a – Roman fortresses confirmed by archaeology; b – the alleged sites of Roman fortresses; c – Genoese fort; d – seaside towns where the presence of Roman fortifications has not yet been discovered; d – dolmens; e – temples; w – fortresses and towers of the local population. The numbers are: 1 – Novotroitsk fortification; 2 – tower in Arkhipo-Osipovka; 3 – Tengin fortification; 4 – Duzu-kale fortress (Nikopsia); 5 – Velyaminovo fortification; 6 – Godlik Fortress (Bagu); 7 – Golovin fortification; 8 – Mamai-Kale fortress; 9 – fortress in Sochi (Fort Alexandria); 10 – proposed fortification in Khost; 11 – proposed fortification at the mouth of Mzymta (Southern cultures); 12 – Tsandrypsh (Mahadyr); 13 – Nitika (Abaanta fortress in Gagra); 14 – Great Pitiunt; 15 – Bambora Fort (Ailaga-abyku complex); 16 – Anakopia (Trachea) in New Athos; 17 – Sebastopolis (Sukhum); 18 – Balan settlement (Marmal-Abaa Temple); 19 – Genoese fort Santo Tomasso (Kyndyg settlement); 20 – Tamysh settlement; 21 – Guenos (Ochamchira); 22 – Anaklia Fort (Anakria); 23 – Apsar Fortress

в регионе, а также его административно-политическое деление – каждый храм является своеобразным политико-административным центром, а его площадь определяется количеством прихожан. При анализе системы расположения в целом было отмечено, что основные цепочки храмов идут вдоль рек, выходя к определенному порту на побережье и веерообразно расходятся вглубь территории. Таким образом, выделяются некие кластеры – кусты, каждый из которых требует отдельного анализа, а уже в дальнейшем – синтез результатов анализа каждого кластера. На сегодняшний день проведена реконструкция системы расселения в кластере рек Тамыш–Дгамш [*Требелева и др.,* 2020] и ведутся работы по реконструкции других систем расселения на территории Абхазии. Анализ позволяет проследить динамику заселения в соответствии со стратиграфией местности и выделить наиболее благоприятный для заселения географический ландшафт в каждый хронологический период, выявить административную структуру, определить местонахождение политического и культурного центра.

Анализ топонимики исторических карт, поселенческих структур в ГИС и аналогий с уже известными памятниками позволил с большой долей вероятности локализовать на местности ряд топонимов, например, «Святая София» [*Требелева, Кизилов*, 2022], «Дербент» на побережье Черного моря и «Анакопия» в районе Адлера [*Кизилов, Требелева*, 2021].

ВЫВОДЫ

Ввиду того, что любой археологический памятник связан напрямую с местом, где он локализуется, зарождающаяся археология в эпоху Возрождения являлась частью географических описаний местности: «Период Возрождения заметно продвинул европейцев к формированию археологической науки. Люди осмыслили отличие материальных проявлений прошлого от современных, возвели античное прошлое в образец (классическое прошлое). И у светской, и у церковной знати начали скапливаться большие *коллекции* античных древностей – произведений искусства (статуй, посуды, гемм, монет, описаний архитектуры), а в Китае появились каталоги коллекций. Для собирания древностей и информации о них гуманисты отправились в ближние и дальние путешествия, это привело к сложению особого жанра литературы – *топографически-археологических обозрений*, с рисунками и планами местностей и целых стран». [*Клейн,* 2005, С. 91]. К XXI веку накоплено огромное количество подобной информации, анализ которой невозможен без учета ландшафтных и иных географических факторов. Современная археология требует дифференцированной локализации объектов с учетом ландшафтных условий, поэтому возникает важнейшая задача создания полноценных ГИС с максимальным набором данных. На сегодня созданная ГИС Северо-западной Колхиды, при всей своей ограниченности, поскольку памятники представлены в виде точечных объектов, а ландшафтная геоподоснова не полностью пригодна для анализа крупномасштабных карт, уже позволяет решать ряд важнейших задач, связанных с анализом исторических ситуаций, с прогнозированием и охраной историко-культурного наследия. Дополнение этой ГИС подробными ЦММ, полноценными полигональными планами археологических памятников, открывает новые возможности для исторического анализа, прогнозирования и практического применения в области охраны памятников и туризма.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при поддержке РНФ, грант № 22-18-00466.

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was funded by the Russian science foundation, grant No. 22-18-00466.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Афанасьев Г.Е., Савенко С.Н., Коробов Д.С.* Древности кисловодской котловины. М.: Научный мир, 2004. 240 с.
2. *Беглецова С.В., Князева Л.Ф., Телегина М.В.* Геоинформационная система памятников историко-культурного наследия Удмуртии. Археология и геоинформатика. Вып. 2. М.: ИА РАН, 2005. [Электронный ресурс]. https://www.archaeolog.ru/media/periodicals/agis/AGIS-2/index.html (дата обращения 05.06.2022).
3. *Белинский А.Б.* Применение методов дистанционного зондирования Земли при создании геоинформационной системы «Археологическое наследие Ставропольского края». Труды II (XVIII) Всероссийского археологического съезда в Суздале. Отв. ред. А.П. Деревянко, Н.А. Макаров. М.: ИА РАН, 2008. Т. III. С. 260–261.
4. *Зеленцова О.В., Ворошилов А.Н., Строков А.А.* Археологические памятники России: предварительная апробация возможностей информационной системы ИА РАН на материалах Таманского полуострова. Проблемы истории, филологии, культуры. 2021. № 3. С. 160–175.
5. *Зубарев В.Г., Смекалов С.Л.* Использование ГИС для выявления возможных трасс античных дорог Восточного Крыма по картам XIX века. Археология и геоинформатика. М.: ИА РАН, 2019. Вып. 9. [Электронный ресурс]. https://www.archaeolog.ru/media/periodicals/agis/AGIS-9/index.html (дата обращения 12.04.2022).
6. *Кизилов А.С., Требелева Г.В.* Этимология топонимов Дербент и Анакопия и их локализации на Черноморском побережье Кавказа. Проблемы региональной экологии. 2021. № 4. С. 72–82. DOI: 10.24412/1728-323X-2021-4-72-82.
7. *Клейн Л.С.* История археологической мысли. Курс лекций. СПб, 2005. Часть 1. 438 с.
8. *Коробов Д.С.* Основы геоинформатики в археологии: Учебное пособие. М.: Издательство Московского университета, 2011. 224 с.
9. *Коробов Д.С.* Новые результаты компьютерного ГИС-моделирования ресурсных зон аланских поселений Кисловодской котловины I тыс. н.э. Археология и геоинформатика. М.: ИА РАН, 2017. Вып. 8. [Электронный ресурс]. https://www.archaeolog.ru/media/periodicals/agis/AGIS-8/index.html (дата обращения 05.06.2022).
10. *Макаров Н.А., Зеленцова О.В., Коробов Д.С., Ворошилов А.Н., Черников А.П.* Геоинформационная Система «Археологические памятники России»: методические подходы к разработке и первые результаты наполнения. Краткие сообщения института археологии. 2015. Вып. 237. С. 7–19.
11. *Очир-Горяева М.А., Дюмкеева В.Ц.* Опыт создания цифровой карты археологических памятников, раскопанных на территории республики Калмыкия. Археология и геоинформатика. М.: ИА РАН, 2008. Вып. 5. [Электронный ресурс]. https://www.archaeolog.ru/media/periodicals/agis/AGIS-5/index.html (дата обращения 05.06.2022).
12. *Петров М.И.* ГИС внутри раскопа: массовый материал Археология и геоинформатика. М.: ИА РАН, 2017. Вып. 8. [Электронный ресурс]. https://www.archaeolog.ru/media/periodicals/agis/AGIS-8/index.html (дата обращения 05.06.2022).
13. *Смекалов С.Л., Федоров Д.Л.* Геоинформационные технологии в археологических исследованиях. СПб: БГТУ, 2004. 104 с.
14. *Сизов О.С., Цымбарович П.Р., Зимина О.Ю., Зах В.А.* Веб-геоинформационные технологии в исследовании системы жизнеобеспечения древнего населения на примере Туро-Пышминского междуречья (Тюменская область). Археология и геоинформатика. Отв. ред. Д.С. Коробов. М.: ИА РАН, 2021. Вып. 10. [Электронный ресурс]. https://www.archaeolog.ru/media/periodicals/agis/AGIS-10/index.html (дата обращения 05.06.2022).

15. *Требелева Г.В.* ГИС-технологии в охранной археологии Подмосковья (из опыта работы Подмосковной экспедиции ИА РАН). Археология Подмосковья. Материалы научного семинара. М.: ИА РАН, 2004. С. 216–220.
16. *Требелева Г.В., Горлов Ю.В.* ГИС-технологии: использование в исследованиях на Тамани и абхазском побережье. Археология и геоинформатика. М.: ИА РАН, 2005. Вып. 2. [Электронный ресурс]. https://www.archaeolog.ru/media/periodicals/agis/AGIS-2/index.html (дата обращения 05.06.2022).
17. *Требелева Г.В., Горлов Ю.В.* Культурный ландшафт Таманского полуострова в древности. Проблемы региональной экологии. 2019. № 1. С. 39–46. DOI: 10.24411/1728-323X-2019-11039.
18. *Требелева Г.В., Кизилов А.С.* Еще раз к вопросу о Понтийском Лимесе: принципы расположения древних фортификационных сооружений Черноморского побережья Кавказа. Таврические студии. 2020. № 22. С. 153–159.
19. *Требелева Г.В., Кизилов А.С.* Локализация позднеантичного и средневекового храма Святой Софии на Черноморском Побережье Кавказа. Проблемы региональной экологии. 2022. № 1. С. 165–170. DOI: 10.24412/1728-323X-2022-1-149-154.
20. *Требелева Г.В., Саканиа С.М., Кизилов А.С., Глазов К.А.* Абжуйская Абхазия, район бассейна рек Тамыш (Тоумыш) и Дгамш: реконструкция поселенческой структуры на основе пространственного анализа памятников храмового зодчества. Проблемы региональной экологии. 2020. № 6. С. 72–85. DOI: 10.24411/1728-323X-2020-6-072-085.
21. *Требелева Г.В., Саканиа С.М., Глазов К.А., Кизилов А.С., Юрков Г.Ю.* Позднеантичные и средневековые храмы Абхазии: ГИС, исследование с помощью фотограмметрии и создание 3D-моделей. Археология и геоинформатика. М.: ИА РАН, 2021. Вып. 10. [Электронный ресурс]. https://www.archaeolog.ru/media/periodicals/agis/AGIS-10/index.html (дата обращения 05.06.2022).
22. *Фоменко И.К.* Образ мира на старинных портоланах. Причерноморье. Конец XIII–XVII в. 2-е изд. М.: Издательство «Индрик», 2011. 424 с.
23. *Хомякова О.А., Сходнов И.Н.* Методы визуализации в изучении культурного ландшафта памятников Юго-Восточной Прибалтики первой половины I тыс. н.э. Археология и геоинформатика. М.: ИА РАН, 2019. Вып. 9. [Электронный ресурс]. https://www.archaeolog.ru/media/periodicals/agis/AGIS-9/index.html (дата обращения 05.06.2022).
24. *Agapiou A., Vioni A., Papantoniou G.* Detection of archaeological surface ceramics using deep learning image-based methods and very high-resolution UAV imageries. Land. 2021. 10. 1365. DOI: 10.3390/land10121365.
25. *Campana S.* Drones in archaeology: state-of-the-art and future perspectives. Archaeological prospection. 2017. No. 24. P. 275–296. DOI:10.1002/arp.1569.
26. *Castillo L.J.* Arqueología desde el Aire. Gaceta cultura del Peru. 2014. No. 46. P. 2–7.
27. *Castillo L.J.* Drones y arqueología: vuelos e imágenes. Arqueometría: estudios analíticos de materiales arqueológicos. Eds. Rémy Chapoulie, Marcela Sepúlveda, Nino Del Solar Velarde, and Véronique Wright. Lima: Instituto Francés de Estudios Andinos. 2018. P. 629–662.
28. *Christaller W.* Die zentralen Orte in Süddeutschland eine ökonomisch-geographische Untersuchung über die Gesetzmässigkeit der Verbreitung und Entwicklung der Siedlungen mit städtischen Funktionen. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft Publ., 1980. 331 p. (in German).
29. *Carpenter J.* Geometry open-source GIS for archaeology. Archaeology in New Zealand. 2008. Vol. 51 (4). P. 257–263.
30. *Daragan M.* The use of GIS technologies in studying the spatial and time concentration of Tumuli in the Scythian-time lower Dnieper region. Tumulus as Sema: Space, Politics, Culture

and Religion in the First Millennium BC. Ed. Olivier Henry. Berlin/Boston: Ute Kelp, 2016. P. 669–675.
31. *McNeal G.S.* Drones and the future of aerial surveillance. George Washington Law. 2016. Review 84. [Electronic document]. https://ssrn.com/abstract=2498116 (accessed 05.06.2022).
32. *Mlekuž D.* Time geography, GIS and archaeology. Proceedings of the 38th Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology Granada. Spain, April, 2010. P. 1–7.
33. *Parcak S.* Mapping on a budget: a low-cost UAV approach for the documentation of prehispanic fields in Atacama (N. Chile). SAA Archaeological. 2016. Record 2 (16). P. 17–21.
34. *Savage S.H.* GIS in archaeological research, Interpreting Space: GIS and archaeology. Ed. by: K.M.S. Allen, S.W. Green, E.B.W. Zubrow. London, New York, Philadelphia: Taylor & Francis, 1990. P. 22–32.
35. *Trebeleva G., Glazov K., Kizilov A., Kizilova A., Yurkov V., Yurkov G.* Advanced technologies used in digitizing the cultural heritage of northwestern colchis: the experience of the markul expedition. Applied Sciences. 2022. Vol. 12. Issue 4. 2052. DOI: 10.3390/app12042052.
36. *Verhagen Ph.* Spatial analysis in archaeology: moving into new territories digital geoarchaeology. Natural Science in Archaeology. 2018. P. 11–25. DOI:10.1007/978-3-319-25316-9_2.
37. *Wechsler S., Lipo C., Lee Ch., Terry L.* Hunt technology in the skies: benefits of commercial UAS for archaeological applications. SAA Archaeological. 2016. Record 2 (16). P. 36–42.

REFERENCES

1. *Afanasyev G.E., Savenko S.N., Korobov D.S.* Antiquities of the Kislovodsk basin. Moscow: Scientific world, 2004. 240 p. (in Russian).
2. *Agapiou A., Vioni A., Papantoniou G.* Detection of archaeological surface ceramics using deep learning image-based methods and very high-resolution UAV imageries. Land. 2021. 10. 1365. DOI: 10.3390/land10121365.
3. *Begletsova S.V., Knyazeva L.F., Telegina M.V.* Geoinformation system of monuments of historical and cultural heritage of Udmurtia. Archeology and Geoinformatics. Moscow: IA RAS. 2005. Issue 2. [Electronic resource]. https://www.archaeolog.ru/media/periodicals/agis/AGIS-2/index.html (accessed 05.06.2022) (in Russian).
4. *Belinsky A.B.* Application of methods of remote sensing of the Earth in the creation of the geoinformation system "Archaeological heritage of the Stavropol Territory". Works II (XVIII) All-Russian Archaeological Congress in Suzdal. Moscow: IA RAS, 2008. Vol. III. P. 260–261 (in Russian).
5. *Campana S.* Drones in archaeology: state-of-the-art and future perspectives. Archaeological prospection. 2017. No. 24. P. 275–296. DOI:10.1002/arp.1569.
6. *Carpenter J.* Geometry open-source GIS for archaeology. Archaeology in New Zealand. 2008. Vol. 51 (4). P. 257–263.
7. *Castillo L.J.* Arqueología desde el Aire. Gaceta cultura del Peru. 2014. No. 46. P. 2–7.
8. *Castillo L.J.* Drones y arqueología: vuelos e imágenes. Arqueometría: estudios analíticos de materiales arqueológicos. Eds. Rémy Chapoulie, Marcela Sepúlveda, Nino Del Solar Velarde, and Véronique Wright. Lima: Instituto Francés de Estudios Andinos, 2018. P. 629–662.
9. *Christaller W.* Die zentralen Orte in Süddeutschland eine ökonomisch-geographische Untersuchung über die Gesetzmässigkeit der Verbreitung und Entwicklung der Siedlungen mit städtischen Funktionen. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft Publ., 1980. 331 p. (in German).
10. *Daragan M.* The use of GIS technologies in studying the spatial and time concentration of Tumuli in the Scythian-time lower Dnieper region. Tumulus as Sema: Space, Politics, Culture

and Religion in the First Millennium BC. Ed. Olivier Henry. Berlin/Boston: Ute Kelp, 2016. P. 669–675.
11. *Fomenko I.K.* The image of the world on ancient portolans. The Black Sea region. The end of the XIII–XVII century. Second edition. Moscow: Publishing house "Indrik", 2011. 424 p. (in Russian).
12. *Khomyakova O.A., Skhodnov I.N.* Visualization methods in the study of the cultural landscape of the monuments of the Southeastern Baltic states of the first half of the I millennium AD. Archeology and geoinformatics. Moscow: IA RAS, 2019. Issue 9. [Electronic resource]. https://www.archaeolog.ru/media/periodicals/agis/AGIS-9/index.html (accessed 05.06.2022) (in Russian).
13. *Kizilov A.S., Trebeleva G.V.* Etymology of the toponyms Derbent and Anakopia and their localization on the Black Sea coast of the Caucasus. Problems of regional ecology. 2021. No. 4. P. 72–82. DOI: 10.24412/1728-323X-2021-4-72-82 (in Russian).
14. *Klein L.S.* History of archaeological thought. A course of lectures. Saint Petersburg, 2005. Part 1. 438 p. (in Russian).
15. *Korobov D.S.* Fundamentals of geoinformatics in Archaeology: Textbook. Moscow: Moscow University Press, 2011. 224 p. (in Russian).
16. *Korobov D.S.* New results of computer GIS modeling of resource zones of the Alan settlements of the Kislovodsk basin of the I millennium AD. Archeology and geoinformatics. Moscow: IA RAS, 2017. Issue 8. [Electronic resource]. https://www.archaeolog.ru/media/periodicals/agis/AGIS-8/index.html (accessed 05.06.2022) (in Russian).
17. *Makarov N.A., Zelentsova O.V., Korobov D.S., Voroshilov A.N., Chernikov A.P.* Geoinformation System "Archaeological monuments of Russia": methodological approaches to development and the first results of filling. Brief Reports of the Institute of Archaeology. 2015. Issue 237. P. 7–19 (in Russian).
18. *McNeal G.S.* Drones and the future of aerial surveillance. George Washington Law. 2016. Review 84. [Electronic document]. https://ssrn.com/abstract=2498116 (accessed 05.06.2022).
19. *Mlekuž D.* Time geography, GIS and archaeology. Proceedings of the 38th Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology Granada. Spain, April 2010. P. 1–7.
20. *Ochir-Goryaeva M.A., Dumkeeva V.Ts.* The experience of creating a digital map of archaeological sites excavated on the territory of the Republic of Kalmykia Archeology and Geoinformatics. Moscow: IA RAS, 2008. Issue 5. [Electronic resource]. https://www.archaeolog.ru/media/periodicals/agis/AGIS-5/index.html (accessed 05.06.2022) (in Russian).
21. *Parcak S.* Mapping on a budget: a low-cost UAV approach for the documentation of prehispanic fields in Atacama (N. Chile). SAA Archaeological. 2016. Record 2 (16). P. 17–21.
22. *Petrov M.I.* GIS inside the excavation: mass material Archeology and geoinformatics. Moscow: IA RAS, 2017. Issue 8. [Electronic resource]. https://www.archaeolog.ru/media/periodicals/agis/AGIS-8/index.html (accessed 05.06.2022) (in Russian).
23. *Savage S.H.* GIS in archaeological research, Interpreting Space: GIS and archaeology. Ed. by: K.M.S. Allen, S.W. Green, E.B.W. Zubrow. London, New York, Philadelphia: Taylor & Francis, 1990. P. 22–32.
24. *Sizov O.S., Tsimbarevich P.R., Zimina O.Yu., Zakh V.A.* Web-geoinformation technologies in the study of the life support system of the ancient population on the example of the Turo-Pyshminsky interfluve (Tyumen region). Archaeology and geoinformatics. Moscow: IA RAS, 2021. Issue 10. [Electronic resource]. https://www.archaeolog.ru/media/periodicals/agis/AGIS-10/index.html (accessed 05.06.2022) (in Russian).

25. *Smekalov S.L., Fedorov D.L.* Geoinformation technologies in archaeological research. St. Petersburg: Baltic. state technical university, 2004. 104 p. (in Russian).
26. *Trebeleva G.V.* GIS technologies in the security archeology of the Moscow region (from the experience of the Moscow Region expedition of IA RAS). Archeology of the Moscow region. Materials of the Scientific seminar. Moscow: IA RAS, 2004. P. 216–220 (in Russian).
27. *Trebeleva G.V., Gorlov Yu.V.* GIS technologies: use in research on the Taman and the Abkhazian coast. Archaeology and geoinformatics. Moscow: IA RAS. 2005. Issue 2. [Electronic resource]. https://www.archaeolog.ru/media/periodicals/agis/AGIS-2/index.html (accessed 05.06.2022) (in Russian).
28. *Trebeleva G.V., Gorlov Yu.V.* The cultural landscape of the Taman Peninsula in antiquity. Problems of regional ecology. 2019. No. 1. P. 39–46. DOI: 10.24411/1728-323X-2019-11039 (in Russian).
29. *Trebeleva G.V., Kizilov A.S.* Once again to the question of the Pontic Limes: the principles of the location of ancient fortifications of the Black Sea coast of the Caucasus. Tavrichesky Studios. 2020. No. 22. P. 153–159 (in Russian).
30. *Trebeleva G.V., Kizilov A.S.* Localization of the late Antique and medieval church of St. Sophia on the Black Sea Coast of the Caucasus. Problems of regional ecology. 2022. No. 1. P. 165–170. DOI: 10.24412/1728-323X-2022-1-149-154 (in Russian).
31. *Trebeleva G.V., Sakania S.M., Kizilov A.S., Glazov K.A.* Abzhuiskaya Abkhazia, Tamysh (Toumysh) and Dgamsh river basin area: reconstruction of settlement structure based on spatial analysis of temple architecture monuments. Problems of regional ecology. 2020. No. 6. P. 72–85. DOI: 10.24411/1728-323X-2020-6-072-085 (in Russian).
32. *Trebeleva G.V., Sakania S.M., Glazov K.A., Kizilov A.S., Yurkov G.Yu.* Late Antique and medieval temples of Abkhazia: GIS, photogrammetry research and creation of 3D models. Archaeology and geoinformatics. Moscow: IA RAS, 2021. Issue 10. [Electronic resource]. https://www.archaeolog.ru/media/periodicals/agis/AGIS-10/index.html (accessed 05.06.2022) (in Russian).
33. *Trebeleva G., Glazov K., Kizilov A., Kizilova A., Yurkov V., Yurkov G.* Advanced technologies used in digitizing the cultural heritage of northwestern colchis: the experience of the markul expedition. Applied Sciences. 2022. Vol. 12. Issue 4. 2052. DOI: 10.3390/app12042052.
34. *Verhagen Ph.* Spatial analysis in archaeology: moving into new territories digital geoarchaeology. Natural Science in Archaeology. 2018. P. 11–25. DOI:10.1007/978-3-319-25316-9_2.
35. *Wechsler S., Lipo C., Lee Ch., Terry L.* Hunt technology in the skies: benefits of commercial UAS for archaeological applications. SAA Archaeological. 2016. Record 2 (16). P. 36–42.
36. *Zelentsova O.V., Voroshilov A.N., Strokov A.A.* Archaeological sites of Russia: preliminary testing of the capabilities of the IA RAS information system on the materials of the Taman Peninsula. Problems of history, philology, culture. 2021. No. 3. P. 160–175 (in Russian).
37. *Zubarev V.G., Smekalov S.L.* The use of GIS to identify possible routes of ancient roads of the Eastern Crimea on maps of the XIX century). Archaeology and geoinformatics. Moscow: IA RAS, 2019. Issue 9. [Electronic resource]. https://www.archaeolog.ru/media/periodicals/agis/AGIS-9/index.html (accessed 05.06.2022) (in Russian).