

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

## ЦИФРОВАЯ ГЕОГРАФИЯ

Материалы Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием

16–18 сентября 2020 г., г. Пермь

### Том I

Цифровые и геоинформационные технологии в изучении природных  
процессов, экологии, природопользовании и гидрометеорологии



Пермь 2020

УДК 911.3/3:528.9  
ББК 28.5+26.1  
Ц752

Ц752 Цифровая география : материалы Всерос. науч.-практ. конференции с междунар. участием (г. Пермь, 16–18 сентября 2020 г.) : в 2 т. Т. 1 : Цифровые и геоинформационные технологии в изучении природных процессов, экологии, природопользовании и гидрометеорологии / научные редакторы С. В. Пьянков, С. А. Бузмаков, Н. А. Калинин, Н. Н. Назаров, С. В. Копытов ; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Пермь, 2020. – 477 с.: ил.

ISBN 978-5-7944-3504-7  
ISBN 978-5-7944-3505-4 (Т. 1)

Рассматриваются вопросы использования данных дистанционного зондирования Земли при изучении различных природных процессов, объектов и явлений; теоретические и методические аспекты геоинформационного обеспечения и инфраструктуры пространственных данных при решении задач устойчивого развития и рационального природопользования. Особое внимание уделено решению водно-экологических, геоморфологических, метеорологических проблем, опыту разработки веб-картографических сервисов.

Конференция посвящена 65-летию географического факультета Пермского университета и 100-летию со дня рождения первого декана – профессора Б.А. Чазова.

УДК 911.2/3: 528.9  
ББК 28.5+26.1

Digital geography: proceedings of the All-Russian scientific-practical conference with international participation (Perm, September, 16–18, 2020): in 2 vols. Vol.1: Digital and GIS–technologies in the study of natural processes, ecology, nature management and hydrometeorology / Scientific editors S.V. Pyankov, S.A. Buzmakov, N.A. Kalinin, N.N. Nazarov, S.V. Kopytov; Perm State University. – Perm, 2020. – 477 pp.: ill.

There are considered the questions of use of remote sensing data in the study of various natural processes, objects and phenomena; theoretical and methodical aspects of geoinformation support and spatial data infrastructure in solving problems of sustainable development and rational nature management. Particular attention is paid to the solution of water-ecological, geomorphological, meteorological problems, the experience of developing web cartographic services.

The conference is dedicated to the 65th anniversary of the Faculty of Geography of Perm State University and the 100th anniversary of the birth of the first dean, Professor B.A. Chazov.

*Печатается по решению оргкомитета конференции*

*Мероприятие проводится при финансовой поддержке РФФИ,  
проект № 20-05-20035*

Научные редакторы:  
С.В. Пьянков, С.А. Бузмаков, Н.А. Калинин, Н.Н. Назаров, С.В. Копытов

ISBN 978-5-7944-3504-7  
ISBN 978-5-7944-3505-4 (Т. 1)

© ПГНИУ, 2020

И.И. Гайнуллин<sup>1</sup>, Б.М.Усманов<sup>2</sup>, gainullis@gmail.com

<sup>1</sup>АНО «НИЦ «Страна городов», г. Казань, Россия

<sup>2</sup>Казанский федеральный университет, г. Казань, Россия

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ОБЪЕКТОВ АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЯ СОВРЕМЕННЫМИ МЕТОДАМИ

В статье представлены некоторые результаты использования современных геодезических методов, при решении актуального вопроса сохранения объектов археологического наследия. Одной из причины разрушения памятников при хозяйственной деятельности является отсутствие установленных границ объектов археологического наследия и их регистрации в Едином государственном реестре недвижимости. Использование беспилотных летательных аппаратов позволяет быстро подготовить и внести сведения о границах территории объекта археологического наследия в реестр недвижимости.

**Ключевые слова:** кадастровый учет, объекты археологического наследия, БПЛА, охранная зона, ДДЗ.

I. Gainullin<sup>1</sup>, B. Usmanov<sup>2</sup>, gainullis@gmail.com

<sup>1</sup>Research Centre "Country of Cities", Kazan, Russia

<sup>2</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia

## DETERMINING THE BOUNDARIES OF ARCHEOLOGICAL HERITAGE OBJECTS BY MODERN METHODS

This article presents some results of the use of modern geodetic techniques in solving the urgent problem of archaeological heritage objects protection. The main reason for monuments destruction during economic activity is the absence of established boundaries of archaeological heritage objects as well as registration in the Unified State Register of Immovable Property. The use of UAVs allows to quickly prepare and enter information about the archaeological heritage site boundaries in the Register of Immovable Property.

**Keywords:** cadastral registration, archaeological heritage sites, UAV, preservation zone, remote sensing.

**Введение.** В современных реалиях интенсивного хозяйственного освоения различных территорий особенно остро встает вопрос сохранения объектов археологического наследия Российской Федерации.

Требования к охране таких объектов установлены как федеральными законами и подзаконными нормативными актами, так и региональным законодательством. Понятие объекта археологического наследия раскрывается в Федеральном законе от 25 июня 2002 г. № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации», как частично или полностью скрытые в земле или под водой следы существования человека в прошлых эпохах (включая все связанные с такими следами археологические предметы и культурные слои), основным или одним из основных источников информации о которых являются археологические раскопки или находки.

Границы земельных участков, занятых объектами археологического наследия,

должны быть установлены и закреплены в соответствии с государственными требованиями к землеустройству, межеванию и кадастровому учету. В противном случае правовой статус данной категории земельных участков и расположенных в их границах объектов археологии остается не определенным [2].

Установление зон охраны объекта культурного наследия является эффективной мерой предотвращения негативного воздействия человека и окружающей среды на такие объекты. При этом в исторической среде объекта культурного наследия могут быть установлены следующие зоны охраны:

- охранный зона;
- зона регулирования застройки и хозяйственной деятельности;
- зона охраняемого природного ландшафта.

**Законодательная база.** В настоящее время практически во всех субъектах РФ отсутствует землеустроительная доку-

ментация с четко обозначенными границами и кадастровыми координатами земельных участков, занятых объектами археологического наследия, нет закрепленных, юридически оформленных земель историко-культурного назначения. Статья 34 Закона №73-ФЗ об объектах культурного наследия определяет, что в целях обеспечения сохранности указанных объектов в их исторической среде на сопряженной с ними территории устанавливаются охранный зона, зона регулирования застройки и хозяйственной деятельности, зона охраняемого природного ландшафта. Объекты культурного наследия, в том числе объекты археологического наследия, относятся к землям историко-культурного назначения в составе категории земель «Земли особо охраняемых территорий и объектов».

Таким образом остро стоит задача по оформлению земельных участков, занимаемых археологическими объектами, в соответствии с требованиями земельного законодательства. На все земли с выявленными объектами археологического наследия должна быть сформирована охранный зона, сведения о которой вносятся в реестр границ Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН). Для этого уполномоченные органы охраны объектов культурного наследия должны направлять в орган кадастрового учета документы о сформированных границах территорий и характеристиках охранный зоны выявленного объекта культурного наследия. Перечень необходимых для внесения в ЕГРН сведений о границах объектов культурного наследия установлен ст. 10 федерального закона от 13.07.2015 № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости». Так, пунктом 1 указанной статьи установлено, что в реестр границ вносятся следующие сведения о территориях объектов культурного наследия:

1. индивидуальные обозначения таких территорий (вид, тип, номер, индекс и другие обозначения);
2. описание местоположения границ территорий;
3. наименования органов государственной власти или органов местного самоуправления, принявших решения о создании таких территорий;
4. реквизиты решений органов государственной власти или органов местного самоуправления о создании или об изменении таких территорий и источники официального опубликования этих решений;
5. содержание ограничений использо-

вания объектов недвижимости в пределах таких территорий объектов культурного наследия.

Объекты культурного наследия, включенные в реестр, подлежат государственной охране, которая включает разработку, согласование и утверждение проектов зон охраны объектов культурного наследия, а также установление требований к осуществлению деятельности и требований к градостроительным регламентам в границах территории достопримечательного места.

Согласно статье 2 Федерального закона от 13 июля 2015 года № 252-ФЗ «О внесении изменений в Земельный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации», вступившего в силу с 1 января 2016 года, зоны с особыми условиями использования территорий исключены из объектов землеустройства. Одновременно Земельным кодексом Российской Федерации установлено, что обязательным приложением к решению об установлении такой зоны являются сведения о границах зоны, которые должны содержать текстовое и графическое описание местоположения границ зоны, перечень координат характерных точек этих границ в системе координат, установленной для ведения государственного кадастра недвижимости. При этом законодательством Российской Федерации не предусмотрены разработка и утверждение формы документа, содержащего указанные сведения о границах зон.

**Методы и материалы.** Использование и анализ ДДЗ являются неотъемлемой частью неразрушающих методов, наряду с геофизическими исследованиями, используемых в изучении памятников археологии и направленных на выявление объектов и минимизацию разрушения, наносимого облику памятника археологическими раскопками [3].

В последнее время в археологии широкое применение получили мультироторные беспилотные летательные аппараты (БПЛА) [1]. Аппараты используют для получения высокодетальных аэрофотоснимков, которые позволяют изготовить на их основе ортофотоплан местности и цифровые модели рельефа (ЦМР), создать реконструкцию объектов археологии на основе трехмерного моделирования с помощью фотограмметрии. При использовании БПЛА широко используются глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) для обоснования координат назем-

ных реперов, более точного позиционирования и взаимной ориентации фотоснимков, на основе которых строятся модели археологических объектов.

В исследованиях 2018–2019 гг. авторами были проведены работы по определению границ памятников археологии на территории Республики Татарстан (РТ) в рамках проводимой паспортизации объектов археологического наследия Министерством культуры РТ.

Для этого была проведена низковысотная аэрофотосъемка с использованием квадрокоптера DJI Phantom 4. Управление БПЛА и съемка производится в автоматическом режиме, что позволяет добиться наилучшего результата с сохранением заданного перекрытия снимков. Автоматический режим представляет собой указание в специализированном ПО для управления БПЛА территории съемки, процента продольного и поперечного перекрытия, высоты съемки от точки взлета. С помощью БПЛА проводилась площадная съемка, с перекрытием снимков 60–80%, высота аэрофотосъемки составила 70 м.

Результаты съемки были обработаны в программе Agisoft PhotoScan. Снимки предварительно выравнивались, далее проводилась коррекция географической привязки снимков многократной съемки на основе данных спутниковой съемки опорных маркеров.

В результате фотограмметрической обработки были построены плотное облако точек, трехмерная полигональная модель и ортофотоплан. Для создания цифровой модели рельефа была проведена классификация древесной и кустарниковой растительности.

В общем, методика использования БПЛА для реконструкции рельефа городищ включала 6 этапов:

1. Расстановка опорных точек;
2. Загрузка полетного задания в контроллер БПЛА;
3. Съемки с БПЛА;
4. Редактирование полученных снимков, выравнивание;
5. Создание плотного облака точек, его классификация;
6. Создание ЦМР, ортофотоплана.

Каждый из этапов имеет свои нюансы в зависимости от решаемых задач и заявленной точности исследования.

**Результаты.** Проведенные инструментальные исследования и низковы-

сотная аэрофотосъемка на городищах периода Волжской Булгарии (X–XIII вв.), с использованием высокоточных методов топографической съемки позволили в короткие сроки провести натурную съемку на объектах, обработать и проанализировать результаты и определить границы памятников, в том числе уже практически или полностью разрушенных в ходе их хозяйственного освоения (рис.1).

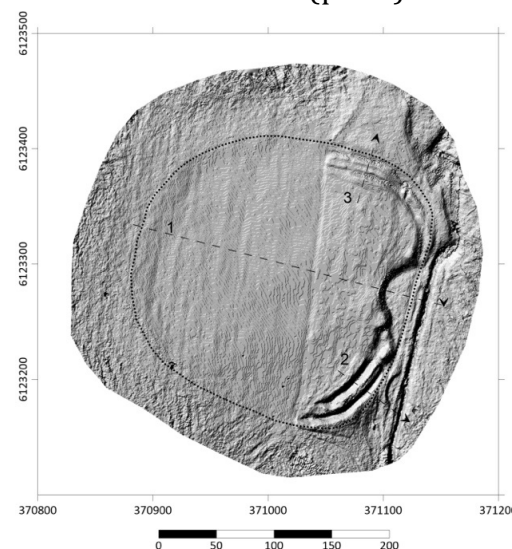


Рис. 1. Большекляринское городище

Кроме того, при анализе результатов съемки БПЛА на Чуру-Барышевском городище, были выявлены оборонительные сооружения, практически неразличимые на спутниковом снимке. На цифровой модели исследуемой территории достаточно четко видно наличие никаким образом не выявляемых при натурном обследовании памятника одинарного дугообразного вала, отсекающего мыс с южной, napольной части городища, и небольшого вала, отсекающего языкообразный выступ с севера (рис. 2).

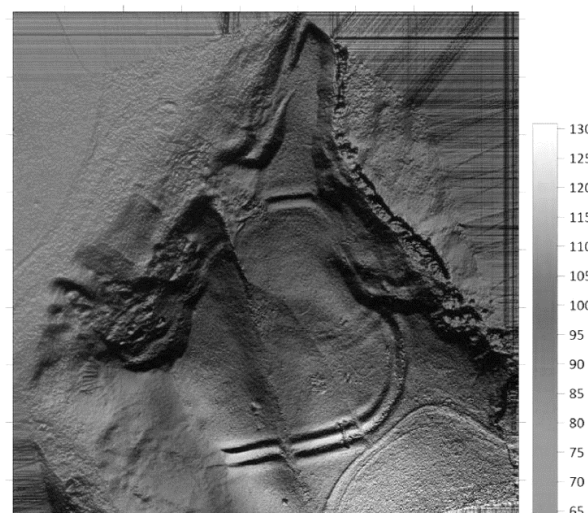


Рис. 2. Чуру-Барышевское городище

**Заключение.** Использование современных геодезических методов и использование БПЛА в определении границ объектов археологического наследия позволяет с требуемой точностью в короткие сроки обосновать границы и охранных зон, что особенно актуально в регионах с большой плотностью размещения памятников археологии.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 18-09-40114 Древности. «Страна городов» – комплексное изучение городищ Волжской Булгарии современными методами.

## Библиографический список

1. Жуковский М.О. Использование мультироторных 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.
2. Зайцева Е.А., Кениг А.В., Соболенкова Т.Н. Археологический мониторинг как фактор сохранности объектов культурного наследия (по материалам работ 2010–2012 годов в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре) // Вестник НГУ. Серия: История, филология. Новосибирск. 2013. Т.12. Вып. 3: Археология и этнография. С. 86–92.
3. Усманов Б.М., Гайнуллин И.И., Хомяков П.В. Комплексная оценка современного состояния территории Болгарского городища (Татарстан, Россия) // Поволжская археология. Казань. 2018. Вып. 24. С. 326–341.

УДК 551.4: 504.064.2: 551.4.044-528.854.2: 502.2.08: 519.876.5

Я.О. Георгиева, П.М. Мазуркин, yanageorgieva2017@yandex.ru  
Поволжский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола, Россия

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ В ГЕОМОРФОЛОГИИ МАЛОЙ РЕЧНОЙ СЕТИ

Идентификация закономерностей в геоморфологии было выведено с помощью общего вейвлет-уравнения. Эти уравнения были получены из асимметричных вейвлетов изменения координат, а именно высоты, широты и долготы на примере русла малой реки Ировки из 290 точек, которые распределялись вдоль русла реки от ее истока до устья. После чего получено 12 членов наподобие асимметричных вейвлетов с переменным периодом и амплитудой колебаний.

**Ключевые слова:** геоморфология, закономерности, речная сеть.

Y. Georgieva, P. Mazurkin, yanageorgieva2017@yandex.ru  
Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, Russia

## IDENTIFICATION OF REGULARITIES IN THE GEOMORPHOLOGY OF A SMALL RIVER NET

The identification of patterns in geomorphology was deduced using the general wavelet equation. These equations were obtained from asymmetric wavelets of changing coordinates, namely, altitude, latitude and longitude, using the example of the channel of the small river Irovka from 290 points that were distributed along the river channel from its source to its mouth. After that, 12 members were obtained, like asymmetric wavelets with a variable period and amplitude of oscillations.

**Keywords:** geomorphology, patterns, river network.

© Я.О. Георгиева, П.М. Мазуркин, 2020