

Проблема поиска и идентификации археологических объектов, особенно не выраженных в рельефе дневной поверхности, стоит достаточно остро. Как показала последняя инвентаризация археологических памятников, только в Новосибирской области более 50% всех объектов полностью или частично подверглись разрушению из-за распашки мощной техникой и другой хозяйственной деятельности человека. Как правило, в таких условиях границы поселенческих комплексов можно установить лишь весьма условно по шлейфу подъемного материала из разрушенного слоя, а распаханные курганы и грунтовые могильники практически недоступны для визуальной фиксации. Кроме того, поиск археологических объектов там, где культурный слой перекрыт мощными аллювиальными, золовыми и другими отложениями, всегда затруднен.

Описанные трудности в ряде случаев можно преодолеть с помощью метода электромагнитного индукционного частотного зондирования, который и реализован в аппаратуре ЭМС. Этот метод, при соответствующей реализации и обработке полевого материала, позволяет судить о распределении удельной электропроводности грунта. Для археологических памятников характерен контраст электропроводности различных фракций грунта, остатков человеческой деятельности, изменений верхнего слоя почвы из-за техногенного вмешательства и т.п. Поэтому, применение ЭМС для решения задач археологии весьма резонно.

Наиболее продолжительными и одними из самых ярких по результатам стали совместные работы Института геофизики СО РАН и Института археологии и этнографии СОРАН при изучении возможностей ЭМС в археологии. Основная часть работ проводилась в 2000–2002 гг.

Городище Чича-1 расположено в Южной Барабе на берегу оз. Малая Чича (Здвинский р-н Новосибирской области). Памятник открыт В. А. Захом. В 1979 г. он исследовался В. И. Молодиным. Раскопками были вскрыты жилище переходного времени от эпохи бронзы к раннему железу и часть межжилищного пространства. В 1999 г. в рамках российско-германских работ, немецкими геофизиками была проведена магнитометрическая градиентная съемка, в результате чего на пашне были выявлены новые системы укреплений, жилые и производственные площадки, составляющие единый комплекс с рельефно видимым городищем и превосходящие его по площади не менее чем в 5 раз [6]. Примененный метод имеет высокую производительность, однако он не дает информации об изменении свойств грунта с глубиной, сильно зависит от сложности рельефа и неустойчив к помехам. Аппаратурно-программный комплекс ЭМС, напротив, обладает всеми этими качествами. Поэтому он был привлечен для детального исследования отдельных участков городища, где магнитные карты не дали достаточной информации. Далее будут освещены некоторые результаты этих работ.

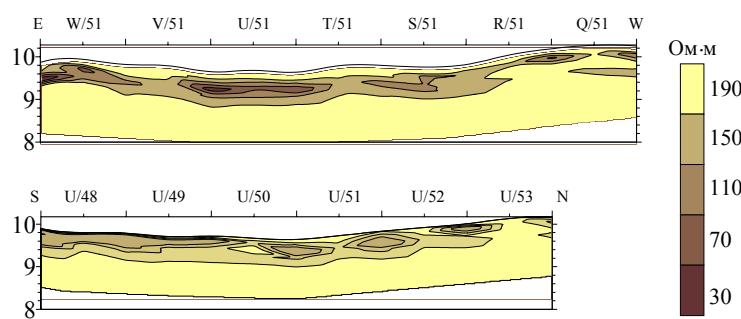


Рис. 3.

На территории предполагаемого раскопа № 2, расположенной на нераспаханной части городища, было выполнено электромагнитное индукционное частотное зондирование на площади 168 м<sup>2</sup> [2,3]. Работы производились на шести частотах: 285.7, 200.0, 125.0, 90.9, 47.6, 22.2 кГц. Шаг между пунктами зондирований - 1 м. Получено 14 геоэлектрических разрезов, которые отражают пространственное распределение удельного сопротивления. При этом четко идентифицируется граница заполнения котлована жилища и материкового суглинка. Фиксируются наиболее крупные неровности пола жилища. После привязки по глубине и ввода данных геодезической съемки, впервые при использовании аппаратуры ЭМС были построены разрезы с учетом рельефа дневной поверхности.

На рис. 3 представлены геоэлектрические разрезы, выполненные на местах предполагаемых контрольных бровок раскопа №2. На разрезах по оси ординат отложены пункты привязки. На вертикальной оси отложены значения глубин в метрах по единой геодезической привязке памятника. На разрезах видны контрастные по удельному электрическому сопротивлению структуры. Построение выполнено по пяти равномерным градациям сопротивления. Темным цветом обозначены части среды, имеющие малые сопротивления, светлым выделены места, где грунт имеет наиболее высокое удельное сопротивление.

Наряду с разрезами, были построены карты распределения удельного сопротивления на различных глубинах. На рис. 4 они представлены на четырех горизонтах и характеризуют изменение распределения сопротивления с глубиной. На нижней карте построения совпадают с полученными впоследствии данными плана раскопа. Центральное жилище имеет четкий контур и отделяется от соседних построек.

Участок будущего раскопа № 8 с сильным изменением рельефа позволил произвести замеры лишь аппаратурой ЭМС [4]. Измерения выполнялись по профилю длиной в 20 м через 1 м. При построении разреза применены данные по реальной компоненте э.д.с. на частотах 2.5 -243 кГц. Измеренные сигналы нормированы на

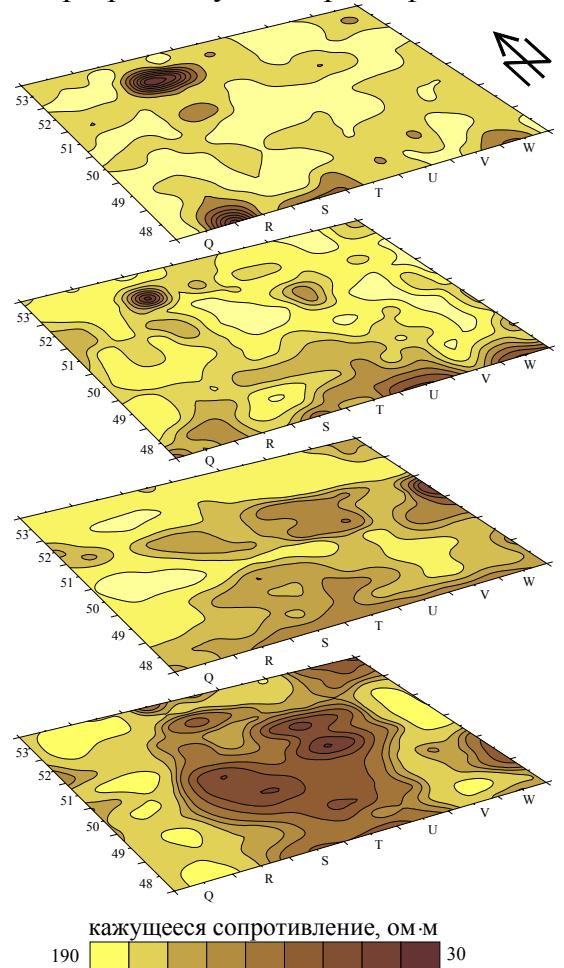


Рис. 4.

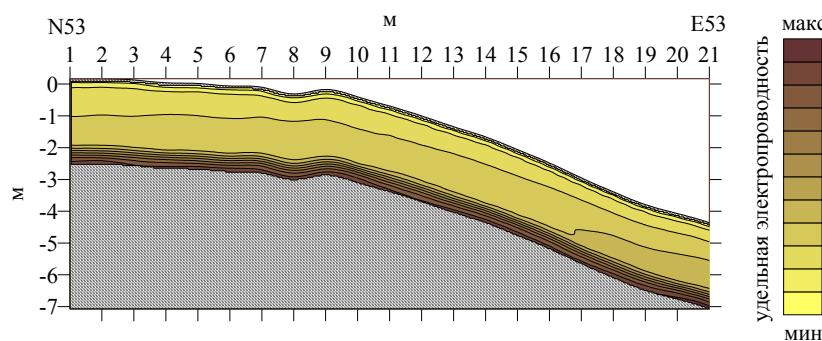


Рис. 5.

соответствующий ток и квадрат величины рабочей частоты. В области низких частот измеренные

сигналы пропорциональны удельной электрической электропроводности грунта. Вертикальный масштаб построения привязан к известной глубине залегания кровли глинистых отложений, которая здесь располагается на глубине не более 1 м.

Полученный геоэлектрический разрез вдоль центральной линии раскопа, пересекающий линию берегового уклона, хорошо отражает расположение водоносных слоев, отличающихся повышенной электропроводностью (рис. 5). Хорошо читается граница между почвенным слоем и подстилающей глинистой толщей. Видно несогласное залегание ее границы и дневной поверхности. Правая часть построения осложнена вклинивающимся пластом обводненной породы. Это связано с близостью этой части разреза к берегу озера Малая Чича и проявлением эффекта капиллярной каймы, свойственной песчано-глинистым отложениям в которых обводненность проявляется выше уровня зеркала воды более чем на 1 м.

Дополнительно геофизическими методами был исследован резервный участок площадью 160 м<sup>2</sup>, расположенный в северной части городища, площадь которого должна была быть раскопана в 2002 г [4]. На рис.6 приведен монтаж трех наиболее выразительных из 14 карт, построенных на основе площадного зондирования аппаратурой ЭМС. Зондирование выполнялось на квадратной сетке с шагом 1 м. Карты отражают характер распределения кажущейся удельной электропроводности на различных глубинах, соответствующих частоте зондирования. С понижением частоты глубина увеличивается. Нумерация на картах соответствует номеру пикета.

Предположительно на этом участке находились древний ров и котлован жилища. На картах визуально выделяются оба объекта. На нижней карте соответствующей частоте 20.5 кГц как ров, так и жилище проявляются нечетко. На средней же карте (27.9 кГц) хорошо проявляется ров, а котлован жилища все еще размыт. На верхней карте (41,0 кГц) изображение рва отчасти исчезает, но более четко выявляются контуры жилища. То, что ров и жилище отчетливо проявляются на разных частотах, объясняется различной глубиной их залегания. Полученные материалы позволили скорректировать будущий раскоп.

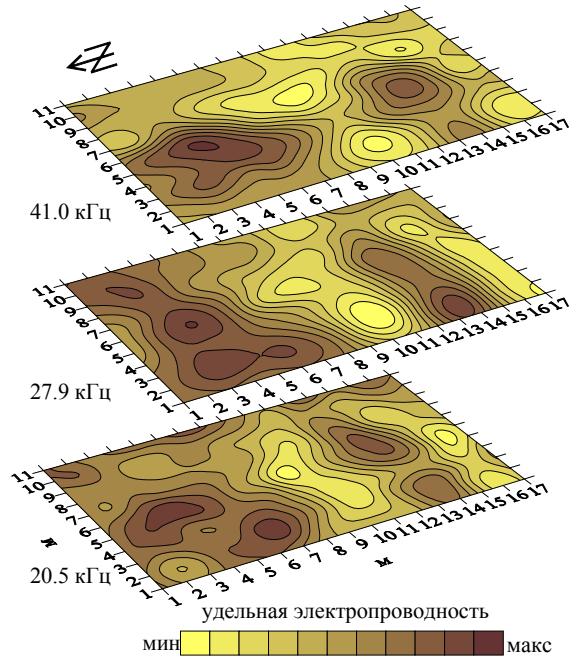


Рис. 6.

Площадка будущего раскопа №7 характеризуется изменчивым рельефом. Поэтому, на карты магнитной съемки очень нечеткие. Для корректировки планируемого раскопа были

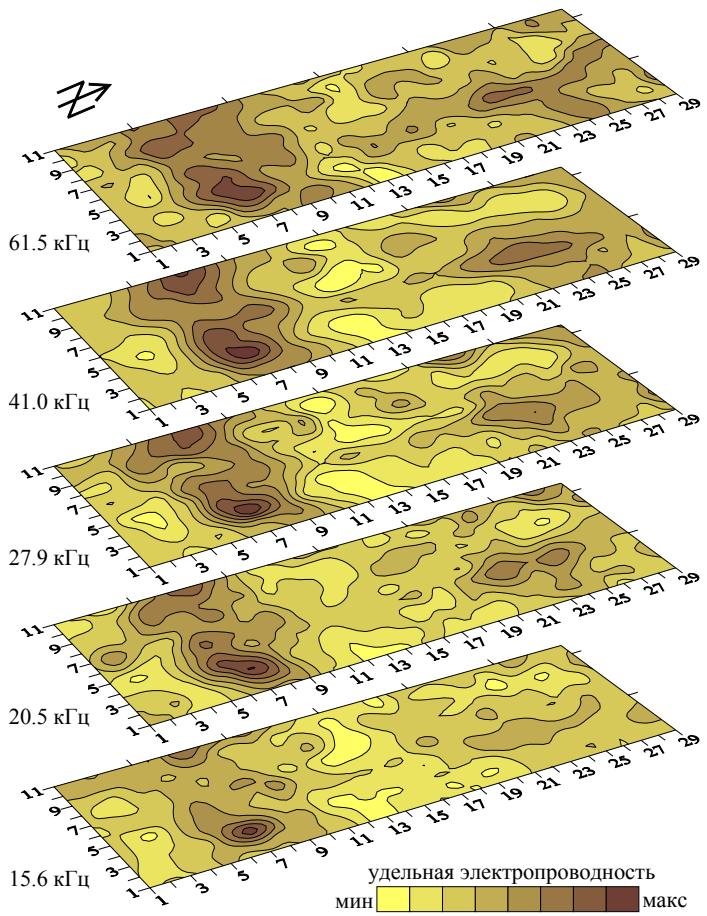


Рис. 7.

проведены зондирования на площади  $280 \text{ м}^2$  [4]. Рис. 7 иллюстрирует квази-трехмерное распределение кажущейся удельной электропроводности. По этим данным легко определить местоположения рва (в левой части карт) и котлована жилища (в правой части). Таким образом, удалось скорректировать границы раскопа с учетом котлована сооружения, примыкающего с севера к фортификационной системе.

На участке предполагаемого раскопа, по магнитограмме 1999 г. также была видна небольшая аномалия, по очертаниям которой невозможно идентифицировать археологический объект. По результатам частотного электромагнитного зондирования были построены карты подповерхностного расположения исследуемого объекта на разных частотах [5]. На рис. 8 представлена карта исследуемого участка на частоте  $12.4 \text{ кГц}$  и разрез по линии АВ. В центре участка отчетливо видна аномалия с повышенной электропроводностью, примыкающая к близкому по сопротивлению участку в юго-западном углу. До археологического вскрытия эту аномалию можно было охарактеризовать как сооружение, примыкающее к углу жилища. Раскопом, разбитым с учетом данных геофизического картирования, была вскрыта отдельная камера № 15 А, соединенная нешироким коридором с угловой частью сооружения № 15.

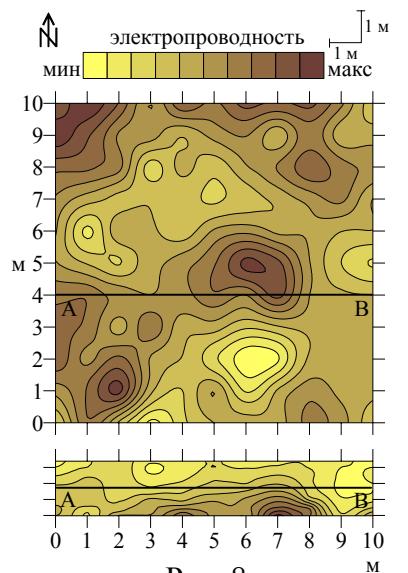


Рис. 8

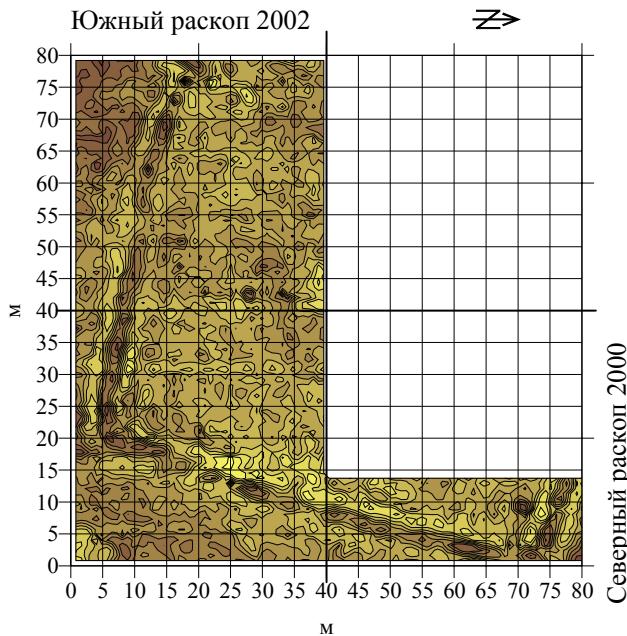


Рис.9.

проявляются такие структуры, как ров и частокол (Рис. 9). Эти исследования позволили получить планиграфию укреплений острога задолго до проведения широкомасштабных археологических раскопок. К сожалению, на исследованной части не удалось выделить остатки башенных укреплений и церкви. Это по-видимому связано либо с отсутствием контраста по электропроводности, либо с неполнотой съемки.

Археологический памятник, представляющий собой древний курган, расположен вблизи селения Ташелка в Самарской области. Частичное вскрытие верхней части кургана выявило линейно расположенные захоронения в виде бревенчатых срубов (размером  $2 \times 2$  м<sup>2</sup>, глубина залегания 0.5 – 1 м).

Аппаратурой ЭМС была исследована часть кургана – участок площадью 270 м<sup>2</sup>. Построенные карты распределения удельной электропроводности позволили определить расположение захоронений на склоне кургана. В левых нижних частях карт на всех частотах (5.1 – 20.5 кГц) отчетливо проявляется возвышенная часть кургана. Сами же не глубоко залегающие захоронения проявляются только на средних картах (частоты 12.3 и 15.6 кГц). Этого оказалось достаточно для определения местоположения захоронений и структуры кургана без его вскрытия.

Умревинский острог был основан в 1703 на восточном берегу Оби чуть выше впадения реки Умревы для охраны русских поселений на южной границе Томского уезда от набегов кочевников.

Имеющиеся описания, утверждают, что острог представлял собой четырехугольник, обнесенный деревянным частоколом с двумя башнями и церковью.

Для определения и уточнения расположения сооружений на территории острога было проведено электромагнитное частотное зондирование участка размером 3760 м<sup>2</sup>. Были получены распределения кажущейся удельной электропроводности на различных глубинах. На карте, полученной на частоте 111.1 кГц, отчетливо

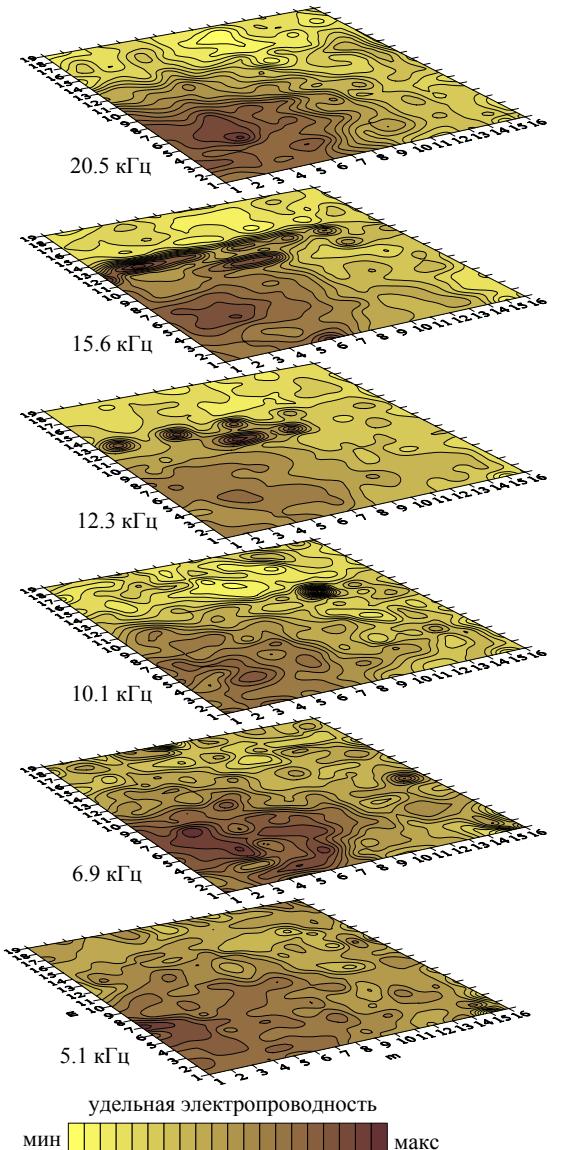


Рис. 10.

Археологический памятник на территории парка «Вилла Демидова» вблизи г. Флоренция (Италия) представляет собой погребенные остатки средневековых построек. Одно из зданий было снесено в конце XIX века. Остатки фундамента были перекрыты глиной, а за прошедшее время на этом месте естественным путем накопился почвенный

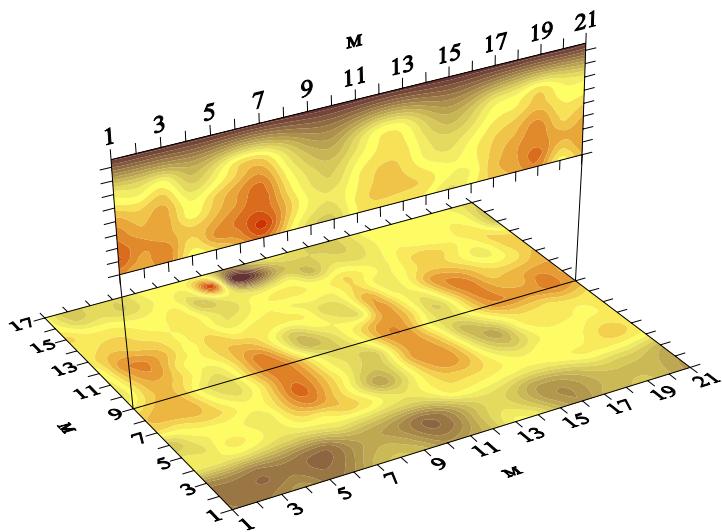


Рис. 11.

слой. Администрация заповедника «Вилла Демидова» поставила задачу по детальной разведке остатков стен и фундамента.

Задача выполнялась итальянскими геофизиками с применением методов вертикального электрического зондирования (ВЭЗ, 24-канальная аппаратура IRIS), частотного зондирования (аппаратура GEM-300) и георадара. На рассматриваемом участке был проложен профиль ВЭЗ, выявивший три положительные аномалии кажущегося сопротивления. Наиболее ярко выраженная из этих аномалий видна также и на радарограмме.

Участок площадью 320 м<sup>2</sup> был также исследован и аппаратурой ЭМС [8]. На картах, наиболее выразительная из которых приведена на рис. 11, присутствуют три ярко выраженные протяженные аномалии. Разрез, построенный по тому же профилю по данным ЭМС, не только отразил все аномалии, но также и их геометрическую форму. На разрезе видно, что аномалии вытянуты по вертикали, что соответствует форме стен.

Последующее вскрытие (проиллюстрировано на фотографиях) наиболее ярко выраженной аномалии показало наличие на глубине 30 см каменно-кирпичной кладки.



## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Е.В. Балков, А.К. Манштейн Трехкатушечный зонд в индукционном зондировании // Геофизический вестник. 2001, № 12. С. 17 – 20.
- [2] В.И. Молодин, Г. Парцингер, Ю.Н. Гаркуша, Й. Шнеевайс, Х. Беккер, Й. Фасс- биндер, М.А. Чемякина, А.Е. Гришин, О.И. Новикова, Н.С. Ефремова, А.К. Манштейн, П.Г. Дядьков, С.К. Васильев, Л.Н. Мыльникова, Е.В. Балков. Археолого- геофизические исследования городища переходного от бронзы к железу времени Чича-1 в Барабинской лесостепи. Первые результаты Российско-Германской экспедиции // Археология, этнография и антропология Евразии. - Новосибирск. - 2001. - \_ 3(7). - С. 104 - 127.
- [3] М.И. Эпов, М.А. Чемякина, А.К. Манштейн, П.Г. Дядьков, Г.Парцингер, В.И. Молодин, Е.В. Балков. Геофизические исследования городища Чича-1 в 2000 году // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. - Новосибирск: Издательство Института археологии и этнографии СО РАН. - 2000. -С. 447 - 456.
- [4] В.И. Молодин, Г. Парцингер, М.А. Чемякина, А.К. Манштейн, П.Г.Дядьков, А.В. Амельяненко, Е.В. Балков, Д. Абель. Геофизические исследования городища Чича-1 в 2001 году // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Материалы годовой сессии ИАиЭ СО РАН 2001 года. - Новосибирск: Издательство Института археологии и этнографии СО РАН. - 2001. - С. 391 - 398.
- [5] М.А. Чемякина, А.К. Манштейн, П.Г. Дядьков, В.И. Молодин, Г. Парцингер, Е.В. Балков, Ю.Н. Гаркуша. Геофизические исследования археологических памятников Барабинской лесостепи в 2002 году // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Материалы годовой сессии ИАиЭ СО РАН 2002 года. - Новосибирск: Издательство Института археологии и этнографии СО РАН. - 2002. - С. 484 - 490.
- [6] В.И. Молодин, Г. Парцингер, М.А. Чемякина и др. Результаты полевых исследований городища Чича-1 // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Материалы годовой сессии ИАиЭ СО РАН 2002 года. - Новосибирск: Издательство Института археологии и этнографии СО РАН. - 2002. - С. 386 - 395.
- [7] П.И. Бородовский. Археологические исследования Умревинского острога // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Материалы годовой сессии ИАиЭ СО РАН 2002 года. - Новосибирск: Издательство Института археологии и этнографии СО РАН. - 2002. - С. 258 - 265.
- [8] Y. Manstein, A. Manstein, ... Multi-frequency electromagnetic sounding tool EMS. Prototype 3. Comparison with commercial devices // Abstracts, Conference. Nice 2003.