

УДК 903:550.3

М.Г. Иванова¹, И.В. Журбин²¹Удмуртский институт истории, языка и литературы УрО РАН
ул. Ломоносова, 4, Ижевск, 426004, Россия
E-mail: adm@ni.udm.ru²Физико-технический институт УрО РАН
ул. Кирова, 132, Ижевск, 426000, Россия
E-mail: zhurbin@udm.ru

АРХЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБОРОНИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ*

В статье рассматривается методика изучения земляных укреплений, основанная на комплексном применении методов археологии и геофизики. Такая методика позволяет выявлять археологические объекты, не выраженные в рельефе, восстанавливать их форму и определять геометрические параметры. Археологические раскопки дают возможность соотносить наблюдаемые аномалии с реальными объектами. Заключительным этапом является построение трехмерной реконструкции оборонительных сооружений по геофизическим данным. Результативность предложенного подхода продемонстрирована при археолого-геофизических исследованиях городища Иднакар – одного из наиболее крупных поселений Прикамья эпохи средневековья.

Ключевые слова: оборонительные сооружения, поиск, форма, структура, городище Иднакар, геофизика, методика исследований, трехмерная реконструкция, система обороны укрепленных поселений.

Реконструкция процессов формирования и развития древних поселений основывается на совместном анализе планировки и системы укреплений. Эффективным способом решения данной задачи является комплексное применение методов археологии и геофизики. Принятая в настоящее время стратегия таких исследований предполагает геофизическую съемку всей территории памятника, позволяющую получить предварительные сведения о его планиграфии в целом и определить место раскопа для целенаправленного изучения выбранных объектов. В свою очередь, археологическое изучение ключевых участков не только уточняет и верифицирует полученную информацию, но и решает ряд специфических задач: выявление конструктивных особенностей отдельных сооружений, этапов развития и хронологических рамок

существования поселения, определение этнокультурной принадлежности и пр. В дальнейшем интерпретация планировки и структуры памятника основывается главным образом на результатах геофизических измерений [Чича..., 2004]. При таком подходе методы геофизики играют весьма существенную роль, следовательно, методика исследований должна обеспечивать высокую степень достоверности при определении местоположения, границ и структуры археологических объектов.

Геофизические методы широко используются для поиска сооружений, котлованов, ям, печей и других элементов поселений, однако при реконструкции системы укреплений применяются достаточно редко. Наиболее выразительные результаты получены при выявлении погребенных остатков каменных конструкций: фундаментов башен и стен, подземных ходов и других элементов фортификационных сооружений [Слепак и др., 2004; Слукин, 1988; Эпель-

*Исследования выполняются при финансовой поддержке РФФИ (проект № 08-06-00002а).

баум и др., 2006]. С учетом высокой контрастности физических свойств камня по отношению к грунту используется практически весь спектр геофизических методов: электро-, магнито-, сейсморазведка, георадарная съемка и пр. Исследованиям земляных оборонительных сооружений посвящено относительно немного публикаций. При этом в большинстве случаев решается частная задача – определение расположения линий укреплений, которые в настоящее время визуально не прослеживаются, например, засыпанных рвов и сглаженных распашкой валов [Домбровский и др., 1962; Молодин и др., 2001; Скакун, Тарасов, 2000; Тибелиус, 1995]. Спектр используемых геофизических методов не так широк: магнито-, электроразведка и высокочастотное электромагнитное зондирование.

Актуальной задачей для археогеофизики является не только поиск оборонительных сооружений, но и их детальное изучение. В частности, метод электроразведки принципиально позволяет восстановить форму сохранившейся части укреплений, выявить структуру (слоистость/однородность) и оценить состав грунтов. Анализ этих данных предоставит возможность предварительно реконструировать технологию возведения укреплений. В некоторых случаях такая информация позволяет обосновать предположения об относительной хронологии развития поселения и особенностях этнокультурной ситуации. Например, изучение состава валов Яблоновского городища в Белгородской обл. методом электроразведки выявило, что при сооружении одного из валов использовался камень, тогда как остальные состояли только из грунта, укрепленного деревянными конструкциями [Дьяченко и др., 1999]. Это позволило исследователям определить одновременность элементов линии укреплений: система обороны была возведена в скифскую эпоху, а один вал реконструирован в средневековье. Аналогичные по подходу междисциплинарные исследования проводились на городище Луковня в Подмосковье [Станюкович, 1997, с. 24–25]. Электроразведка выявило, что валы поселения раннего железного века сформированы грунтами высокого сопротивления с неоднородной структурой. Как показали последующие раскопки, это суглинок и песок с большим количеством известняковых обломков. Более поздние укрепления – древнерусские – состояли из однородных суглинков низкого сопротивления. Использование электромографии на Знаменском городище дяковской культуры позволило не только реконструировать систему обороны поселения (выявлено два вала, практически не выраженные в рельефе), но и установить форму этих сооружений и технологию возведения (песчаная насыпь на материковом суглинке) [Бобачев и др., 2006]. Безусловно, для определения хронологии

формирования укреплений, выявления их конструктивных особенностей, а также изучения технологии их возведения необходимы раскопки. Однако без геофизического прогноза археологические исследования оборонительных сооружений малоэффективны. Более того, разработка геофизической методики всестороннего изучения этих сооружений создает реальную альтернативу раскопкам при реконструкции системы обороны укрепленных поселений.

Оборонительные сооружения городища Иднакар: основные итоги археологических исследований

Одно из наиболее крупных поселений Прикамья эпохи средневековья – древнеудмуртское городище Иднакар – было основано во второй половине IX в. и существовало на протяжении четырех веков [Иванова, 1998]. За столь продолжительный период оно периодически расширялось, о чем свидетельствует наличие трех разновременных линий оборонительных сооружений (рис. 1). С востока, с напольной стороны, визуально фиксируются два мощных вала: внешний ограничивает площадку, средний делит ее на две примерно равные части. Внутренняя линия укреплений в рельефе не выражена, впервые она была выявлена при раскопках С.Г. Матвеева в 1927–1928 гг. В настоящее время контур внутреннего оборонительного вала восстановлен по данным геофизических измерений. Обобщение результатов археологических исследований позволило наметить следующие этапы эволюции оборонительной системы [Там же, с. 20–27]:

I этап – основание городища и возведение первой линии укреплений – конец IX – начало X в.;

II этап – возведение второй линии укреплений – середина X в.;

III этап – усиление средней и возведение наружной линии укреплений, прекращение функционирования внутренней – середина XI в.;

IV этап – расширение средней и наружной линий укреплений – XII – начало XIII в.

Как показали раскопки, внутренняя линия не реконструировалась за весь период ее существования в качестве оборонительного сооружения. Средняя и внешняя линии укреплений функционировали до XIII в. Их валы отличаются значительной мощностью в результате многократных расширений: выявлено не менее четырех этапов реконструкции среднего вала и два – внешнего. Кроме того, все линии укреплений различаются по технологии их возведения. Раскопки показали, что основу внутреннего вала составляет бревенчатая конструкция из срубов, заполненных плотной, практически однородной глиной (рис. 2). В среднем и внешнем валах таких кон-

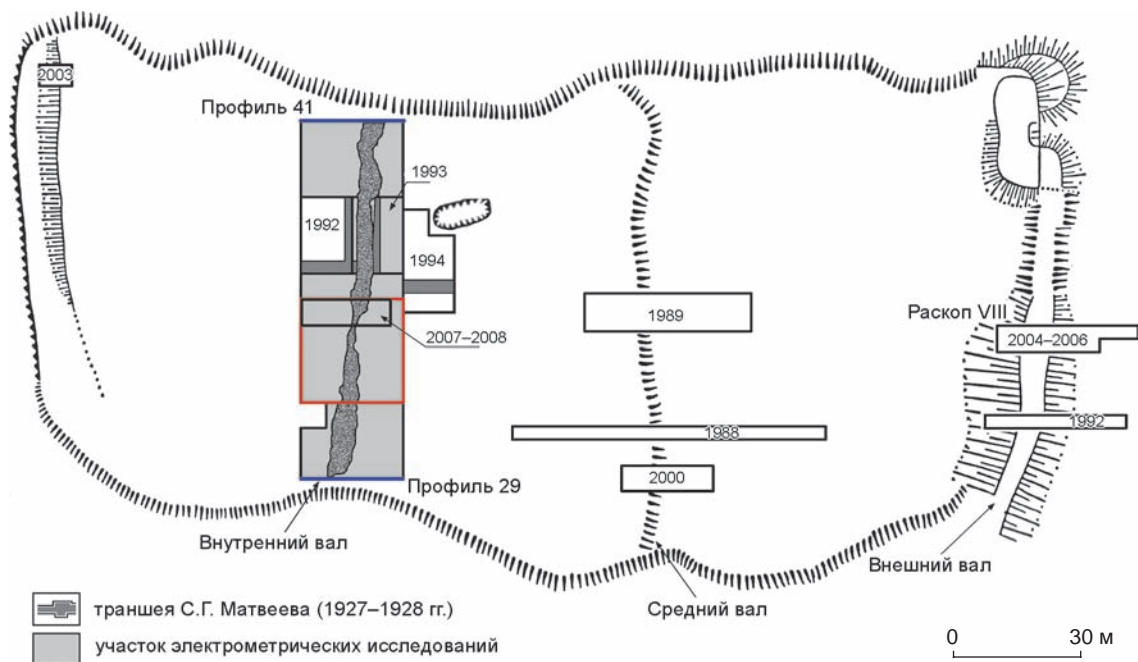


Рис. 1. План городища Иднакар. Расположение участков археологических раскопок оборонительных сооружений и планшета геофизической съемки.



Рис. 2. Нижние венцы срубных конструкций (вид с юга). Городище Иднакар, раскоп 2008 г., внутренний вал, участок У-14 (уровень фиксации -340).

трукций нет. Археологически фиксируются площадки прокаленной глины, остатки плетня и вымостки из бревен, укреплявшие склоны. Оборонительные сооружения отличаются и по форме. В частности, внутренняя сторона внешнего и внутреннего валов близка к вертикальной, а наружная – достаточно пологая. Средний вал покаты с обеих сторон. Кроме того, различен состав грунтов, формирующих массив каждого вала. Внутренний образован из однородной материковой глины, в которой прослеживаются пят-

на темного золистого суглинка и вкраплений светлорусой глины. Иная структура среднего и внешнего валов: в их основании фиксируются мощные слои песка, перекрытые суглинком. Состав грунтов среднего вала отличается значительным разнообразием по сравнению с внешним. Встречаются слои глины, суглинка, песка и участки прокаленной глины, фиксирующие различные этапы подновления. Вызывает интерес то, что структура оборонительных сооружений не одинакова на всем их протяжении. Например, основу центральной части среднего вала (раскопки 1988 и 1989 гг.) составляют слои песка с весьма сложным сочетанием напластований глины и суглинка с различными примесями (гумус, уголь, мергель и пр.), а южной – практически чистая материковая глина, перекрытая глиной с небольшими включениями гумуса (раскопки 2000 г.). Поэтому есть основания полагать, что на различных этапах существования городища население использовало разные строительные приемы.

Таким образом, все три линии защитных сооружений Иднакара значительно отличаются друг от друга по форме, структуре и конструктивным особенностям. Наличие участков, различных по технологии строительства, позволяет предположить, что у населения городища не существовало единого стандарта при возведении земляных оборонительных сооружений. Для выявления всех перечисленных особенностей формирования системы укреплений Иднакара необходимо детальное изучение каждой линии обороны по всей

длине. Методической основой таких исследований может быть комплексное применение методов археологии и геофизики. Следовательно, актуальным направлением является разработка специализированной методики междисциплинарных исследований земляных укреплений. Археогеофизическая составляющая такой методики должна обеспечивать возможность оперативного поиска оборонительных конструкций, не выраженных в рельефе, а также изучение их формы, состава и структуры. Не менее важны методы и технологии интерпретации данных геофизики.

Объекты поиска при геофизических исследованиях

Анализ результатов предварительных археологических исследований позволил сформулировать критерии, необходимые для качественной и количественной интерпретации геофизических аномалий. При раскопках внутренних оборонительных сооружений городища Иднакар установлены параметры насыпи, С.Г. Матвеевым предложена реконструкция в виде ряда срубов, поставленных один к другому и засыпанных плотной красной глиной. Предположительно по верху вала проходил тын, следы которого уничтожены длительной распашкой. При раскопках М.Г. Ивановой в 1993–1994 гг. получены сведения о размерах: ширина основания вала 5,5–6,0 м, высота сохранившейся части насыпи 1,0–1,3 м, ров шириной 7,0–7,8 м углублен в материк на 1,5–1,6 м [1998, с. 22]. Анализ стратиграфии показывает, что верхняя часть вала была скрыта еще во время существования поселения, а ров засыпан – в нижнем слое его заполнения прослеживается слой глины, перемешанной с гумусом, мощностью 0,40–0,50 м (рис. 3). Именно в связи с этим в настоящее время линия оборонительных сооружений в рельефе не выражена. С внутренней стороны благодаря стенкам срубов вал оставал-

ся практически вертикальным, а наружный его склон был достаточно пологим [Там же, с. 20–22]. В соответствии с этим планиграфическая геофизическая аномалия, вызванная внутренним оборонительным валом, вероятно, имеет линейную форму и вытянута в направлении север – юг, ее ширина составляет примерно 5,0–6,0 м.

В процессе раскопок выявлены остатки внутри-валовых конструкций в виде прослоек дерева, ориентированных по линии север–юг вдоль насыпи (см. рис. 2). Характер залегания слоев позволяет предположить, что строители устанавливали на подготовленную поверхность один венец сруба и забутовывали его глиной, получаемой при выборке рва, после чего глину уплотняли и устанавливали следующий венец; в дальнейшем операция повторялась. Об этом свидетельствуют стратиграфические данные: внутри сруба прослойки практически чистой материковой коричневой глины мощностью 0,10–0,15 м перемежаются тонкими прослойками серого суглинка – палеопочвы. После сооружения основы вала была осуществлена отсыпка его внешнего и внутреннего склонов плотной красно-коричневой глиной. Следовательно, внутренний вал состоял из достаточно однородной, плотно утрамбованной глины и существенно отличался по составу и структуре от культурного слоя (крайне неоднороден – аморфный темный гумус, в различной степени насыщенный линзами и прослойками прокаленной глины, угля, золы, супеси, древесного тлена и пр.). Это определяет существенный контраст удельного сопротивления массива вала и грунта в межжилищном пространстве. Вероятно, абсолютная величина данного показателя грунта на участке городища, содержащем вал, должна быть 20–40 Ом · м. Оценка удельного сопротивления различных грунтов, составляющих культурный слой, приведена в изданиях, посвященных археогеофизическим исследованиям (см., напр.: [Слукин, 1988, с. 46–48]).

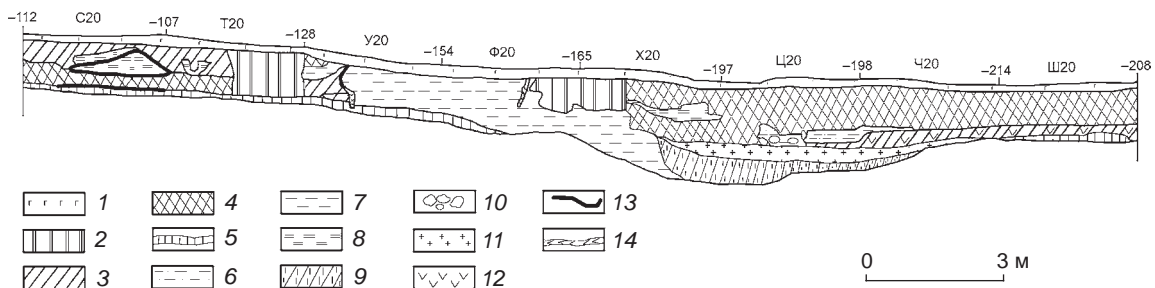


Рис. 3. Разрез внутренней линии оборонительных сооружений по материалам раскопок 1992–1994 гг. (вид с юга).

1 – дерново-пахотный слой; 2 – перекоп, насыпной слой; 3 – листовая супесь; 4 – темный гумус; 5 – погребенная почва; 6 – глина с песком; 7 – глина; 8 – обожженная глина; 9 – плотный суглинок с гумусом; 10 – камни; 11 – рыхлый слой глины с гумусом; 12 – уголь; 13 – углистые прослойки; 14 – деревянные конструкции.

Методика геофизических исследований земляных оборонительных сооружений: основные положения и этапы работ

При изучении земляных укреплений методом электро-разведки использованы основные элементы методики комплексных геофизических исследований культурного слоя [Журбин и др., 2007]. В этом случае археогеофизика позволяет реконструировать планиграфию и стратиграфию оборонительных сооружений. На основе результатов «планиграфических» измерений (электропрофилирование) производится оценка изменения контура вала и рва в горизонтальной плоскости, параллельной современной поверхности. Если укрепления не выражены в рельефе, интерпретация этих данных позволяет установить их местоположение, а также предварительно определить глубину залегания объектов. При «стратиграфических» геофизических измерениях (электротомография) строятся вертикальные сечения оборонительных сооружений. Геоэлектрические разрезы позволяют оценить структуру напластований и форму изучаемых объектов. С точки зрения представления информации, наблюдается прямая аналогия с набором стратиграфических разрезов вдоль бровок археологического раскопа. Обязательным условием проведения комплексных измерений является единая координатная сетка археолого-геофизических исследований. Оптимальный способ представления полученных результатов – пространственная модель археологического объекта по геофизическим данным.

Важным элементом методики интерпретации является обоснованный выбор участка геофизических исследований. Первоначально комплексные измерения проводятся на небольшой площади вблизи раскопов предыдущих лет. Сведения о пространственных характеристиках вала и рва, составе грунтов используются для оценки корректности предварительной геофизической реконструкции. Дальнейшие исследования связаны с раскопками ключевых участков линии обороны, которые выявлены по геофизическим данным. При этом предполагается изучение не только самих оборонительных сооружений, но и территории, непосредственно примыкающей к линии укреплений. Такая проверка археогеофизических реконструкций позволит создать эталоны для выявления различных типов напластований по геофизическим данным. Это обеспечивает верификацию методики определения формы, размеров и структуры оборонительных сооружений.

Следующий этап предполагает геофизическое исследование укреплений в целом, которое проводится на основе разработанной методики. Целью работ является построение трехмерной модели всей линии оборонительных сооружений (восстановление формы и геомет-

рических характеристик), а также выявление участков с различной структурой вала и рва (анализ состава и особенностей расположения напластований).

Комплексные исследования оборонительных сооружений городища Иднакар

Апробация методики археолого-геофизических исследований осуществлена при изучении внутренней линии укреплений городища. На первом этапе было проведено картирование центральной части поселения методом электротометрии (площадное электропрофилирование). По результатам анализа контура, расположения и амплитуды выявленных аномалий, внутреннему оборонительному валу соответствует область низкого сопротивления линейной формы, ориентированная в направлении север – юг (см. рис. 1). Основным результатом данной стадии работ является определение местоположения и конфигурации внутренней линии укреплений городища: вал пересекает всю площадку городища Иднакар; с севера и юга оборонительные сооружения ограничены современными склонами холма. С внешней стороны вала зафиксировано несколько врезок, которые, по-видимому, связаны с поздней деятельностью жителей городища. В частности, наличие одной врезки в массиве вала подтверждено раскопками, проведенными в 1993 г. после завершения электротометрических исследований [Иванова, 1998, рис. 4]. Необходимо отметить, что форма в плане и удельное сопротивление аномалии, соответствующей валу, хорошо согласуются с предварительными предположениями.

Следующий этап заключался в проведении комплексных геофизических измерений – электропрофилирования и электротомографии. Главная задача – определение геометрических параметров объекта и его формы. Исследования проведены по всей длине внутренней линии укреплений городища Иднакар. Однако наибольший интерес, с точки зрения анализа системы оборонительных сооружений поселения, вызывает резкое сужение вала в центральной части этой линии укреплений (см. рис. 1, граница участка показана красным цветом). По результатам площадного электропрофилирования (рис. 4) однозначно выделяются границы оборонительного вала (линии Т–Ф). Очевидно, вал частично разрушен. В северной и южной частях планшета геофизической съемки его ширина составляет 4,5–5,0 м, а в центре не превышает 1,5 м. Вероятны разрушения вершины вала (кв. Т9–Т8, Т13–Т11 и Т14–У14). Последующие измерения методом электротомографии подтвердили данные предположения. Исследования проведены по системе параллельных профилей, ориентированных по линии запад–восток, поперек обо-

Рис. 4. Планиграфия центрального участка внутренней линии оборонительных сооружений по результатам электропрофилирования. Расположение профилей 2, 4 и 7.

ронительных сооружений (всего 41 геоэлектрический разрез, расстояние между смежными профилями 1,5 м). В статье приведены геоэлектрические разрезы только по трем профилям (их расположение показано на рис. 4), наиболее контрастно отражающим изменение формы вала и рва (рис. 5). Геофизические разрезы позволили выявить причины возникновения искажений «планиграфической» аномалии вала. При «стратиграфических» исследованиях восстановлена своеобразная форма вала – близкая к вертикальной внутренняя сторона и ступенчатообразная внешняя (рис. 5, а, б). Участок, расположенный в центральной части этой линии укреплений (см. рис. 4; 5, в), разрушен в боль-

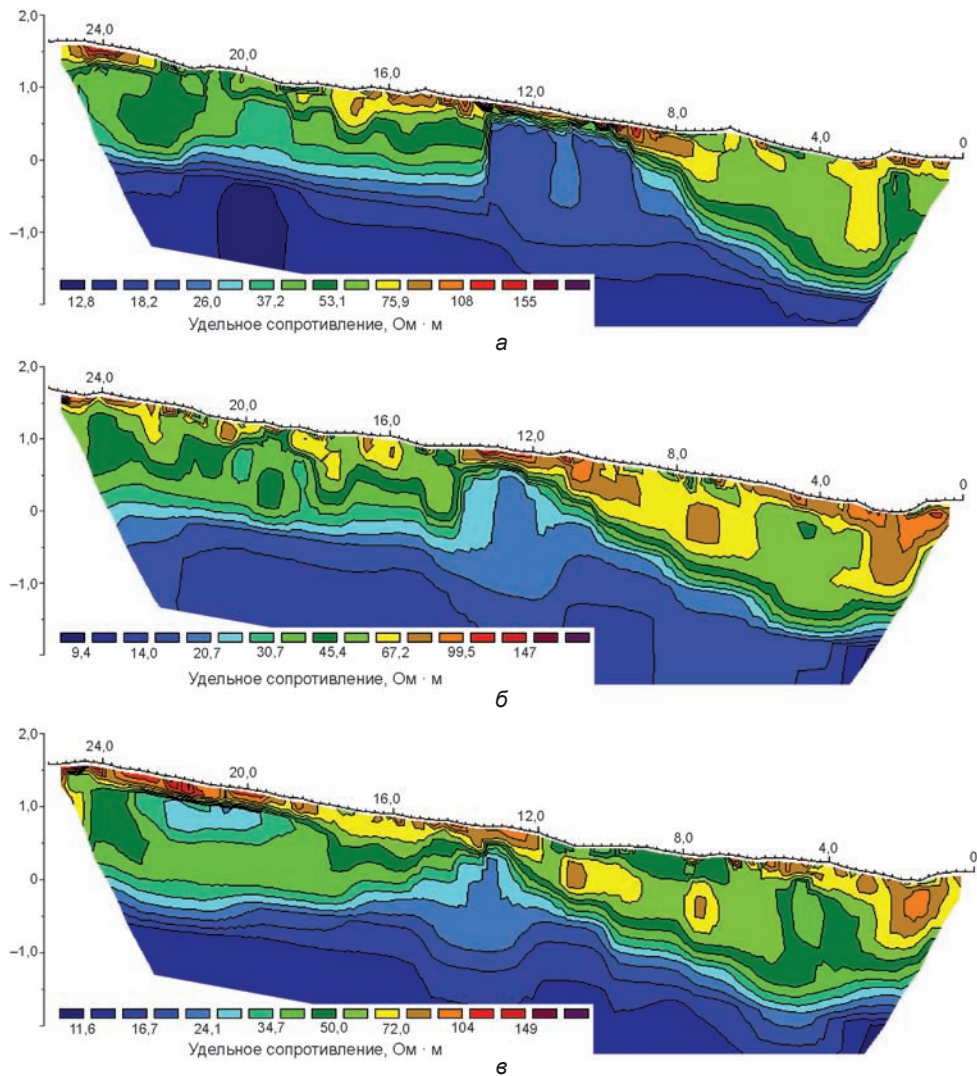
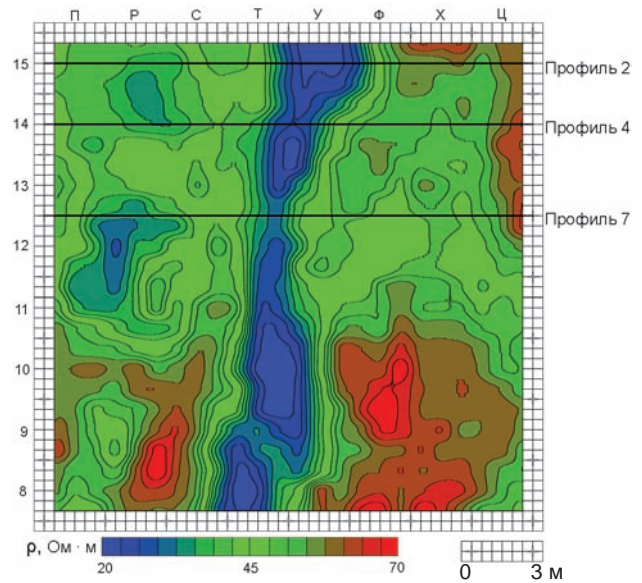


Рис. 5. Электротомография участка внутренней линии оборонительных сооружений (вид с юга). а – профиль 2; б – профиль 4; в – профиль 7.

шей степени. Очевидно, что такое существенное изменение геометрических характеристик сохранившегося основания вала и определяет «разрывы» и «сужения» аномалии на «планиграфической» геофизической карте. Пространственные параметры рва внутренней линии оборонительных укреплений хорошо реконструируются на «стратиграфических» разрезах. При этом возникает возможность оценить не только его ширину, но и глубину, а также особенности заполнения. В центральной части внутренней линии укреплений ров практически засыпан глиной, вероятно срезанной с вала. Наиболее контрастно эта особенность фиксируется на геоэлектрическом разрезе по профилю 7 (см. рис. 5, в). Следовательно, экспериментальные исследования показали, что «планиграфические» карты и «стратиграфические» разрезы взаимно дополняют друг друга. Сравнительный анализ позволяет уточнить геометрические параметры объектов и повысить достоверность реконструкции их формы.

Безусловно, такая интерпретация носит предварительный характер. Для уточнения геофизического прогноза необходимы раскопки. Именно поэтому третий этап связан с археологическим изучением ключевых участков. Это позволяет соотнести наблюдаемые аномалии с реальными объектами и создать эталоны аномалий, вызванных различными грунтами. Раскопки исследованного участка проводились в 2007–2008 гг. (см. рис. 1). На рис. 6, а и 7, а контур вала по результатам этих раскопок показан красным цветом. Сравнение данных археологии и геофизики показало, что конфи-

гурация геоэлектрических аномалий хорошо согласуется с реальной формой насыпи вала.

Не менее важным результатом третьего этапа междисциплинарных исследований является нахождение соответствия между различными грунтами и уровнем зарегистрированного удельного сопротивления. Иными словами, при прямом сравнении геофизической карты с археологическими разрезами определяется диапазон изменения сопротивления, соответствующий каждому из выделенных объектов и слоев. Границы диапазонов созданной шкалы позволяют оценить уровень сопротивления, маркирующий границы различных составляющих культурного слоя на данном памятнике. Применительно к описанным исследованиям диапазон изменения сопротивления насыпи вала хорошо согласуется с предварительными предположениями – 20–40 Ом · м. Кроме того, на геоэлектрических разрезах вал выявляется как достаточно однородный по структуре массив, что совпадает с результатами раскопок. При этом на всех полученных геофизических профилях его насыпь выявляется аналогичным образом. В качестве примера приведены два геоэлектрических разреза, соответствующие северной и южной оконечностям внутренней линии оборонительных сооружений, – профили 41 и 29 соответственно (см. рис. 1, 8). Таким образом, анализ результатов раскопок позволил оценить корректность реконструкции формы, геометрических параметров и структуры внутреннего вала по материалам электроразведки. Поскольку ко-

ординатная сетка при раскопках и геофизической съемке совпадала, возникла возможность прямого сравнения полученных данных по стратиграфии и планиграфии культурного слоя. Сопоставление показало, что комплексные электрометрические исследования обеспечивают высокую точность при реконструкции формы сохранившегося основания вала, а также при определении размеров объектов и выявлении границ напластований.

Заключительным этапом комплексных исследований является реконструкция оборонительных сооружений. Пространственная модель фрагмента укреплений, построенная на основе геофизических разрезов, наглядно демонстрирует особенности формы вала и рва (рис. 9, а). По данным, полученным в ходе раскопок этого участка внутренней линии обороны, была создана модель только вала (рис. 9, б), т.к. раскопки рва не завершены. Таким образом, разработанный подход дает возможность более наглядно представить результаты археологических и геофизических исследований, а также обеспечивает удобство их анализа. Кроме того, построение пространственной модели всей ли-

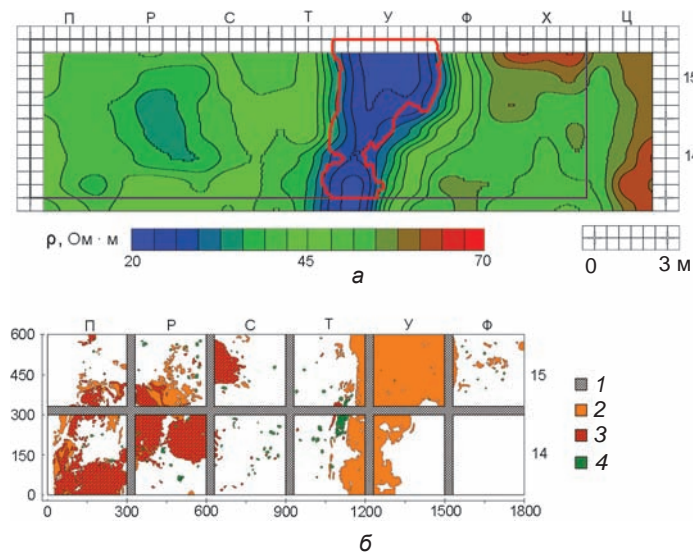


Рис. 6. Результаты междисциплинарных исследований на территории раскопа 2007–2008 гг. (планиграфия).

а – карта распределения сопротивления; б – сводный план расположения слоев глины, прокаленной глины и камней.

1 – консервация; 2 – глина различных оттенков; 3 – прокаленная глина; 4 – камень.

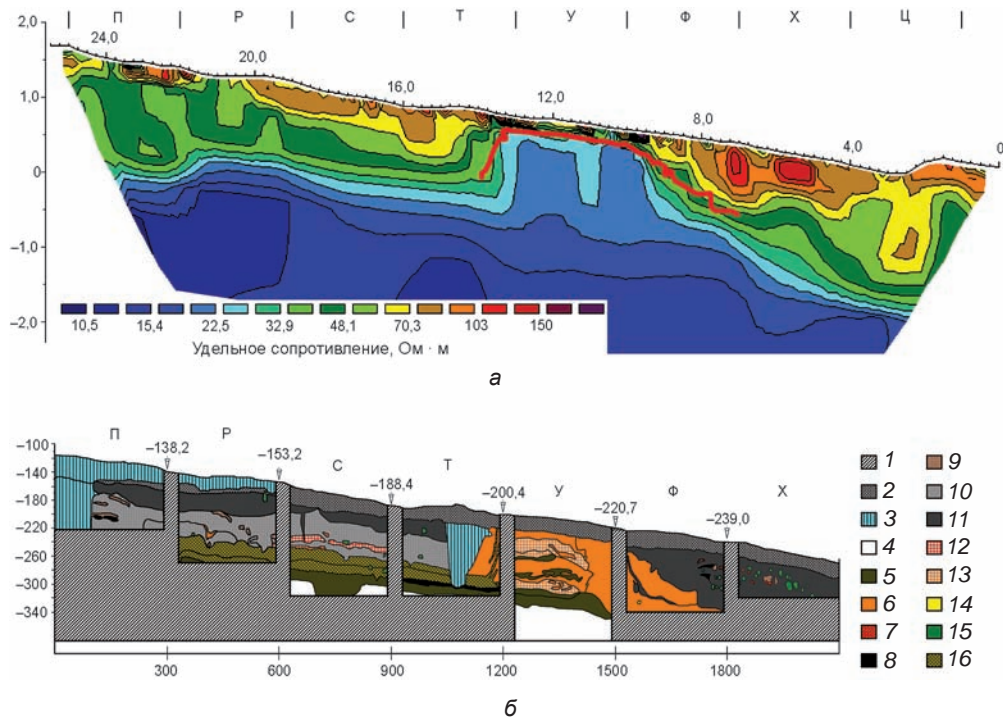


Рис. 7. Результаты междисциплинарных исследований на территории раскопа 2007–2008 гг. (стратиграфия).

а – геоэлектрический разрез по профилю 1 (вид с юга); б – линия 15, профиль северной стенки.

1 – консервация; 2 – пахотный слой; 3 – перекоп; 4 – материк; 5 – серый суглинок; 6 – глина различных оттенков; 7 – прокаленная глина; 8 – уголь; 9 – зола; 10 – светло-серый золистый легкий суглинок; 11 – темно-серый золистый средний суглинок; 12 – глина с содержанием гумуса; 13 – глина различных оттенков с включениями гумуса, угля; 14 – фрагменты дерева; 15 – камень; 16 – бурый гумус.

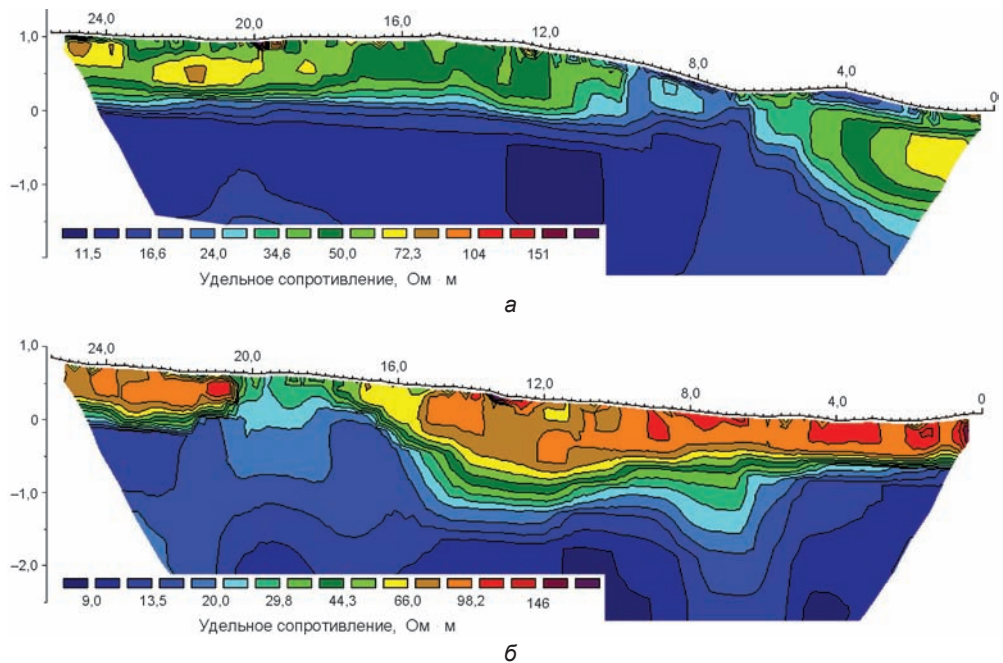


Рис. 8. Электротомография участка внутренней линии оборонительных сооружений (вид с юга). а – профиль 41; б – профиль 29.

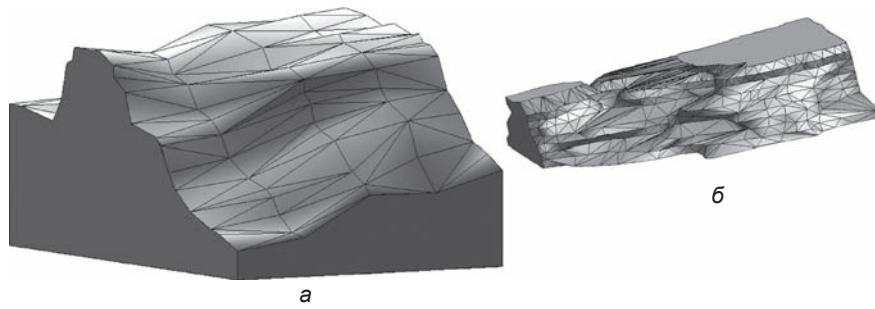


Рис. 9. Фрагмент пространственной модели внутренней линии оборонительных сооружений городища Иднакар (участок П–Ц/14–15).
а – по геофизическим данным; б – по результатам археологических раскопок.

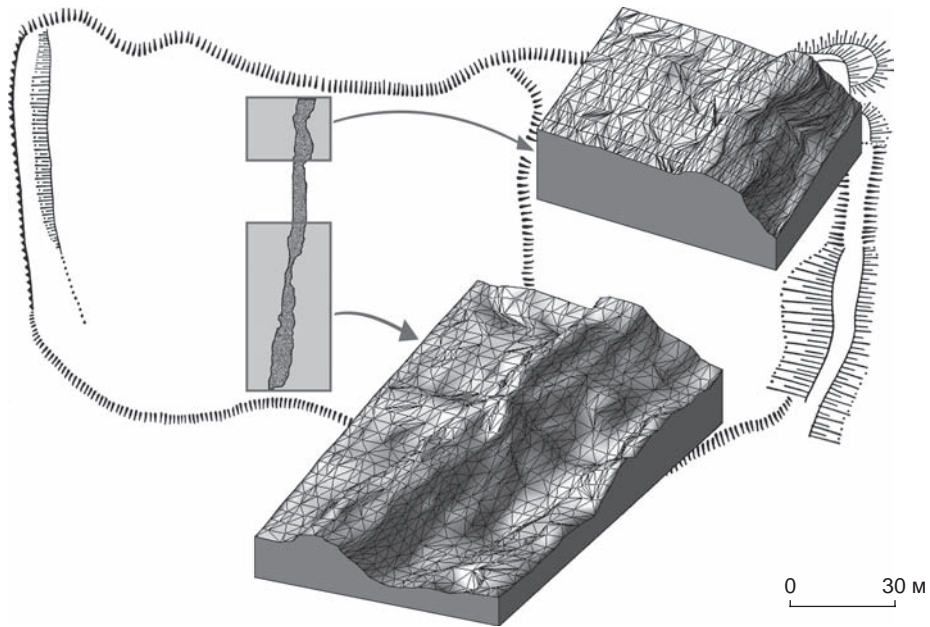


Рис. 10. Пространственная модель внутренней линии оборонительных сооружений по геофизическим данным.

нии оборонительных сооружений по геофизическим данным (рис. 10) позволяет восстановить исходную форму объектов, не искаженную поздними наносами и современными почвенными отложениями.

Исходя из результатов археолого-геофизических исследований внутренней линии оборонительных сооружений городища Иднакар, можно предположить, что вал представлял собой достаточно однородный массив глины длиной не менее 84 м. В целом форма вала в профиле на всем его протяжении практически неизменна: близкая к вертикальной внутренняя сторона и пологий наружный склон. На разрушенных участках (врезки с внешней стороны вала) ров практически полностью заполнен глиной, вероятно срезанной при позднем выравнивании этой линии укреплений.

Заключение

Анализ результатов междисциплинарных исследований внутренней линии укреплений городища Иднакар показал эффективность методики реконструкции формы, размеров и структуры археологических объектов по геофизическим данным. К достоинствам предложенного подхода можно отнести возможность оперативного поиска оборонительных сооружений, не выраженных в рельефе, и, следовательно, определения конфигурации и размеров поселения на различных этапах его развития. Дальнейшие исследования позволяют оценить форму и структуру земляных укреплений по результатам геофизических измерений, что дает возможность установить этапы и технологию возведения этих укреплений. Кроме того, трехмерная

модель оборонительных сооружений на всем их протяжении обеспечивает наглядность анализа системы обороны укрепленных поселений. Эффективность метода основана на комплексном использовании археологических и геофизических данных.

Список литературы

- Бобачев А.А., Горбунов А.А., Модин И.Н., Шевнин В.А.** Электротомография методом сопротивлений и вызванной поляризации // Приборы и системы разведочной геофизики. – 2006. – № 2. – С. 14–17.
- Домбровский К., Стопиньский П., Ступницкая Е.** Исследование археологических памятников методом определения величины электросопротивляемости грунта // СА. – 1962. – № 3. – С. 105–115.
- Дьяченко А.Г., Погорелов Ю.С., Семушев М.И.** Археолого-геофизические исследования Яблоновского городища в лесостепном Приосколье // Археология Центрального Черноземья и сопредельных территорий: тез. докл. науч. конф. – Липецк: Липец. гос. пед. ин-т, 1999. – С. 159–165.
- Журбин И.В., Бобачев А.А., Зверев В.П.** Комплексные геофизические исследования культурного слоя археологических памятников (городище Иднакар, IX–XIII вв.) // Археология, этнография и антропология Евразии. – 2007. – № 2(30). – С. 114–124.
- Иванова М.Г.** Иднакар: Древнеудмуртское городище IX–XIII вв. – Ижевск: Удмурт. ин-т истории, языка и литературы УрО РАН, 1998. – 294 с.
- Молодин В.И., Парцингер Г., Гаркуша Ю.Н., Шнеевайс Й., Бекер Х., Фассбиндер Й., Чемякина М.А., Гришин А.Е., Новикова О.И., Ефремова Н.С., Манштейн А.К., Дядьков П.Г., Васильев С.К., Мыльников Л.Н., Балков Е.В.** Археолого-геофизические исследования городища переходного от бронзы к железу времени Чича-1 в Барабинской лесостепи: Первые результаты Российской-Германской экспедиции // Археология, этнография и антропология Евразии. – 2001. – № 3(7). – С. 104–127.
- Скакун Н.Н., Тарасов В.А.** Результаты применения магниторазведки и капаметрии при исследовании поселения трипольской культуры Бодаки // Археологические вести. – 2000. – Вып. 7. – С. 60–69.
- Слепак З.М., Нугманова Г.Г., Гилязов И.И.** Прогнозирование сохранившихся остатков древних строений по данным электромагнитного зондирования территории исторического центра г. Казани // Археология и естественные науки Татарстана. – Казань: Изд-во Ин-та истории АН РТ, 2004. – Кн. 2. – С. 26–43.
- Слукин В.М.** Неразрушающие методы исследования памятников архитектуры. – Свердловск: Изд-во Урал. гос. ун-та, 1988. – 220 с.
- Станюкович А.К.** Основные методы полевой археологической геофизики // Естественно-научные методы в полевой археологии. – М.: Ин-т археологии РАН, 1997. – Вып. 1. – С. 19–42.
- Тибелюс В.Я.** Результаты геофизических исследований на Аркаиме // Россия и Восток: проблемы взаимодействия: мат-лы конф. – Челябинск: Челяб. гос. ун-т, 1995. – Ч. 5, кн. 2. – С. 184–193.
- Чича** – городище переходного от бронзы к железу времени в Барабинской лесостепи / В.И. Молодин, Г. Парцингер, Ю.Н. Гаркуша, Й. Шнеевайс, А.Е. Гришин, О.И. Новикова, М.А. Чемякина, Н.С. Ефремова, Ж.В. Марченко, А.П. Овчаренко, Е.В. Рыбина, Л.Н. Мыльникова, С.К. Васильев, Н. Бенек, А.К. Манштейн, П.Г. Дядьков, Н.А. Кулик. – Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2004. – Т. 2. – 336 с. – (Материалы по археологии Сибири; вып. 4).
- Эпельбаум Л.В., Хесин Б.Э., Иткис С.Е.** Особенности геофизических исследований на археологических объектах Израйля // РА. – 2006. – № 1. – С. 59–70.

Материал поступил в редколлегию 07.04.09 г.