В.Г. Бездудный
А.Г. Ситдиков
В.А. Кольченко
Д.К. Тулуш
Ш.Ш. Амиров

https://doi.org/10.52967/3007-6528.2023.2.135.150

Владимир Григорьевич Бездудный[1], lekt88@mail.ru,
Айрат Габитович Ситдиков[1], sitdikov_a@mail.ru,
Валерий Анатольевич Кольченко[2], archak@gmail.com,
Демир Константинович Тулуш[1], demirtdk@mail.ru,
Шамиль Шаукатович Амиров[1], amirov_05@mail.ru
[1]Институт археологии им. А.Х. Халикова Академии наук Республики Татарстан, г. Казань, Россия;
[2]Институт истории, археологии и этнологии им. Б. Джамгерчинова НАН Кыргызской Республики, г. Бишкек, Кыргызстан

Опыт и перспективы применения геофизических методов исследования средневековых городов
(на примере городищ Среднего Поволжья и Чуйской долины Кыргызстана)*

В статье представлены результаты исследований, проведенных авторским коллективом на хронологически синхронных городах Среднего Поволжья и Чуйской долины. Материалы получены в период с 2015 по 2022 гг. в ходе экспедиций на ряде памятников России (Болгар, Биляр, Наровчатское и Царевское городища) и Кыргызстана (Кен-Булун, Тёлёк и Сретенское городище). Дано общее описание методики геофизических изысканий на памятниках археологии, полученные результаты. Кратко отражены сведения о проведенных полевых исследованиях. Сравнение данных археологических раскопок и геофизических исследований позволяет подтвердить большую значимость примененных естественнонаучных методов в вопросе выбора объектов исследования. Почти на всех объектах, отобранных для раскопок по результатам геофизических съемок, были выявлены капитальные сооружения, не выраженные на поверхности, но явственно прослеженные на карте магнитных аномалий.

Ключевые слова: Среднее Поволжье, Чуйская долина, городище, геофизика, магнитная аномалия, Болгар, Биляр, Наровчат, Царевское, Кен-Булун, Тёлёк, Сретенское

Владимир Григорьевич Бездудный[1],
Айрат Габитович Ситдиков[1],
Валерий Анатольевич Кольченко[2],
Демир Константинович Тулуш[1],
Шамиль Шаукатович Амиров[1],
[1]Татарстан Республикасы Ғылым академиясы А.Х. Халиков атындағы Археология институты, Қазан қ., Ресей
[2]Қырғыз Республикасы ҰҒА Б. Джамгерчинов атындағы Тарих, археология және этнология институты, Бішкек қ., Қырғызстан

© 2023 г. Бездудный В.Г., Ситдиков А.Г., Кольченко В.А., Тулуш Д.К., Амиров Ш.Ш.
**[3]Работа выполнена в рамках государственной программы Республики Татарстан «Сохранение национальной идентичности татарского народа (2020-2024 гг.)» и при поддержке гранта Международного института центральноазиатских исследований (МИЦАИ) №22/2022 на 2022-2023 гг.*

Ортағасырлық қалаларды зерттеудегі геофизикалық әдістерді қолданудың тәжірибесі мен болашағы
(Орта Еділ мен Қырғызстанның Шу алқабының қалалары мысалында)

Мақалада авторлар ұжымы Орта Еділ бойы мен Шу алқабының хронологиялық жағынан синхронды қалаларында жүргізген зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Материалдар 2015–2022 жж. аралығында Ресейдің (Болгар, Биляр, Наровчат және Царевск қалаларында) және Қырғызстанның (Кен-Булун, Телек және Сретенск қалалары) бірқатар ескерткіштеріне жасалған экспедициялар барысында алынды. Археология ескерткіштеріндегі геофизикалық ізденістер әдістемесінің жалпы сипаттамасы, қол жеткен нәтижелер берілген. Жүргізілген далалық зерттеулер туралы мәліметтер қысқаша көрсетілген. Археологиялық қазбалар мен геофизикалық зерттеулердің деректерін салыстыру зерттеу нысандарын таңдау мәселесінде қолданылған жаратылыстану әдістерінің маңыздылығын растауға мүмкіндік береді. Геофизикалық түсірілім нәтижелері бойынша қазба жұмыстары үшін таңдалған барлық дерлік нысандарда беткі қабатта байқалмайтын, бірақ магниттік ауытқулар картасында айқын байқалған күрделі құрылымдар анықталды.

Түйін сөздер: Орта Еділ бойы, Шу алқабы, қала, геофизика, магниттік аномалия, Болгар, Биляр, Наровчат, Царевск, Кен-Булун, Телек, Сретенск

Vladimir Bezdudny[1],
Airat Sitdikov[1],
Valeriy Kolchenko[2],
Demir Tulush[1],
Shamil Amirov[1]
[1]Institute of Archaeology named after A. Khalikov of the Academy of Science of the Republic Tatarstan, Kazan, Russia
[2]B. Jamgerchinov Institute of History, Archaeology and Ethnology of the National Academy of Science of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyz Republic

Experience and prospects for the application of geophysical methods for the study of medieval cities
(on the example of the settlements of the Middle Volga region and the Chui valley of Kyrgyzstan)

This report presents the results of studies on chronologically synchronous medieval cities of the Middle Volga region and the Chui Valley. The materials were obtained in the period from 2015 to 2022 during expeditions on a number of monuments of Russia (Bolgar, Bilyar, Narovchat and Tsarevskoye settlements) and Kyrgyzstan (Ken-Bulun, Tyolyok and Sretenka settlements). A general description of the methodology of geophysical surveys on archaeological monuments and the obtained results was given. Details of the field studies are summarized. Comparison of archaeological excavations and geophysical surveys makes it possible to confirm the importance of the applied natural science methods in the selection of research objects. At almost all sites selected for excavation based on the results of geophysical surveys, were identified capital structures that were not expressed on the surface, but clearly traced on the map of magnetic anomalies.

Keywords: the Middle Volga region, Chui valley, settlement, geophysical researches, magnetic anomalies, Bolgar, Bilyar, Narovchat, Tsarevskoe, Ken-Bulun, Tyolyok, Sretenka

Введение

Геофизика, как составная часть большого комплекса исследования археологических памятников, предоставляет возможность получения новой информации о них неразрушающими методами, ее перепроверки и уточнения на значительной площади исследуемого объекта за достаточно короткий промежуток времени. Результативность применения геофизических методов в изучении средневековых памятников археологии России продемонстрирована на ряде исследований [Бездудный и др. 2018: 18; Бездудный, Кочкаров 2015; Бездудный, Белорыбкин 2022].

В рамках государственных программ Республики Татарстан «Сохранение национальной идентичности татарского народа (2014–2021 гг.)» и «Сохранение национальной идентичности татарского народа (2020–2024 гг.)», а также проекта «Средневековые города на трансконтинентальных торговых маршрутах

Евразии: урбанистические центры Чуйской долины и Среднего Поволжья», неразрушающие геофизические методы были использованы при исследовании средневековых городищ Чуйской долины Кыргызской Республики. В данной работе представлена часть результатов комплексных исследований некоторых городищ: Болгарское, Билярское (Республика Татарстан), Наровчатское (Пензенская область), Царевское (Волгоградская область), Сретенское, Кен-Булун и Тёлёк (Кыргызская Республика). На основе интерпретации данных геофизики на некоторых из них проведены шурфовочные либо раскопочные археологические исследования.

Методика исследования

В рамках исследовательской программы отработаны методики применения различных видов аппаратурных геофизических комплексов: градиентометр POS-2, несколько видов многодатчиковых систем магнитометров, георадар 200 МГц. В исследованиях применялись ортофотопланы и топопланы на их основе, сделанные при помощи БПЛА.

Для геофизического исследования большей части площади городищ применялся магнитометр POS-2 в режиме съемки вертикального градиента – градиентометр POS-2. При исследовании части Болгарского городища POS-2 и георадар 200МГц применялись одновременно. На Наровчатском городище проведены тестовые исследования при помощи многодатчиковой системы магнитометра на основе POS, и проведено сравнение результатов со съемкой простым POS-2 в режиме съемки вертикального градиента.

Для большей части площадей магнитометрических исследований применялось измерение вертикального градиента (2 м) магнитного поля на участках исследования. Фиксировалась разница значений магнитного поля Земли, измеренных одновременно (синхронно) по верхнему и нижнему датчикам, деленная на расстояние между датчиками над предполагаемым объектом. Методика магнитометрического исследования – непрерывная съёмка, время каждого физического наблюдения – ½ сек. Это позволило получать значения градиента магнитного поля, с точностью ±0,1 нТл/2 м. Ориентирование участков магнитометрической съемки на магнитный север – требование к применению данной аппаратуры. Сеть измерений – 0,5×0,5 м. По полученным данным наблюдений магнитного поля выстраивалось распределение вертикального градиента магнитного поля в рамках участков исследования. Результат представлен в цветном либо в черно-белом виде, а также прорисовкой границ изменений магнитного поля.

Для георадарных исследований использовался одноканальный георадар 200 МГц. Принцип работы георадара состоит в излучении и приёме отражённой электромагнитной волны. Отражённый сигнал даёт любую, достаточно большую по размерам, локальную или протяжённую неоднородность под поверхностным слоём, отличающуюся по диэлектрической проницаемости от окружающего или лежащего выше грунта. Система 200 МГц состоит из совокупности передающей и приёмной антенны, блока управления и питания, а также компьютера. Передвижение георадара обеспечивается пешим порядком, на скорости не более 1 м/с, что позволяет сохранить плавность его движения на неровной поверхности и исследовать большую площадь. Одно георадарное измерение, в среднем, приходится на 0,1 м профиля прохода. Методика исследования – непрерывная съёмка параллельными проходами. Ширина полосы охвата георадара за один проход – 0,5 м. Для работы георадара и обработки радиолокационных данных применяется пакет ПО: программа сбора, программа объединения, программа обработки. Результатом георадарного исследования было создание отдельных радарограмм, соответствующих своим профилям проходов. Радарограммы – это отражения стратиграфии по профилю георадарного прохода в волновом виде. На их основе специализированная программа выстраивает послойные планы в рамках участков на расчётные глубины. Без дополнительных исследований, можно говорить лишь об относительных глубинах послойных планов. Тем не менее, информация о предполагаемой планиграфии объектов под поверхностью бывает весьма актуальна.

Городища Поволжья (Россия). В X–XIV вв. города Поволжья переживают свой максимальный период развития. На памятниках археологии этого времени сохранились руины многочисленных общественных, производственных и погребальных сооружений. Среди десятков остатков городских центров этой эпохи выделяются крупные региональные центры, представленные городищами Болгар, Селитренное, Наровчат, Царевское, Билярское.

Болгарское городище. Геофизика для исследования Болгарского городища применялась на протяжении ряда лет [Бездудный и др. 2018б; Бездудный и др. 2018а: 101] (рис. 1, *4*). Её применение можно проиллюстрировать на примере исследования двух площадок: район оз. Галанка – «керамическое производство» и район раскопа № 194 (рис. 1, *1*).

Выбор месторасположения и конфигурации площадки геофизических работ в районе оз. Галанка

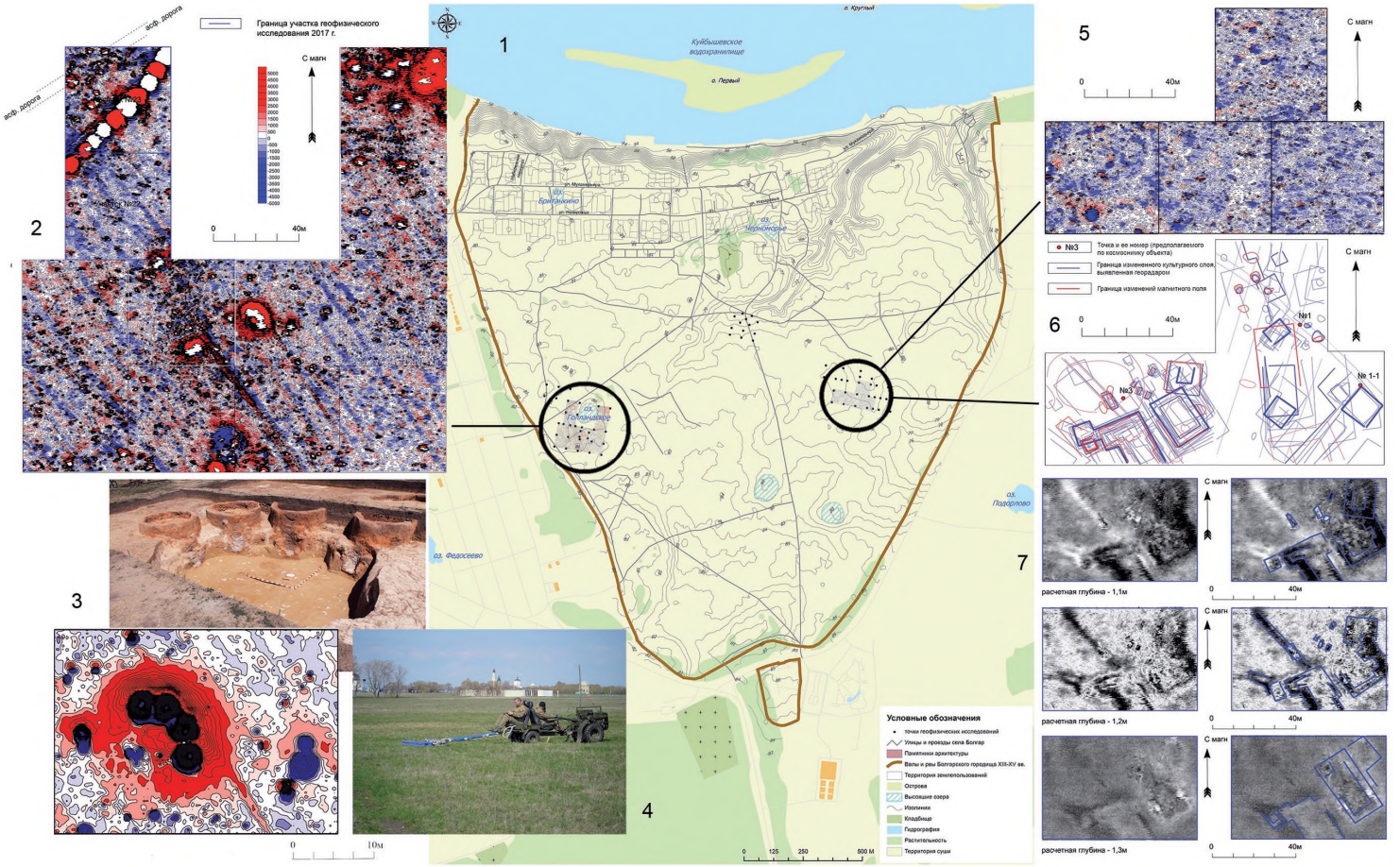


Рис. 1. Болгарское городище, Республика Татарстан: 1 – общий план памятника с указанием расположения участков геофизических исследований; 2 – результаты магнитометрии на объекте «оз. Галанка»; 3 – горн; 4 – рабочий процесс; 5 – результаты магнитометрии на раскопе №194; 6 – послойные планы; 7 – примеры интерпретации результата. (Исполнители – Бездудный В.Г., Зарипова Г.Х., Овечкина Л.В., автор фото – Бездудный В.Г., составитель – Тулуш Д.К.)

1-сур. Болгар қаласы, Татарстан Республикасы: 1 – геофизикалық зерттеу учаскелерінің орналасқан жері көрсетілген ескерткіштің жалпы жоспары; 2 – «Галанка көлі» объектісінің магнитометрия нәтижелері; 3 – пеш; 4 – жұмыс процесі; 5 – № 194 қазбаның магнитометрия нәтижелері; 6 – әр қабаттың жоспары; 7 – нәтижені интерпретациялау үлгілері. (Орындаушылар – В.Г. Бездудный, Г.Х. Зарипова, Л.В. Овечкина, фото авторы – В.Г. Бездудный, құрастырушы – Д.К. Тулуш)

Fig. 1. Bolgar urban site, Republic of Tatarstan: 1 – the general plan of the site indicating the location of the geophysical research sections; 2 – the results of magnetometry at the object «Lake Galanka»; 3 – horn; 4 – workflow; 5 – results of magnetometry at excavation trench nr. 194; 6 – layered plans; 7 – examples of result interpretation. Performers – V. Bezdudny, G. Zaripova, L. Ovechkina, photo: V. Bezdudny, the compiler – D. Tulush

(керамическое производство), обусловлено раскопанным и музеефицированным комплексом керамических горнов северо-восточнее оз. Галанка, а также массовым подъёмным керамическим материалом около озера. Первым этапом исследования было изучение магнитометрией округи оз. Галанка (рис. 1, *2*). В полученной картине распределения магнитного поля привлекла внимание одна из групп резких всплесков магнитного поля. Предложенная интерпретация – многокамерный горн. В дальнейшем комплекс горнов был раскопан. Раскопки показали, что при помощи геофизики выявлены даже небольшие детали производственного комплекса (рис. 1, *3*). Точность локализации деталей этого комплекса – очень высокая. Раскопками получено подтверждение выводов и интерпретации геофизических исследований, что даёт материал для дальнейшей экстраполяции данных, полученных при помощи геофизики. С высокой долей вероятности можно говорить о наличии на исследованной площади ещё как минимум трех многокамерных горнов. Дополнительно подтверждаются и конкретизируются данные о наличии около оз. Галанка развитой зоны керамического производства. Неразрушающими методами зафиксированы в плане местонахождения самих горнов как центров производственных площадок.

Исследование площадки южнее Малого минарета является попыткой при помощи геофизических методов определить планиграфию остатков древней городской застройки. Площадка включала в себя участки магнитометрии и георадарной съемки, которые перекрывают друг друга и образуют площадь единого покрытия. Итог магнитометрии представлен распределением градиента магнитного поля в цвете (рис. 1, *5*).

По материалам исследований выстроены послойные планы (на различные расчётные глубины исследования, в масштабе) (рис. 1, *6, 7*). Генерализация полученного результата георадарного исследования и объединение его с результатом магнитометрического исследования данной территории позволила проследить корреляцию результатов магнитометрии и георадара. В рамках исследованной территории зафиксирована упорядоченная структура средневековой застройки. На одном из участков зафиксировано два сооружения, которые частично перекрывают друг друга. Ориентировка и размеры северного сооружения совпадают с ориентировкой и размерами расположенных рядом мавзолеев. К западу от него зафиксирован ряд изменений объекта небольшого размера, возможно, погребения. Выявленная упорядоченная структура, вероятно, городской застройки, предположительно часть усадебного комплекса. Возможно, локализовано несколько погребений возле него. К сожалению, на данном этапе одними геофизическими данными невозможно четко определить границы и контуры всех предполагаемых объектов, а также их назначение. Дополнительные исследования могут уточнить интерпретацию полученного результата.

Городище Биляр. Исследование внутреннего города Билярского городища проводилось регулярно в течение нескольких полевых сезонов [Бездудный и др. 2018б: 18; Худяков и др. 2021: 345]. Геофизические методы нашли широкое применение, как часть комплекса методов исследования городища. Некоторые результаты геофизических исследований полевых сезонов 2015, 2017 и 2022 г. представлены в данной работе.

При помощи магнитометрии исследовано более 60 000 кв. м городища (рис. 2, *1*). Разметка участков, происходила таким образом, чтобы создавать единую площадь исследования. Для проверки корректности получаемых магнитометрией результатов, небольшая часть площадей, была размечена с перехлестом и с разрывом по времени в четыре года. На определенном этапе исследования стало ясно, что необходимо проведение топографической съёмки микрорельефа при помощи высокоточного тахеометра. Наложение границ геофизических исследований на микротопоплан дало наглядное представление о характере рельефа исследуемой территории и подтвердило целесообразность дальнейшего детального изучения данного участка городища.

При выборе места участков геофизических исследований во внимание принимался рельеф с остатками полностью руинированных сооружений. По итогу магнитометрических исследований была произведена сборка распределений градиента магнитного поля, выполненная в цвете (рис. 2, *2*), и прорисовка границ изменений магнитного поля (рис. 2, *3, 4*). Стыковка результатов магнитометрии на граничащих участках, произведенных с разрывом по времени, и повторяемость магнитометрического результата при разновременной съёмке участков, дополнительно говорит о правомерности применения выбранной методики.

На представленной иллюстрации (рис. 2, *3*) на плане участков обозначен раскоп 2015 г. и выявленное в нем сооружение (фрагмент усадьбы). Также проверено раскопками 2022 г. два всплеска магнитного поля, которые были интерпретированы как гор-

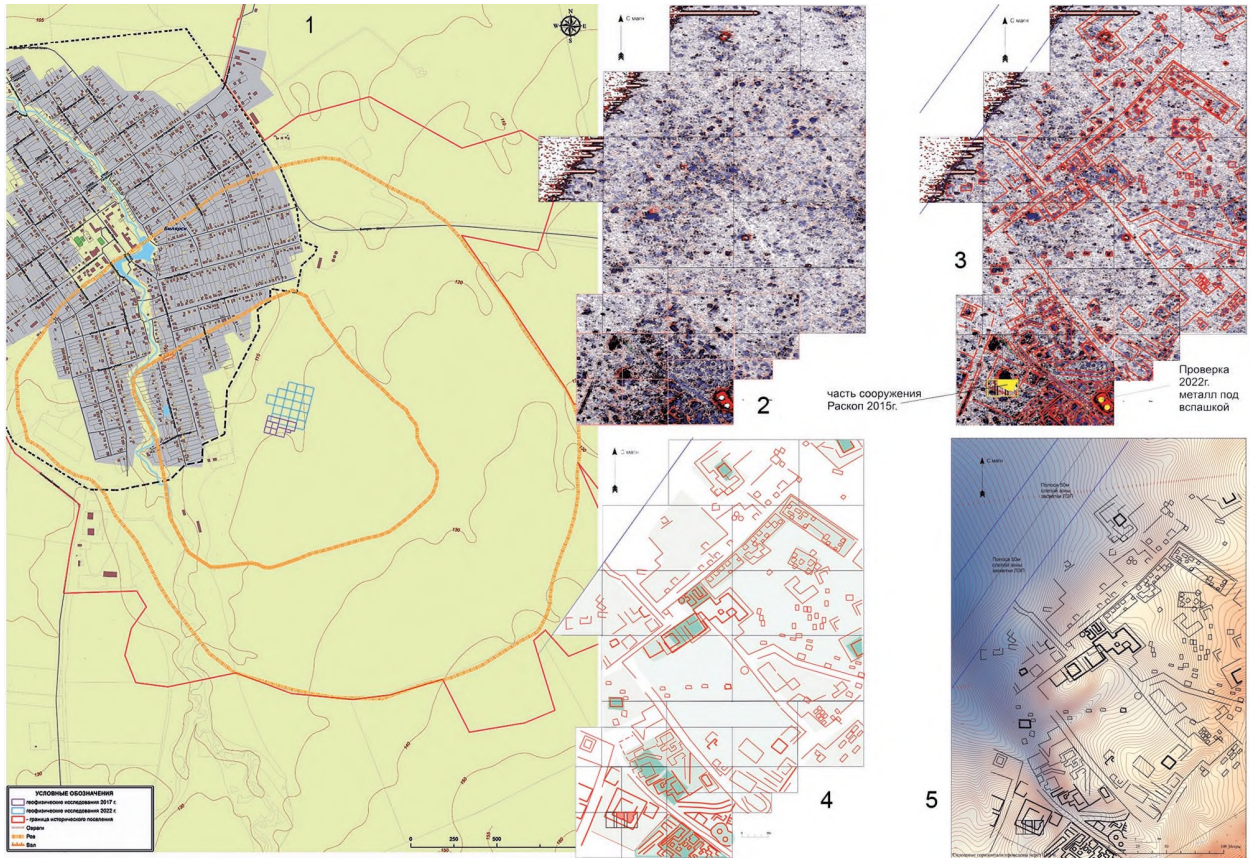


Рис. 2. Билярское городище, Республика Татарстан: 1 – общий план памятника с указанием расположения участков геофизических исследований; 2 – распределение градиента магнитного поля; 3 – прорисовка границ изменений магнитного поля; 4 – пример интерпретации результата с наложением на план сооружений раскопа 2015 г.; 5 – вариант реконструкции планиграфии части городища на основе микротопоплана. Исполнители – Бездудный В.Г., Зарипова Г.Х., Овечкина Л.В., составитель – Тулуш Д.К.

2-сур. Биляр қаласы, Татарстан Республикасы: 1 – геофизикалық зерттеу учаскелерінің орналасқан жері көрсетілген ескерткіштің жалпы жоспары; 2 – магнит өрісі градиентінің таралуы; 3 – магнит өрісінің өзгеру шегараларын сызу; 4 – жоспарға 2015 ж. қазба құрылысын салып, нәтижені интерпретациялау үлгісі; 5 – қала бөліктерін микротопожоспар негізінде жоспарлаудың реконструкцияланған нұсқасы. Орындаушылар – В.Г. Бездудный, Г.Х. Зарипова, Л.В. Овечкина, құрастырушы – Д.К. Тулуш

Fig. 2. Bilyar urban site, Republic of Tatarstan: 1 – general plan of the site indicating the location of geophysical research sections; 2 – distribution of the magnetic field gradient; 3 – drawing the boundaries of changes in the magnetic field; 4 – an example of interpretation of the result with superimposition on the plan of structures of the excavation in 2015; 5 – a variant of reconstruction of the planography of a part of the settlement based on microtopoplan. Performers – V. Bezdudny, G. Zaripova, L. Ovechkina, compiled by D. Tulush

ны из-за обилия фрагментов шлака на поверхности. Проверка показала наличие на этом месте вертикально забитого металлического швеллера, который и дал сильный магнитный фон. Второй источник всплеска магнитного поля остался за границей раскопа, что не дает возможности его интерпретации.

Дополнительную информацию дает наложение результатов магнитометрии на микротопоплан части городища (рис. 2, *5*). Полученные данные позволяют утверждать, что при помощи магнитометрии удалось зафиксировать наличие остатков комплекса упорядоченных сооружений в рамках участков исследования. Раскопки 2015 г. подтверждают методику анализа результатов геофизических исследований.

Интерпретация данных на этом участке была затруднена из-за современной хозяйственной деятельности. Действующая ВЭЛ ограничивает применение магнитометрии на всем памятнике. ВЭЛ-200, дает засветку при магнитометрических исследованиях по 25 м от своей оси. Современный металлический

швеллер, вертикально вбитый в культурный слой, отражается в магнитном плане как горн. Всё это накладывает определённые трудности при изучении памятника и интерпретации полученного результата магнитометрического исследования. Тем не менее, можно уверенно говорить, что выявлена квартальная, упорядоченная система части городища. Прослежена система улиц, вероятнее всего, часть которых специально оборудована (предположительно подсыпками и водоотливами по краям). Сравнение результатов магнитометрии и микротопоплана памятника даёт дополнительную информацию для комплексного анализа. Улицы и переулки представлены локальными понижениями, руинированные сооружения – повышениями. Наложение полученного магнитометрией результата на выкопировку микротопоплана показывает высокую корреляцию данных.

На площади исследования зафиксировано более десятка отдельных зон (некоторые из которых, предположительно, усадьбы) либо комплексов сооружений, которые включают в себя общие зоны и отдельные объекты. Плотность и насыщенность на единицу площади сильных изменений магнитного поля к северу исследованной площади падает. Отражение в магнитном плане предполагаемых улиц на север изученной площади менее контрастно. Это даёт повод предполагать о более разреженной застройке и меньшей хозяйственной освоенности этой территории в древности.

Наровчатское городище. В представленной работе продемонстрирован результат геофизического исследования части Милюковского поля Наровчатского городища (рис. 3, *1*). Интерес представляют сравнительные испытания многодатчиковой системы магнитометра МДМК 4-0,25 и магнитометра POS-2 в режиме вертикального градиента на одном участке. Необходимость разработки и тестирования магнитометра МДМК 4-0,25 заключается в попытке повысить производительность геофизических исследований в площадном выражении, без потери качества самой съёмки, для памятников с достаточно слабой концентрацией заселения в древности. Сеть измерений градиентометра POS-2 – 0,5×0,5 м (один проход – один профиль). При работе с МДМК 4-0,25 применяется вариационная станция и сеть измерений 0,25×0,5 м (один проход – 4 профиля).

Для проведения исследований был выбран участок городища рядом с раскопами прежних лет (рис. 3, *2*). К юго-западу и востоку от него расположены раскопанные сооружения, между которыми предполагалось наличие других сооружений. Были проведены исследования как с МДМК 4-0,25, так и POS-2 в режиме вертикального градиента. Результаты сопоставимы (рис. 3, *3*) и (рис. 3, *4*), хотя большую детализацию даёт режим съёмки вертикального градиента. По всей видимости, участком исследования захвачена восточная часть какой-то усадьбы. В границы участков исследования попало несколько археологических объектов этой усадьбы (рис. 3, *3*). К западу от выявленных объектов, кроме всплесков магнитного поля неясного происхождения, признаков стационарных археологических сооружений не наблюдается.

Данный пример демонстрирует, что пока съёмка в режиме градиента более детализирована и способна фиксировать мелкие изменения магнитного поля от слабомагнитных археологических объектов. В то же время МДМК 4-0,25 – более производительный. Выбор в применении того или иного комплекса аппаратуры зависит от поставленной задачи – исследовать магнитометрией большую площадь или жертвовать производительностью ради повышенного качества съёмки. При этом приходится констатировать, что условия исследования каждого памятники индивидуальны как с технической, так и организационной стороны.

Царевское городище. Геофизические (магнитометрические) исследования на Царевском городище 2021 г. демонстрируют возможность выявления и фиксации неразрушающими методами отдельных производственных объектов и их системы на средневековых городищах. Цель работ – исследование нескольких участков производственной зоны городища для нахождения и локализации горнов. Метод исследования – магнитометрия. Для магнитометрического исследования применялся процессорный датчик POS-2 в режиме вертикального градиента. Площадка исследования расположена на территории производственной зоны городища (рис. 4, *1*). Выбор месторасположения и конфигурации площадки был обусловлен результатами предыдущих археологических исследований [Федоров-Давыдов 1964: 249; Глухов 2011]. Поверхность участков выположена, частично занята буграми до 1 м высотой и оплывшим котлованом (предположительно старого раскопа). На поверхности площадки исследования и в ближайшей округе визуально фиксируются множество фрагментов пережженной керамики, обломки плинфы и других производственных остатков. Результат магнитометрических исследований представлен в виде цветового распределения вертикального градиента магнитного поля в границах участка исследования (рис. 4, *3*). Про-

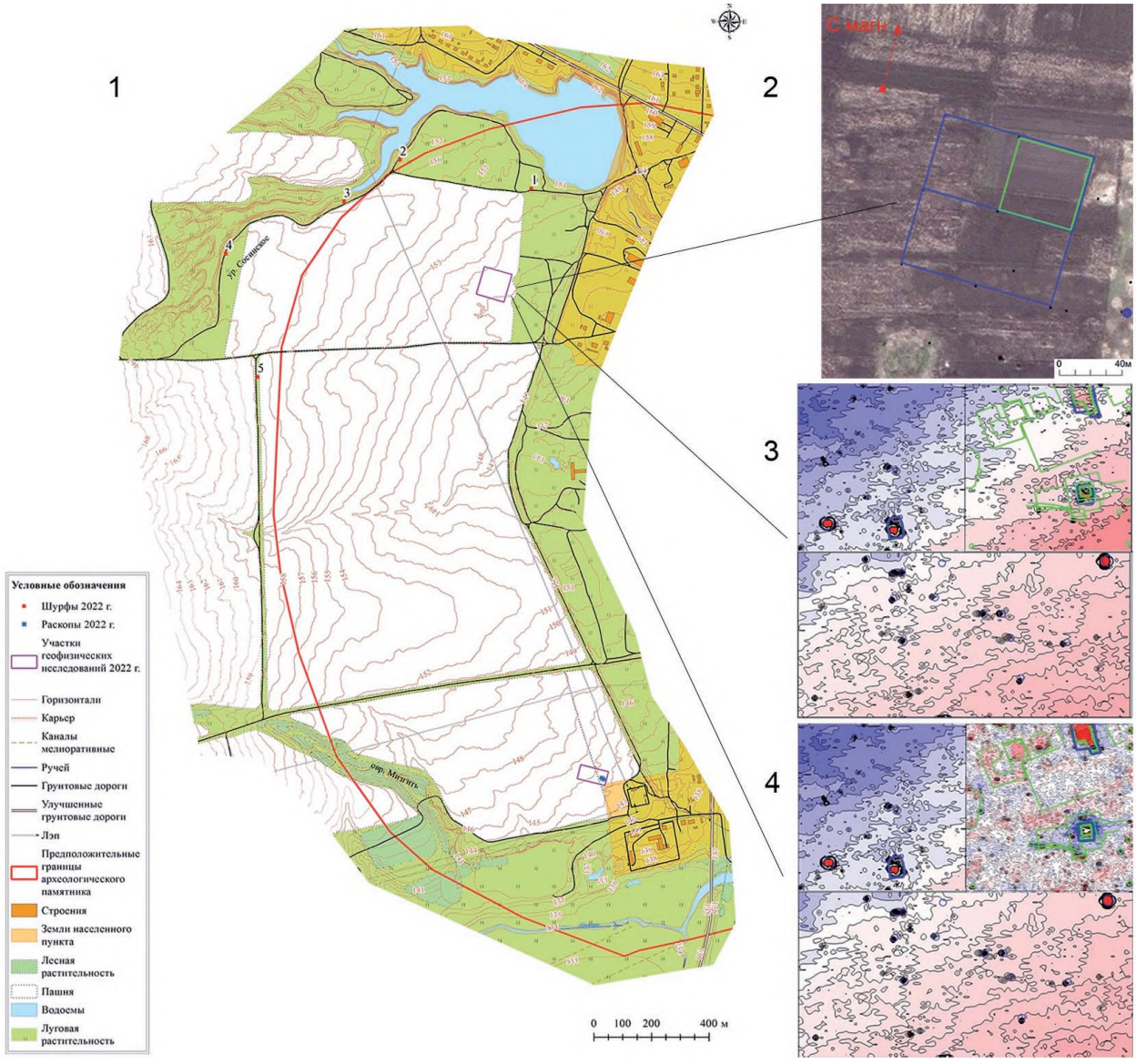


Рис. 3 Городище Наровчат, Пензенская область: 1 – общий план памятника с указанием расположения участков геофизических исследований; 2 – выкопировка космоснимка части городища; 3, 4 – результаты магнитометрических исследований.
Исполнители – Бездудный В.Г., Зарипова Г.Х., Овечкина Л.В., составитель – Тулуш Д.К.

3-сур. Наровчат қаласы, Пенза облысы: 1 – геофизикалық зерттеу учаскелерінің орналасқан жері көрсетілген ескерткіштің жалпы жоспары; 2 – қала бөліктері космосуретінің көшірмесі; 3, 4 – магнитометриялық зерттеу нәтижелері.
Орындаушылар – В.Г. Бездудный, Г.Х. Зарипова, Л.В. Овечкина, құрастырушы – Д.К. Тулуш

Fig. 3. The Narovchat urban site, Penza region: 1 – the general plan of the site indicating the location of geophysical research sections; 2 – a copy of the satellite image of a part of the site; 3, 4 – the results of magnetometric studies.
Performers – V. Bezdudny, G. Zaripova, L. Ovechkina, compiled by D. Tulush

изведена прорисовка резких изменений границ магнитного поля (рис. 4, *2*).

Анализ полученного результата позволил сделать несколько выводов. На магнитограмме нашли отражения оплывшие арыки и старый не глубокий котлован. Выявлены объекты № 3–6 (рис. 4, *2*). Объект № 6 частично выходит за южную границу участка исследования, по своим значениям магнитного поля соответствует отражению большого прямоугольного горна. Объекты № 3–5 меньше размерами, имеют

Рис. 4. Царевское городище, Волгоградская область: 1 – общий план памятника с указанием расположения участков геофизических исследований; 2 – прорисовка изменений магнитного поля; 3 – результаты магнитометрических исследований; 4 – производственный объект (горн), выявленный при помощи геофизики. Исполнители – Бездудный В.Г., Зарипова Г.Х., Овечкина Л.В., автор фото – Глухов А.А., составитель – Тулуш Д.К.

4-сур. Царевск қаласы, Волгоград облысы: 1 – геофизикалық зерттеу учаскелерінің орналасқан жері көрсетілген ескертқіштің жалпы жоспары; 2 – магнит өрісі өзгерістерін сызу; 3 – магнитометриялық зерттеу нәтижелері; 4 – геофизика көмегімен анықталған шаруашылық объект (пеш). Орындаушылар – В.Г. Бездудный, Г.Х. Зарипова, Л.В. Овечкина, фото авторы – А.А. Глухов, құрастырушы – Д.К. Тулуш

Fig. 4. Tsarevskoye urban site, Volgograd region: 1 – general plan of the site indicating the location of geophysical research sections; 2 – drawing of changes in the magnetic field; 3 – results of magnetometric studies; 4 – a production facility (furnace) identified using geophysics. Performers – V. Bezdudny, G. Zaripova, L. Ovechkina, the author of the photo is A. Glukhov, the compiler is D. Tulush

округлую форму. Находились под подошвой локального бугра (высотой до метра), который, по визуальным признакам, первоначально был принят за отвал раскопов предыдущих периодов исследования Царевского городища. По своим магнитным свойствам объекты № 3–5 близко соответствовали небольшим керамическим горнам. Раскоп 2021 г. подтвердил такую интерпретацию (рис. 4, *4*). В данном исследовании зафиксированы всплески магнитного поля, которые связаны с остатками, как минимум, четырех горнов различного размера и, вероятно, различного назначения.

Городища Чуйской долины (Кыргызская Республика). В VIII–XIII вв. в Чуйской долине существовала группа городов, протянувшихся вдоль р. Чу и Кыргызского хребта. Особенностью данного типа памятников была сложная многочастная структура: шахристан (для некоторых – два шахристана) и цитадель, встроенная в его фортификацию; их окружали храмы, ремесленная и сельская округа, ограниченная «длинными стенами», которые охватывали значительные площади (до 2 тыс. га). К ним тяготеют небольшие городища-спутники, в число которых можно включить небольшие городища на выходах из ущелий в долину. Исследования 2021 г. в Киргизии на трех средневековых городищах определялись с учётом перспективности выявления производственных и архитектурных объектов на их территории, а также отработки методики геофизических исследований среднеазиатских сырцовых городищ на значительных площадях [Кольченко и др. 2021].

Применялся метод геофизического исследования – магнитометрия (фиксация вертикального градиента магнитного поля на участках исследования при помощи процессорного датчика POS-2). При выборе площадок исследования принималось во внимание: возможность разметки одного или нескольких смежных стандартизированных по размеру участков (50×50 м) с горизонтальной относительно ровной поверхностью, отсутствием на них воздушных или подземных линий электропередач, визуально фиксируемых металлических или металлосодержащих элементов и конструкций, деревьев и кустарников).

Сретенское городище. Поверхность городища выположена, имеет двухъярусное строение, многочисленные следы от раскопов (воронки диаметром до 5 м и глубиной около 1 м с отвалами по периметру). На момент исследований поверхность была покрыта редким кустарником и жестким травостоем, которые пришлось удалять.

Были определены две площадки для геофизических съёмок. Общая площадь площадок – 10 000 кв. м (рис. 5, *1*). Площадка 1 сложной конфигурации разбита на шахристане-1 и состоит из трех участков (№ 1–3), стыкуемых между собой в меридиональном направлении. Площадка 2 состоит из одного квадратного участка (№ 4), расположенного в юго-западной части шахристана-2 у его примыкания к юго-западному углу шахристана-1.

Анализ данных геофизической съемки на обеих площадках (рис. 5, *2*) позволил проследить от полусотни пятен изменений магнитного поля, которые можно соотносить с отдельными сооружениями либо помещениями. Можно констатировать на разных участках пятна различного размера и разной плотности/интенсивности на единицу площади. Зафиксированные магнитные всплески могут быть интерпретированы как чётко просматриваемая квартальная структура застройки исследованной части городища (рис. 5, *3, 4*). Застройка, по данным исследований, плотная на всей территории центральной части городища, но имеющая некоторые отличия в структуре на каждой из площадок. Поэтому можно предполагать различие в функциональном или социальном назначении застройки этих частей городища. Подтверждением сделанных на основе геофизических исследований выводов может служить иллюстрация наложения магнитограмм на выкопировку космоснимка (рис. 5, *3*). Прослеживаются продолжения отдельных улиц, выявленных геофизикой на космоснимках.

Городище Кен-Булун. На городище были также определены две площадки исследования по 5000 кв. м каждая (рис. 6, *1*). На момент начала геофизических работ поверхность памятника не требовала дополнительной подготовки.

Площадка 1 была разбита в 40 м к юго-востоку от центральных развалин, южнее траншеи, рекультивированной после прекращенных несанкционированных дорожно-строительных работ. Поверхность городища на этом участке снивелирована тяжелой техникой в 1970-х гг., подвергалась многолетней распашке; культурный слой частично нарушен. Магнитометрическое исследование на площадке 1 (рис. 6. *2*) дало множество мелких сильных всплесков магнитного поля (вероятно, часть из них происходит из-за современного железа). Анализ полученных данных позволил интерпретировать результаты как фиксирование квартальной системы в этой части городища в виде улицы и примыкающих к ней небольших переулков с чёткой привязкой к разметке площадки 1. Выявлено, предположительно, как минимум пять частей кварталов (подворий), ограниченных улица-

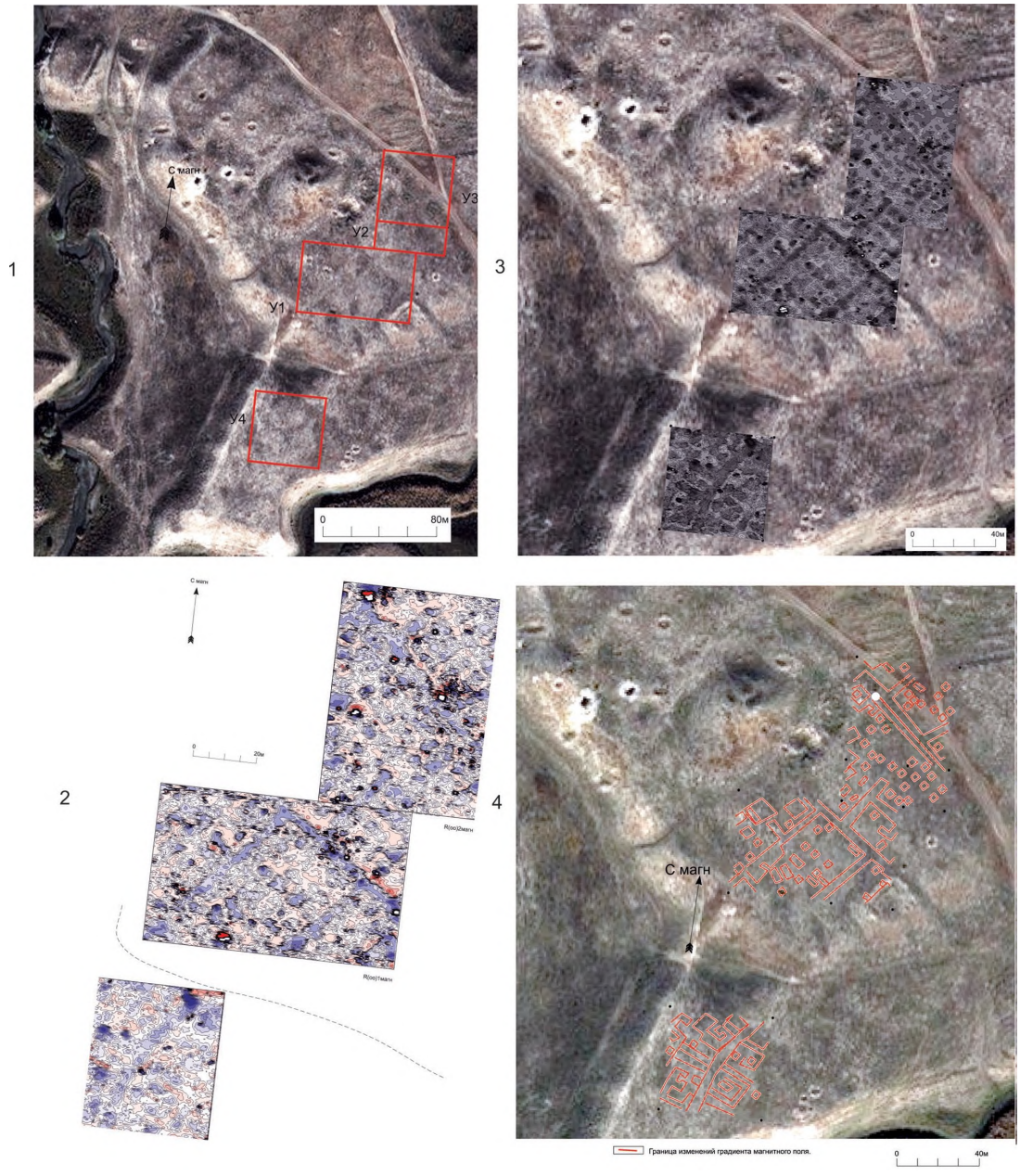


Рис. 5. Сретенское городище, Кыргызская Республика: 1 – выкопировка космоснимков части городища с указанием участок геофизических исследований; 2 – результат магнитометрических исследований; 3 – наложение результатов магнитометрии на космоснимок; 4 – совмещение варианта реконструкции планиграфии части городища на космоснимке. Исполнитель – Бездудный В.Г., составитель – Тулуш Д.К.

5-сур. Сретенск қаласы, Қырғыз Республикасы: 1 – геофизикалық зерттеу учаскелері көрсетілген қала бөліктері космосуреттерінің көшірмесі; 2 – магнитометриялық зерттеу нәтижесі; 3 – магнитометрия нәтижелерін космосуретке салу; 4 – қала бөлігінің жоспарлануының реконструкция нұсқасын космосуретпен біріктіру. Орындаушы – В.Г. Бездудный, құрастырушы – Д.К. Тулуш

Fig. 5. Sretenskoye urban site, Kyrgyz Republic: 1 – copying of satellite images of a part of the site with an indication of geophysical research sections; 2 – the result of magnetometric studies; 3 – superimposing the results of magnetometry on a satellite image; 4 – combining a variant of reconstruction of the planography of a part of the settlement on a satellite image. Performer – V. Bezdudny, compiler – D. Tulush

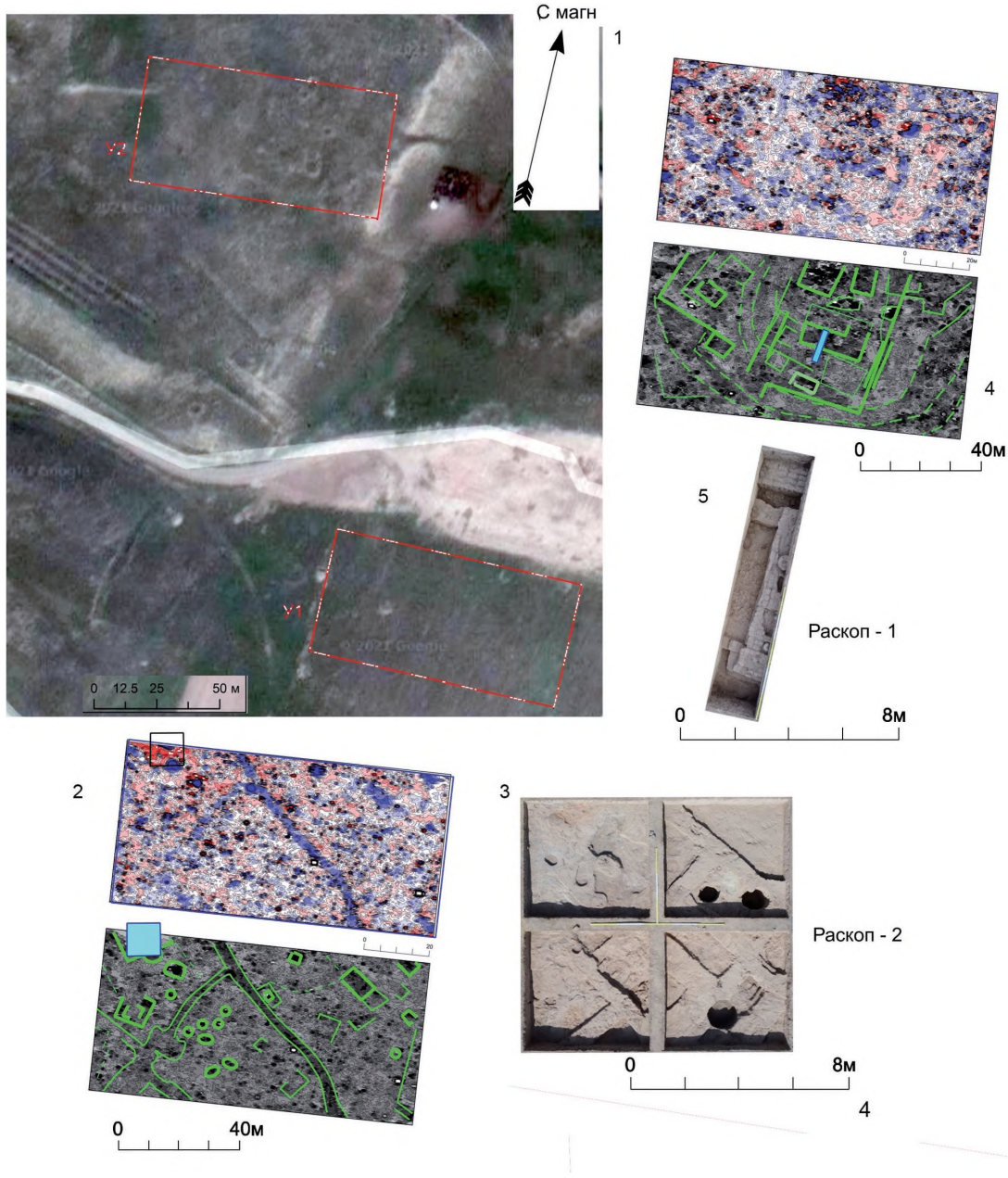


Рис. 6. Городище Кен-Булун. Кыргызская Республика: 1- выкопировка космоснимков части городища с указанием участок геофизических исследований; 2 – результаты магнитометрических исследований на площадке 1; 3 – сооружения, выявленные в ходе раскопок 2022 г. (раскоп 2); 4 – результаты магнитометрических исследований на площадке 2; 5 – сооружения, выявленные в ходе раскопок 2022 г. (раскоп 1).
Исполнитель – Бездудный В.Г., автор фото – Урбушев А.У., составитель – Тулуш Д.К.

6-сур. Кен-Булун қаласы, Қырғыз Республикасы: 1 – геофизикалық зерттеу учаскелері көрсетілген қала бөліктері космосуреттерінің көшірмесі; 2 – 1 алаңдағы магнитометриялық зерттеу нәтижелері; 3 – 2022 ж. қазба жұмысы кезінде анықталған құрылыстар (қазба 2); 4 – 2 алаңдағы магнитометриялық зерттеу нәтижелері; 5 – 2022 ж. қазба жұмысы кезінде анықталған құрылыстар (қазба 1). Орындаушы – В.Г. Бездудный, фото авторы – А.У. Урбушев, құрастырушы – Д.К. Тулуш

Fig. 6. Ken-Bulun urban site. Kyrgyz Republic: 1 – copy of satellite images of a part of the site indicating the geophysical research sections; 2 – results of magnetometric studies at site 1; 3 – structures identified during excavations in 2022 (excavation 2); 4 – results of magnetometric studies at the site 2; 5 – structures identified during excavations in 2022 (excavation 1).
Performer – V. Bezdudny, photo – A. Urbushev, compiler – D. Tulush

ми и переулками. В северо-западной части участка, предположительно, зафиксировано подворье с несколькими сооружениями и следами термического производства.

Площадка 2 размечена в середине центральных развалин так, что её восточная граница приходится на предполагаемый в рельефе гребень обвалованной крепостной стены. При этом в площадь исследования было включено чётко просматриваемое в рельефе большое, квадратное в плане, строение с понижением-двором в середине (рис. 6. *1*). Анализ полученных данных магнитометрического исследования на площадке 2 (рис. 6. *4*) позволяет на уровне интерпретации говорить, что здесь зафиксированы остатки единого комплекса. Центральная его часть состоит как минимум из нескольких конструкций, изготовленных с применением жженого кирпича (плинфы). Эта часть комплекса уходит на север, за границы площадки 2. Центральная часть окружена прямоугольными структурами, причём, похоже, они носят концентрический характер. Предположительно несколько сооружений выявлено в западной части.

Данные геофизических исследований, проведенных на городище Кен-Булун, были проверены в ходе археологических раскопок 2022 г. Всего в ходе экспедиции было исследовано 120 кв. м на двух раскопах. Раскоп № 1 был заложен на вершине шахристана-1 в пределах участка геофизических исследований площадки 2. Раскоп было решено расположить на гребне предполагаемой стены квадратного строения (предположительно – караван-сарая). Площадь раскопа составила 20 кв. м (2×10 м), сам раскоп был ориентирован длинной стороной по оси север–юг (рис. 6, *5*). Выявленные в раскопе остатки стен из сырцового кирпича представляли собой конструкции сложной планировки. В первую очередь, выделялись остатки двух стен, расположенных в широтном направлении – по оси запад–восток. В северном краю раскопа был выявлен фрагмент стены толщиной в два кирпича. В южной части раскопа толщину находящейся здесь стены строения определить пока точно не удалось, но она толще северной. В западной части были выявлены остатки основания стены (2–3 ряда) и её развал, т. е. это третья стена, расположенная по оси север–юг. Проекции выявленных стен достаточно чётко попали на зафиксированные в ходе геофизических исследований магнитные аномалии прямолинейной формы. На схеме (рис. 6, *4*) видно, что выявленные параллельные стены были «предсказаны» магнитной разведкой.

Раскоп № 2 был заложен в границах площадки геофизических исследований №1 на территории шахристана-2 (рис. 6, *3*) на площади 100 кв. м (10×10 м). При планировании раскопа был учтен факт наличия крупных магнитных аномалий, планировалось, что не менее ¼ раскопа должна попасть на наиболее крупную аномалию, расположенную в северо-западной части площадки.

В ходе исследований выявлены отдельные помещения первого строительного горизонта. Было найдено значительное количество битой керамики и отдельные целые сосуды, в том числе крупных размеров (хум высотой 80 см, кувшин высотой около 45 см и др.).

На всей площади раскопа фиксировались следы обожжённости и шлаки. В северо-западном секторе раскопа, как и предполагалось, был вскрыт плотный горелый слой – следы длительного термического воздействия. Сроки проведения исследования не позволили вскрыть сооружение полностью, однако из размера и предполагаемой формы пятна ясно, что обнаружена производственная печь (металлургический горн или печь по обжигу керамики). Зафиксированные видимые размеры печи составили около 2,5×2,0 м, и точно соответствуют местоположению зафиксированного ранее всплеска магнитной аномалии.

Городище Тёлёк. На городище были определены две площадки исследования в разных структурных частях городища (рис. 7, *1*). Они располагаются на всхолмленной местности с отдельными линейными понижениями. Размечена и исследована площадь более 2 га. На момент начала геофизических работ поверхность площадок на городище не требовала дополнительной подготовки. Визуально они не несут признаков хозяйственного воздействия, но по локальным понижениям проходят отрезки современных грунтовых дорог.

Вытянутая в меридиональном направлении площадка 1 была поставлена в восточной части шахристана-1. Магнитосъёмка в этом месте также чётко фиксирует однородные сигналы линейной и криволинейной формы, интерпретируемые нами как наличие погребенной поверхности средневековой улицы. В юго-восточной части фиксируется система конструкций, которые могут быть связаны с оборонительными сооружениями. В целом по площадке 1 при анализе и интерпретации чётко прослеживается и фиксируется плотная застройка этой части городища, намечается её квартальная структура (рис. 7, *2*).

Вытянутая в широтном направлении площадка 2 разбита к востоку от площадки 1 на нижней, четвёртой части центральных развалин городища (рис. 7, *3*). Выявлено множество мелких сильных всплесков магнитного поля, характерных для железа. Прослеживается около сотни пятен изменений магнитного поля, которые можно соотносить с отдельными сооружениями или помещениями (рис. 7, *2а, 3а*). При интерпретации четко прорисовывается относительно плотная квартальная структура застройки исследованной

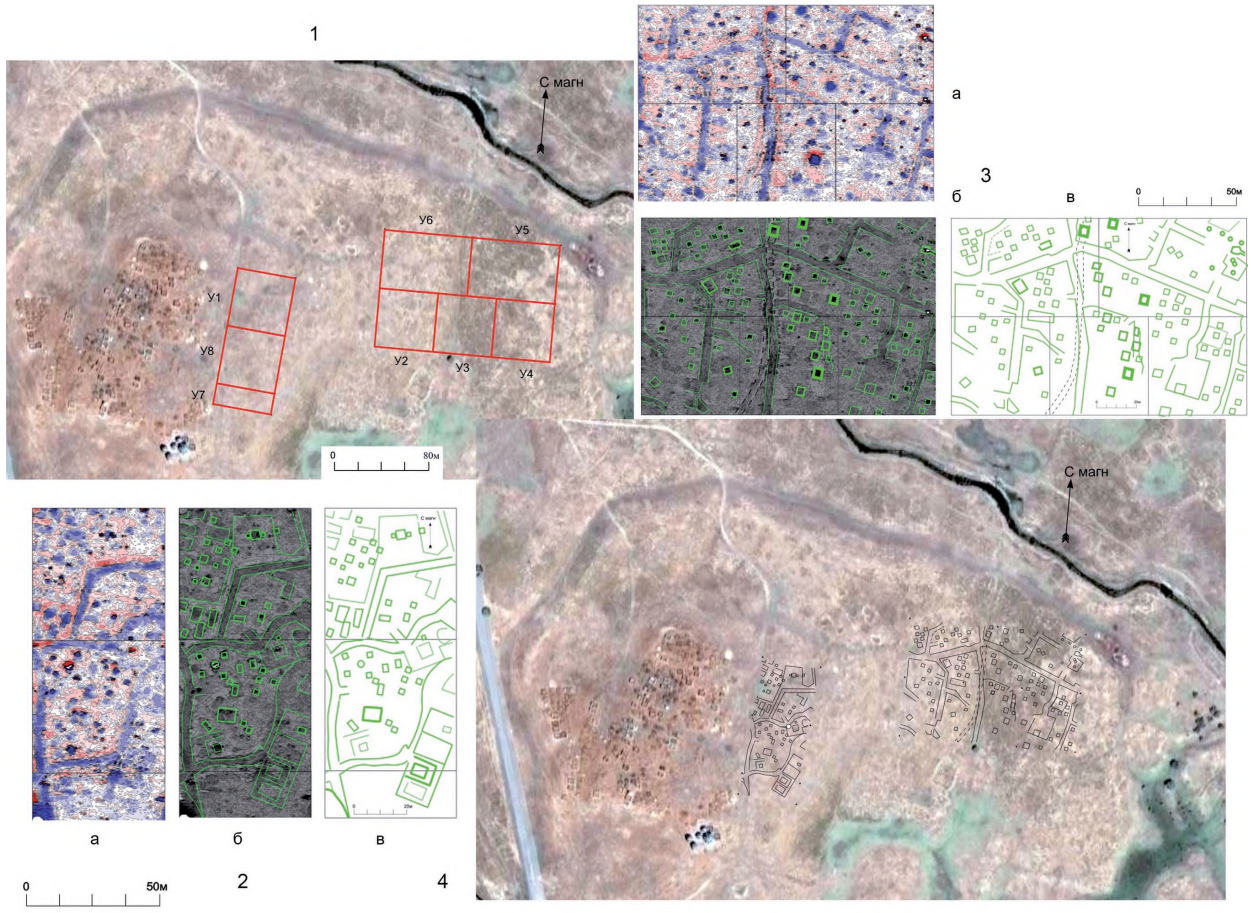


Рис. 7. Городище Тёлёк. Кыргызская Республика: 1 – выкопировка космоснимком части городища с площадками исследования; 2 – результаты магнитометрических исследований на площадке 1 (а – магнитометрия, б – наложение на космоснимок, в – интерпретация); 3 – результаты магнитометрических исследований на площадке 2 (а – магнитометрия, б – наложение на космоснимок, в – интерпретация); 4 – совмещение варианта реконструкции планиграфии части городища на космоснимке. Исполнитель – Бездудный В.Г., составитель – Тулуш Д.К.

7-сур. Тёлёк қаласы. Қырғыз Республикасы: 1 – зерттеу алаңдары бар қала бөліктері космосуреттерінің көшірмесі; 2 – 1 алаңдағы магнитометриялық зерттеу нәтижелері (а – магнитометрия, б – космосуреттерге салу, в – интерпретация); 3 — 2 алаңдағы магнитометриялық зерттеу нәтижелері (а – магнитометрия, б – космосуреттерге салу, в — интерпретация); 4 — қала бөліктерін жоспарлаудың реконструкцияланған нұсқасын космосуретпен біріктіру. Орындаушы – В.Г. Бездудный, құрастырушы – Д.К. Тулуш

Fig. 7. Telek urban site. Kyrgyz Republic: 1 – copy of a satellite image of a part of the site with research areas; 2 – results of magnetometric studies at the site 1 (a – magnetometry, b – superimposition on a satellite image, c – interpretation); 3 – results of magnetometric studies at the site 2 (a – magnetometry, b – superimposition on a satellite image, c – interpretation); 4 – combining the option of reconstructing the planography of a part of the site on a satellite image. Performer – V. Bezdudny, compiler – D. Tulush

части городища (рис. 7, *2в, 3в, 4*). В северо-восточной части площадки 2 зафиксировано сильное изменение магнитного поля. Также на склоне, в пределах участка, отмечен ряд достаточно сильных, небольших по площади, изменений магнитного поля. Все эти пятна ограничены улицей в рамках одного подворья (квартала). Возможно, в этом месте было расположено производство с небольшими горнами (вдоль крепостной стены?) и двумя сооружениями в западной части подворья. Желательна дополнительная проверка и уточнение полученного результата при помощи металлодетектора и/или зондажа бурением.

Сопоставляя площадки 1 и 2 можно констатировать, что на них различная плотность и размеры пятен изменений магнитного поля на единицу площади. На интерпретационном уровне можно предположить различие частей городища по социальному и/или функциональному назначению.

Заключение

На участках геофизических исследований были выявлены остатки археологизированных объектов различного размера и назначения. На всех городищах зафиксирована упорядоченная квартальная (усадебная) застройка с улицами и переулками, что подтвердилось микротопосъёмкой городища Тёлёк [Кольченко и др. 2022: 181–182]. Фиксируется уличная система с ее отдельными элементами. По интенсивности сигналов на единицу площади можно условно выделять зоны очень плотной и относительно разрозненной застройки, что на интерпретационном уровне можно объяснять ее престижностью или общественной значимостью. На отдельных городищах (Кен-Булун и др.) зафиксированы зоны/усадьбы производственного назначения. Начатые археологические исследования, подтверждают сделанные выводы.

Однако эти предварительные выводы геофизических исследований – лишь часть большого объёма информации о планиграфии памятника. Возможно, выявлена система застройки сооружениями в городищах на финальном этапе их существования. Достаточно большой пласт информации скрыт в нижележащих слоях культурного слоя и методологически пока не понятно, как многослойный памятник проявляется в данных магнитосъёмки.

ЛИТЕРАТУРА

Бездудный В.Г., Белорыбкин Г.Н. Проведение геофизических исследований (магнитометрия) Никольского селища в Кузнецком районе. Пензенской области // Пензенский археологический сборник / отв. ред. Г.Н. Белорыбкин. Пенза: изд-во ГАОУ ДПО «Институт регионального развития Пензенской области», 2022. С. 329–343.

Бездудный В.Г., Волков И.В., Марчук В.Н., Ситдиков А.Г. Комплексные геофизические исследования Болгарского городища 2014–2017 гг. // Археология евразийских степей. 2018а. № 5. С. 101–107.

Бездудный В.Г., Кочкаров У.Ю. Опыт применении геофизического метода исследований на Хумаринском городище в Карачаево-Черкесской Республике // Археология и Геоинформатика. Вторая междунар. конф. (г. Москва, 20–22 мая 2015 г.). Тез. докл. / Отв. ред. Д.С. Коробов. М.: ИА РАН, 2015. С. 10-11.

Бездудный В.Г., Марчук В.Н., Ситдиков А.Г. Комплексные геофизические исследования Болгарского городища в 2016 г. // Поволжская археология. 2018в. № 2 (24). С. 319–325.

Бездудный В.Г., Шакиров З.Г., Ситдиков А.Г. Комплексные геофизические исследования 2015–2017 гг. на Билярском городище // Археология евразийских степей. 2018б. № 5. С. 18–24.

Глухов А.А. Археологические исследования отряда «Гюлистан» в округе Царевского городища в 2011 году // Нижневолжский археологический вестник. 2011. № 12. С. 224–226.

Кольченко В.А., Бездудный В.Г., Тулуш Д.К., Ситдиков А.Г. Геофизические исследования средневековых городов Чуйской долины в 2021 г. // Археология евразийских степей. 2022. № 6. С. 37–58.

Кольченко В.А., Тулуш Д.К., Ситдиков А.Г., Бездудный В.Г. Предварительные результаты исследования средневековых городов Чуйской долины в 2021-2022 гг. // Евразийская степная цивилизация: человек и историко-культурная среда. М-лы V междунар. конгресса археологии евразийских степей (г. Туркестан, 11–14 октября 2022 г.). В 5-ти т. Т. 5. / Гл. ред. А. Онгарулы, отв. ред.: Б.А. Байтанаев, А.Г. Ситдиков, Д.А. Воякин. Алматы; Туркестан: ИА КН МНВО РК, 2022. С. 164–183.

Федоров-Давыдов Г.А. Раскопки Нового Сарая в 1959–1962 гг. // СА.1964. № 1. С. 248–271.

Худяков А.В., Шакиров З.Г., Шорохов М.В. Археологические раскопки на территории Билярского археологического комплекса // Археологические открытия – 2019. / Отв. ред. Н.В. Лопатин. М.: ИА РАН, 2021. С. 345–347.

REFERENCES

Bezdudny, V. G., Belorybkin, G. N. 2022. In: Belorybkin, G. N. (ed.). *Penzenskiy arkheologicheskiy sbornik (Penza archaeological collection)*. Penza: Institute of regional development of the Penza Region, 329–343 (in Russian).

Bezdudny, V. G., Volkov, I. V., Marchuk, V. N., Sitdikov, A. G. 2018**a**. In: *Arkheologiia Evraziiskikh stepei (Archaeology of the Eurasian steppes)*, 5, 101–107 (in Russian).

Bezdudny, V. G., Kochkarov, U. Yu. 2015. In: Korobkov, D. S. (ed.). *Arkheologiya i Geoinformatika (Archaeology and Geoinformatics. Second International Conference)*. Moscow: Institute of Archaeology RAS, 10-11 (in Russian).

Bezdudny V. G., Marchuk V. N., Sitdikov A. G. 2018**c**. In: *Povolzhskaya arkheologiya (The Volga River Region Archaeology)*, 2 (24), 319–325 (in Russian).

Bezdudny, V. G., Shakirov, Z. G., Sitdikov, A. G. 2018**b**. In: *Arkheologiia Evraziiskikh stepei (Archaeology of the Eurasian steppes)*, 5, 18–24 (in Russian).

Glukhov, A. A. 2011. In: *Nizhnevolzhskiy arkheologicheskiy vestnik (The lower Volga archaeological bulletin),* 12, 224–226 (in Russian).

Kolchenko, V. A., Bezdudny, V. G., Tulush, D. K., Sitdikov, A. G. 2022. In: *Arkheologiia Evraziiskikh stepei (Archaeology of the Eurasian steppes)*, 6, 37–58 (in Russian).

Kolchenko, V. A., Tulush, D. K., Sitdikov, A. G., Bezdudny, V. G. 2022. In: Onggaruly, A. et al. (eds.). *Proceedings of the 5th International congress of the archaeology of the Eurasian steppes.* In 5 vol. Vol. 5. Almaty; Turkistan: Margulan Institute of Archaeology, 164–183 (in Russian).

Fedorov-Davydov, G. A. 1964. In: *Sovetskaya arkheologiya (Soviet Archaeology),* 1, 248–271 (in Russian).

Khudyakov, A. V., Shakirov, Z. G., Shorokhov, M. V. 2021. In: Lopatin, N. V. (ed.). *Arkheologicheskiye otkrytiya–2019 (Archaeological discoveries–2019)*, Moscow: Institute of Archaeology RAS, 345–347 (in Russian).

Мүдделер қақтығысы туралы ақпаратты ашу. Авторлар мүдделер қақтығысының жоқтығын мәлімдейді. / Раскрытие информации о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. / Disclosure of conflict of interest information. The authors claim no conflict of interest.
Мақала туралы ақпарат / Информация о статье / Information about the article.
Редакцияға түсті / Поступила в редакцию / Entered the editorial office: 27.03.2023.
Жариялауға қабылданды / Принята к публикации / Accepted for publication: 27.04.2023.
Авторлар жұмысқа бірдей үлес қосты. / Авторы внесли равноценный вклад в работу. / The authors have made an equal contribution to the work.