

**КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ
СРЕДНЕВЕКОВЫХ ГОРОДИЩ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН
ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ**

**© 2017 г. И.И. Гайнуллин, П.В. Хомяков,
А.Г. Ситдииков, Б.М. Усманов**

В статье рассматривается современное состояние археологических памятников Республики Татарстан как рукотворной и неотъемлемой части культурного ландшафта. Согласно директиве ЮНЕСКО, «культурный ландшафт» понимается не просто как результат совместной деятельности человека и природы, а как природно-культурный территориальный комплекс, имеющий структурную, функциональную целостность, развивающийся в конкретных физико-географических, культурных и исторических условиях. В качестве объектов исследования были выбраны средневековые поселения (городища) с системой оборонительных укреплений, которые легко идентифицировать по данным дистанционного зондирования. Выявление и оценка рисков разрушения памятников являются приоритетом в изучении объектов культурного наследия. Поскольку большинство памятников расположено на берегах малых рек, первой задачей исследования было оценить риск их разрушения природными (опасными экзогенными) процессами. Вторая задача заключалась в оценке роли антропогенного фактора в разрушении археологических объектов. Одним из основных используемых методов является поиск и анализ архивных и современных данных дистанционного зондирования. Данный подход позволяет скорректировать форму поселений, уточнить их размер и местоположение в ландшафте, тем самым решается задача по актуализации информации об объектах культурного наследия. Результаты исследований, впервые для Республики Татарстан, помогут выявить произошедшие и текущие изменения состояния памятников и получить количественную оценку рисков их разрушения для определения приоритетных участков для проведения охранно-спасательных работ.

Ключевые слова: археология, культурное наследие, антропогенный фактор, экзогенные процессы, дистанционное зондирование, аэрофотосъемка, геоинформационные системы, городища, средневековье.

По данным на 2015 г., в Республике Татарстан ежегодно подвергаются разрушению около 2905 памятников археологии (Государственный доклад..., 2016). При этом не только уничтожается культурный слой памятника и меняется его облик, но при ограниченной площади распространения, зависящей от конкретной исторической эпохи, памятник в ходе этих процессов со времени обнаруже-

ния к сегодняшнему дню может быть уничтожен полностью (Gaynullin et al, 2014). Несмотря на это, комплексного междисциплинарного исследования состояния объектов археологического наследия до сих пор произведено не было. Сплошное и детальное исследование и картографирование памятников археологии в последний раз проводилось в 70-е годы прошлого столетия. Кроме того, на данный мо-

мент отсутствует система оценки воздействия антропогенных и экзогенных процессов со времени обнаружения объекта, сопровождающихся разрушением памятника или значительной трансформацией его облика. Также отсутствуют утвержденные методики количественной оценки изменения состояния памятника. Это делает невозможным выполнять требования современного законодательства к содержанию и использованию объекта культурного наследия. В сложившейся ситуации уникальные свидетельства прошлого народов, населяющих территорию Республики Татарстан, при разрушении памятника археологии безвозвратно исчезают. Для сохранения исторического наследия на территории Татарстана на сегодняшний день необходимо предусмотреть проведение ширококомасштабных охранно-спасательных работ на разрушаемых объектах. А работы по оценке опасности разрушения памятников археологии помогут в выборе приоритетных участков для срочных археологических исследований на основе определения интенсивности разрушения памятника и его уникальной значимости (Gaynullin et al, 2016).

Во всем мире разработка стратегии сохранения культурного наследия на основе анализа современного состояния, прогноза и оценки рисков для памятников археологии с использованием современных методов (анализ данных дистанционного зондирования (ДДЗ), глобальные спутниковые навигационные (ГНСС) и геоинформационные системы (ГИС)) является неотъемлемой частью современных археологических исследований (Wang, 2015). Новейшие технологии заметно упростили задачу по про-

ведению мониторинга современного состояния памятников археологии. Так, например, на основе комплексных исследований стало возможным документировать ландшафтные изменения для охраны и управления культурным наследием на всех уровнях, от отдельных памятников до общей картины в целом (Risbol et al, 2015). При этом широко применяются различные методы обработки разновременных аэрофото- и космоснимков: проводится сравнительный анализ изменения состояния памятника (Lasaponara et al, 2012), планирование адресных археологических охранно-спасательных работ (Banerjee, 2013), осуществление реконструкции древних ландшафтов и первоначального облика объектов археологии, относящихся к различным историческим эпохам (Reinhold, 2016). Таким образом, при использовании ДДЗ в археологии выделяются следующие задачи: 1) поиск, точная фиксация и мониторинг состояния памятников археологии в быстроизменяющемся современном ландшафте; 2) понимание процессов формирования ландшафта; 3) выявление и интерпретация экономических, экологических и социальных факторов, на основании которых можно сделать долгосрочный прогноз состояния памятников и расчет моделей землепользования; 4) установление взаимосвязи между окружающей средой и человеком (Hritz, 2014). Кроме того, анализ ДДЗ является неотъемлемой частью неразрушающих методов, используемых в изучении памятников археологии наряду с геофизическими исследованиями, направленными на выявление объектов, минимизируя разрушения, наносимые облику памятника архео-



Рис. 1. Местоположение исследуемых городищ Предволжья Республики Татарстан.

Fig. 1. Location of investigated fortified settlements in the Cis-Volga region of the Republic of Tatarstan.

логическими раскопками (Гайнуллин, Демина, Усманов, 2012).

За последние 5 лет в современных археологических исследованиях как в России, так и за рубежом, благодаря своей невысокой цене и легкости в использовании, наряду с лазерным сканированием, все более широкое применение получили мультироторные беспилотные летательные аппараты (БПЛА) (Жуковский, 2015; Esposito et al, 2013). Сейчас они широко используются в различных областях, где быстро и недорого необходимо получить данные дистанционного зондирования с близкого расстояния. Аппараты используют для получения

высокодетальных аэрофотоснимков, которые позволяют изготовить на их основе ортофотоплан местности, цифровые модели рельефа (ЦМР), 3D-модели для реконструкции объектов археологии (Stek, 2016; Fernandez-Hernandez et al, 2015; Зайцева, 2014), а также проводить мониторинг их современного состояния (Asandulesei, 2017; Esposito et al, 2013). Кроме того, использование БПЛА на современном этапе позволяет комбинирование данных для ведения документации и 3D-визуализации (Balletti et al, 2015; Tscharfa et al, 2015).

Использование высокоточного геодезического оборудования в на-

Таблица 1

Характеристики исследуемых городищ Предволжья Республики Татарстан

№	Наименование	Датировка	Культурная принадлежность	Аэрофотосъемка, год / количество снимков		
1.	Богдашкинское городище	X-XIII вв.	Болгарская культура		1969/1	1980/2
2.	Кильдюшевское городище	X-XIII вв.	Болгарская культура	1958/2	1969/2	1980/2
3.	Хулашское городище	X-XIII вв.	Болгарская культура		1969/1	1980/2
4.	Большефроловское городище	IV-VII вв.	Именьковская культура	1956/2		1980/2
5.	Степановское городище	IV-VII вв.	Именьковская культура	1956/1		1980/1

стоящее время становится обычным и необходимым при проведении археологических работ. Если раньше было достаточно построить планы в условной системе координат с помощью оптических нивелиров или теодолитов, то сейчас практически все археологические исследования подразумевают применение как цифровых тахеометров и нивелиров, так и высокоточных ГНСС-приемников. В настоящее время ГНСС-технологии используются преимущественно для съемки археологических раскопок, что позволяет археологам получать результаты в электронной форме, помогая создать сетку раскопа и управлять общим процессом организации. Кроме того, спутниковые методы также позволяют записывать точное местоположение находки, точную длину и пространственную ориентацию найденных объектов. При использовании БПЛА спутниковые методы особенно необходимы для обоснования координат наземных реперов, необходимых для более точного позиционирования и взаимной ориентации фотоснимков,

на основе которых строятся модели археологических объектов (Dubbin et al, 2016). Также ГНСС технологии эффективны для фиксации и изучения динамики опасных экзогенных процессов, несущих угрозу разрушения памятнику (Gaynullin et al, 2014). Таким образом, использование ГНСС-технологий позволяет более точно собирать данные, строить сложные многослойные карты, которые полезны при анализе данных, а также для формирования геобазы данных по исследуемому объекту.

Применение современных технологий и методов позволяет проводить оценку состояния археологических объектов и оценку рисков разрушения памятников истории и культуры, что является приоритетной задачей при управлении культурным наследием, являясь основой при принятии решений и осуществлении конкретных мероприятий по сохранению объектов археологии (Wu et al, 2014; Romanescu et al, 2014; Del Lungoa et al, 2015).

Данная работа является продолжением исследования (Gainullin et al,

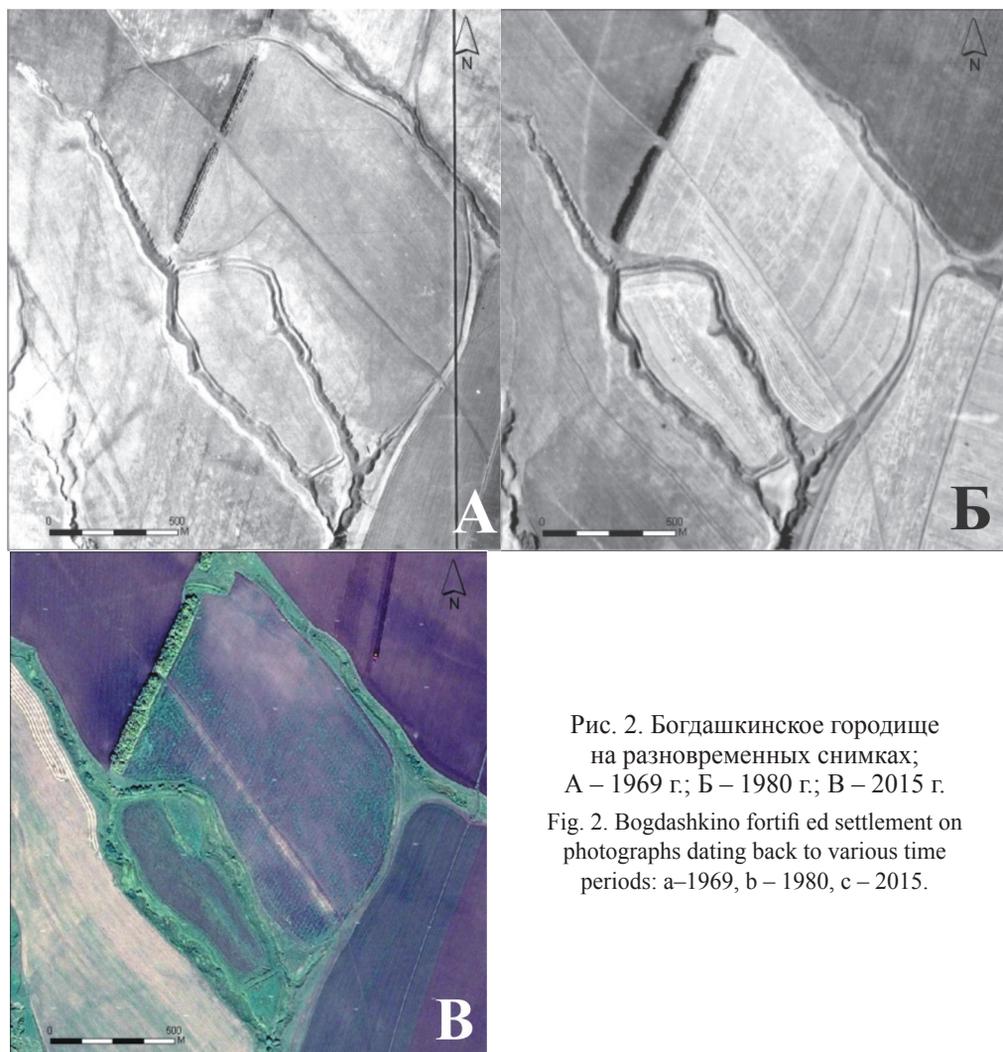


Рис. 2. Богдашкинское городище на разновременных снимках; А – 1969 г.; Б – 1980 г.; В – 2015 г.

Fig. 2. Bogdashkino fortified settlement on photographs dating back to various time periods: a-1969, b – 1980, c – 2015.

2016), направленного на разработку системы анализа нарушенности территории культурного наследия (археологического памятника) с использованием как методов археологических исследований, так и геоморфологических и геоэкологических подходов. Методология оценки риска уничтожения объектов культурного наследия разрабатывается на основе современных инструментальных и картографо-геоинформационных подходов на территории Предволжья Республики Татарстан (РТ). Этот регион харак-

теризуется очень высоким уровнем развития сельского хозяйства (76,4% распаханых и 40% эродированных земель) (Yermolaev et al, 2015).

Археологический памятник – это объект, во внешнем виде и внутренней структуре которого очевидны присутствие и преобразующая деятельность человека-носителя той или иной культуры. Кроме того, археологические памятники являются неотъемлемой частью ландшафта, поэтому современные методы их изучения связаны, в первую очередь, с подходами, при-

меняемыми в экологии и географии (Gaynullin I.I. et al, 2014). Поэтому решаемые в проекте задачи предполагают междисциплинарный подход, что определяет использование следующих методов: топографо-геодезический, картографический, дистанционный, геоинформационный, полевые экспедиционные исследования, моделирование (Ермолаев, 2012).

Для получения информации о состоянии археологических памятников были отобраны данные дистанционного зондирования максимально возможного временного спектра – за последние 60 лет. В работе использовались старые аэрофотоснимки (масштаб 1: 17000) из специального фонда библиотеки Казанского федерального университета и современные спутниковые снимки высокого разрешения из открытых ресурсов. В качестве объектов изучения были выбраны укрепленные поселения (городища) с системой оборонительных сооружений, которые легко идентифицировать по данным дистанционного зондирования (Коробов, 2011). Поиск укрепленных поселений на аэрофотоснимках осуществлялся с помощью описаний, основанных на результатах полевого обследования прошлых лет. Аэрофотоснимки сканировались и с помощью программы ArcGIS, создавалась единая система координат с космическими снимками. Далее по результатам визуального дешифрирования оценивалось состояние городищ. Памятники, подвергшиеся воздействию антропогенных (пахота, строительство, добыча полезных ископаемых и т.д.) и естественных (овражная эрозия, оползни, обвалы, флювиальные процессы и т.д.) процессов были отнесены к

разным категориям. В отдельную категорию выделялись городища без видимых последствий воздействия и полностью разрушенные памятники археологии с описанием возможных причин исчезновения.

Изучение данных дистанционного зондирования (ДДЗ) не всегда позволяет определить реальную ситуацию на изучаемых объектах, поэтому полевые работы необходимы для получения оперативных данных о современном состоянии, определения степени подверженности памятников различным видам воздействия и обоснования необходимости проведения охранно-спасательных мероприятий.

Натурные обследования включали в себя: уточнение местоположения и выявление визуальных признаков городища; организацию стационарных реперных точек для привязки последующей многократной съемки; фотофиксацию объектов и фотограмметрия участков, организацию и съемку опорных точек ГНСС-оборудованием для геопривязки 3D-модели.

Организация стационарных реперных точек производилась на городищах, где была обнаружена опасность разрушения в результате либо современных экзогенных процессов, либо антропогенного воздействия. На каждом из них были установлены реперы в трех-четыре точки близ каждого городища. На полностью разрушенных городищах, а также при отсутствии признаков воздействия, установка реперов не проводилась.

Особый акцент делался на фиксацию современных экзогенных процессов. Помимо стандартной фотосъемки на некоторых участках проведена фотограмметрическая съемка, что позволяет создать 3D-модель участ-

ков городищ, подверженных особым рискам разрушения.

В ходе обработки 130 разновременных аэрофотоснимков были найдены 30 городищ, относящихся к разновременным культурам. Из них 5 городищ, по состоянию на 2016 год, полностью разрушены, и их внешний облик может быть восстановлен только на основе аэрофотоснимков (АФС). В результате анализа разновременных архивных аэрофотоснимков и современных спутниковых снимков 2016 г. были определены 5 городищ Предволжья для последующего детального обследования в полевых условиях с целью описания их современного состояния (рис. 1, табл. 1). Их конфигурация, как и размеры, очень различны. Кроме традиционных для нашего региона мысовых городищ, использующих естественные укрепления и имеющих треугольную форму, нередко городища квадратной, округлой, трапециевидной, полукруглой и других форм. По размерам городища также отличаются между собой. В пределах Татарстана городища в основном занимают относительно небольшие площади (в пределах 10–20 тыс. м²), но встречаются и очень крупные по размерам, например, выбранные для настоящего исследования Богдашкинское городище – центр княжества, известный по письменным источникам, и Хулашское городище (Свод..., 2007).

Богдашкинское городище. Памятник относится к X–XIII вв., известен с 1909 г. Планировка, укрепления, культурные остатки свидетельствуют о городском характере поселения на данном городище. Предположительно городище связывается с летописным городом Ошелем, разрушенным

в 1220 г. (Свод..., 2007). Городище имеет сложную форму фортификационных сооружений – площадка городища делится на две части: цитадель (3,4 га) в юго-западной части городища, окруженная двумя рядами валов и рвов, и посад, укрепленный одним рядом укреплений. Сложная форма хорошо видна на снимке 1969 г. (рис. 2: А). Уже тогда как внешняя, так и внутренняя площадки городища распаивались, но практически все валы сохранились, за исключением отдельных фрагментов в северо-восточной и северо-западной оконечности внешней площадки. Оборонительная система внешнего и большей частью внутреннего городища к 1969 г. уже была частично разрушена вследствие оползневых процессов на склонах развившихся по рвам оврагов. К 1980 г. большая часть укреплений, окаймляющих посадскую часть памятника разрушена вследствие интенсивной распашки, и только благодаря снимкам 1969 г. можно восстановить форму городища (рис. 2: Б).

По данным современного снимка (рис. 2: В) и полевых исследований центральная часть городища разрушена оврагом, а с запада – пашней. Через северо-восточную часть оставшихся валов проходит дорога.

На данный момент, учитывая интенсивную сельскохозяйственную деятельность на большей части археологического памятника, можно утверждать, что ок. 95% площади городища, включая оборонительную систему, находится под негативным антропогенным и природным воздействием. Из 170 га, которые определяются по самому раннему снимку 1969 г., на сегодняшний день площадь нетронутого культурного слоя сокра-

тилась до 3,4 гектар, ограниченная только цитаделью. При протяженности посадских валов, по данным АФС 1969 г., в 1784 м (1,8 км) в настоящее время в нетронутым виде сохранилось всего 165 м.

Кильдюшевское городище. Городище открыто в 1957 г., относится к болгарскому времени. Дистанционным зондированием существенно скорректированы данные по местоположению и площади памятника. По снимкам установлено, что городище занимает большую площадь – 350×350 м, чем заявленная в описании 1957 г. – 200×200 м. Кроме того, видно, что валы окружают площадку городища с четырех сторон, а не с двух.

По данным разновременной аэрофотосъемки, отмечается сокращение древесной растительности в северной и юго-восточной частях городища с 2,5 га до 0,6 га (рис. 3: А–Г). С западной стороны памятника на всех снимках фиксируется овраг, который разрушил вал на протяженности в 50 м, с юга – склоновые процессы, частично разрушившие валы уже к 1958 г. Как видно на снимках, распашка на данной территории не производилась и не производится.

Максимальный урон городищу был нанесен в последние 30 лет. С южной и восточной восточной стороне памятника вал был разрушен дорогой, изъято до 50 м, в юго-западной части городища на безымянном ручье создан пруд, который также уничтожает вал городища. При его постройке, как можно сделать вывод из снимка, были проведены земельные работы и срезан участок площадки городища площадью 4388 м², культурный слой полностью уничтожен. В центре городища появилась осиновая посадка

площадью 3 га, через городище проходит проселочная дорога протяженностью 490 м (рис. 3: Г).

Таким образом, можно утверждать, что около 50% площади городища, включая оборонительную систему, находится под негативным антропогенным и природным воздействием. Из общей площади городища в 12,5 га площадь нетронутого культурного слоя составляет 6 га.

Хулашское городище. Городище известно с середины XIX в., расположено на широком, покато к югу мысу между берегом реки и древним оврагом (рис. 4.). По описанию в карте археологических памятников ТАССР указано, что до 1952 г. на территории городища существовала д. Хулаш, однако на снимках ее остатки не фиксируются (Свод..., 2007). Как видно по данным дистанционного зондирования, территория городища активно распаивается и на современных снимках валы посады полностью, а внутреннего города – в северной части памятника, уничтожены. Из 1,8 км общей протяженности валов внутреннего города, фиксируемых на снимке 1969 г., осталось 600 м. Из общей площади городища, определяемой по снимку 1969 г. в 180 га, на сегодняшний день только 8,5 га культурного слоя нетронуты распашкой. С юго-запада городище ограничено крутым склоном, осложненным комплексом экзогенных процессов.

Полевые исследования подтвердили ситуацию, наблюдаемую на снимках. Система укреплений сохранилась только в южной и северо-западной частях городища, с востока остатки валов залесены.

Большефроловское городище. Городище именковской культуры вы-

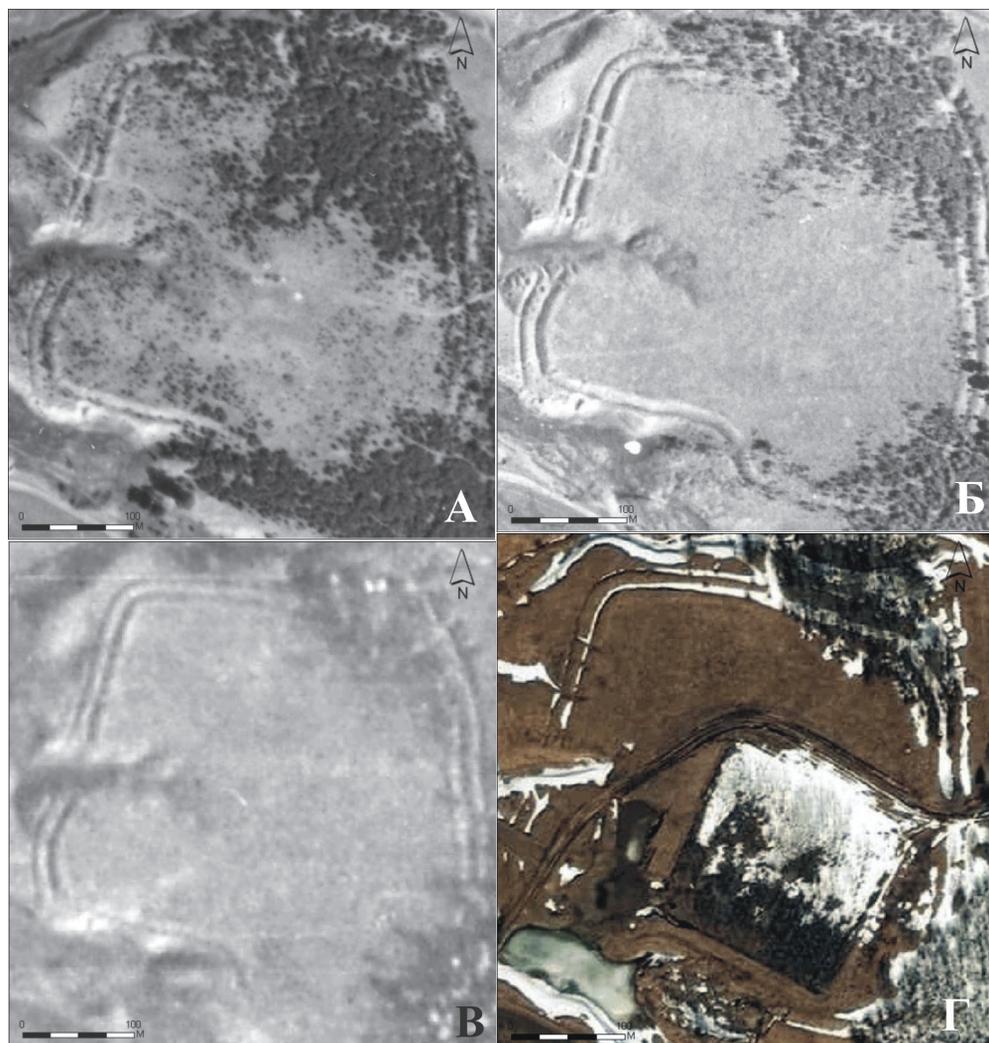


Рис. 3. Кильдюшевское городище на разновременных снимках:

А – 1958 г.; Б – 1969 г.; В – 1980 г.; Г – 2015 г.

Fig. 3. Kildyushevo fortified settlement on photographs dating back to various time periods:

a – 1958; b – 1969; c – 1980; d – 2015.

явлено в 1949 г. (Свод..., 2007). С напольной стороны укреплено двумя дуговидными валами (высота первого вала со стороны площадки – 2,5 м, ширина в основании – 7 м) и двумя дуговидными рвами (ширина первого со стороны острия мыса рва – 3 м, глубина – 1 м, ширина второго – 7 м, глубина – 1,5 м). По снимкам видно, что городище располагается на мысо-

образном выступе, ограниченном с юга уступом высоких террас, а с севера – балкой, с врезающимся вторичным оврагом, что может явиться причиной возникновения на склонах опасных экзодинамических процессов (рис. 5).

Полевые исследования выявили, что антропогенное воздействие на данное городище минимально. Так как городище находится в трудно-

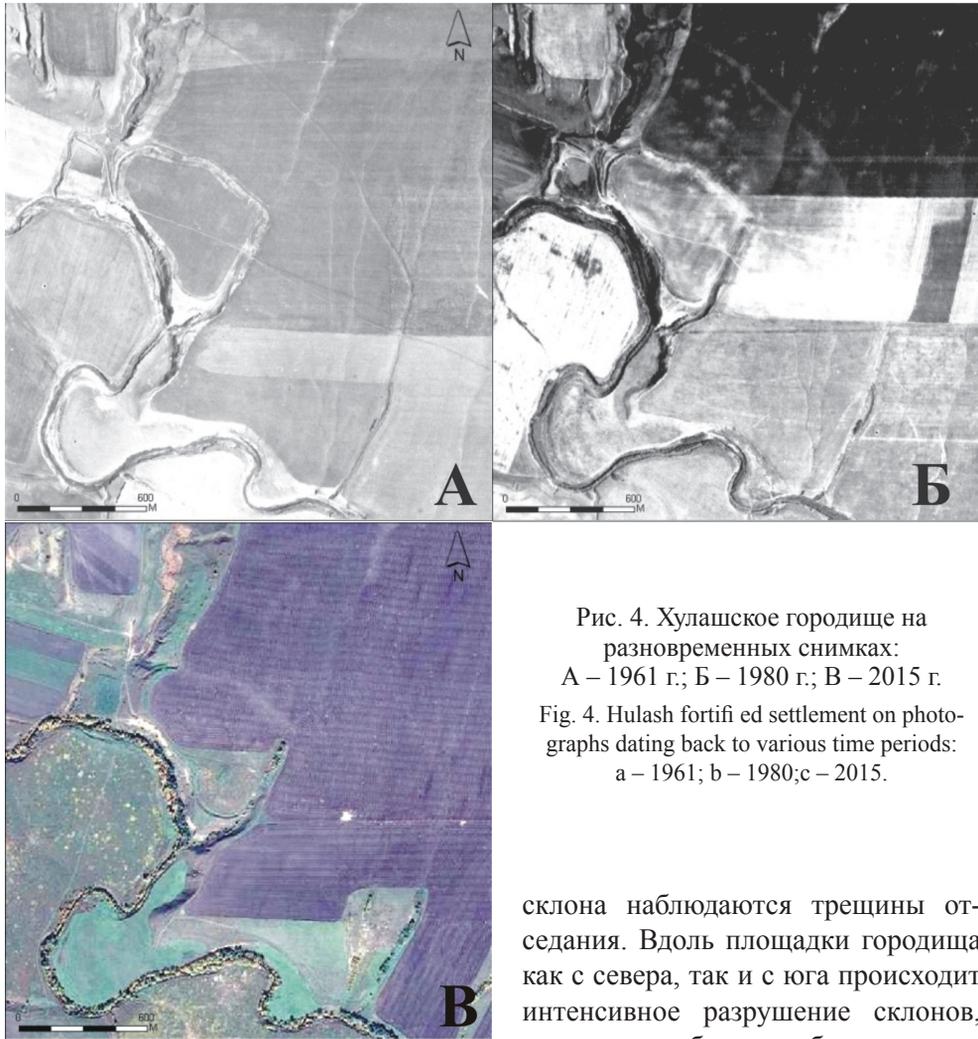


Рис. 4. Хулашское городище на
разновременных снимках:
А – 1961 г.; Б – 1980 г.; В – 2015 г.

Fig. 4. Hulash fortified settlement on photographs dating back to various time periods:
a – 1961; b – 1980; c – 2015.

доступном месте, на его территории не производится распашка и выпас скота. В 30 м восточнее первого вала находится несанкционированный карьер по добыче известнякового камня, который практически полностью уничтожил находящееся за валами городища и одновременное ему селище.

Городище подвержено экзогенному воздействию. Слабый растительный покров и дерновые почвы, лежащие на тонком слое суглинков вместе с коренными породами, представленными мелкообломочным известняком, легко разрушаются. В верхней части

склона наблюдаются трещины отседания. Вдоль площадки городища как с севера, так и с юга происходит интенсивное разрушение склонов, оползание небольших блоков почвы с дерном, границы городища обрывистые. С юга склон долины реки по крутизне достигает 60 градусов, здесь наблюдаются процессы выветривания. Торце вала с юга подвергается ветровой эрозии и обнажен.

Степановское городище. Относится к именьковской культуре (Свод..., 2007). Подтреугольная площадка городища с напольной стороны отделена валом (ширина в основании – от 10 до 20 м, высота – 2 м) и дуговидным рвом (ширина – 15–28 м, глубина – 1,5–2 м). На валу городища в 1949 г. Н.Ф. Калининым прослежены остат-

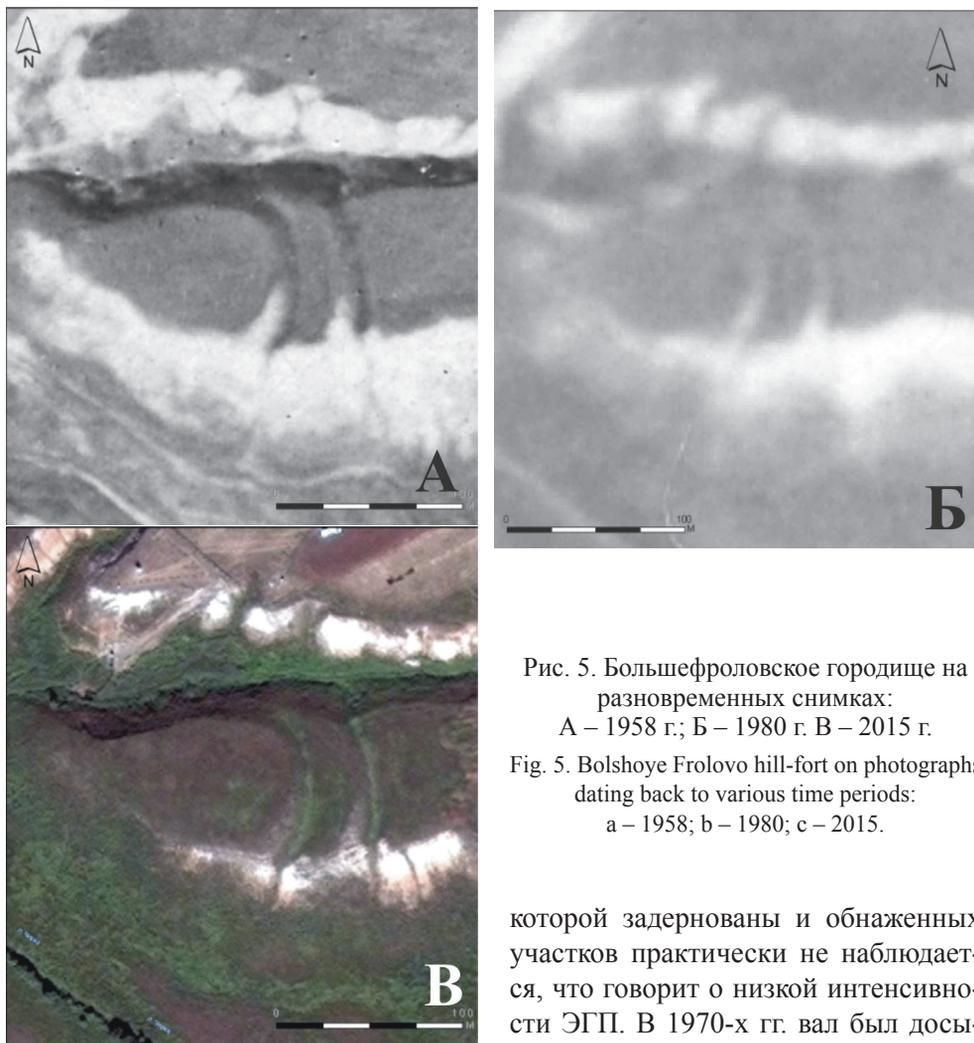


Рис. 5. Большефроловское городище на
разновременных снимках:
А – 1958 г.; Б – 1980 г. В – 2015 г.

Fig. 5. Bolshoye Frolovo hill-fort on photographs
dating back to various time periods:
a – 1958; b – 1980; c – 2015.

ки деревянной бревенчатой стены, на площадке выявлен культурный слой в 50–60 см. На снимках видно, что с юго-востока городище ограничено оврагом, правый борт которого сложен коренными породами, а левый – суглинками и прорезан овражно-балочной сетью (рис. 6). Площадка городища, скорее всего, была выровнена при постройке объекта, границы ее фиксируются на АФС, сложена легкими по составу и сыпучими известняками и суглинками.

С юго-запада, запада и северо-запада площадку огибает балка, склоны

которой задернованы и обнаженных участков практически не наблюдается, что говорит о низкой интенсивности ЭГП. В 1970-х гг. вал был досыпан двумя параллельными насыпями для устройства стрельбища, которое в настоящее время не функционирует (рис. 6: Б–В).

Склон восточной экспозиции крутой – 70–80°, осложнен осыпями, оползнями и обвалами (рис. 7).

По предварительным расчетам, за 60-летний период в результате осыпных процессов отступление бровки склона составило 12 м в максимальной точке, в результате чего начала разрушаться площадка городища, что приводит к уничтожению культурного слоя. Напротив, склон западной экспозиции сложен суглинками – ополз-

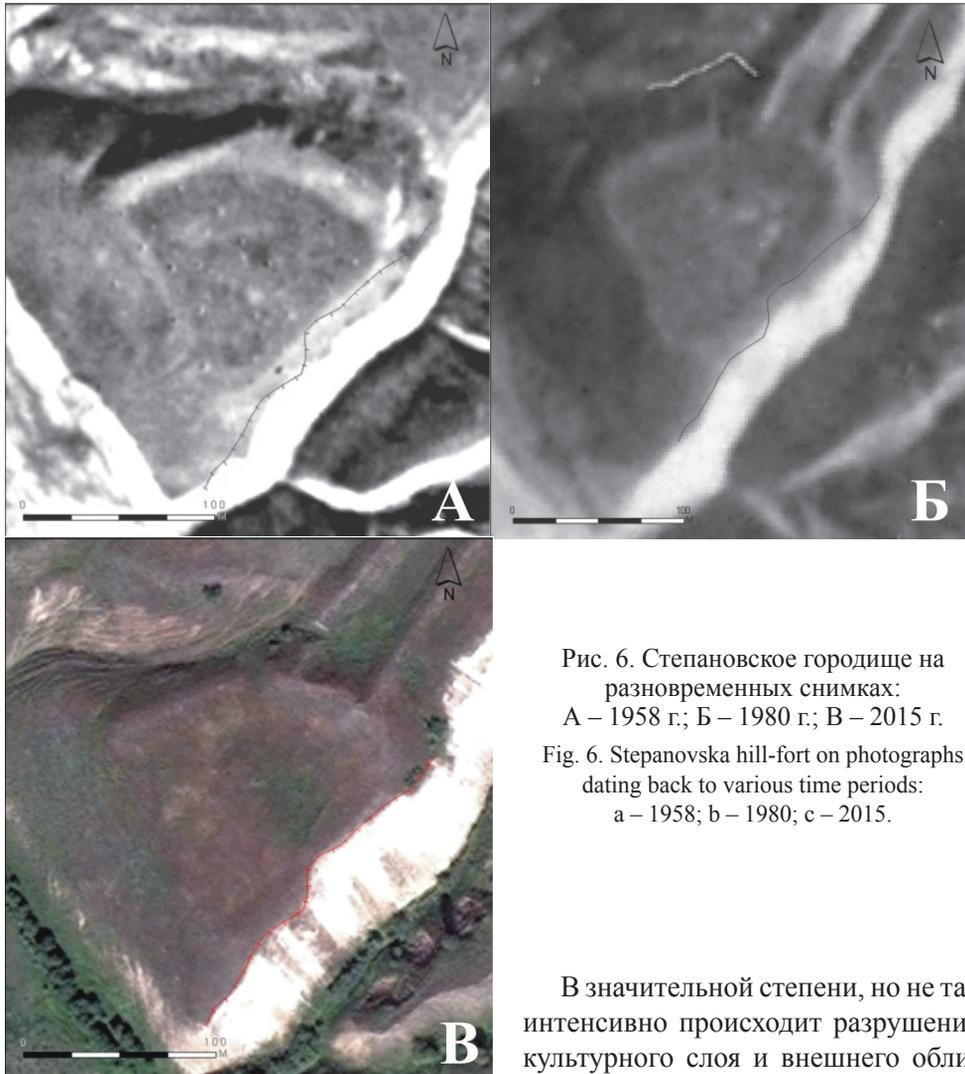


Рис. 6. Степановское городище на разновременных снимках: А – 1958 г.; Б – 1980 г.; В – 2015 г.

Fig. 6. Stepanovska hill-fort on photographs dating back to various time periods: a – 1958; b – 1980; c – 2015.

невые и обвальные процессы здесь отсутствуют.

Антропогенное воздействие. По итогам анализа ДДЗ и полевых исследований, наиболее подвержены негативным антропогенным процессам Богдашкинское и Хулашское городища (табл. 2). Большая часть территории памятников находится в зоне интенсивной сельскохозяйственной деятельности. В результате многолетней распашки внешний облик городищ претерпел существенные изменения.

В значительной степени, но не так интенсивно происходит разрушение культурного слоя и внешнего облика Кильдюшевского городища. При общей целостности валов здесь нарушен культурный слой при создании фруктового сада и при организации пруда. Менее всего подвержено антропогенным негативным процессам Степановское городище. В результате создания стрельбища был частично разрушен ров и досыпан вал, что привело к искажению облика памятника археологии. Большефроловское городище не подвержено каким-то очевидным антропогенным процессам, однако опасение вызывает состояние находящегося сразу за валами одно-



Рис. 7. Осыпные и обвальные процессы на восточном склоне Степановского городища.
Fig. 7. Colluvium and landslide processes on the eastern slope of Stepanovka hill-fort.

Таблица 2

Негативные факторы, оказывающие влияние на исследуемые городища
Предволжья Республики Татарстан

№	Наименование	Негативные процессы		Рекомендации по сохранению
		Пораженность, %		
		Антропогенные	Экзогенные	
1.	Богдашкинское городище	Распашка	Склоновые процессы	Инструментальная топосъемка городища, определение границ памятника, вывод из землепользования.
		80	15	
2.	Кильдюшевское городище	Строительство, сельскохозяйственные работы	Склоновые, процессы, залесенность	Инструментальная топосъемка городища, вывод из землепользования, организация охранных археологических работ в местах обнажения культурного слоя.
		85	10	
3.	Хулашское городище	Распашка	Склоновые процессы	Инструментальная топосъемка городища, определение границ памятника, вывод из землепользования.
		85	10	
4.	Большефроловское городище		Склоновые процессы	Организация охранных работ на примыкающем к городищу селище, мониторинг склоновых процессов.
			10	
5.	Степановское городище	Застройка	Склоновые процессы, оползни	Мониторинг склоновых процессов.
		10	20	

временного селища, территория которого, возможно, разрушена карьером и требует отдельного изучения.

Экзогенные процессы. Наиболее интенсивные экзогенные процессы фиксируются на Степановском городище (осыпи на крутом склоне). Остальные взятые для исследования городища также подвержены влиянию экзодинамических процессов, что привело к частичному разрушению оборонительной системы Богдашкинского, Кильдюшевского и Хулашского городищ. Несмотря на наблюдающиеся склоновые процессы, Большефрловское городище единственное сохранило свой первоначальный облик.

Таким образом, впервые для региона исследования были проведены работы по определению трансформаций городищ, установлена динамика разрушения памятников, восстановлена форма утраченных объектов. Полученные в процессе выполнения проекта актуальные данные о со-

стоянии городищ Предволжья РТ с привлечением современных инструментов и методов исследования послужат основой для разработки системы анализа нарушенности территории расположения объекта культурного наследия (памятника археологии). Одновременно результаты работ позволяют выявить тенденции изменения состояния памятников и количественно оценить риски их разрушения.

Проведенные исследования на выбранных памятниках определяют работу коллектива в дальнейшем. При проведении полевых экспедиционных работ будет разрабатываться новый и оригинальный не только для нашей страны, но и зарубежья комплексный метод оценки рисков разрушения памятников археологии с использованием беспилотных летательных аппаратов, методов фотограмметрии, 3D-моделирования, ГНСС-технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гайнуллин И.И., Дёмина Ю.В., Усманов Б.М. Опыт применения ГИС-технологий для оценки интенсивности разрушения археологических памятников в зоне влияния Куйбышевского водохранилища // КСИА. 2012. № 226. С. 54–63.
2. Гайнуллин И.И., Ермолаев О.П., Ситдииков А.Г., Усманов Б.М. Комплексное исследование разрушаемых археологических памятников на участке береговой линии Куйбышевского Водоохранилища у с. Измери (Спасский район РТ) // Поволжская археология. 2012. № 2. С. 107–122.
3. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2015 году. Казань, 2016. 505 с.
4. Жуковский М.О. Использование мультитроторных БПЛА и фотограмметрических технологий обработки аэрофотосъёмки в современных археологических исследованиях // Виртуальная археология (эффективность методов). Материалы Второй Международной конференции (Санкт-Петербург, 1–3 июня 2015 г.). СПб.: Изд-во Гос. Эрмитажа. 2015. С. 69–80.
5. Зайцева О.В. «3d революция» в археологической фиксации в российской перспективе // Сибирские исторические исследования. 2014. № 4 С. 10–20.
6. Коробов Д.С. Основы геоинформатики в археологии. Учебное пособие. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2011. 224 с.
7. Свод памятников археологии Республики Татарстан / Т. 3 / Отв.ред. А.Г. Ситдииков, Ф.Ш. Хузин. Казань: Изд-во Института Истории АН РТ, 2007. 528 с.

8. Asăndulesei A. Inside a Cucuteni Settlement: Remote Sensing Techniques for Documenting an Unexplored Eneolithic Site from Northeastern Romania // *Remote Sensing*. 1(17). 2017. pp. 41.
9. Balletti C., Guerra F., Scocca V., Gottardi C. 3d integrated methodologies for the documentation and the virtual reconstruction of an archaeological site // *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. 2015. pp. 215–222.
10. Banerjee R., Srivastava P. K. Reconstruction of contested landscape: Detecting land cover transformation hosting cultural heritage sites from Central India using remote sensing // *Land Use Policy*. 34. 2013. pp. 193–203.
11. Del Lungoa S., Sabiaa C.A., Pacellab C. Landscape and cultural heritage: best practices for planning and local development: an example from Southern Italy // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 188. 2015. pp. 95–102.
12. Dubbini M., Curzio L.I., Campedelli A. Digital elevation models from unmanned aerial vehicle surveys for archaeological interpretation of terrain anomalies: Case study of the Roman castrum of Burnum (Croatia) // *Journal of Archaeological Science. Reports* 8. 2016. pp. 121–134.
13. Esposito S., Fallavollita P., Melis M. G., Balsi M., Jankowski S. UAS imaging for archaeological survey and documentation // *Proc. SPIE* 8903. 2013.
14. Fernandez-Hernandez J., Gonzalez-Aguilera D., Rodriguez-Gonzalvez P., Mancera-Maboada J. Image-based modelling from unmanned aerial vehicle (UAV) photogrammetry: an effective, low-cost tool for archaeological applications // *Archaeometry*. 57(1). 2015. pp. 128–145.
15. Gainullin I.I., Khomyakov P.V., Sitdikov A.G., Usmanov B.M. Study of anthropogenic and natural impacts on archaeological sites of the Volga Bulgaria period (Republic of Tatarstan) using remote sensing data // *Proc. SPIE* 9688. 2016.
16. Gaynullin I., Kasimov A., Khomyakov P., Usmanov B. An integrated approach for medieval hillforts study (Republic of Tatarstan, Russia) // *Proc. 3rd International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts SGEM 2016/ 3(2)* pp. 247–254.
17. Gaynullin I., Sitdikov A., Usmanov B. Destructive abrasion processes study in archaeological sites placement (Kuibyshev and Nizhnekamsk reservoirs, Russia) // *Proc. International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts SGEM 2014. 3(1)*. pp. 339–346.
18. Gaynullin I.I., Sitdikov A.G., Usmanov B.M. Abrasion processes of Kuibyshev Reservoir as a factor of destruction of archaeological site Ostolopovo (Tatarstan, Russia) // *Advances in Environmental Biology*. 8(4). 2014. pp. 1027–1030.
19. Hritz C. Contributions of GIS and Satellite-based Remote Sensing to Landscape Archaeology in the Middle East // *Archaeol. Res*. 22(3). 2014. pp. 229–276.
20. Lasaponara R., Masini N., Holmgren R., Backe, Forsberg Y. Integration of aerial and satellite remote sensing for archaeological investigations: a case study of the Etruscan site of San Giovenale // *Journal Of Geophysics And Engineering*. 9(4). 2012. pp. 26–39.
21. Reinhold S., Belinskiy A., Korobov D. Caucasia top-down: Remote sensing data for survey in a high altitude mountain landscape // *Quaternary International*. 402. 2016. pp. 46–60.
22. Risbol O., Briese C., Doneus M. Nesbakken, A. Monitoring cultural heritage by comparing DEMs derived from historical aerial photographs and airborne laser scanning // *Journal of Cultural Heritage*. 16(2). 2015. pp. 202–209.
23. Romanescu G., Nicu I.C. Risk maps for gully erosion processes affecting archaeological sites in Moldavia, Romania // *Zeitschrift für Geomorphologie*. NF 58(4). 2014. pp. 509–523.

24. Stek T. D. Drones over Mediterranean landscapes. The potential of small UAV's (drones) for site detection and heritage management in archaeological survey projects: A case study from Le Pianelle in the Tappino Valley, Molise (Italy) // *Journal of Cultural Heritage*. 22. 2016. pp. 1066–1071.

25. Tscharfa A., Rumlperb M., Fraundorferb F., Mayera G., Bischof H. On the use of UAVs in mining and archaeology – geo-accurate 3d reconstructions using various platforms and terrestrial views // *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. 2015. pp. 15–22.

26. Wang J.-J. Flood risk maps to cultural heritage: Measures and process // *Journal of Cultural Heritage*. 16(2). 2015. pp. 210–220.

27. Wu P.-S., Hsieh C.-M., Hsu M.-F. Using heritage risk maps as an approach to estimating the threat to materials of traditional buildings in Tainan (Taiwan) // *Journal of Cultural Heritage*. 15(4). 2014. pp. 441–447.

28. Yermolaev O.P., Usmanov B.M., Muharamova, S.S. The basin approach and mapping to the anthropogenic impact assessment on the east of the Russian Plain // *International Journal of Applied Engineering Research*. 10(20). 2015. pp. 41178–41184.

Информация об авторах:

Гайнуллин Искандер Ильгизович, научный сотрудник, Институт археологии им. А.Х. Халикова АН РТ (г. Казань, Россия); ihigh@mail.ru

Ситдииков Айрат Габитович, чл.-корр АН РТ, доктор исторических наук, директор, Институт археологии им. А.Х.Халикова АН РТ (г. Казань, Россия); sitdikov_a@mail.ru

Усманов Булат Мансурович, старший преподаватель, Казанский (Приволжский) федеральный университет (г. Казань, Россия); BUsmanof@kpfu.ru

Хомяков Петр Валериевич, инженер 1 категории, Казанский (Приволжский) федеральный университет (г. Казань, Россия); Petr.Khomyakov@ksu.ru

QUALITATIVE ASSESSMENT OF THE CONDITION OF TATARSTAN MEDIEVAL FORTIFIED SETTLEMENTS UNDER THE DATA OF REMOTE SENSING

I.I. Gainullin, P.V. Khomiakov, A.G. Sitdikov, B.M. Usmanov

The article considers the modern condition of the archaeological monuments of the Republic of Tatarstan as an essential manmade part of the cultural landscape. According to UNESCO directive, the “cultural landscape” is considered not only as a result of cooperation between man and nature, but also as a natural and cultural territorial complex with a structural and functional integrity developing in specific physical and geographical, cultural and historical conditions. Medieval fortified settlements with a system of defensive fortifications which are easily identified on the basis of remote sensing data were selected as research subjects. The identification and evaluation of monument destruction risks are a priority in the investigation of cultural heritage sites. Due to the fact that most of the monuments are located on the banks of minor rivers, the primary task of investigation was the assessment of the risk of their destruction as a result of natural (dangerous exogenous) processes. The second objective was to evaluate the role of the human factor in the destruction of archaeological sites. One of the main utilized techniques is the search and analysis of archival and modern remote sensing data. This approach allows to correct settlement shapes, confirm their sizes and location in the landscape, thus resolving the issue of updating the information on cultural heritage sites. For the first time in the Tatarstan Republic, investigation results will allow to determine the past and current changes in the condition of the monuments and conduct a quantitative assessment of the risks of their destruction prior to the determination of priority regions for the performance of salvage and rescue excavations.

Keywords: archaeology, cultural heritage, human factor, exogenous processes, remote sensing, aerial photography, geoinformation systems, fortified settlements, the Middle Ages.

REFERENCES

1. Gainullin, I. I., Demina, Iu. V., Usmanov B. M. 2012. In *Kratkie soobshcheniia Instituta arkheologii (Brief Communications of the Institute of Archaeology)* 226, 54–63 (in Russian).
2. Gainullin, I. I., Ermolaev, O. P., Sitdikov, A. G., Usmanov B. M. 2012. In *Povolzhskaya arkheologiya (Volga River Region Archaeology)* (2), 107–122 (in Russian).
3. 2016. Gosudarstvennyi doklad o sostoianii prirodnykh resursov i ob okhrane okruzhaiushchei sredy Respubliki Tatarstan v 2015 godu (State Report on the Condition of Natural Resources and Protection of the Environment of the Republic of Tatarstan in 2015). Kazan (in Russian).
4. Zhukovskii, M. O. 2015. In *Virtual'naia arkheologiya (effektivnost' metodov) (Virtual Archaeology (Method Efficiency))*. Saint Petersburg: The State Hermitage Museum, 69–80 (in Russian).
5. Zaitseva, O. V. 2014. In *Sibirskie istoricheskie issledovaniia (Siberian Historical Research)* 4, 10–20 (in Russian).
6. Korobov, D. S. 2011. *Osnovy geoinformatiki v arkheologii (Basics of Geoinformatics in Archaeology)*. Moscow: Lomonosov Moscow State University (in Russian).
7. Sitdikov, A. G., Khuzin, F. Sh. (eds.). 2007. *Svod pamyatnikov arkheologii Respubliki Tatarstan (Corpus of Archaeological Sites in the Republic of Tatarstan)* 3. Kazan: Institute of History named after Shigabuddin Mardzhani, Tatarstan Academy of Sciences (in Russian).
8. Asăndulesei A., 2017. In *Remote Sensing* 1(17). 41.
9. Balletti, C., Guerra, F., Scocca, V., Gottardi, C. 2015. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 215–222.
10. Banerjee, R., Srivastava, P. K. 2013. In *Land Use Policy* 34, 193–03.
11. Del Lungoa, S., Sabiaa, C.A., Pacellab, C. 2015. In *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 188, 95–102.
12. Dubbini, M., Curzio, L.I., Campedelli, A. 2016. In *Journal of Archaeological Science. Reports* 8, 121–134.
13. Esposito, S., Fallavollita, P., Melis, M. G., Balsi, M., Jankowski, S. 2013. In *Proceedings of SPIE – The International Society of Optical Engineering*, 8903.
14. Fernandez-Hernandez, J., Gonzalez-Aguilera, D., Rodriguez-Gonzalvez, P., Mancera-Maboada, J. 2015. In *Archaeometry* 57(1), 128–145.
15. Gainullin, I.I., Khomyakov, P.V., Sitdikov, A.G., Usmanov, B.M. 2016. In *Proceedings of SPIE – The International Society of Optical Engineering*, 9688.
16. Gaynullin, I., Kasimov, A., Khomyakov, P., Usmanov, B. 2016. In *Proceedings of the 3rd International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts SGEM* 3(2), 247–254.
17. Gaynullin, I., Sitdikov, A., Usmanov, B. 2014. In *Proceedings of International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts SGEM* 3(1), 339–346.
18. Gaynullin, I.I., Sitdikov, A.G., Usmanov, B.M. 2014. In *Advances in Environmental Biology* 8(4). 1027–1030.
19. Hritz, C. 2014. In *Journal of Archaeological Research* 22(3), 229–276.
20. Lasaponara, R., Masini, N., Holmgren, R., Backe, Forsberg Y. 2012. In *Journal of Geophysics and Engineering* 9(4). 26–39.
21. Reinhold, S., Belinskiy, A., Korobov, D. 2016. In *Quaternary International*. 402. 46–60.
22. Risbol, O., Briese, C., Doneus, M. Nesbakken, A. 2015. In *Journal of Cultural Heritage* 16(2) 202–209.
23. Romanescu, G., Nicu, I.C. 2014. In *Zeitschrift für Geomorphologie* NF 58(4), 509–523.
24. Stek, T. D. 2016. In *Journal of Cultural Heritage* 22, 1066–1071.
25. Tscharfa, A., Rumplerb, M., Fraundorferb, F., Mayera, G., Bischof, H. 2015. In *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 15–22.

26. Wang, J.-J. 2015. In *Journal of Cultural Heritage* 16(2), 210–220.
27. Wu, P-S., Hsieh, C-M., Hsu, M-F. 2014. In *Journal of Cultural Heritage* 15(4), 441–447.
28. Yermolaev, O.P., Usmanov, B.M., Muharamova, S.S. 2015. In *International Journal of Applied Engineering Research* 10(20), 41178–41184.

About the Authors:

Gainullin Iskander I. Institute of Archaeology named after A. Kh. Khalikov, Tatarstan Academy of Sciences. Butlerov Str., 30, Kazan, 420012, the Republic of Tatarstan, Russian Federation; ihigh@mail.ru

Sitdikov Airat G. TAS Corresponding Member. Doctor of Historical Sciences. Institute of Archaeology named after A. Kh. Khalikov, Tatarstan Academy of Sciences. Butlerov Str., 30, Kazan, 420012, the Republic of Tatarstan, Russian Federation; sitdikov_a@mail.ru

Usmanov Bulat M. Kazan (Volga Region) Federal University. Kremlyovskaya St., 18, Kazan, 420000, the Republic of Tatarstan, Russian Federation; BUusmanof@kpfu.ru

Khomyakov Petr V. Kazan (Volga Region) Federal University. Kremlyovskaya St., 18, Kazan, 420000, the Republic of Tatarstan, Russian Federation; Petr.Khomyakov@ksu.ru

Статья поступила в номер 24.03.2017 г.