

А.Г. Валеев<sup>1</sup>, , Х.А. Айткул<sup>2</sup>, , Г.Е. Сабденова<sup>3\*</sup>, ,  
Д.С. Байгунаков<sup>3</sup>, , О.В. Перзашкевич<sup>4</sup>, 

<sup>1</sup> АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан

<sup>2</sup> Государственный историко-культурный музей-заповедник «Есик», Есик, Казахстан

<sup>3</sup> КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

<sup>4</sup> БГУ, Минск, Белоруссия

\*e-mail: gulmiras2801@gmail.com

## РОЛЬ СОВРЕМЕННОГО РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЯ В ИССЛЕДОВАНИИ ДРЕВНИХ ЗАХОРОНЕНИЙ (по материалам Когалинской долины)

Изменения естественных условий поверхности рельефа, под действием природных и антропогенных факторов становятся причиной нарушения и утраты памятников истории. Целью является изучение современного рельефа бассейна р. Карабулак с использованием геоинформационных систем для поиска и идентификации захоронений, определения современных геоморфологических условий для предупреждения разрушения археологического ландшафта местности. В работе представлены новые данные о современном состоянии рельефа бассейна и обоснованы подверженность к процессам эрозии участков долины с захоронениями. Эти результаты представляют практический интерес для изучения древних захоронений, также оценки изменения ландшафтов и климата за период существования археологического памятника. В исследовании использовались фондовые материалы, данные дистанционного зондирования, аэрофотосъемка на местности, геопространственный анализ и картографирование. В результате выполнен морфометрический анализ рельефа, построены карты гипсометрии, крутизны уклона и экспозиции склонов, геоморфологический анализ местности, построена карта современного рельефа. Всего определено 211 захоронений, круглые по форме с насыпью, из них с рвом и насыпью по окружности 14 курганов. Из них 30 захоронений оказались в зоне воздействия линейной и шлейфовой эрозии, так как расположены на современной террасе р. Карабулак. Определены 23 захоронений подверженные разрушению в результате распашки. Выявление уязвимых или стабильных участков захоронений позволяют исследователям археологам разрабатывать и рекомендовать мероприятия по мониторингу и управлению в соответствии с требованиями охраны исторических объектов и рационального землепользования.

**Ключевые слова:** рельеф, эрозия, могильники, морфометрия, аэрофотосъемка, геоинформационные системы.

A.G. Valeyev<sup>1</sup>, Kh.A. Aitkul<sup>2</sup>, G.E. Sabdenova<sup>3\*</sup>,  
D.S. Baigunakov<sup>3</sup>, O.V. Perzashkevich<sup>4</sup>

<sup>1</sup>JSC "Institute of Geography and Water Safety", Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>State Historical and Cultural Museum-Reserve "Esik", Esik, Kazakhstan

<sup>3</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

<sup>4</sup>BSU, Minsk, Belarus

\*e-mail: gulmiras2801@gmail.com

### The role of modern relief formation in the study of ancient burial mounds (based on the materials of Kogali valley)

Changes in the natural conditions of the relief surface, under the influence of natural and anthropogenic factors become the cause of disturbance and loss of historical monuments. The aim is to study the modern relief of the Karabulak River basin using geoinformation systems to search and identify burials, to determine the current geomorphological conditions to prevent the destruction of the archaeological landscape of the area. The work presents new data on the current state of the basin relief and substantiates susceptibility to erosion processes of the valley areas with burials. These results are of practical interest for the management of ancient burials and the assessment of landscape and climate change over the period of burials. The study utilized stock materials, remote sensing data, aerial field photography, geospatial analysis and mapping. As a result, morphometric analysis of the relief was performed, maps of

hypsometry, steepness of slope and slope exposure were constructed; geomorphological analysis of the terrain was carried out, and a map of modern relief was constructed. A total of 211 burials were identified, circular in shape with an embankment, of which 14 burials with a ditch and an embankment around the circumference. Of these, 30 burials were in the zone of linear and plume erosion, as they are located on the modern terrace of the Karabulak River. Identified 23 burial sites susceptible to destruction as a result of ploughing. Identification of vulnerable or stable burial sites allows archaeological researchers to develop and recommend monitoring and management measures in accordance with the requirements of protection of historical sites and rational land use.

**Key words:** relief, erosion, mounds, morphometry, aerial photography, geoinformation systems.

А.Г. Валеев<sup>1</sup>, Х.А. Айткул<sup>2</sup>, Г.Е. Сабденова<sup>3\*</sup>,  
Д.С. Байгунаков<sup>3</sup>, О.В. Перзашкевич<sup>4</sup>

<sup>1</sup> "География және су қауіпсіздігі институты" АҚ, Алматы, Қазақстан

<sup>2</sup> «Есік» мемлекеттік тарихи-мәдени музей-корығы, Есік, Қазақстан

<sup>3</sup> Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан

<sup>4</sup> БГУ, Минск, Белоруссия

\*e-mail: gulmiras2801@gmail.com

### **Заманауи рельефті қалыптастыруышылардың ежелгі жерлеу орындарын зерттеудегі рөлі (Қоғалы алқабы материалдары бойынша)**

Табиғи және антропогендік факторлар ықпалы нәтижесінде рельефтің үстіңгі қабаттарындағы өзіндік қалыпты жағдайлардың өзгеруі тарихи ескерткіштердің бүлінуіне және жоғалып кетуіне алып келуде. Мақала мақсатына геоқаралаттық жүйелерді пайдалана отырып Қарабұлак, өзені су алабындағы заманауи рельефтегі жерлеу орындарын іздестіру мен идентификациялау үшін зерттеу жүргізу, жергілікті археологиялық ландшафтының бұзылуын алдын алу үшін қазіргі кездеңігі геоморфологиялық жағдайларды анықтау кіреді. Жұмыста су алабындағы заманауи рельеф жай-күйі туралы жана мәліметтер берілген және жерлеу орындары орналасқан аңғарлық телімдердің эрозиялық үдерістерге әсер етуі негізделген. Мұндай нәтижелер көне жерлеу орындарын зерттеу ісінде тәжірбиелік жағынан қызығушылық туындарады және археологиялық ескерткіш жасалынған кезден берігі кезеңдегі ландшафт пен климаттағы өзгерістерді бағалауға мүмкіндік береді. Зерттеу жұмысында қор материалдары, қашықтықтан зондтау мәліметтері, жергілікті аудан аэрофототүсірілім, геокенестік талдауы мен карттаға түсіру пайдаланылды. Нәтижесінде рельефтің морфометрлік талдауы жасалды, гипсометриялық карта құрастырылды, көлбей тіктігі және беткейердің экспозициясы анықталды, жергілікті аймақтың геоморфологиялық талдауы түзілді, қазіргі рельефтің картасы жасалынды. Зерттеу барысында дәңгелек пішінді келген үйніділерден тұратын 211 жерлеу орны анықталды, олардың арасындағы 14 обадан айналдыра қазылған шұңқыр мен үйінділер анықталды. 30 жерлеу орны линиялық және шлейфтік эрозия ықпал ететін аймақта қалған, себебі олар Қарабұлак өзенінің қазіргі террасасында орналасқан. Жер жырту нәтижесінде бұзылған 23 жерлеу орны анықталды. Археологиярға осал немесе тұрақты жерлеу телімдерін анықтау алуан түрлі іс-шаралар үшін мониторинг жасауға және жүргізуге, тарихи нысандарды қорғау талаптарына сәйкес және жерді рационалды пайдалануға қатысты түрлі ұсыныстар даярлауға және оған жетекшілік етуге мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** жер бедері, эрозия, обалар, морфометрия, аэрофототүсірілім, геоқаралаттық жүйелер.

## **Введение**

Сохранность археологических летописи и ландшафтов нарушается изменениями климата, сменой землепользования и интенсивным перевыпасом скота (Forti и др., 2023). Данные природные и антропогенные условия становятся причиной развития эрозии, повреждения или уничтожения археологического ландшафта территории. В работе предпринята попытка применить морфометрические подходы анализа поверхности рельефа в исследованиях современного состояния, распределения, обнаруже-

ния памятников древней истории – захоронений степной цивилизации. Происходящие изменения естественных условий поверхности рельефа, под действием природных и антропогенных факторов становятся причиной нарушения и утраты памятников истории. Особенно интенсивно развивается экзогеодинамика в горных районах аридных зон, поэтому мы предлагаем в археологические исследования включать морфометрические подходы изучения рельефа захоронений.

В основном при изучении могильников, описание физико-географических условий местности, включает их месторасположение,

описание характеристик долин рек или уроцищ. Однако, в данной работе мы хотим показать необходимость проведение геоморфологических исследований рельефа на этапах поиска, дешифрирования могильников, рекогнасцировки местности, изучения морфометрии захоронений и мониторинга современных процессов рельефообразования.

Геоморфология предлагает множество инструментов для картирования природных и антропогенных форм рельефа и оценки их реакции на непрекращающиеся процессы выветривания, эрозии и осадконакопления (Forti и др., 2023). Актуальность геоархеологического направления подтверждается работами местных и зарубежных ученых. Изучение геолого-геоморфологических условий в контексте исследования археологических памятников эпохи средневековья в бассейне реки Талас, проводила Имангалиева М.Ж. (Imangalieva M. Z., 2023). Геоморфологическое исследование двух антропогенных курганов в Курдистане (Ирак), включали изучение текущих эрозионных процессов, разрушающих устойчивость их склонов и угрожающих сохранению местного археологического ландшафта (Forti и др., 2023).

Архитектура множества захоронений плохо сохранена, в основном из-за современного, техногенного вмешательства – прокладка дорог, постройка зданий, расспашка полей для посевов и др. (Antonov и др., 2022). Наиболее распространенное разрушение насыпи древних захоронений происходит в следствии распашки, на аллювиальной равнине реки Джейхан (юго-восток Турции) курганы эпохи неолита были сровнены с землей в результате сельскохозяйственной деятельности (Bini и др., 2018). В результате распашек и изъятия грунта из насыпей для строительных нужд, оказались в той или иной степени разрушенными многие захоронения (Бейсенов и др. 2018).

Проведение подобных исследований основываются на использовании разновременных космоснимков высокого разрешения, современных инструментальных методов, включая аэрофотосъемку, ГНСС позиционирование и геоинформационные системы. Это позволяет получить достоверные данные о рельефе местности, его морфометрических характеристиках, выявления современных рельефообразующих процессов, а также возможности разработки

научно-обоснованных мероприятий. В последние годы беспилотные летательные аппараты (БПЛА) предоставили возможность быстрого получения изображений высокого разрешения, которые облегчают идентификацию и документирование археологических объектов и их особенностей (Sărăşan и др., 2020). В геоархеологических исследованиях использование БПЛА, позволяет оценить скорость эрозии вдоль насыпей захоронений и риск потери археологических отложений (Forti и др., 2023). Высоким потенциалом в отечественной археологии обладает применение ГИС и космоснимков. ГИС в геоархеологии в основном используются для визуализации, задач управления информацией и исследования пространственного анализа (Menéndez-Marsh и др., 2023). На основе применения оптического спутника высокого разрешения, была создана карта крупных памятников северной речной террасы долины Уюка и проведена оценка степени их сохранности (Caspari, 2020), с помощью анализа спутниковых изображений были определены цветовые аномалии мест расположения могильников (Bini и др., 2018)

В разные годы изучение курганов в горах Жетысу Алатау основывалось на их определении, описании, раскопках и картировании. Подсчет и общее описание захоронений в долине р. Когалы выполняли (Флоринский, 1889), (Бейсенов и др. 2018).

Целью исследования является изучить современный рельеф бассейна р. Карабулак с использованием геоинформационных систем для поиска и идентификации захоронений, определения современных геоморфологических условий для предупреждения разрушения археологического ландшафта местности.

Территория исследования древних захоронений расположена в бассейне реки Карабулак, правого притока реки Терисаккан. Могильники расположены в равнинной части бассейна реки Карабулак. Площадь водосборного бассейна р. Карабулак составляет 226 квадратных км. К югу от территории исследования расположены горы Алтын Емель, на востоке граница бассейна проходит по водоразделу между бассейнами рек Когалы (на юго-западе) и Терисаккан (на северо-востоке), на востоке долина долина реки Баршабулак и на севере долина реки Терисаккан (рисунок 1).

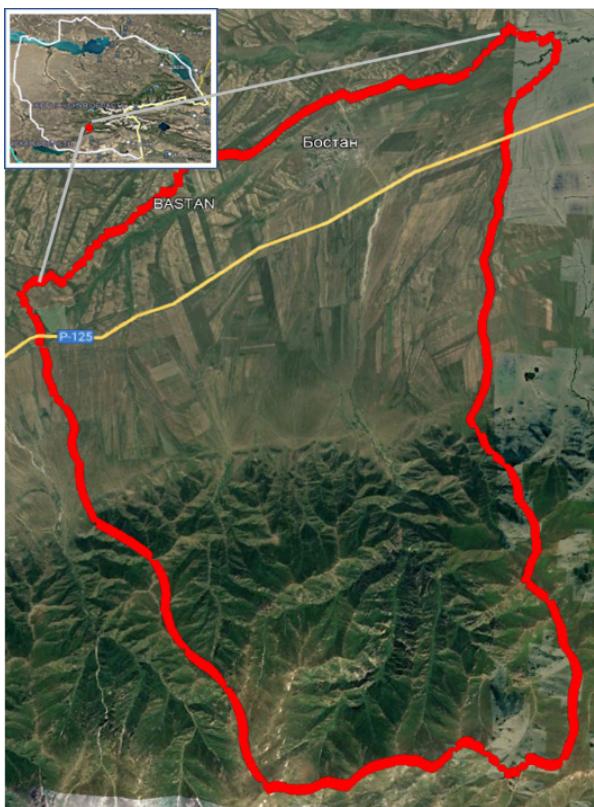


Рисунок 1 – Бассейн реки Карабулак

## Материалы и методы

На первом этапе были проведены полевые рекогносцировочные исследования долины р. Когалы и Карабулак. Был выполнен обзорный осмотр могильников по маршруту, сбор геопространственной информации на местности, уточнены особенности рельефа, определены участки для проведения аэрофотосъемки. Для эффективного охвата аэрофотосъемкой, было решено снимать «цепочки» захоронений, расположенных вдоль правого борта р. Карабулак, направлением вверх по течению. Для аэрофотосъемки использовался квадрокоптер Autel Robotics V3. Аэрофотосъемка проводилась по заранее созданному полигону в приложении управления БПЛА, высота полета 100 м, перекрытие снимков 80%. Погода была ясная, безветренная, однако на местности выпал снег. Ранее аэрофотосъемку проводили в Западной части Жетысу Алатау именно в период снежного покрова на поверхности ландшафтов, чтобы передать четче «фактуру» ландшафта, исключив «текстуру» растений (Antonov и др., 2022). Всего получено более 587 аэрофотоснимков. В камеральных условиях

в программном обеспечении Agisoft Metashape, были обработаны аэрофотоснимки, создана мозаика местности (ортографоплан) с высоким пространственным разрешением и цифровая модель местности. Анализ цифровой модели местности с созданием поперечных профилей выполнялся в программе ArcMAP 10.5.

Дешифрирование могильников выполнялось с использованием приложения Google Earth. Google Earth, крупное географическое информационное компьютерное приложение, основанное на данных наблюдения за Землей. Google Earth – бесплатный и простой в использовании инструмент для сбора, исследования и визуализации данных (Luo и др., 2018), (Green и др., 2019). Удобным инструментом выступает наличие исторических снимков на одну и ту же область. Приложения Google Earth и Bing Maps использовались казахстанскими учеными археологами для выявление памятников археологии (могильников с датировкой ранний железный век) на западных склонах Жетысу Алатау (Antonov и др., 2022).

Для изучения морфометрических условий местности использовалась цифровая модель рельефа Airbus с пространственным разрешением 24 метра. В создании карты рельефа использовались фоновые материалы Геоморфологическая карта Семиречья (Медеуов и Шарапанова, 1988), топооснова масштабом 1:200 000, лист L-44-31. Легенда классификации различных типов рельефа принята за основу на основе Геоморфологической карты Семиречья. Предварительно проведена классификация рельефа по легенде карты. Однако контуры масштаба 1:500 000 генерализованы и не отображают фактические типы рельефа. Стоит отметить, рабочий масштаб тематических карт и точность отображения геопространственных данных соответствует масштабу 1:100 000. Для уточнения контуров различных типов рельефа использовали мультиспектральные космоснимки Planet Scope, миссии Dove с разрешением 3 м. Следующим этапом было наложение полученного векторного слоя рельефа на мультиспектральный космоснимки Planet Scope, гипсометрическую карту и эрозионную сеть, созданных на основе цифровой модели рельефа. Контуры векторного слоя рельефа по всей территории не совпадали с очертаниями и фактическим расположением форм рельефа. На данном примере фоновые тематические карты при крупномасштабном исследовании имеют значительную погрешность,

однако классическая классификация рельефа, достаточно точно передает описание. Поэтому в работе были проведены корректировки контуров, а также выделение других форм рельефа, в соответствии геоморфологией местности.

Территорию исследования – водосборный бассейн, получены инструментами модуля Гидрология (ArcMAP 10.5.), внутри водосборного бассейна Терисаккан определением точки устья, место впадения реки Карабулак в Терисаккан.

Обработка геопространственного материала проводилась в программном обеспечении ArcMAP 10.5., выполнен морфометрический анализ и построены тематические карты с использованием модулей Spatial Analyst, 3d Analyst и др..

## Результаты и обсуждение

### Геоморфологический анализ бассейна р. Карабулак

**Гипсометрия рельефа.** Создана карта «Гипсометрии рельефа», обзорной территории бассейна реки Карабулак (рисунок 2). Территория речного бассейна расположена в интервале абсолютных высот от 1300 м в устье и до 2926 м на водоразделе гор Алтын Эмель. Ширина бассейна в средней части достигает 12 км, длина до 21 км. Могильники расположены в равнинной части бассейна, на абсолютных высотах от 1300 до 1500 метров, соответственно вверх по течению от устья. На поверхности рельфа хорошо сохранились антропогенные положительные формы рельефа – могильники. Плотность расположения могильников уменьшается с востока на запад и ближе к водоразделу с долиной реки Когалы, где они практически не встречаются. Могильники имеют характерное субмеридиональное продольное расположение вдоль речных пойм и эрозионных борозд временных водотоков, образуя «цепочки». Всего на территории насчитывается до 10 «цепочек» могильников с преобладающим направлением с юго-запада на северо-восток. Стоит отметить, могильники с окружностью по периметру с характерным большим размером, расположены вдоль русла р. Карабулак.

Относительные высоты территории исследования составляют более 1600 метров на расстояние всего 21 км. Учитывая расположение на водоразделах с восточной и южной стороны, на территории наблюдается достаточно резкий перепад высот, очевиден факт высокой степени экзогеодинамики рельефа природного характера.

Это подтверждается наличием на правом борту, среднего течения р. Карабулак продольных эродированных участков шлейфового типа, образованных в результате водных потоков, вероятно талых вод. Уровень данного участка на правом борту, возможно формируется, как высокая пойма или первая надпойменная терраса. Средняя ширина эродированного шлейфового участка в пределах 500 метров, длиной 4,5 км. Стоит отметить, ширина надпойменной террасы увеличивается по мере уменьшения крутизны наклона равнины и продолжается на севере до насыпи полотна автодороги Когалы-Коксу. Расположение на речной надпойменной террасе более 30 могильников, дают основание заявить, что ранее здесь была более устойчивая территория без признаков площадной эрозии поверхности слоя в результате воздействия водных потоков. Очевидно, могильники устраивали, так чтобы исключить, какое либо, воздействие природных процессов, связанных с воздействием воды на тот период. Однако, на современном этапе, наблюдаются изменения в климате, стоках рек, происходят тектонические движения, усиливается антропогенное воздействие. Вследствие чего, некогда устойчивые территории становятся центром экзогеодинамических процессов, на которых в том числе были расположены могильники. Эта гипотеза подтверждается в трудах В.М. Флоринского «Топографические сведения о курганах Семиреченской и Семипалатинской областей». Каменные могильники были расположены на небольших пригорках нижней террасы р. Коксу, очень близко к воде. Это обстоятельство показывало, что уровень вод реки Коксу, при таянии снегов, был гораздо ниже в то доисторическое время, когда были сооружены эти курганы. Если бы уровень воды был как сейчас, наверняка для них было бы выбрано более высокое место на следующей террасе, начинавшейся на расстоянии полуверсты от берега реки (Флоринский, 1889).

**Уклон и экспозиция склонов.** Уклон рельефа находится в пределах от 0 градусов на равнине до 56 градусов в среднегорье (рисунок 3А). Уклон равнинного рельефа, где расположены могильники находится в интервале 0-2,9 градусов. Ближе к горам, на конусах выноса уклон рельефа достигает 7 градусов. В целом исследуемый участок, характеризуется слабонаклонным рельефом с направлением уклона с юго-запада на северо-восток. Экспозиция территории исследования различная в зависимости от типов рельефа (рисунок 3Б). Так речные долины в го-

рах расположены субмеридианально, поэтому в экспозициях склона преобладают восточные и западные направления. Предгорная равнина, на которой расположены могильники имеет преимущественно северные экспозиции.

**Рельеф.** Для изучения расположения могильников на территории исследования в условиях современного рельефообразования, была создана карта рельефа (рисунок 4). На обзорной территории исследования определены 9 типов рельефа. Рельеф верховья бассейна р. Карабулак представляет среднегорье, интенсивно расчлененное с относительными высотами от 500 до 2000 м. Ниже к долине р. Терисаккан, рельеф переходит в низкогорье, также расчлененное с относительными высотами от 200 до 500 метров.

Опоясывает низкогорье полоса конусов выноса шириной от 1 до 7 км. Далее рельеф переходит в слаборасчлененную аккумулятивную равнину с относительными высотами до 20 м, которая на севере граничит с расчлененной аккумулятивной равниной с относительными высотами более 20 м. Река Карабулак, а также несколько крупных временных водотоков образовали высокие поймы или речные надпойменные террасы, которые расчленяют меридионально конусы выноса и аккумулятивные равнинны. Могильники расположены на конусах выноса, аккумулятивных равнинах и речных надпойменных террасах. Литологическое строение основы включает суглинки, супеси, галечники, конгломераты, пески, песчаники.

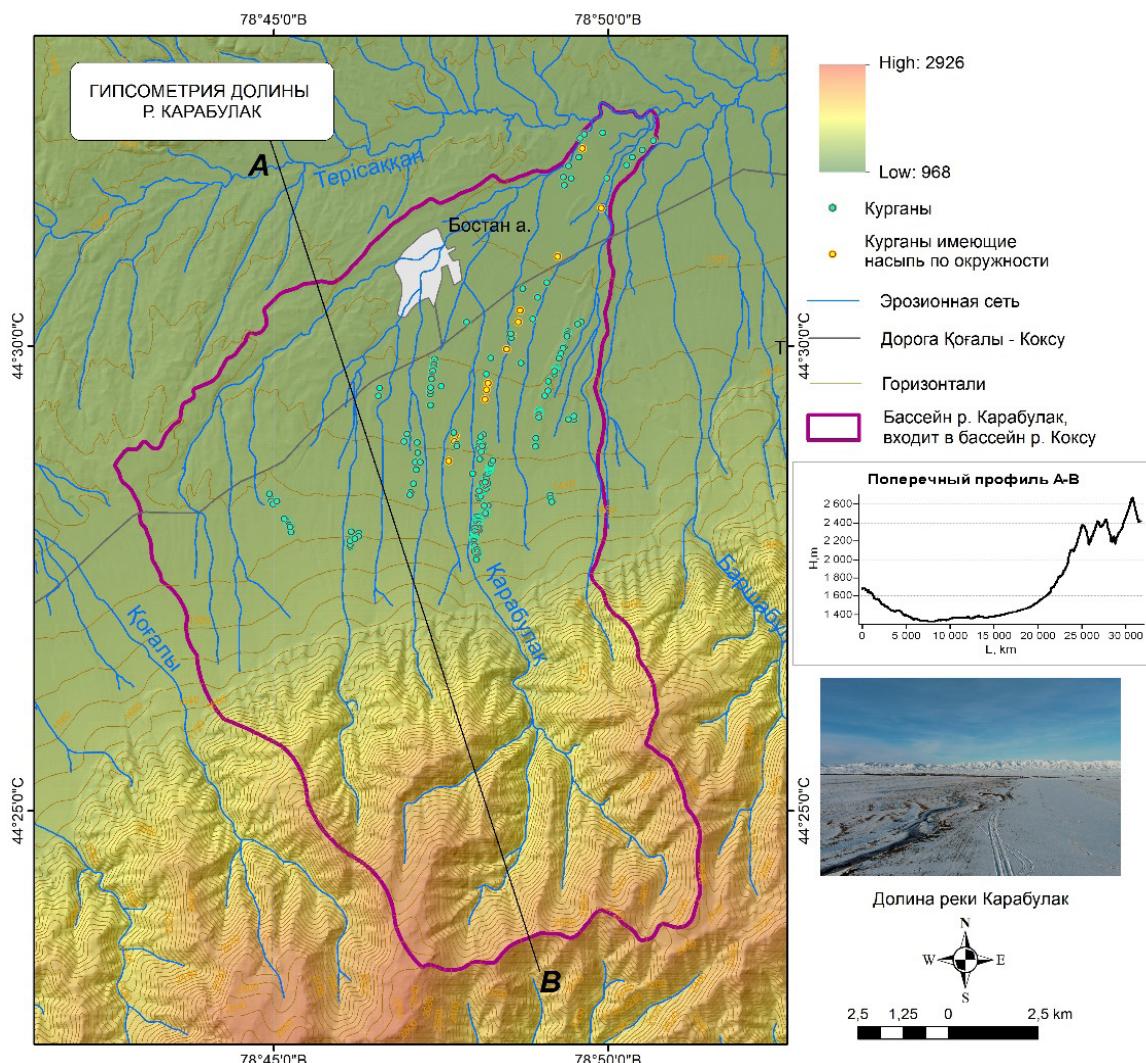


Рисунок 2 – Трехмерное изображение (гипсометрия) рельефа долины реки Карабулак

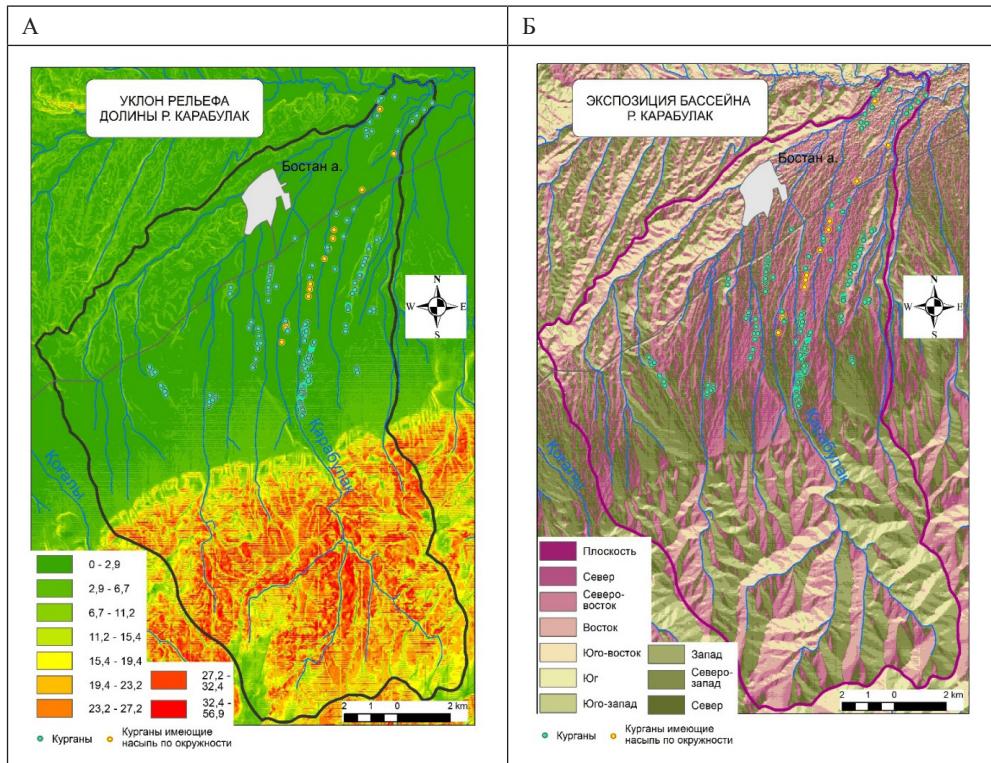


Рисунок 3 – Анализ цифровой модели рельефа а) уклон рельефа, б) экспозиция рельефа

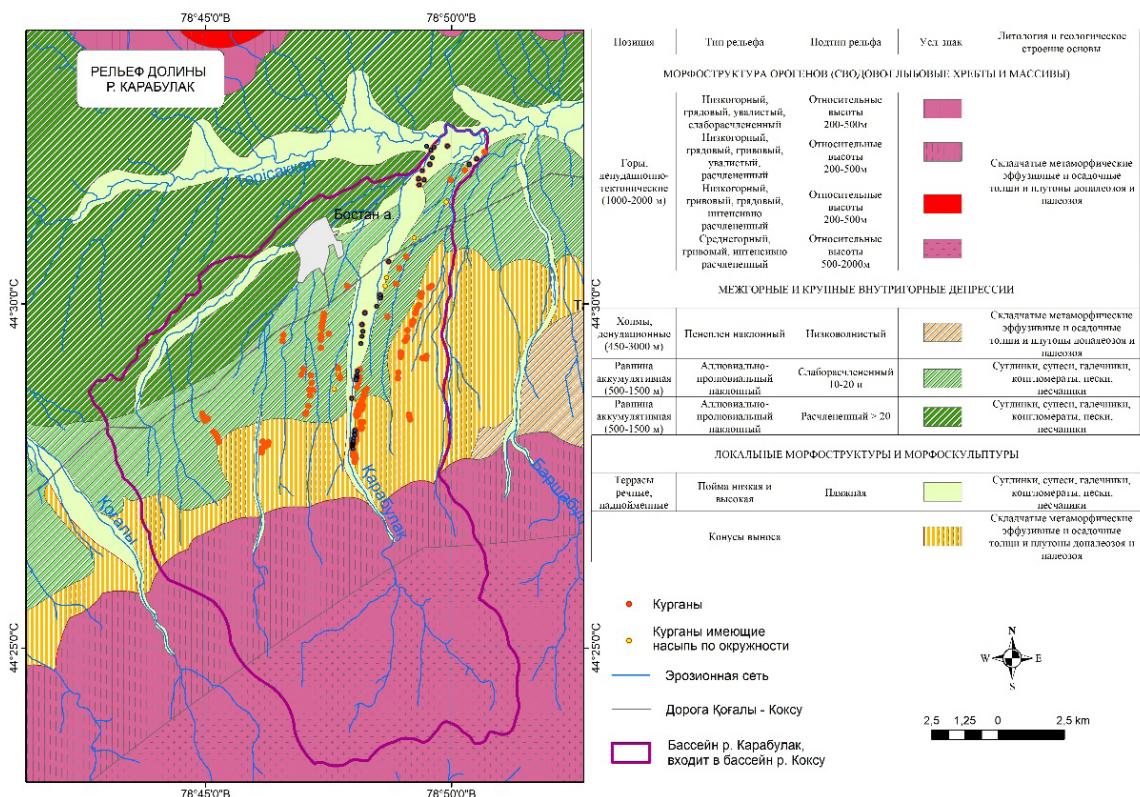


Рисунок 4 – Рельеф бассейна реки Карабулак

В основном могильники расположены на землях не используемых для сельско-хозяйственного возделывания возможно из-за аллювиально-делювиальных наносов, включая валуны и галечник, регулярное подтопление речной долины в период весенних паводков, о чем свидетельствуют эрозионные борозды временных водотоков. Как ни странно, природные морфометрические условия местности, способствовали сохранению памятников истории до наших дней. Однако можно предположить, что могильники располагались и на равнинах

между долинами рек, которые были уничтожены распашкой полей. Так, группа могильников в количестве 23 захоронений, расположенная в соседней речной долине р. Баршабулак, в результате распашки, насыпи которых практически уничтожены (рисунок 5). Различные типы рельефа влияют на род землепользования. Например, в речных долинах антропогенная деятельность ограничивается водопоем домашних животных. Предгорные равнины, относительно ровные участки, используют в богарном и поливном земледелии.

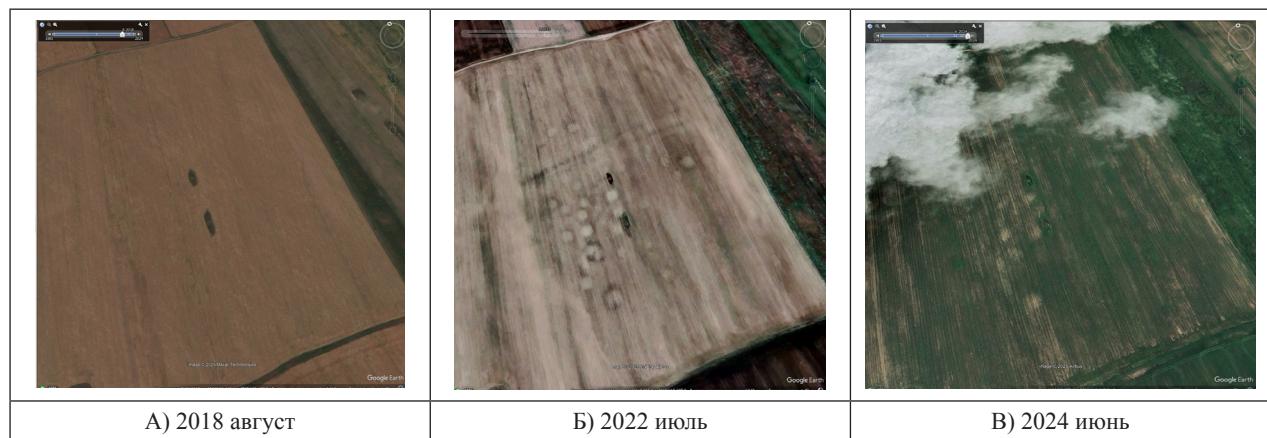


Рисунок 5 – Богарное земледелие на уничтоженных древних захоронениях в результате распашки, на снимках представлена одна местность в разные месяцы

Подверженность речных долин и прилегающих территорий к эрозионному воздействию потока воды, выноса обломочного материала ограничивают антропогенное использование этих территорий. К ним можно отнести склоны гор, конусы выноса, речные террасы, расчлененные густой овражно-балочной сетью, в результате действия постоянных и временных водотоков. Очевидно, геоморфологический фактор этих территорий, стал причиной сохранения памятников археологии. Однако и здесь, как показало исследование, происходит существенное разрушительное влияние процессов современного рельефообразования. В зоне риска оказались курганы, расположенные в долинах рек и прилегающим к ним территориям. Изменение регионального климата особенно сказывается на изменение температуры, интенсивности и количество осадков в Центральной Азии (Fallah и др., 2024). В следствие, изменяется режим осадков, участились водно-грязевые потоки, происходит эрозия, транспортировка и аккумуляция

обломочных материалов. В результате усиления динамики рельефообразующих процессов происходит увеличение ширины пойм, образования новых форм линейной эрозии, которые эродируют основания насыпей могильников, выносят материал, способствуют их разрушению. В настоящее время некоторые курганы, оказались в потенциальной зоне эрозии и денудации. Таким образом, курганы, сохранившиеся до наших дней, подвергаются разрушению под воздействием экзогенных процессов.

#### **Дешифрирование могильников по данным спутниковой и аэрофотосъемки.**

Дешифрированы и классифицированы могильники по снимкам, всего определено 211 захоронений, круглые по форме с насыпью, из них с рвом и насыпью по окружности 14 захоронений. Могильники расположены «цепочкой» в основном вдоль долин постоянных и временных водотоков. Это обстоятельство, облегчало поиск и дешифрирование захоронений. Высокое разрешение снимков в приложение Google Earth, а

также наличие функции разновременных снимков, позволило выявить могильники.

#### Аэрофотосъемка могильников.

Для уточнения прямых дешифровочных признаков (характерных форм захоронений), 16 ноября 2024 года, был организован выезд на местность для проведения полевых исследований. Они включали визуальный осмотр и дополнительно аэрофотосъемка могильников на правом берегу р. Карабулак для получения количественных характеристик морфометрии насыпей захоронения. В результате выполнена съемка двух участков захоронений и одного участка с захоронениями по периметру, у которых имеется ров и насыпь. Всего было получено 587 аэрофотоснимков. Несмотря, на то что в горной местности выпал снег, на основе аэрофотоснимков были построены ортофотопланы и цифровые

модели местности трех участков с высоким пространственным разрешением (рисунок 6).

На первом участке рисунок 7А по цифровой модели местности четко прослеживаются окружности вокруг могильников, а также линейные эрозионные формы, в результате деятельности временных водотоков, которые, как видно по ЦММ, проток проходит по рвам вокруг могильников и далее направляется вниз по течению. Это подтверждает выводы о происходящем изменении природных условий местности. Водный поток помимо разрушения древних насыпей по периметру захоронения, размягчает и выносит грунт непосредственно с самих могильников. Существующий риск, является основанием рассмотреть необходимость отнести данные могильники к категории аварийных.

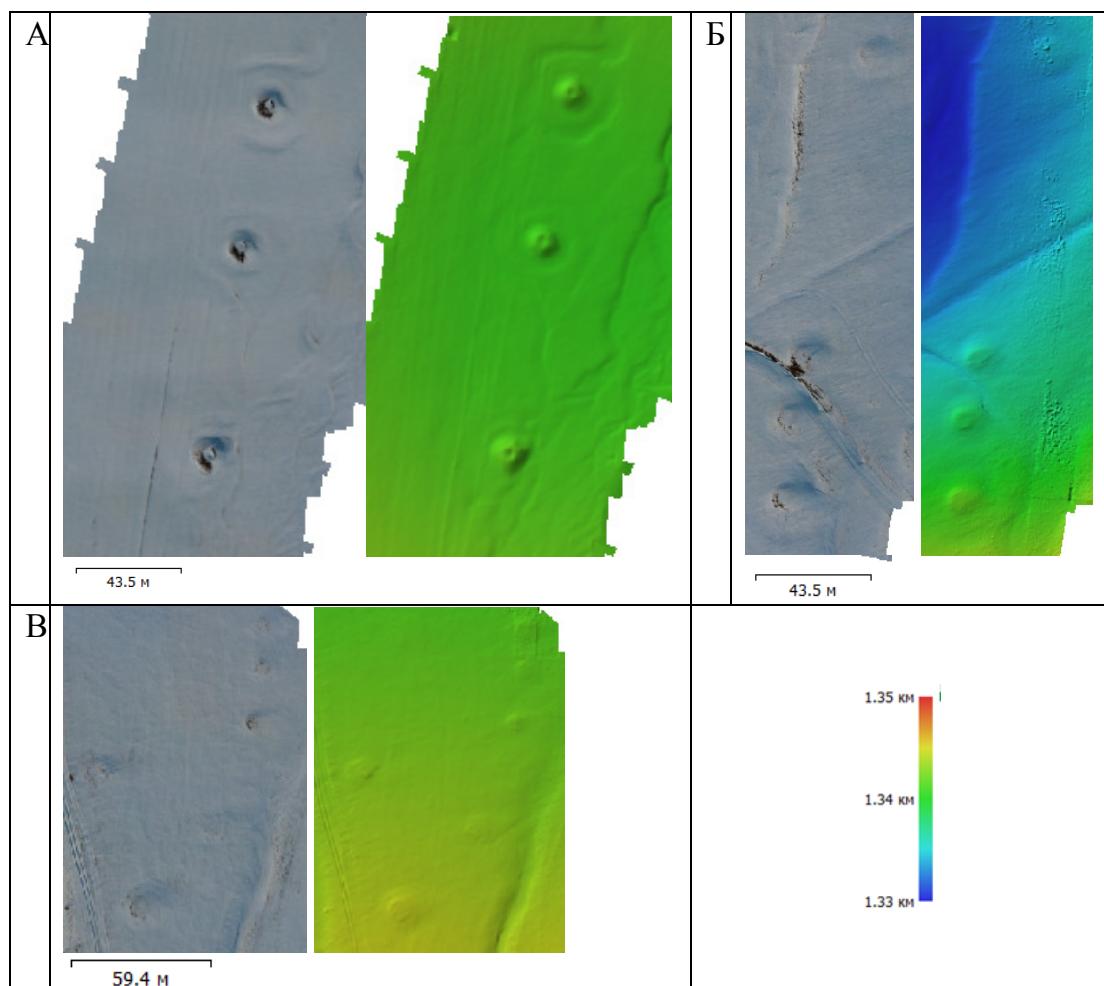


Рисунок 6 – Ортофотоплан и цифровая модель местности правого берега, среднего течения р. Карабулак

Снежный покров, как можно заметить по ортофотоплану (рисунки 6Б и 6В), закрывает дешифровочные признаки и некоторые захоронения малых размеров становятся не читаемыми. Однако, цифровая модель местности позволяет четко определить характерные формы могильников даже небольших размеров. Поэтому, основываясь на результаты исследования, мы рекомендуем при проведении археологических исследований и изучении морфометрии могильников с применением аэрофотосъемки, создавать цифровую модель местности и использовать ее как конечный результат геопространственного анализа территории.

Пример определения количественных характеристик морфометрии насыпей захоронений

на основе анализа цифровой модели местности, представлен на (рисунках 7 и 8). ЦММ позволяет построить поперечный профиль могильника. На рисунке 7 поперечные профили позволили определить, что окружность на ортофотоснимке – это ров и насыпь вокруг захоронения. Общий диаметр могильника на рисунке 8А достигает 94 метров, диаметр самой насыпи захоронений составляет 55 метров с относительной высотой 3,8 метров, на рисунке 8Б общий диаметр могильника достигает 120 метров, диаметр самой насыпи захоронений составляет 55 метров с относительной высотой 3 метра. Особенностью данных захоронений, является наличие воронки грабительского лаза, диаметром 17-18 метров, глубиною 1,5 метра.

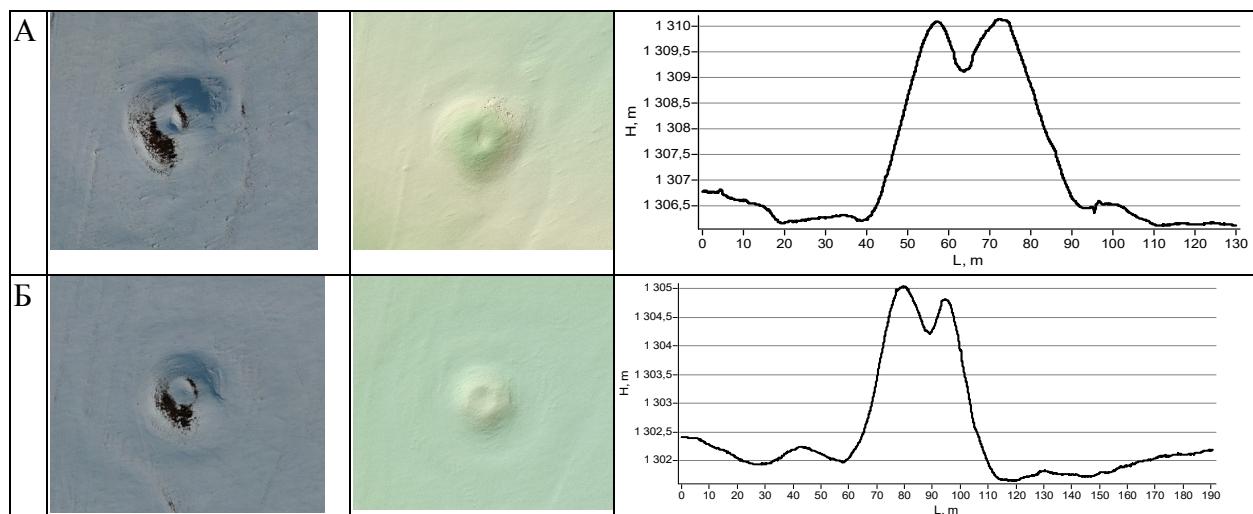


Рисунок 7 – Поперечный профиль захоронения, выделяются насыпь по окружности, на вершине грабительский лаз, глубиною 1,5 м.

На рисунке 8 показаны примеры захоронений без насыпей и рва по окружности, а также отсутствием грабительского лаза. Диаметр могильника составляет от 40 до 45 метров, относительные высоты находятся от

0,8 до 1,4 метров. Данные выводы требуют подтверждение полевыми исследованиями, однако, в сравнении с профилями других могильников, явно заметны существенные отличия.

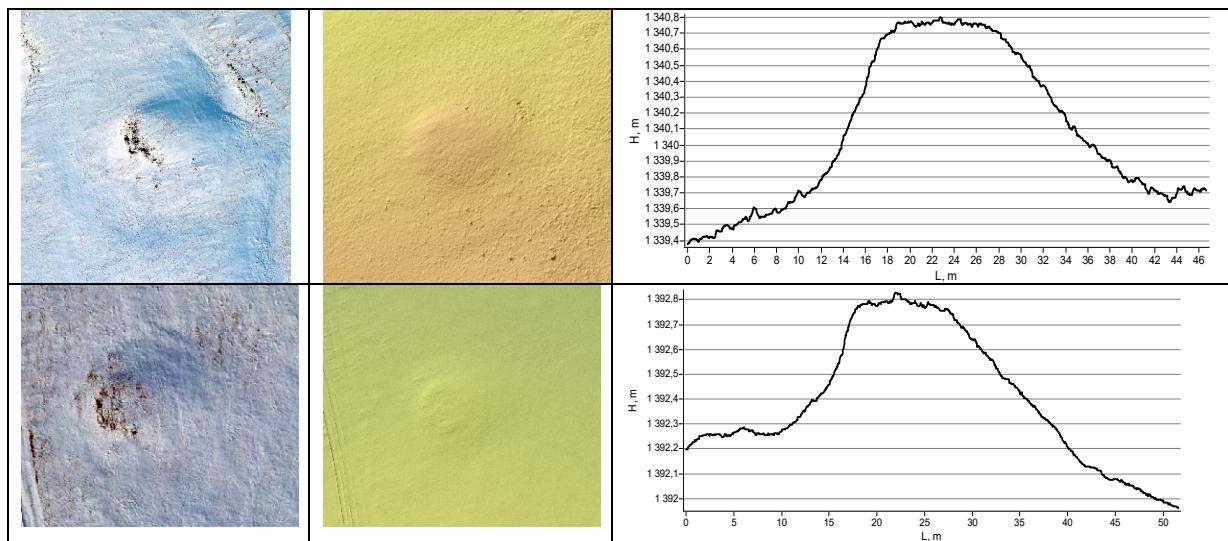


Рисунок 8 – Поперечный профиль захоронения

## Заключение

Изменения природных условий и антропогенное изменение естественной среды ландшафтов, становятся основными триггерами развития экзогеодинамических, рельефообразующих процессов, в том числе эрозии поверхностного слоя. Кроме почв, неблагоприятному воздействию эрозии подвергается археологический ландшафт. Более 30 захоронений оказались в активной зоне линейной и шлейфовой эрозии в результате деятельности разлива в реки Карабулак. Очевидно, применение геоморфологических подходов исследования, позволили выявить участки захоронений, подверженные разрушению.

Использование данных дистанционного зондирования и геоинформационных систем повышают эффективность и качество исследования, подкрепляя результаты численными, картографическими и графическими данными. При этом интерпретация ряда полученных данных зависит от специалиста геоморфолога или геоэколога.

Выявление уязвимых или стабильных участков захоронений позволяют исследователям археологам разрабатывать и рекомендовать мероприятия по мониторингу и управлению в соот-

вествии с требованиями охраны исторических объектов и рационального землепользования. В будущих исследованиях рекомендуется включать геоморфологический и морфометрический анализ поверхности рельефа для определения факторов рельефообразования в современных изменяющихся природно-антропогенных условиях.

## Благодарность

Статья подготовлена в рамках проекта (грантовое финансирование) – АР19680046 «Сакские памятники северо-восточного Жетысу (по материалам Когалинской долины)». Проект в свое время был иницирован доктором исторических наук, профессором А.Т.Толеубаевым (1953-2023). Исследовательская группа ему выражают огромную благодарность.

Благодарим всех участников проекта, таких как С.Шакенов, А.Ергабылов, А.Есенаманова и др.

## Конфликт интересов

Авторы не имеют конфликт интересов.

## Литература

- Antonov, M., Goryachev, A., Khismatullin, R. 2022. Topolandscape researches of the early Iron Age mounds of the western part of Zhetysu Alatau. *Kazakhstan Archeology*, 3 (17), 126–150 (in Russian). DOI: 10.52967/akz2022.3.17.126.150
- Бейсенов А.З., Дүйсенбай Д.Б., Китов Е.П., & Кулькова М.А. (2018). Исследование сакских курганов в урочище Каспан в Жетысу. Теория и практика археологических исследований, (3 (23)), 138-162.
- Bini, M., Isola, I., Zanchetta, G., Ribolini, A., Ciampalini, A., Baneschi, I., Mele, D., & D'Agata, A. L. (2018a). Identification of leveled archeological mounds (Höyük) in the alluvial plain of the Ceyhan River (Southern Turkey) by satellite remote-sensing analyses. *Remote Sensing*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/rs10020241>
- Caspari, G. (2020). Mapping and damage assessment of «royal» burial mounds in the siberian valley of the kings. *Remote Sensing*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/rs12050773>
- Fallah, B., Didovets, I., Rostami, M., & Hamidi, M. (2024). Climate change impacts on Central Asia: Trends, extremes and future projections. *International Journal of Climatology*, 44(10), 3191–3213. <https://doi.org/10.1002/joc.8519>
- Флоринский В. М. Топографические сведения о курганах Западной Сибири / В. М. Флоринский. – Томск: [б.и.], 1889. Электронный ресурс URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000391467>, дата обращения 3.03 2025
- Forti, L., Brandolini, F., Oselini, V., Peyronel, L., Pezzotta, A., Vacca, A., & Zerboni, A. (2023). Geomorphological assessment of the preservation of archaeological tell sites. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34490-4>
- Green, A. S., Orengo, H. A., Alam, A., Garcia-Molsosa, A., Green, L. M., Conesa, F., Ranjan, A., Singh, R. N., & Petrie, C. A. (2019). Re-Discovering Ancient Landscapes: Archaeological Survey of Mound Features from Historical Maps in Northwest India and Implications for Investigating the Large-Scale Distribution of Cultural Heritage Sites in South Asia. *Remote Sensing*, 11(18), 2089. <https://doi.org/10.3390/rs11182089>
- Имангалиева М. З. (2023). ВЛИЯНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СОЗДАНИЕ СЕТИ ТОРТКОЛЕЙ ТАЛАССКОЙ ДОЛИНЫ. *Вестник КазНУ. Серия историческая*, 108(1). <https://doi.org/10.26577/JH.2023.v108.i1.018>
- Luo, Lei & Wang, Xinyuan & Guo, Huadong & Lasaponara, Rosa & Shi, Pilong & Bachagha, Nabil & li, li & Yao, Ya & Masini, Nicola & Chen, Fulong & Ji, Wei & Cao, Hui & Li, Chao & Hu, Ningke. (2018). Google Earth as a Powerful Tool for Archaeological and Cultural Heritage Applications: A Review. *Remote Sensing*. 10. 10.3390/rs10101558.
- Медеев А., Шарафанова В.Л. Геоморфологическая карта Семиречья (Казахская ССР) (лист 7), М 1:500 000. Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева АН Каз.ССР. 1988 г.
- Menéndez-Marsh, F., Al-Rawi, M., Fonte, J., Dias, R., Gonçalves, L. J., Seco, L. G., Neves, A. (2023). Geographic Information Systems in Archaeology: A Systematic Review. *Journal of Computer Applications in Archaeology*, 6(1), 40–50. <https://doi.org/10.5334/jcaa.104>
- Sărăşan, A., Ardelean, A. C., Bălărie, A., Wehrheim, R., Tabaldiev, K., & Akmatov, K. (2020). Mapping burial mounds based on UAV-derived data in the Suusamyr Plateau, Kyrgyzstan. *Journal of Archaeological Science*, 123. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2020.105251>

## References

- Antonov, M., Goryachev, A., Khismatullin, R. 2022. Topolandscape researches of the early Iron Age mounds of the western part of Zhetysu Alatau. *Kazakhstan Archeology*, 3 (17), 126–150 (in Russian). DOI: 10.52967/akz2022.3.17.126.150
- Beisenov A.Z., Duysenbai D.B., Kitov E.P., & Kulkova M.A. (2018). Issledovanie saksikh kurganov v urochishche Kaspan v Zhetysu. Teoriya i praktika arheologicheskikh issledovanij, (3 (23)), 138-162.
- Bini, M., Isola, I., Zanchetta, G., Ribolini, A., Ciampalini, A., Baneschi, I., Mele, D., & D'Agata, A. L. (2018a). Identification of leveled archeological mounds (Höyük) in the alluvial plain of the Ceyhan River (Southern Turkey) by satellite remote-sensing analyses. *Remote Sensing*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/rs10020241>
- Caspari, G. (2020). Mapping and damage assessment of «royal» burial mounds in the siberian valley of the kings. *Remote Sensing*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/rs12050773>
- Fallah, B., Didovets, I., Rostami, M., & Hamidi, M. (2024). Climate change impacts on Central Asia: Trends, extremes and future projections. *International Journal of Climatology*, 44(10), 3191–3213. <https://doi.org/10.1002/joc.8519>
- Florinskij V. M. Topograficheskie svedeniya o kurganah Zapadnoj Sibiri / V. M. Florinskij. – Tomsk: [б.и.], 1889. Elektronnyj resurs URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000391467>, data obrashcheniya 3.03 2025
- Forti, L., Brandolini, F., Oselini, V., Peyronel, L., Pezzotta, A., Vacca, A., & Zerboni, A. (2023). Geomorphological assessment of the preservation of archaeological tell sites. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34490-4>
- Green, A. S., Orengo, H. A., Alam, A., Garcia-Molsosa, A., Green, L. M., Conesa, F., Ranjan, A., Singh, R. N., & Petrie, C. A. (2019). Re-Discovering Ancient Landscapes: Archaeological Survey of Mound Features from Historical Maps in Northwest India and Implications for Investigating the Large-Scale Distribution of Cultural Heritage Sites in South Asia. *Remote Sensing*, 11(18), 2089. <https://doi.org/10.3390/rs11182089>
- Имангалиева М. З. (2023). ВЛИЯНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СОЗДАНИЕ СЕТИ ТОРТКОЛЕЙ ТАЛАССКОЙ ДОЛИНЫ. *Вестник КазНУ. Серия историческая*, 108(1). <https://doi.org/10.26577/JH.2023.v108.i1.018>

Luo, Lei & Wang, Xinyuan & Guo, Huadong & Lasaponara, Rosa & Shi, Pilong & Bachagha, Nabil & li, li & Yao, Ya & Masini, Nicola & Chen, Fulong & Ji, Wei & Cao, Hui & Li, Chao & Hu, Ningke. (2018). Google Earth as a Powerful Tool for Archaeological and Cultural Heritage Applications: A Review. *Remote Sensing*. 10. 10.3390/rs10101558.

Medeuov A., Sharafanova V.L. Geomorfologicheskaya karta Semirech'ya (Kazahskaya SSR) (list 7), M 1:500 000. Institut geologicheskikh nauk im. K.I. Satpaeva AN Kaz.SSR. 1988 g.

Menéndez-Marsh, F., Al-Rawi, M., Fonte, J., Dias, R., Gonçalves, L. J., Seco, L. G., Neves, A. (2023). Geographic Information Systems in Archaeology: A Systematic Review. *Journal of Computer Applications in Archaeology*, 6(1), 40–50. <https://doi.org/10.5334/jcaa.104>

Sărăsan, A., Ardelean, A. C., Bălărie, A., Wehrheim, R., Tabaldiev, K., & Akmatov, K. (2020). Mapping burial mounds based on UAV-derived data in the Suusamyr Plateau, Kyrgyzstan. *Journal of Archaeological Science*, 123. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2020.105251>

**Information about the authors:**

*Adilet Valeev – PhD, Senior Researcher of the Laboratory of Geotourism and Geomorphology, JSC “Institute of Geography and Water Security” (Almaty, Kazakhstan, email: adiletv@gmail.com);*

*Khamit Aitkul – Master of History, Scientific Secretary, State Historical and Cultural Museum-Reserve “Esik” (Issyk, Kazakhstan, e-mail: khamit.boray@mail.ru);*

*Gulmira Sabdenova – candidate of historical sciences, associate professor of the department of World History, Historiography and Source Studies of Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: gulmiras2801@gmail.com);*

*Dosbol Baygunakov – Doctor of Historical Sciences, assoc. Professor of the Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan, e-mail: dosbol\_bs@mail.ru);*

*Oleg Perzashkevich – PhD in History, Associate Professor of the Department of the Ancient World and Middle Ages, Faculty of History. BSU (Minsk, Belarus, e-mail: minskhist@yahoo.com)*

**Сведения о авторах:**

*Адилет Валеев – PhD, СНС лаборатории Геотуризма и геоморфологии, АО «Институт географии и водной безопасности» (г. Алматы, Казахстан, эл. почта: adiletv@gmail.com);*

*Хамит Амантайұлы Айтқұл – магистр истории, Ученый секретарь, Государственного историко-культурного музея-заповедника «Есік» (г. Иссык, Казахстан, эл. почта: khamit.boray@mail.ru);*

*Сабденова Гульмира Есбатыровна – к.и.н., доцент кафедры Всемирной истории, историографии и источниковедения КазНУ имени аль-Фараби (г. Алматы, Казахстан, эл. почта: gulmiras2801@gmail.com);*

*Байгунаков Досбол Сулейменович – д.и.н., ассоц. профессор*

*КазНУ им. аль-Фараби, Казахстан (г. Алматы, Казахстан, эл. почта: dosbol\_bs@mail.ru);*

*Олег Валерьевич Перзашкевич – к.и.н., доцент кафедры Древнего мира и Средних веков исторического факультета БГУ (г. Минск, Беларусь, эл. почта: minskhist@yahoo.com)*

*Поступила: 08 декабря 2024 года*

*Принята: 20 января 2025 года*