

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДИСТАНЦИОННОГО ПОИСКА УКРЕПЛЕННЫХ ПОСЕЛЕНИЙ ЭПОХИ БРОНЗЫ УРАЛО-КАЗАХСТАНСКИХ СТЕПЕЙ

За последние пять лет в урало-казахстанских степях дистанционными методами было обнаружено несколько новых городищ бронзового века. Ключевые проблемы дистанционного поиска связаны с верификацией, культурной атрибуцией найденных объектов, неравномерностью источниковой базы. Главные перспективы: расширение зоны интенсивного поиска и объема разнообразных источников, внедрение методов машинного обучения.

Ключевые слова: урало-казахстанские степи, бронзовый век, укрепленные поселения, дистанционный поиск, спутниковые снимки.

В 2020–2024 гг. различными методами дистанционных исследований в зоне урало-казахстанских степей была обнаружена значительная серия новых укрепленных поселений бронзового века (Батанина и др., 2023; В Зауралье нашли ...), часть этих объектов найдена автором статьи по спутниковым снимкам (рис. 1) (Солдаткин, 2024). Разнообразие источников и методов изучения, существенное увеличение количества и расширение ареала укрепленных поселений актуализируют обсуждение проблем и перспектив дистанционного поиска подобных археологических памятников.

После дистанционного обнаружения потенциального памятника археологии проблемой номер один становится его верификация наземными полевыми исследованиями. Разведочные работы, включающие закладку шурфов, позволили подтвердить статус укрепленных поселений бронзового века для ряда новых объектов: комплекса поселений Сибаркуль (В Зауралье нашли ...), поселений Верхнеуральского и Нижнеуспенского (Батанина и др., 2023), поселения у пос. Крутоярского. Относительно остальной части объектов-«кандидатов» сохраняется неопределенность до проведения полноценных разведочных работ.

Отдельные внешние черты сходства с укрепленными поселениями на снимках с высоты могут иметь антропогенные и природные объекты иных типов. Так, в Акмолинской области Казахстана находится объект, выделяющийся на космоснимках подпрямоугольной площадкой с двумя нечеткими рядами впадин (рис. 2, 1). По внешним признакам можно предположить, что это поселение эпохи бронзы. Общей конфигурацией площадка объекта напоминает укрепленные поселения Петровка II и Новоникольское I, но на снимках нет однозначного проявления следов самих укреплений. В Зауральском Оренбуржье отмечены объекты с округлой обваловкой, но без явных признаков регулярной плотной застройки и меньших размеров, чем городища бронзового века (рис. 2, 2, 3) (объект на рис. 2, 2, параллельно был обнаружен Н. С. Батаниной). Возможно, эти постройки относятся к скотоводческим народам Средневековья — Новейшего времени; похожие были отмечены и при дешифровке аэрофотоснимков (Bataniina et al., 2014. Pp. 227, 248). Иногда структуры, напоминающие контуры укрепленных поселений, на поверхности земли формируют остатки относительно недавних строений вблизи сельских населенных пунктов (вероятно, такое строение отображено на рис. 2, 4). Могут встречаться подобные объекты и природного происхождения: котловины, замоины, старичные участки округлых и прямоугольных очертаний (рис. 2, 5, объект заметила И. М. Батанина).



Рис. 1. Обнаруженные объекты — предположительно укрепленные поселения эпохи бронзы: 1 — у пос. Крутоярского; 2 — у с. Аулиеколь; 3 — у с. Сухоравовка; 4 — у с. Лугового; 5 — у с. Самарского; 6 — у пос. Княженского; 7 — у пос. Светлогорск; 8 — у с. Алешинка; 9 — у с. им. Ильяса Омарова; 10 — у дер. Красный Октябрь

Следующим этапом после верификации является культурная атрибуция. Уверенно определить, с материальными остатками какой именно археологической культуры связано строительство и функционирование укрепленного поселения, возможно только по результатам масштабных наукоемких раскопок и тщательной обработки полученной информации. По умолчанию, возведение городищ эпохи бронзы урало-казахстанских степей соотносится с синташтинской и петровской культурами. При этом не исключено, что данная традиция частично может быть связана и с другими культурами: абашевской, алакульской, срубной, федоровской.

В предыдущие годы интенсивный и результативный поиск новых укрепленных поселений ограничивался зоной Зауральского пенеблена. Недавние открытия демонстрируют, что их ареал значительно шире. В связи с этим интересной задачей видится и соответствующее расширение зоны интенсивного поиска. При этом появляются новые затруднения: например, нет данных о наличии доступных массовых аэроснимков советского времени для территории

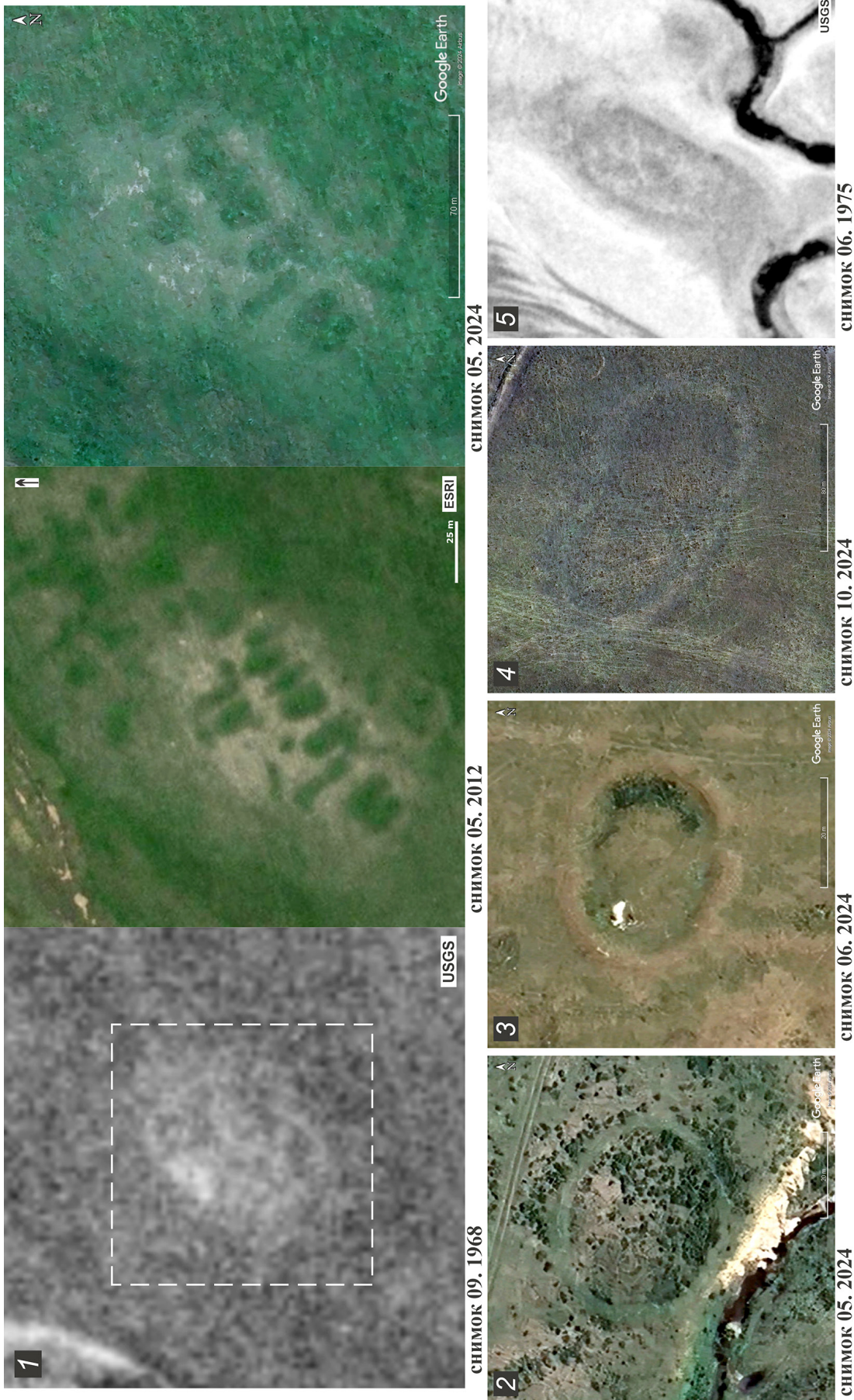


Рис. 2. Объекты предположительно других типов, имеющие черты сходства с укреплёнными поселениями: 1 — поселение бронзового века (?); 2, 3, 4 — антропогенные постройки поздних периодов (?); 5 — природный (?) объект

Северного Казахстана и всего Южного Приуралья, ставших столь эффективным источником для дистанционного изучения городищ на Зауральском пене-плене; отмечается неравномерное покрытие спутниковыми снимками высокого качества и открытого доступа всей потенциальной территории поиска; проблематично обнаружение археологических памятников по аэро- и космоснимкам в лесостепной зоне по сравнению с открытыми участками степи.

Территория потенциального поиска от Приуралья до Приишимья и от лесостепного Зауралья до Центрального Казахстана плюс многообразие наиболее доступных источников — спутниковых снимков — обозначают два фактора: обширное исследуемое пространство и большой объем анализируемых данных. Сочетание этих факторов с достаточно представительным набором сведений об уже известных поселениях искомого типа и тем, что они имеют набор характерных, отличающих внешних признаков, подсказывает перспективность обращения к методам машинного обучения и использования нейронных сетей.

Хотя поиск обычным просмотром («вручную») до сих пор дает интересные результаты, переход к автоматизированному мониторингу на основе машинного обучения обеспечит обработку огромного массива источников и покрытие всей внушительной территории, что, при контроле и проверке археологами, может стать инструментом обнаружения максимального количества укрепленных поселений эпохи бронзы урало-казахстанских степей, наиболее приближенного к реальной картине распространения этих объектов в древности.

Поиск с помощью машинного обучения может осуществляться в рамках двух основных сценариев. Первый путь — обучение нейросети поиску объектов, похожих по форме, размерам и структуре на укрепленные поселения. В этом смысле памятники искомого типа являются удачным примером, так как имеют относительно крупные размеры, узнаваемый набор признаков, выразительное отображение на земле. Второй вариант — обучение поиску локаций, совпадающих по сочетанию ключевых ландшафтных характеристик с местами расположения уже известных укрепленных поселений. Такой вариант может указать локации с потенциальным наличием даже сильно или полностью разрушенных поселений, недостаточно явно или вообще не просматривающихся на современной поверхности. Проблемой этого пути является вопрос реального существования четкого набора формализуемых ландшафтных критериев, универсально значимых для людей бронзового века при выборе места строительства укрепленного поселения. В качестве таковых исследователи предлагали: расположение у берегов рек и озер, в низинах, «чашах» долин на локально приподнятых площадках, часто у слияния, на изгибах и между речных протоков (мысы, излучины, острова); определенные показатели площадок по высоте и удаленности от водной поверхности; закономерности в расстояниях между поселениями; приуроченность к лесным массивам и месторождениям меди; близость холмов для защиты от зимних ветров, припойменных пастбищ для выпаса скота, выхода грунтовых вод для рытья колодцев и др. (Зданович, Батанина, 2007. С. 24–39).

Помимо наборов «обычных» спутниковых изображений (программы-агрегаторы Google Earth, SAS.Планета, EarthExplorer, Esri, спутниковые карты) значительным ресурсом для дистанционных исследований являются мультиспектральные изображения, позволяющие анализировать поверхность в нескольких спектральных каналах, что может привести к обнаружению археологических объектов, скрытых в диапазоне видимого света (плохой сохранности, затопленных, распаханых и т. д.).

Снимки со значительных высот полета спутников и самолетов дают возможность выявить наибольшее количество «кандидатов» в укрепленные поселения.

Перспективы более точечного дистанционного изучения на конкретной местности связаны с применением БПЛА (низковысотная фотосъемка и различные методики обработки ее результатов, построение ортофотопланов, моделей рельефа и поверхности) и комплексом других неинвазивных методов: геофизических исследований, лазерного сканирования, инструментальной топоъемки.

Итак, дистанционный поиск укрепленных поселений эпохи бронзы урало-казахстанских степей связан с рядом проблем: необходимостью подтверждения, что найденные объекты являются памятниками археологии бронзового века (поселенческими памятниками — городищами); убедительной культурной атрибуцией в контексте выделяемых археологических образований эпохи бронзы региона; наличием, доступностью и качеством источников для поиска новых объектов во всем обширном ареале и др. Есть и перспективные направления дальнейшего развития дистанционного поиска, причем по многим из них работа уже началась: расширение территории поиска с привлечением новых источников (В Зауралье нашли ... ; Батанина и др., 2023; Солдаткин, 2024); внедрение методов глубокого машинного обучения (Вохминцев и др., 2023); различные варианты съемки с БПЛА и обработки полученных результатов (В Зауралье нашли ... ; Nasretdinov et al., 2023).

Список литературы

Батанина Н. С., Курфиянова Е. В., Муравьев Л. А. Вопросы использования данных дистанционного зондирования в задачах комплексного исследования поселений бронзового века (на примере Челябинской области) // Вестник Югорского государственного университета. 2023. № 4. С. 57–69.

В Зауралье нашли затопленный памятник аркаимовского типа. URL: https://vk.com/npc_culture?w=wall-184769745_2662 (дата обращения: 10.01.2025).

Вохминцев А. В., Мельников А. В., Романов М. А., Шицелов А. В. Система дистанционного исследования археологических памятников с использованием методов глубокого машинного обучения // Двадцать первая Национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием. Смоленск : Принт-Экспресс, 2023. Т. 1. С. 344–354.

Зданович Г. Б., Батанина И. М. Аркаим — Страна городов: пространство и образы. Челябинск : Крокос, 2007. 260 с.

Солдаткин Н. В. Поиск укрепленных поселений бронзового века Урало-Казахстанских степей по спутниковым снимкам // Историко-географический журнал. 2024. Т. 3, № 3. С. 48–55.

Batanina I.M., Batanina N.S., Levit N.V., Kaiser E. Archäologische Karte des Flusstals Karagajly-Ajat. Eine Region des vorgeschichtlichen Eurasiens aus der Vogelperspektive // Zwischen Tradition und Innovation: Studien zur Bronzezeit im Trans-Ural (Russische Föderation) / Hrsg. R. Krause, L.N. Korjakova (eds.). Bonn : Verlag Dr. Rudolf Habel GmbH, 2014. Pp. 199–306.

Nasretdinov R.R., Bakhshiev I.I., Gabitov R.N. The Structure and Layout of the Bronze Age Settlement of Selek (The Southern Urals, Russia) // Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy — 2021. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences. Springer ; Cham, 2023. P. 295–303.