

АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН
МАРИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ПОВОЛЖСКАЯ
АРХЕОЛОГИЯ

№ 2 (24)

2018

Главный редакторчлен-корреспондент АН РТ, доктор исторических наук **А.Г. Ситдиков****Заместители главного редактора:**член-корреспондент АН РТ, доктор исторических наук **Ф.Ш. Хузин**доктор исторических наук **Ю.А. Зеленева**Ответственный секретарь – кандидат ветеринарных наук **Г.Ш. Асылгараева****Редакционный совет:****Р.С. Хакимов** – вице-президент АН РТ (Казань, Россия) (председатель)**Х.А. Амирханов** – член-корреспондент РАН, доктор исторических наук, профессор (Москва, Россия)**И. Бальдауф** – доктор наук, профессор (Берлин, Германия)**С.Г. Бочаров** – кандидат исторических наук (Казань, Россия)**П. Георгиев** – доктор наук, доцент (Шумен, Болгария)**Е.П. Казаков** – доктор исторических наук (Казань, Россия)**Н.Н. Крадин** – член-корреспондент РАН, доктор исторических наук, профессор (Владивосток, Россия)**А. Тюрк** – PhD (Будапешт, Венгрия)**И. Фодор** – доктор исторических наук, профессор (Будапешт, Венгрия)**В.Л. Янин** – академик РАН, доктор исторических наук профессор (Москва, Россия)**Редакционная коллегия:****А.А. Выборнов** – доктор исторических наук, профессор (Самара, Россия)**М.Ш. Галимова** – кандидат исторических наук (Казань, Россия)**Р.Д. Голдина** – доктор исторических наук, профессор (Ижевск, Россия)**И.Л. Измайлов** – доктор исторических наук (Казань, Россия)**С.В. Кузьминых** – кандидат исторических наук (Москва, Россия)**А.Е. Леонтьев** – доктор исторических наук (Москва, Россия)**Т.Б. Никитина** – доктор исторических наук (Йошкар-Ола, Россия)**Ответственный за выпуск:****С.Г. Бочаров** – кандидат исторических наук (Казань, Россия)**Адрес редакции:**

420012 г. Казань, ул. Бутлерова, 30

Телефон: (843) 236-55-42

E-mail: arch.pov@mail.ru**http://archaeologie.pro**

Индекс 80425, каталог «ПОЧТА РОССИИ»

Выходит 4 раза в год

© Академия наук Республики Татарстан, 2018

© ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», 2018

© Журнал «Поволжская археология», 2018

Editor-in-Chief:

Corresponding Member of the Tatarstan Academy of Sciences,
Doctor of Historical Sciences **A. G. Sitdikov**

Deputy Chief Editors:

Corresponding Member of the Tatarstan Academy of Sciences, Doctor of Historical Sciences **F. Sh. Khuzin**
Doctor of Historical Sciences **Yu. A. Zelenev**
Executive Secretary – Candidate of Veterinary Sciences **G. Sh. Asylgaraeva**

Executive Editors:

- R. S. Khakimov** – Vice-Chairman of the Tatarstan Academy of Sciences (Institute of History named after Shigabuddin Mardzhani, Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russian Federation) (chairman)
Kh. A. Amirkhanov – Doctor of Historical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation)
I. Baldauf – Doctor Habilitat, Professor (Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin, Germany)
S. G. Bocharov – Candidate of Historical Sciences (Institute of Archaeology named after A. Kh. Khalikov, Kazan, Russian Federation)
P. Georgiev – Doctor of Historical Sciences (National Archeological Institute with Museum, Bulgarian Academy of Sciences, Shumen Branch, Shumen, Bulgaria)
E. P. Kazakov – Doctor of Historical Sciences (Institute of Archaeology named after A. Kh. Khalikov, Kazan, Russian Federation)
N. N. Kradin – Doctor of Historical Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (Institute of History, Archaeology and Ethnology, Far East Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russian Federation)
A. Türk – PhD (Institute of History, Research Centre for the Humanities, Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary)
I. Fodor – Doctor of Historical Sciences, Professor (Hungarian National Museum, Budapest, Hungary)
V. L. Yanin – Doctor of Historical Sciences, Professor (Academician of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russian Federation)

Editorial Board:

- A. A. Vybornov** – Doctor of Historical Sciences, Professor (Samara State Academy of Social Sciences and Humanities, Samara, Russian Federation)
M. Sh. Galimova – Candidate of Historical Sciences (Institute of Archaeology named after A. Kh. Khalikov, Kazan, Russian Federation)
R. D. Goldina – Doctor of Historical Sciences, Professor (Udmurt State University, Izhevsk, Russian Federation)
I. L. Izmaylov – Doctor of Historical Sciences (Institute of Archaeology named after A. Kh. Khalikov, Kazan, Russian Federation)
S. V. Kuzminykh – Candidate of Historical Sciences (Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation)
A. E. Leont'ev – Doctor of Historical Sciences (Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation)
T. B. Nikitina – Doctor of Historical Sciences (Mari Research Institute of Language, Literature and History named after V. M. Vasilyev, Yoshkar-Ola, Russian Federation)

Responsible for Issue – Candidate of Historical Sciences **S. G. Bocharov**

Editorial Office Address:

Butlerov St., 30, Kazan, 420012, Republic of Tatarstan, Russian Federation

Telephone: (843) 236-55-42

E-mail: arch.pov@mail.ru

<http://archaeologie.pro>

© Tatarstan Academy of Sciences (TAS), 2018

© Mari State University, 2018

© “Povolzhskaya Arkheologiya” Journal, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Древности Волжской Булгарии и археология Евразии

Кравченко Э.Е. (Донецк, Украина).
Оборонительные сооружения археологического комплекса
у с. Сидорово (среднее течение Северского Донца) 10

Макаров Л.Д. (Ижевск, Россия).
Дореволюционная коллекция городища Грохань
из фондов Сарапульского земского музея 33

Серегин Н.Н. (Барнаул, Россия).
Скальные погребения Алтая и сопредельных территорий раннего средне-
вековья: культурно-хронологическая и этносоциальная интерпретация..... 41

Борисов Б.Д. (Велико Тырново, Болгария).
Модель обработки массового керамического материала 52

Дьякова О.В. (Владивосток, Россия).
Горные городища Восточного Ся в Приморье
(фортификационные и стратиграфические особенности)..... 65

Шакиров З. Г., Хузин Ф.Ш. (Казань, Россия).
Комплексные исследования Билярской археологической экспедиции 85

Валиев Р.Р., Абдуллин Х.М., Ситдииков А.Г. (Казань, Россия).
«Старокуйбышевское VII селище»:
историко-археологические исследования 100

Булгарский улус и изучение материальной культуры Золотой Орды

Руденко К.А. (Казань, Россия).
Золотые украшения Волжской Булгарии и Булгарского улуса
Золотой Орды: опыт сравнительного анализа 111

*Обухов Ю.Д. (с. Прасковья, Ставропольский край, Россия),
Бочаров С.Г. (Казань, Россия).*
Новая находка костяной накладки с изображением дракона
на Маджарском городище 125

Пигарёв Е.М. (Йошкар-Ола, Россия).
Городище "Шареный Бугор" (город Хаджи-Тархан) и его округа 134

Айбабина Е.А. (Симферополь, Россия).
Резные камни городища Чуфут-Кале 150

Кирилко В.П. (Симферополь, Россия).
«Алустонский клад»: история находки 168

Мыц В.Л. (Санкт-Петербург, Россия).
Сарымамбаш-Кермен – укрепленная резиденция XIV–XVIII вв.
беков Яшлавских-Сулешевых 190

<i>Зенюк Д.И. (Ростов-на-Дону, Россия), Масловский А.Н. (Азов, Россия).</i> Керамический комплекс первой четверти XV в. из раскопок в городе Азове	204
<i>Чернецов А.В. (Москва, Россия).</i> Чингизиды на миниатюрах лицевого летописного свода Ивана Грозного.....	222

Новейшие археологические исследования Болгарского городища

<i>Лопан О.В., Волков И.В. (Москва, Россия), Ситдиков А.Г. (Казань, Россия).</i> Раскопки на южной окраине Болгарского городища в 2016 году (раскоп ССХVII).....	237
<i>Бочаров С.Г. (Казань, Россия).</i> Археологические исследования гончарных горнов на Болгарском городище в 2016 году (раскоп ССХVI)	253
<i>Бадеев Д.Ю., Коваль В.Ю. (Москва, Россия).</i> Исследования ремесленно-торгового района средневекового Болгара	270
<i>Зоря Р.С. (Казань, Россия).</i> Находка литейной формы из раскопа СХСIX Болгарского городища	290
<i>Губайдуллин А.М. (Казань, Россия).</i> Типы средневековых дерево-земляных оборонительных сооружений и способы их возведения	297
<i>Яворская Л.В. (Москва, Россия).</i> К вопросу об обеспечении мясными продуктами средневекового города Болгар.....	307
<i>Бездудный В.Г. (Ростов-на-Дону, Россия), Марчук В.Н. (Фрязино, Россия), Ситдиков А.Г. (Казань, Россия).</i> Комплексные геофизические исследования Болгарского городища в 2016 году	319
<i>Усманов Б.М., Гайнуллин И.И., Хомяков П.В. (Казань, Россия).</i> Комплексная оценка современного состояния территории Болгарского городища (Татарстан, Россия)	326

Хроника

<i>Коваль В.Ю. (Москва, Россия), Баранов В.С. (Казань, Россия), Елкина И.И., Глазунова О.Н., Григорян С.Б. (Москва, Россия).</i> Л.А. Беляев и археология Поволжья	342
<i>Недашковский Л.Ф., Ситдиков А.Г., Асылгараева Г.Ш. (Казань, Россия).</i> Памяти А.Г. Мухамадиева (1933–2018)	348
<i>Имашева М.М. (Казань, Россия).</i> Секция «Археология Нижнего Поволжья» в работе ежегодной международной научной конференции «Астраханские краеведческие чтения»	354
Список сокращений	360
Правила для авторов	363

*The issue is dedicated to the 80th anniversary
the Bolgar archaeological expedition*

CONTENS

Antiquities of Volga Bulgaria and archaeology of Eurasia

<i>Kravchenko E.E. (Donetsk, Ukraine)</i> Fortification of the Archaeological Complex Near the Village of Sidorovo (middle flow of the Seversky Donets river)	10
<i>Makarov L.D. (Izhevsk, Russian Federation)</i> Pre-Revolutionary Collection of Grochan Hillfort from the Funds of Sarapul Local Museum	33
<i>Seregin N.N. (Barnaul, Russian Federation)</i> Rock Burials of the Early Middle Ages in Altai and Adjacent Territories: cultural-chronological and ethnic-social interpretation.....	41
<i>Borisov B.D. (Veliko Tarnovo, Bulgaria)</i> A Model for Pottery Material Processing	52
<i>Dyakova O.V. (Vladivostok, Russian Federation)</i> Mountain Fortified Settlements of East Xia in Primorye (fortification and stratigraphic features).....	65
<i>Shakirov Z.G., Khuzin F.Sh. (Kazan, Russian Federation)</i> Comprehensive Studies by Bilyar Archaeological Expedition.....	85
<i>Valiev R.R., Abdullin Kh.M., Sitdikov A.G. (Kazan, Russian Federation)</i> Starokuibyshevskoe VII Settlement: historical and archaeological studies	100

Bulgar Ulus and studies of the Golden Horde material culture

<i>Rudenko K.A. (Kazan, Russian Federation)</i> Golden Adornments of Volga Bulgaria and the Bolgar Ulus of the Golden Horde: comparative analysis experience.....	111
<i>Obukhov Yu.D. (Prskoveya, Stavropol Territory, Russian Federation), Bocharov S.G. (Kazan, Russian Federation)</i> New Bone Overlay with a Dragon Image Discovered at Madzhar Fortified Settlement...	125
<i>Pigarev E.M. (Yoshkar-Ola, Russian Federation)</i> Shareny Bugor Fortified Settlement (the Town of Hajji Tarkhan) and its Neighbouring Area.....	134
<i>Aibabina E.A. (Simferopol, Russian Federation)</i> Carved Stones of Chufut-Kale Ancient Fortified Settlement.....	150
<i>Kirilko V.P. (Simferopol, Russian Federation)</i> «The Treasure from Aluston»: history of the find.....	168
<i>Myts V.L. (Saint Petersburg, Russian Federation)</i> Sarymambash-Kermen – a Fortified 14 th –15 th Century Residence of Yashlavsky-Suleshevy Beks.....	190

<i>Zenyuk D.I. (Rostov-on-Don, Russian Federation), Maslovsky A.N. (Azov, Russian Federation)</i>	
Ceramic Complex of the First Quarter of the 15 th Century from Excavations in the Town of Azov	204
<i>Chernetsov A.V. (Moscow, Russian Federation)</i>	
Genghizids in Miniatures of the Illustrated Chronicle of Ivan the Terrible.....	222

Recent archaeokogical stadies of Bolgar Fortified Settlements

<i>Lopan O.V., Volkov I.V. (Moscow, Russian Federation), Sitdikov A.G. (Kazan, Russian Federation)</i>	
Excavations on the Southern Outskirts of Bolgar Fortified Settlement in 2016 (Excavation CCXVII)	237
<i>Bocharov S.G. (Kazan, Russian Federation)</i>	
Archaeological Studies of Pottery Hearths at Bolgar Fortified Settlement in 2016 (Excavation CCXVI)	253
<i>Badeev D.Yu., Koval V.Yu. (Moscow, Russian Federation)</i>	
Studies of the Trade and Craft District of Medieval Bolgar	270
<i>Zorya R.S. (Kazan, Russian Federation)</i>	
Foundry Mould Discovered at Excavation CXCIX of Bolgar Fortified Settlement.....	290
<i>Gubaidullin A.M. (Kazan, Russian Federation)</i>	
Types of Medieval Wooden and Earth Defensive Structures and Methods of their Constuction	297
<i>Yavorskaya L.V. (Moscow, Russian Federation)</i>	
To the Question of Providing Meat Products to the Medieval City of Bolgar.....	307
<i>Bezudny V.G. (Rostov-on-Don, Russian Federation), Marchuk V.N. (Fryazino, Russian Federation), Sitdikov A.G. (Kazan, Russian Federation)</i>	
Comprehensive Geophysical Studies of Bolgar Fortified Settlement in 2016	319
<i>Usmanov B.M., Gainullin I.I., Khomiakov P.V. (Kazan, Russian Federation)</i>	
Complex Study of Current State of the Bolgar Fortified Settlement Territory (Tatarstan, Russia)	325

Chronicle

<i>Koval V.Yu. (Moscow, Russian Federation), Baranov V.S. (Kazan, Russian Federation), Elkina I.I., Glazunova O.N., Grigoryan S.B. (Moscow, Russian Federation)</i>	
L.A. Belyaev and the Archeology of the Volga Region	342
<i>Nedashkovsky L.F., Sitdikov A.G., Asylgaraeva G.Sh. (Kazan, Russian Federation)</i>	
Ad Memoriam A. G. Mukhamadiev (1933–2018).....	348
<i>Imasheva M.M. (Kazan, Russian Federation)</i>	
Section "Archaeology of the Lower Volga Region" in the Annual International Scientific Conference "Astrakhan Regional Reading»	354
List of Abbreviations.	360
Submissions.	363



Уважаемые читатели, коллеги!

В 2018 году мы отмечаем 80-летний юбилей Болгарской археологической экспедиции. Появление экспедиции в 1938 году и её последующая планомерная работа вплоть до 1973 года неразрывно связаны с именем её первого начальника Алексея Петровича Смирнова. Благодаря его научным работам и исследованиям его коллег и учеников Николая Филипповича Калинина, Германа Алексеевича Федорова-Давыдова, Ольги Сергеевны Хованской, Александры Михайловны Ефимовой, Зулейхи Асфандияровны Акчуриной, Натальи Дмитриевны Аксеновой были заложены научно-методические основы работы постоянно действующей экспедиции. В результате было получено ясное представление о стратиграфии, хронологии, материальной культуре Болгара в X–XIV вв.

За 80 лет работы экспедиции исследования в Болгаре не велись только на протяжении тринадцати полевых сезонов. Это три тяжелых года с 1941-го по 1943-й в период Великой Отечественной войны (но уже в 1944 г. работы вновь возобновились) и краткие перерывы в 1955–1956, 1958–1963 и 1999 годах.

После 1973 года археологические исследования Болгарского городища были продолжены Тамарой Александровной Хлебниковой, Натальей Дмитриевной Аксеновой, Рафиндом Фуатовичем Шарифуллиным, Мариной Дмитриевной Полубояриновой, Петром Николаевичем Старостиным, Галиной Федоровной Поляковой, Людмилой Львовной Савченковой, Леонидом Андреевичем Беляе-

вым, Джамилем Габдрахимовичем Мухаметшиным, Вячеславом Сергеевичем Барановым, Муратом Мазитовичем Кавеевым, Айратом Маратовичем Губайдуллиным, Ильгизаром Равильевичем Газимзяновым, Ниной Александровной Кокориной, Аидой Григорьевной Петренко.

Постоянный, кропотливый, ежедневный труд двух поколений археологов благотворно повлиял на сохранность памятника. С 1960-х годов под эгидой Министерства культуры ТАССР началась системная реставрационная и музеефикационная работа на памятниках Болгара. В целях усиления охраны памятников в 1962 году в селе Болгары открывается историко-архитектурный музей. В 1969 году Болгарское городище получает статус историко-архитектурного заповедника, государственным актом были впервые утверждены границы зон охраны и режимы содержания его территории. С 2000 года Болгарский комплекс становится музеем-заповедником.

Новый этап в истории Болгарского городища связан с началом реализации в 2010 году проекта «Культурное наследие – остров-град Свияжск и древний Болгар», который координируется Республиканским Фондом «Возрождение». Сегодня Болгарский историко-археологический комплекс находится под защитой федерального и регионального законодательств и правительств.

В 2014 году памятник получил самую высокую оценку международного экспертного сообщества, ему присвоили статус Объекта Всемирного Культурного Наследия ЮНЕСКО. Огромный вклад в это знаменательное событие внесли именно археологи, исследовавшие Болгар.

К своему 80-летию Болгарская экспедиция подходит в очень хорошей форме. На памятнике вместе с опытными и заслуженными археологами – Леонидом Андреевичем Беляевым, Рафиндом Фуатовичем Шарифуллиным, Вячеславом Сергеевичем Барановым, Айратом Маратовичем Губайдуллиным, Айратом Габитовичем Ситдиковым, Ильгизаром Равильевичем Газимзяновым, Владимиром Юрьевичем Ковалём, Игорем Викторовичем Волковым, Ириной Игоревной Елкиной, Гульшат Шарипзяновной Асылгараевой, Лилией Вячеславовной Яворской работает молодая, уже третья генерация исследователей – Денис Юрьевич Бадеев, Александр Владимирович Беляев, Ренат Рафаилович Валиев, Максим Владимирович Сивицкий, Айназ Ильхамович Хазиев, Радион Наильевич Хамзин.

Редакционный совет и коллегия журнала единодушно решили посвятить второй номер журнала «Поволжская археология» этому знаковому событию в отечественной археологии. В июне 2018 года, когда этот номер журнала передается в издательство, уже начинается новый археологический полевой сезон в Болгаре, что по нашему мнению является лучшим проявлением жизни и деятельности этой экспедиции.

Поздравляем всех коллег с 80-летним юбилеем Болгарской экспедиции!

А.Г. Ситдиков, С.Г. Бочаров

УДК 904. 572.08

<https://doi.org/10.24852/pa2018.2.24.326.341>

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ БОЛГАРСКОГО ГОРОДИЩА (ТАТАРСТАН, РОССИЯ)¹

© 2018 г. Б.М. Усманов, И.И. Гайнуллин, П.В. Хомяков

Авторами решается научная задача по созданию системы анализа состояния территории расположения объекта культурного наследия (памятника археологии) с использованием как методов археологических исследований, так и применяемых в практике геоморфологических и геоэкологических исследований. Разрабатывается новая методика оценки рисков разрушения памятников археологии в пределах территории Болгарского городища при помощи дистанционного зондирования, комплексных полевых исследований и картографо-геоинформационных подходов к обработке полученных данных. Современными инструментальными методами осуществлялся сбор информации об опасных экзогенных процессах и антропогенном воздействии в пределах памятника. С использованием разновременной аэрофотосъемки осуществлен анализ изменения функционального использования территории Болгарского городища. Итогом проведенных исследований является серия как инвентаризационных, так и оценочных карт, а также рекомендации для минимизации нагрузки на рассматриваемый объект археологического наследия. Полученные результаты будут использованы авторами для создания методики оценки рисков разрушения памятников археологии.

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

Болгарское городище – уникальное археологическое и архитектурное наследие Волжской Булгарии и Золотой Орды. Международное значение Болгарского историко-архитектурного комплекса подтверждено включением его в качестве номинанта в Список Всемирного наследия UNESCO, в котором памятник, будучи уникальным свидетельством существования самобытной болгарско-татарской цивилизации, занял свою особую нишу. Болгарский комплекс раскрывает важный аспект истории отношений, культур-

ного взаимодействия степных культур и городских цивилизаций Азии и Европы. Тем более важно в этой связи проводить последовательную работу по выявлению антропогенных и экзогенных процессов и рисков, ведущих к разрушению памятника, утрате определенных элементов, составляющих неповторимый облик Болгарского городища и потере культурного слоя, несущего бесценные исторические свидетельства жизни Болгара.

Разработка стратегии сохранения культурного наследия на осно-

¹ Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

ве анализа современного состояния, прогноз и оценка рисков для памятников археологии с использованием современных методов (анализ ДДЗ, ГНСС-технологии и ГИС) являются неотъемлемой частью современных археологических исследований во всем мире (Wang, 2015). Современные технологии заметно упростили задачу по проведению мониторинга современного состояния памятников археологии. Так, например, на основе комплексных исследований возможно задокументировать ландшафтные изменения для охраны и управления культурным наследием на всех уровнях, от отдельных памятников до общей картины в целом (Risbol et al, 2015; Gainullin et al, 2017; Asăndulesei et al, 2017). При этом широко применяются различные методы обработки разновременных аэрофото-и космоснимков: проводится сравнительный анализ изменения состояния памятника (Lasarona et al, 2012; Gainullin et al, 2016), 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 (Hritz, 2014):

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.

Кроме того, использование и анализ ДДЗ является неотъемлемой частью неразрушающих методов, используемых в изучении памятников археологии наряду с геофизическими исследованиями, направленными на выявление объектов и минимизацию разрушений, наносимых облику памятника археологическими раскопками (Гайнуллин и др., 2012).

За последние 5 лет в современных археологических исследованиях как в России, так и за рубежом, благодаря своей невысокой цене и легкости в использовании, все более широкое применение получили мультироторные беспилотные летательные аппараты (БПЛА) (Жуковский, 2015).

Сейчас они широко используются в различных областях, когда быстро и недорого необходимо получить данные дистанционного зондирования с близкого расстояния. Stefano Campana в обобщающей работе «Drones in Archaeology. State-of-the-art and Future Perspectives» (Campana, 2017) на основании анализа использования БПЛА в археологических исследованиях последних 10 лет и появления программных инструментов обработки 3D-съемки и создания 3D-моделей памятников выделяет 4 основных области применения дронов в археологии:

1. Документирование раскопа и осуществление 3D-съемки слоев и выявленных объектов.

2. Трехмерное обследование зданий и сооружений на территории памятников археологии.

3. Изучение объектов археологии в изменяющемся ландшафте.

4. Проведение археологической разведки и поиск новых объектов.

Использование беспилотников открывает новые возможности не только для мониторинга отдельных объектов или памятников, но и для сохранения памятников археологии в целом, в условиях все возрастающего техногенного воздействия и природных процессов, которые ежедневно угрожают культурному наследию. БПЛА способствуют разработке высокоточных 3D-моделей памятников и археологических объектов, включая те, которые имеют значительный размер (как Булгарское городище), открывая новые перспективы для изучения объектов всемирного наследия и их сохранения. Процессы, оказывающие разрушительное воздействие на памятники археологии: интенсивное сельское хозяйство, строительные работы, промышленная деятельность и развитие населенных пунктов и их инфраструктуры, а также естественные процессы и систематические грабежи – отображаются с использованием БПЛА (высокодетальные аэрофотоснимки и полученные на их основе цифровые модели рельефа), при этом создаются цифровые модели фактических условий окружающей среды, для проведения мониторинга современного состояния памятников археологии и обнаружения археологических памятников (Asandulesei et al, 2017; Esposito et al, 2013). Благодаря способности к быстрой и эффективной съемке использование беспилотников является прорывом при проведении современных археологических изысканий и принятии решений в деле

обеспечения сохранности объектов культурного наследия.

Использование высокоточного геодезического оборудования в настоящее 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 (глобальные навигационные спутниковые системы) технологии используются преимущественно для съемки археологических раскопок, что позволяет археологам получать результаты в электронной форме, помогая создавать 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 (Dubini 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, ГНСС-технологии позволяют более точно собирать данные, строить сложные многослойные карты, которые



Рис. 1. Местоположение исследуемой территории Болгарского городища.

Fig. 1. General geographical location of the study area.

полезны при анализе данных, а также для формирования геобазы данных по исследуемому объекту. Применение современных технологий и методов позволяет осуществлять составление карты рисков для памятников истории и культуры, что является приоритетной задачей при управлении культурным наследием, основой при принятии решений и осуществлении конкретных мероприятий по сохранению объектов археологии (Wu et al, 2014; Romanescu et al, 2014). Как и в проводимом авторским коллективом исследовании, современные междисциплинарные методы используются в определении тех или иных рисков для памятников (Del Lungoa et al, 2015).

В данном контексте под рисками мы понимаем меру степени, в которой археологические объекты могут быть повреждены или разрушены в силу характера своего местоположения в

результате воздействия конкретной опасности (Glossary, 1997), Рабочая группа UNEP определяет риски как «подверженность опасности в результате внешнего воздействия и возможность снижения риска в определенный момент времени» (UNEP 2000). Оценка рисков – непростая задача, и на данный момент нет утвержденных методик по ее проведению еще (Nicu, 2017). В нашем случае оценка рисков – это инструмент для определения значимых факторов естественных и антропогенных негативных процессов и подверженных их воздействию элементов объектов культурного наследия.

Определение участков с высокой степенью рисков разрушения позволит обеспечить целостность объектов культурного наследия, смягчить возможные последствия и приведет к лучшему управлению культурным наследием уполномоченными госорганами и всеми заинтересованными сторонами (Cutter, 1996; Гайнуллин и др., 2017). Разработанные подходы оценки рисков можно распространить на объекты культурного наследия других регионов, что поможет свести к минимуму затраты на возмещение ущерба и, что более важно, на проведение охранных мероприятий. При этом, на наш взгляд, необходимым является интеграция естественнонаучных методов и археологических данных в среде ГИС (отображение и преобразование данных в цифровом формате, пространственный анализ, 3D-визуализация) (Коровов, 2011, Gainullin et al, 2018).

История изучения

Болгарское городище расположено на территории Спасского района



Рис. 2. План Болгарского городища с указанием отдельных памятников и комплексов (по Смирнову, 1951).

Fig. 2. Plan of the Bolgar fortified settlement with individual sites and archaeological complexes (after: Smirnov, 1951)

Республики Татарстан в 83 км к югу от Казани, на левом берегу Волги, у ее слияния с Камой (рис. 1). Городищу посвящено огромное количество археологической и исторической литературы. Памятник описывается с XVIII в., в XIX – начале XX в. последовательно изучается, однако систематическое археологическое исследование памятника началось в 1938 г. под руководством А.П. Смирнова. Вышедшая в 1951 г. монография А.П. Смирнова «Волжские булгары», подводит определенный итог изучения Болгарского городища

под руководством А.П. Смирнова и дает нам ценнейшее описание некоторых экзогенных и антропогенных процессов, происходивших на территории памятника за период 1938–1950 гг., и, что составляет особую ценность для нас данной работы, описание уже утраченных при заполнении ложа Куйбышевского водохранилища участков в пойме, которые территориально также относились к городищу.

До затопления поймы Куйбышевским водохранилищем городище находилось в 6 км от р. Волги и с севера ограничивалось р. Меленкой – старицы р. Камы, на берегу которой размещалось значительное количество сооружений, относящихся к периоду функционирования памятника (рис. 2). В ходе исследований 1938–1940 гг. были зафиксированы многочисленные здания, которые «сохранились лучше построек верхней площади города, так как сильнее засыпаны обвалами и покрыты более мощными намывными слоями», что говорит об активных склоновых процессах на территории, занятой городищем. Кроме того, автор утверждает, что многочисленные находки керамики в пойменной части могли попасть сюда в результате «смыва с верхнего плато городища» (Смирнов, 1951).



Рис. 3. Совмещение АФС 1958 г. с современным космоснимком (2016).
Fig. 3. Georeferencing of an aerial photo (1958) with modern satellite image (2016).

Приводятся и описания негативных антропогенных процессов. Смирнов указывает, что большая часть площади городища, окруженная валом и рвом, на момент написания работы, распаивается, что подтверждается и архивной аэрофотосъемкой 1958 г. Автор отмечает значительное количество небольших возвышений со следами строительных материалов – остатки построек, которые «в прежние годы гораздо отчетливее выступали среди пашни» (Смирнов, 1951)

и, хотя не приводятся точные количественные данные о характере разрушения и временном промежутке, мы можем сделать вывод о значительном разрушительном антропогенном воздействии на городище в период 1938–1950 гг. Также в работе указывается и на значительное количество находок, совершенных на усадьбах и огородах местных жителей.

Первое полноценное подробное описание территории городища с указанием проблемных участков и раз-

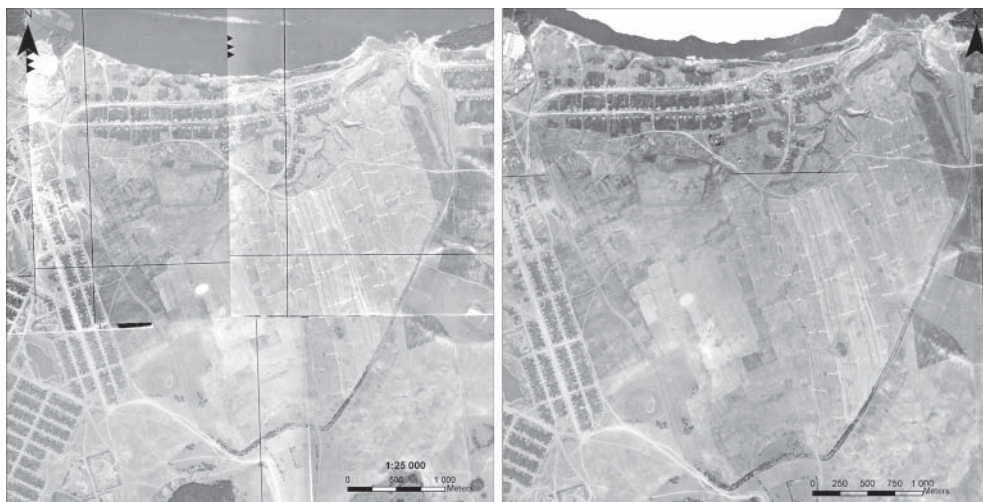


Рис. 4. Накидной монтаж (слева) и мозаика (справа)
на территорию Болгарского городища.

Fig. 4. Preliminary compilation of aerial photos (left) and seamless mosaic (right)
on the territory of the Bolgar fortified settlement.

личных негативных экзогенных и антропогенных процессов приведено в разделе В.Н. Калущкова и П.М. Шульгина «Природный ландшафт Болгарского городища» атласа «Великий Болгар» (2013 г.). Авторами приводится карта опасных и неблагоприятных природных процессов на территории музея-заповедника и дается характеристика устойчивости территориальных комплексов. К «проблемной территории», по их мнению, относится большая часть основной поверхности второй надпойменной террасы Волги. Авторы отмечают риски проявления оползневых процессов на крутых уступах и склонах оврагов и необходимость постоянного экологического мониторинга территории городища. По мнению авторов, основное негативное влияние на памятник оказывают рекреационные воздействия туристов и жителей (грунтовые и пешеходные дороги, стихийные стоянки), выпас скота и т.д., при этом наиболее интенсивное влияние выпаса

скота и вытаптывание растительности паломниками и туристами оказывает на центральную часть музея-заповедника (Атлас..., 2013). Несмотря на столь подробный анализ ландшафта Болгарского городища, проведенного В.Н. Калущковым и П.М. Шульгиным, нашему коллективу, благодаря использованию современных технологий и методов ландшафтных исследований, удалось в значительной мере уточнить и дополнить полученные ими материалы.

Методы и результаты

Исследование территории Болгарского городища проводилось в несколько этапов.

1. Обработка архивных аэроснимков.

По итогам отбора и поиска снимков территории месторасположения Болгарского городища было выписано 2 пакета с архивными аэрофотоснимками (АФС) масштаба 1:17000, соответствующих листам Генштаба № 39-39-А-а и № 39-27-В-в, в резуль-



Рис. 5. Размещение опорных точек на территории Болгарского городища.

Fig. 5. Ground control points on the territory of the Bolgar fortified settlement.

тате анализа было найдено 8 снимков 1958 г. Снимки были отсканированы в разрешении 1200 dpi в формате *.tif.

Затем была осуществлена геопривязка каждого из отсканированных АФС в программе ArcMap 10.4.1 по характерным признакам рельефа и местности на базе современного космоснимка (рис. 3).

В результате был создан накидной монтаж на всю территорию Болгарского городища, дающий представление о состоянии памятника на 1958 г. (рис. 4). В программе AgisoftPhotoScan из архивных АФС было построено плотное облако, 3D-модель и ортофотоплан на территорию городища.

2. Полевые исследования.

В июле–сентябре 2017 г. проведено полевое обследование территории Болгарского городища. Были выпол-

нены следующие работы:

Низковысотная съемка с использованием БПЛА.

Съемка опорных точек ГНСС-оборудованием.

Построена цифровая модель рельефа Болгарского городища.

Низковысотная съемка с использованием БПЛА. В связи с большой площадью городища съемка производилась полигонами в среднем 500×500 м, в период июль–сентябрь. После каждого облета проводился предварительный анализ данных на месте, в г. Болгар, на основании чего принималось решение о повторной съемке

некоторых из участков. Таким образом, из многочисленных проведенных облетов городища для дальнейшего исследования были выбраны 18 полигонов. Кроме того, облеты включали в себя панорамную (в том числе сферическую) фотосъемку и видеофиксацию объекта.

В используемом для съемки ПО Pix4DCapture были заложены следующие параметры: перекрытие снимков – 65%; тип съемки – ортофото; угол наклона камеры – 90; высота полета – 100 м.

В результате получено 2798 изображений площади в 6.1 км², разрешение съемки составило 4.16 см/пикс.

Съемка опорных точек ГНСС-оборудованием

На Болгарском городище I при организации съемки помимо 18 мар-

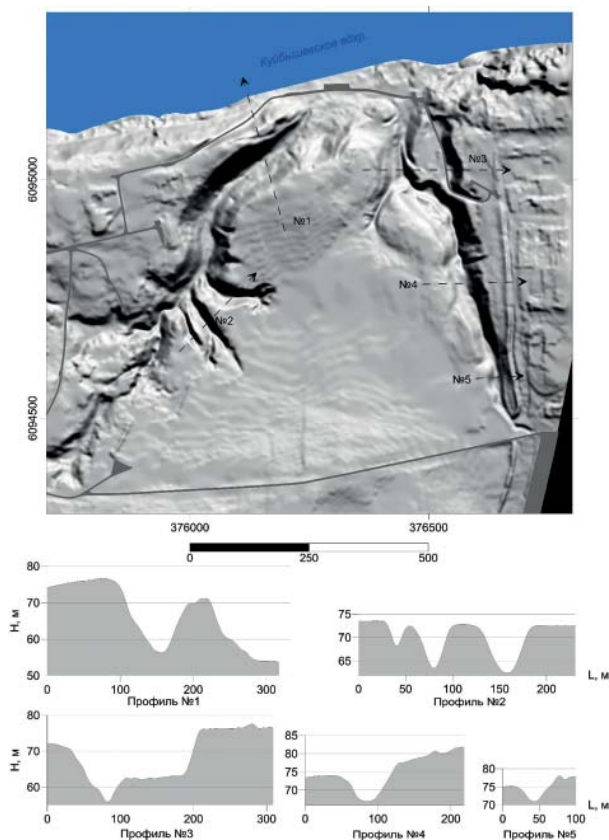


Рис. 6. Фрагмент цифровой модели рельефа в районе Иерусалимского оврага.

Fig. 6. Fragment of the digital relief model at Jerusalem gully area.

керов, расположенных по центрам областей полетов, использовались характерные объекты на территории городища, хорошо различимые на снимках (рис. 5). Точность определения координат опорных точек составила 0,01–0,03 м в плане и 0,02 м по высоте. Общее количество опорных точек составило 76, 6 из них не применялись в расчетах из-за высоких погрешностей. Таким образом, окончательная поправка географических данных объекта проведена по 70 опорным точкам. Средняя ошибка в плане составила 3 см, по высоте – 39 см.

Обработка полученных данных

Обработка данных БПЛА производилась в программе AgisoftPhotoScan. На основе съемки были построено плотное облако из 52 282 413 точек для создания ЦМР территории памятника и ортофотоплан в системе координат WGS 84 UTM зона 39, метрическая. Разрешение ортофотоплана составило 0,05 м. По ортофотоплану отрисованы дороги, растительный покров, акватория Куйбышевского водохранилища для оформления топоплана.

На основании полученных материалов в ПО Surfer 13 была построена цифровая модель рельефа городища (рис. 6), позволяющая получить не только визуальное представление о современном состоянии памятника археологии, но и провести детальный анализ эрозионных процессов, а также подробное описание размеров, формы и оборонительных сооружений. По цифровой модели были построены изолинии рельефа для оформления топоплана и проведен предварительный морфометрический анализ для получения характеристик оценки опасности развития современных экзогенных процессов, построены продольные профили, показывающие характер рельефа городища (рис. 7). Также построены карты уклонов территории и экспозиции склонов, которые использовались для

выявления участков потенциальной эрозионной опасности.

Оценка нагрузки

Для анализа риска разрушения памятников вследствие **природного воздействия** нами были применены показатели, позволяющие оценить вероятность возникновения современных экзогенных процессов, – крутизна склонов, поскольку с увеличением уклона склона активизируются различные процессы денудации, и экспозиция склона, т.к. его ориентация влияет на скорость протекания экзогенных процессов (наиболее высок риск их возникновения на склонах холодной экспозиции – северной и западной). Кроме того, по результатам визуального осмотра местности и дешифрирования аэро-снимков и ортофотопланов фиксировались геоморфологические процессы, такие как линейная эрозия, оползни и другие гравитационные процессы на склонах.

Для комплексной оценки влияния **хозяйственной деятельности** на состояние земель исследуемых объектов в качестве показателей использовались площади, относящиеся к различным типам использования территории (Yermolaev et al, 2015). Поскольку степень трансформации в наибольшей степени зависит от характера использования территории, то по результатам дешифрирования были выделены следующие основные функциональные типы территорий:

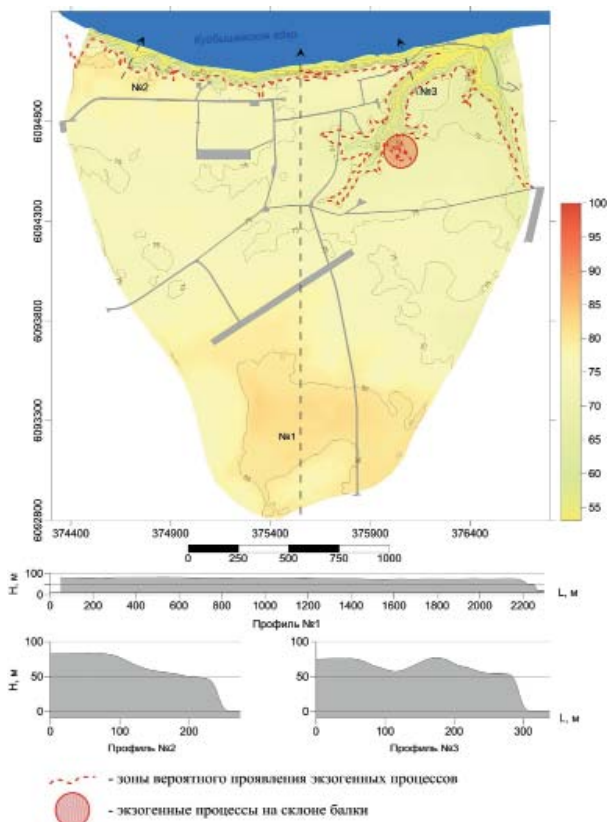


Рис. 7. Карта рельефа и экзогенных опасностей на территории Болгарского городища.

Fig. 7. Relief and exogenous hazards on the territory of the Bolgar fortified settlement.

рекреационная, лесохозяйственная, сельскохозяйственная (пашни, сенокосно-пастбищные угодья), промышленно-урбанистическая (здания и сооружения), транспортная и т.д. Каждому из них присвоен балл антропогенной преобразованности, который возрастает по мере увеличения хозяйственного воздействия. Также по результатам визуального осмотра местности и дешифрирования аэро-снимков и ортофотопланов фиксировались следы антропогенного вмешательства – недавние раскопки, ямы, дороги, лесопосадки, выпас скота и т.п.

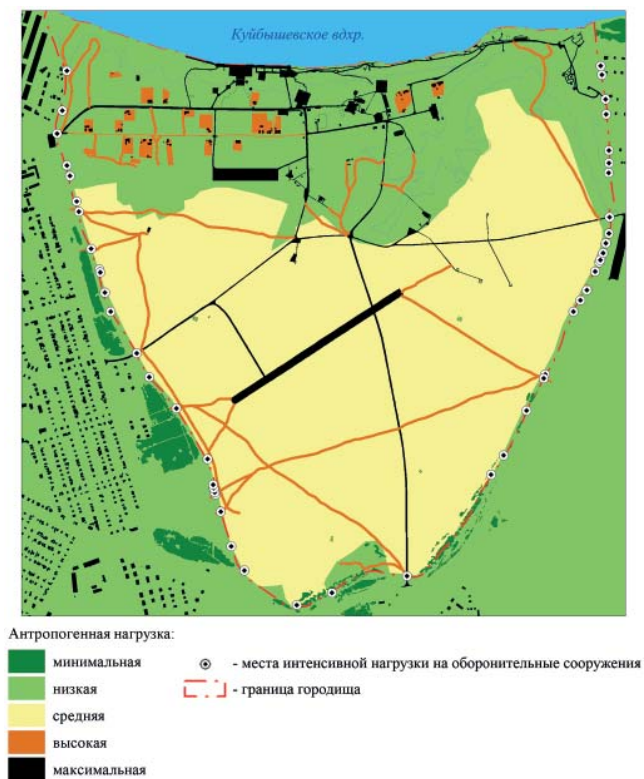


Рис. 8. Антропогенная нагрузка на территорию Болгарского городища.

Fig. 8. Anthropogenic impact on the territory of the Bolgar fortified settlement.

Результаты

Большая часть территории заповедника находится на 3 террасе р. Волга, на севере и на юге заповедника – это склоны террас крупных рек (Ландшафты Республики Татарстан, 2007). Овражная сеть в Болгарском ландшафтном районе развита слабо, в среднем густота овражной сети одна из наиболее низких по территории РТ – 0,03 км/км². Густота балочной сети – 0,4 км/км². В северо-восточной части исследуемого городища находятся две балки: одна простирается на 800 м вдоль восточной границы до восточных ворот, другая – на 1,1 км в юго-западном направлении от северо-восточного угла заповедника. В насто-

ящий момент активные склоновые процессы на склонах балок обнаружены на южных откосах Иерусалимского оврага (рис. 6).

По степени интенсивности почвенной эрозии Болгарский ландшафтный район относится к категории эрозионно-опасных, но на исследуемой территории почвы относятся к категории несмытых.

Еще одной зоной риска возникновения современных экзогенных процессов выступает склон р. Волга, ныне Куйбышевского водохранилища, характеризующийся достаточной для этого крутизной. Но полевые исследования и сравнительный анализ данных архивной аэрофотосъемки и современ-

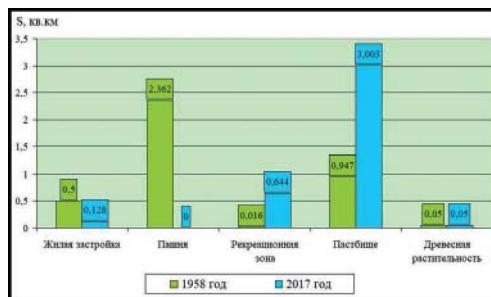
ных космоснимков не выявили современных склоновых процессов. Этому способствуют система островов, защищающая берег от ветрового волнения, и современные инженерные сооружения – пирс, а также обустройство набережной.

Функциональное зонирование и антропогенные нагрузки

У западной границы заповедника располагается г. Болгар, а у северо-восточной – поселок Приволжский. Находящиеся на территории городища здания и участки относятся либо к частному сектору, либо к инфраструктуре музея-заповедника. Большая часть территории заповедника относится к сено-

Рис. 9. Функциональное использование территории Болгарского городища в 1958 и 2017 гг.

Fig. 9. Land use at the territory of the Bolgar fortified settlement in 1958 and 2017 years



косно-пастбищным угодьям. По периметру встречаются залесенные участки. Таким образом, к основным факторам антропогенного воздействия можно отнести селитебную нагрузку, рекреационное воздействие и незначительное сельскохозяйственное использование территории (рис. 8).

Анализ разновременных снимков показал, что за 60 лет Болгарское городище подверглось значительному негативному антропогенному воздействию: в западной части городища оборонительные сооружения находятся вплотную к застройке, на востоке валы сильно оплыли и увеличилась площадь древесной растительности в южной части. Северная часть городища находится под воздействием различных экзогенных процессов (овражная эрозия, оползни). Также заметны изменения в инфраструктуре памятника, связанные с его развитием в архитектурно-исторический комплекс, – появились асфальтовые дороги и пешеходные тропы, взлетно-посадочная полоса, новые объекты для привлечения туристов (пристань, музеи, торговые ряды). В результате этого площадь земель под зданиями, сооружениями, асфальтовыми дорогами и тротуарами увеличилась практически в 4 раза с 1% до 3,84%. Несмотря на значительный рост рекреационной нагрузки, развитая инфраструктура способствует организованному посещению комплекса

туристами и снижению воздействия на большую часть территории памятника. В то же время, в связи увеличением рекреационной зоны, на территории городища значительно, практически в 4 раза, сократилась площадь под жилую застройку с усадьбами, которая на 1958 г. составляла 13% (50 га) от общей площади памятника до 3,3% (13 га) на 2017 г. (рис. 9). Если в 1958 г. большая часть территории памятника использовалась как пахотные угодья (61 % территории), то в настоящее время такая категория в функциональной структуре памятника отсутствует: ей на смену пришли пастбищные угодья (78,5 % от общей территории). Неизменными остаются площади, занятые древесной растительностью – не более 5 га. Данное постоянство объясняется опять же тем, что центральная часть городища в разные годы использовалась под основные категории сельскохозяйственной деятельности: в 1958 г. – пахотные угодья, в 2017 г. – пастбищные. Древесная растительность же произрастает в недоступных для сельскохозяйственного освоения местах – это ров и вал городища на востоке, а также небольшие овраги и западины в северной части городища.

На данный момент не ведется распашка, но территория активно используется местными жителями для выпаса крупного рогатого скота и сенокоса, что приводит к нагрузке на оборонитель-

ные сооружения, которые вследствие многократной ежедневной перегонки скота на определенных участках сильно деформированы. По ортофотоплану было выделено 50 фрагментов поврежденных «народными» и скотобойными тропами оборонительных сооружений (рис. 8).

В качестве рекомендаций по минимизации негативных воздействий предлагаются следующие мероприятия:

Ограничение и устранение несанкционированных проездов и троп для уменьшения воздействия на оборонительные сооружения и площадку городища.

Прекращение либо ограничение выпаса скота, при этом – обустройство организованного перехода КРС для скорейшего устранения воздействия на систему валов и рвов.

Мониторинг экзогенных процессов на склонах Иерусалимского оврага.

Вывод

Методы и результаты нашей работы находятся в тренде современных археологических междисциплинарных исследований и должны стать неотъемлемой частью современных археологических исследований. Проводимая оценка рисков, угрожающих существованию памятников, может обеспечить заинтересованные организации важной информацией об объектах культурного наследия и помочь сохранить уникальные археологические и географические данные. Систематизация и хранение данных в ГИС позволяет проводить многолетний анализ изменений памятников археологии и с достаточным основанием прогнозировать их разрушение, что позволит планировать проведение охранно-спасательных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас «Великий Болгар» / Науч. ред. А.Г. Ситдилов. Москва, Казань: Феория. 2013. С. 30–40.
2. 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.
3. Гайнуллин И.И., Хомяков П.В., Ситдилов А.Г., Усманов Б.М. Качественная оценка состояния средневековых городищ Республики Татарстан по данным дистанционного зондирования // Поволжская археология. 2017. № 2(20). С. 303–320.
4. Жуковский М.О. Использование мультиторных БПЛА и фотограмметрических технологий обработки аэрофотосъемки 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. Коробов Д.С. Основы геоинформатики в археологии. Учебное пособие. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2011. 224 с.
6. Ландшафты Республики Татарстан. Региональный ландшафтно-экологический анализ / Под ред. О.П. Ермолаева. Казань: Слово. 2007. 411 с.
7. Смирнов А.П. Волжские Булгары / Труды ГИМ. Вып. XIX. М.: Изд-во ГИМ, 1951. 275 с.
8. Asăndulesei A. Inside a Cucuteni Settlement: Remote Sensing Techniques for Documenting an Unexplored Eneolithic Site from Northeastern Romania // Remote Sensing. 9(1). 41. 2017. 22 p.

9. 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.
10. Campana S. Drones in archaeology. State-of-art and future perspectives // *Archaeological Prospection*. 24. 2017. Pp. 275–296.
11. Cutter S.L. Vulnerability to Environmental Hazards. // *Progress in Human Geography*. 20. 1996. Pp. 529–539.
12. 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.
13. 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.
14. Esposito S., Fallavollita P., Melis M. G., Balsi M., Jankowski S. UAS imaging for archaeological survey and documentation // *Proc. SPIE* 8903. 2013.
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. Gainullin I.I., Khomyakov P.V., Sitdikov A.G., Usmanov B.M. Qualitative assessment of the medieval fortifications condition with the use of remote sensing data (Republic of Tatarstan) // *Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering*. 2017. Vol.10444. Art. № 104440X. doi: 10.1117/12.2279136.
17. Gainullin I.I., Khomyakov P.V., Usmanov B.M. Study of medieval fortified settlements destruction under natural and anthropogenic factors using remote sensing data // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2018. Vol.107, Is.1. Art. № 012006.
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. Glossary of Environment Statistics, Studies in Methods / Series F. No. 67. United Nations. New York. 1997.
20. 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.
21. 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.
22. Nicu I.C. Natural hazards – a threat for immovable cultural heritage. A review. // *International Journal of Conservation Science* 8(3). 2017. Pp. 375–388.
23. 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.
24. 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.
25. 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.
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

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

Гайнуллин Искандер Ильгизович, научный сотрудник, Институт археологии им. А.Х. Халикова АН РТ (г. Казань, Россия); gainullis@gmail.com

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

COMPLEX STUDY OF CURRENT STATE OF THE BOLGAR FORTIFIED SETTLEMENT TERRITORY (TATARSTAN, RUSSIA)

B.M. Usmanov, I.I. Gainullin, P.V. Khomiakov

The scientific task of creating a system for assessment of cultural heritage object (monument of archaeology) territory state using both archaeological and geoecological research methods has been solved by the authors. A new method for assessing the risks of destruction of archeological monuments within the territory of the Bolgar fortified settlement with the use of remote sensing methods, complex field studies and cartographic-geoinformation approaches to data processing is developed. Modern instrumental methods have been used in order to collect information on dangerous exogenous processes and anthropogenic impact within the monument territory. An analysis of the changes in the functional use of the Bolgar fortified settlement territory with the aid of a multi-time aerial survey was carried out. Series of both inventory and evaluation maps, as well as recommendations for minimizing the impact on the archaeological heritage object under study are the results of the conducted studies. The obtained results will be used by the authors for creation a methodology for assessing the risks of destruction of archeological monuments.

Keywords: archaeology, cultural heritage, anthropogenic factor, exogenous processes, remote sensing, geoinformation systems, fortified settlements, Middle Ages.

REFERENCES

1. In Sitdikov A.G. (ed.). 2013. *Atlas «Velikiy Bolgar» (Atlas “Great Bolgar”)* Kazan: “GLAV-DEZIGN Ltd” Publ. (in Russian).
2. 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).
3. Gainullin, I. I., Khomyakov, P. V., Sitdikov, A. G., Usmanov B. M. 2017. In *Povolzhskaya arkheologiya (Volga River Region Archaeology)* (2), 303–320 (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. Korobov, D. S. 2011. *Osnovy geoinformatiki v arkheologii (Basics of Geoinformatics in Archaeology)*. Moscow: Lomonosov Moscow State University (in Russian).
6. In Ermolaev, O. P. (ed.). 2007. *Landshafty Respubliki Tatarstan. Regional'niy landshaftno-ekologicheskii analiz (Landscapes of the Republic of Tatarstan. Regional landscape-ecological analysis)*. Kazan: “Slovo” Publ. (in Russian).

This work is performed according to the Russian Government Program of Competitive Growth of Kazan Federal University.

7. Smirnov, A. P. 1951. *Volzhskie bulgary (Volga Bulgars)*. Series: Trudy Gosudarstvennogo istoricheskogo muzeia (Proceedings of the State Historical Museum) 19. Moscow: State Historical Museum (in Russian).
8. Asändulesei A., 2017. In *Remote Sensing* 1(17). 41.
9. Banerjee, R., Srivastava, P. K. 2013. In *Land Use Policy* 34, 193–203.
10. Campana, S. 2017. In *Archaeological Prospection* 24. 275–296.
11. Cutter, S. L. 1996. In *Progress in Human Geography*, 20. 529–539.
12. Del Lungoa, S., Sabiaa, C.A., Pacellab, C. 2015. In *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 188, 95–102.
13. Dubbini, M., Curzio, L.I., Campedelli, A. 2016. In *Journal of Archaeological Science. Reports* 8, 121–134.
14. Esposito, S., Fallavollita, P., Melis, M. G., Balsi, M., Jankowski, S. 2013. In *Proceedings of SPIE – The International Society of Optical Engineering*, 8903.
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. Gainullin, I. I., Khomyakov, P. V., Sitdikov, A. G., Usmanov, B. M. 2017. In *Proceedings of SPIE – The International Society of Optical Engineering*, Vol.10444. Art. № 104440X. doi: 10.1117/12.2279136.
17. Gainullin, I. I., Khomyakov, P. V., Usmanov, B. M. 2018. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 107, Is. 1. Art. № 012006.
18. Gaynullin, I. I., Sitdikov, A. G., Usmanov, B. M. 2014. In *Advances in Environmental Biology* 8(4). 1027–1030.
19. 1997. *Glossary of Environment Statistics, Studies in Methods*. F. 67. United Nations. New York.
20. Hritz, C. 2014. In *Journal of Archaeological Research* 22(3), 229–276.
21. Lasaponara, R., Masini, N., Holmgren, R., Backe, Forsberg Y. 2012. In *Journal of Geophysics and Engineering* 9(4). 26–39.
22. Nicu, I. C. 2017. In *International Journal of Conservation Science* 8(3). 375–388.
23. Reinhold, S., Belinskiy, A., Korobov, D. 2016. In *Quaternary International*. 402. 46–60.
24. Risbol, O., Briese, C., Doneus, M. Nesbakken, A. 2015. In *Journal of Cultural Heritage* 16(2) 202–209.
25. Romanescu, G., Nicu, I.C. 2014. In *Zeitschrift für Geomorphologie* NF 58(4), 509–523.
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:

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

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; gainullis@gmail.com

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 24.04.2018 г.