

УДК 528.88

DOI 10.18413/2712-7443-2020-44-4-388-403

Использование архивных пространственных данных при анализе истории землепользования территории болгарских городищ Предволжья Республики Татарстан

Иванов М.А.¹, Абдуллин Х.М.², Губайдуллин А.М.²,
Гайнуллин И.И.³, Гафуров А.М.¹, Усманов Б.М.¹

¹Казанский федеральный университет,
Россия, 420097, г. Казань, ул. Товарищеская, 5

²Институт археологии им. А.Х. Халикова АН РТ,
Россия, 420012, г. Казань, ул. Бутлерова, 30

³Университет «Иннополис»,
Россия, 420500, г. Иннополис, ул. Университетская, д. 1
E-mail: stranagorodov2020@gmail.com

Аннотация. Историческая картография продолжает свое развитие в современной России. Многие новейшие исследования по исторической картографии не всегда в полной мере попадают в историографический обзор. Целью настоящего исследования является оценка динамики структуры земель на территории расположения средневековых городищ Волжской Булгарии за 200-летний период. Решается задача оценки антропогенного воздействия на памятники археологии по результатам исследования динамики структуры земель за 200-летний период на территории расположения 9 средневековых городищ периода Волжской Булгарии (Х–ХIII вв.). В качестве источника информации о землепользовании на территории исследуемых памятников археологии использованы планы генерального межевания конца XVIII – начала XIX веков и снимки Landsat 8 за бесснежный период 2015–2018 гг. По результатам векторизации архивных планов и автоматизированного дешифрирования космоснимков были рассчитаны площади и доли различных типов землепользования в пределах буферной зоны 10 × 10 км. В результате получены новые данные о структуре и динамике землепользования вблизи рассматриваемых объектов культурного наследия, позволяющие судить об антропогенном воздействии на рассматриваемую территорию и оценить степень риска их уничтожения. Можно сделать вывод о том, что исторические карты и современные данные дистанционного зондирования Земли являются ценным источником данных, позволяющих проводить качественный и количественный анализ структуры землепользования вблизи памятников культурного наследия. Их совместное использование, однако, затрудняется несопоставимостью их масштабов, детальности и качества.

Ключевые слова: исторические карты, планы генерального межевания, данные дистанционного зондирования, структура землепользования, средневековые городища, антропогенное воздействие.

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

Для цитирования: Иванов М.А., Абдуллин Х.М., Губайдуллин А.М., Гайнуллин И.И., Гафуров А.М., Усманов Б.М. 2020. Использование архивных пространственных данных при анализе истории землепользования территории болгарских городищ Предволжья РТ. Региональные геосистемы, 44(4): 388–403. DOI: 10.18413/2712-7443-2020-44-4-388-403

Using archival spatial data in the analysis of land use history of the territory of Bulgarian settlements in the PreVolga of Tatarstan

Maxim A. Ivanov¹, Halim M. Abdullin², Airat M. Gubaidullin²,
Iskander I. Gainullin³, Artur M. Gafurov¹, Bulat M. Usmanov¹

¹Kazan Federal University

5 Tovarishcheskaya St., Kazan, 420097, Russia

² Institute of Archaeology named after A. Kh. Khalikov of Tatarstan Academy of Sciences

30 Butlerova St., Kazan, 420012, Russia

³Innopolis University,

1 Universitetskaya St., Innopolis, 420500, Russia

E-mail: stranagorodov2020@gmail.com

Abstract. Historical cartography continues its development in modern Russia. Many recent studies of historical cartography do not always fully fit into the historiographical review. The purpose of the present study is to assess the dynamics of land structure on the territory of the medieval settlement of Volga Bulgaria over a 200-year period. The task of estimating the anthropogenic impact on medieval fortified settlements is being solved based on the results of the study of land structure dynamics for 200-year period within the territory of 9 medieval fortified settlements of Volga Bulgaria. The general surveying plans of the late XVIII – early XIX centuries and Landsat 8 images for the snow-free period 2015–2018 were used as a source of information about land use. Based on the results of archival plans verification and automated space images interpretation the areas and percentage of different types of land use within the 10×10 km buffer zone was calculated. As a result, new data about land use structure and dynamics near cultural heritage objects was obtained, allowing to assess the anthropogenic impact on the considered territory and to estimate the risk of their destruction. A conclusion can be made that historical maps and modern remote sensing data are a valuable source of data allowing qualitative and quantitative analysis of land use structure near cultural heritage monuments. Their combined use, however, is difficult because of their incomparability in scale, detail and quality.

Keywords: historical maps, general surveying plans, remote sensing data, land use structure, medieval settlements, anthropogenic impact.

Acknowledgements: The research was carried out with financial support of Russian Foundation for Basic Research, project No. 18-09-40114.

For citation: Ivanov M.A., Abdullin H.M., Gubaidullin A.M., Gainullin I.I., Gafurov A.M., Usmanov B.M. 2020. Using archival spatial data in the analysis of land use of the territory of Bulgarian settlements in the PreVolga of Tatarstan (in Russian). Regional Geosystems, 44(4): 388–403. DOI: 10.18413/2712-7443-2020-44-4-388-403

Введение

Историческая картография как одна из вспомогательных исторических дисциплин продолжает свое развитие в современной России. Если работы даже предыдущего десятилетия по этой тематике хорошо знакомы специалистам [Хренов, 1987; Кашин, 2001; Берлянт и др., 2003; Кусов, 2003; Жмойдяк, Атоян, 2006; Глушкин, 2007], то многие новейшие исследования по исторической картографии не всегда в полной мере попадают в историографический обзор. Однако именно эти работы отражают вектор развития современной отечественной истории картографии как отдельной отрасли науки.

В статье А.Ю. Жукова и Е.В. Лялля [2010] описывается разработанный в рамках проекта РГНФ электронный каталог населенных мест, когда-либо существовавших на территории Карелии в промежутке XV–XXI вв. Большую работу в области исторической

картографии проводит исследователь Е.С. Гришин. Ему принадлежит целый ряд статей, посвященных проблемам ГИС, использующих картографические источники [Гришин, 2017, 2019]. Р.Н. Баталов и Л.К. Радченко [2020] в своем исследовании «Обзор основных направлений использования ГИС-технологий в историко-картографических исследованиях» рассматривают теоретические и прикладные аспекты применения ГИС в исторических исследованиях, приводят примеры различных проектов ГИС на историческую тематику. На конкретных примерах авторами описан процесс формирования базы данных исторических источников, раскрыты основные направления и возможности применения ГИС в исторической науке. В итоге авторы приходят к выводу, что карта служит основой для многих исследований, а ГИС-технологии помогают совершенствовать методики исторических исследований.

Последние достижения в области цифровых технологий открыли новые и ранее недоступные возможности для использования картографического наследия. В частности, географическая привязка преобразует старые карты из чисто архивных документов в реальные географические данные. На сегодняшний день использование исторических карт в цифровой среде – распространенное явление как во многих исторических дисциплинах, в том числе в археологии, так и при охране и управлении историко-культурным наследием. При этом одним из ценных свойств исторических карт является отображение на них объектов археологического наследия, которые были разрушены в силу воздействия различных негативных факторов [Svedjemo, 2010].

Кроме того, крупномасштабные исторические карты предоставляют исследователям ценную информацию об изменении окружающей среды, ландшафтов, как естественных, так и созданных руками человека, до активного хозяйственного и промышленного освоения, что позволяет оценить древнее распределение населенных пунктов, дорожную сеть и доступность ресурсов в определенных регионах [Šulte, Gunnarsson, 2017]. Чаще всего для изучения антропогенных и природных явлений используются данные дистанционного зондирования. Исторические карты позволяют расширить временной охват изучения воздействия человека на окружающую среду и вовлечение картографических материалов XVIII и XIX вв. в научный анализ, что является актуальной задачей.

В настоящий момент активно развивается междисциплинарное историко-географическое направление исследований. Особо можно выделить исследования, посвященные оценке динамики как отдельных типов земель, таких как леса [Буняева и др., 2017] и сельскохозяйственные земли [Matasov et al., 2019], так и структуры земель в целом за долгосрочный период, охватывающий сотни лет [Valent et al., 2016; Statuto et al., 2017; Lieskovský et al., 2018].

Одной из ключевых проблем является то, что включение оцифрованных исторических материалов в среду ГИС возможно только после их пространственной привязки в необходимой системе координат [Флейс и др., 2008]. Такая привязка осуществляется с использованием опорных точек, в качестве которых могут выступать церкви, мосты и иные объекты, сохранившихся до сегодняшнего дня. При этом основой для привязки могут выступать как современные топографические карты, так и космические снимки [Brovelli, Minghini, 2012]. Не всегда исторические карты можно соотнести с современной ситуацией, что связано, с одной стороны, с точностью первых, а с другой – со сложностью поиска опорных точек для привязки. В итоге даже современные алгоритмы не гарантируют необходимую точность геопривязки [Timár, Biszak, 2010].

Тем не менее, эти материалы являются достаточным основанием для проведения анализа изменений характера и границ землепользования: пашни, лесных угодий, расширения границ населенных пунктов, изменений русла рек и пр. – т.е. факторов, непосредственно влияющих на сохранение объектов археологического наследия. Исследо-

вание исторических карт позволяет понять эволюцию ландшафта и дает представление о пространственных и контекстных особенностях исследуемого региона. Анализ изменений сельскохозяйственных земель, а также ландшафтных условий, в которых они происходят, важен для понимания глубоких преобразований, связанных с вмешательством человека и природными явлениями [Skokanová et al., 2016; Statuto et al., 2017; Lieskovský et al., 2018].

Важной задачей, решаемой с использованием географически привязанных архивных материалов и современных данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) является оценка антропогенного воздействия на средневековые городища и прилегающую к ним территорию. Одним из ключевых показателей, по изменению которого можно судить о рисках разрушения памятников археологии, является использование земель. Изменения землепользования за все время интенсивного земледелия позволит оценить причины и определить период, когда началось воздействие, а также составить прогноз дальнейшего состояния памятника.

Целью настоящего исследования является оценка динамики структуры земель на территории расположения средневековых городищ Волжской Булгарии за 200-летний период.

Исследования городищ Волжской Булгарии занимают особую страницу в истории изучения археологических памятников периода средневековья территории Волго-Камья. В условиях полного отсутствия булгарских письменных источников периода X–XIII в. именно городища предоставляют уникальные свидетельства о городской жизни Волжской Булгарии, пространственного распределения военных, административных, торговых пунктов и их взаимосвязей, фортификационного зодчества и пр. Благодаря своим характерным отличительным чертам – фортификационным сооружениям, выделяющим их в окружающим ландшафте, уже с XVIII в. они привлекают внимание ученых [Губайдуллин, 2017] и представляют историческую и культурную ценность как объекты культурного наследия народов Российской Федерации.

В рамках проекта РФФИ «Древности» исследуется состояние и определение границ как сохранившихся, так и разрушенных городищ. В качестве объектов изучения были выбраны укрепленные поселения (городища) с системой оборонительных сооружений [Коробов, 2011], расположенные на территории Предволжья Республики Татарстан (РТ). Этот регион характеризуется очень высоким уровнем развития сельского хозяйства (76,4 % распаханных и 40 % эродированных земель). Здесь расположены 20 городищ Волжской Булгарии, из которых большинство находятся под негативным антропогенным и экзогенным воздействием. Вопрос оценки разрушительных процессов на ряде из этих памятников был уже освещен авторами [Гайнуллин, 2017], для этого исследования были выбраны 9 городищ первого – подчиненного, и третьего – неподчиненного рельефу местности типов (по П.А. Раппопорту [1961]) памятников, занимающих сравнимую площадь, кроме Деушевского городища, площадью 98 га). Подобный выбор продиктован зависимостью между типами городищ и позднейшим использованием их территорий. На основании проведенного анализа с использованием разновременных данных ДЗЗ, было определено, что третий тип городищ наиболее подвержен разрушительному антропогенному воздействию, так как эти памятники обычно располагаются на ровных поверхностях, пригодных для распашки, в то время как подчиненные рельефу местности городища первого типа, как правило, труднодоступны и непригодны для сельскохозяйственного освоения, даже с использованием техники.

Объекты и методы исследования

Территория исследования охватывала местность, прилегающую к 9 городищам Волжской Булгарии на территории Свияжского, Тетюшского и Буйнского уездов Казан-

ской и Симбирской губерний (табл. 1). При работе с историческими картами были построены буферные зоны в виде квадрата 10 × 10 км, что соответствует радиусу в 5 км экономической зоны вокруг населенного пункта, соответствующей оптимальным затратам на эксплуатацию конкретных территорий в средние века [Афанасьев и др., 2004]. Карты XVIII в. интересны в первую очередь тем, что эти данные отражают хозяйственное освоение земель в доиндустриальную эпоху, и, как наиболее близкие по системе к изучаемому периоду, могут предоставить материал для дальнейшего анализа характера землепользования и расположения дорог в эпоху средневековья.

Таблица 1
 Table 1

Перечень городищ, вблизи которых проводился анализ структуры землепользования
 The list of settlement areas near which the analysis of land use structure was conducted

Название уезда	Современный муниципальный район	Городище / Тип	Площадь по аэрофотоснимкам 1950–1960 гг., га	Сохранность / основное воздействие
Свияжский	Зеленодольский	Тавлинское / 1	0,77	Менее 50 % / экзогенные процессы
		Луковское / 1	12,0	Менее 50 % / флювиальные процессы
Тетюшский	Апастовский	Чуру-Барышевское / 1	12,2	85 % / экзогенные процессы
		Староеналейское / 3	12,4	0 % / распашка
		Танай-Тураевское / 3	12,5	0 % / застройка
		Деушевское / 3	98,5	0 % / распашка, застройка
	Камско-Устьинский	Большекляринское / 3	16,3	35 % / распашка
		Уразлинское / 3	3,1	90 % / распашка
Буйнский	Дрожжановский	Чувашско-Безднинское / 3	2,6	95 % / флювиальные процессы

Для оценки структуры земель в конце XVIII – начале XIX вв. использовались материалы двух основных государственных архивов, содержащих сведения о территории распространения болгарских городищ Волго-Камья: Российского государственного архива древних актов (РГАДА) и Государственного архива Республики Татарстан (ГА РТ), а также некоторые материалы, находящиеся в открытом доступе. Среди сайтов, на которых в открытом доступе представлены исторические карты, можно выделить «Коллекция старинных карт Российской Империи» [2020] и Retromap.

В Российском государственном архиве древних актов (РГАДА) были проанализированы описи фонда №1356 «Губернские, уездные и городские атласы, карты и планы генерального межевания 1766–1883 гг. (коллекция)», скопированы материалы, относящиеся к территории Казанской и Симбирской губерний. В качестве основных исходных материалов были использованы планы генерального межевания конца XVIII – начала XIX веков:

1. «Генеральный геометрический план города Свияжска и его уезда, состоящему в Казанской губернии. Сочинен в Казанской межевой конторе в 1798 г.» – это самый подробный план территории Свияжского уезда того периода. Масштаб – 1 верста в одном английском дюйме. Карта рукописная, в цвете. Так же как на атласе Казанского уезда в пяти частях здесь не просто указаны точкой населенные пункты, но и их реальные очертания. Более того, в отличие от атласа, приведены четкие изъяснения знаков. На генеральном плане подробно прорисованы город Свияжск, пустыни, слободы, сло-

бодки, села, сельцы, деревни, заводы, пруды, большие и проселочные дороги, болота, пески, каменные места, покосы, лесные сенокосы, леса, пашни, мосты, перевозы. Самое важное – были выделены четкие межевые линии: городская межа, владельческая межа, уездная межа и спорные участки.

2. Генеральный уездный план Тетюшского уезда – самый подробный план территории Тетюшского уезда того времени. Год создания плана, как и его название, не указаны. Можно предположить, что это 90-е гг. XVIII в. Масштаб – 2 версты в одном английском дюйме. Карта рукописная, в цвете. В изъяснение вынесены: город, села, сельцы, деревни, починки, заводы, мукомольные мельницы, дороги: большие и проселочные, овраги, болота, песчаные места, глинистые места, сенокосы, сенокосы с лесом, леса, пашни мосты, перевозы. Отдельно указаны границы-межи. Роза ветров прорисована. План подписан: «Межевой канцелярии в чертежной свидетельствовал старший землемер 8-го класса Александр Федоров».

3. «Геометрический атлас Буинского уезда» со всеми внутрилежащими градскими, казенными и владельческими землями, с показанием в нем каждого селения градскими и специальными от других межами. Сочинен в 1808 г.» составлен на основе планов генерального межевания. Масштаб – 2 версты в одном английском дюйме. На карте обозначены не просто населенные пункты, но и их реальные очертания в тот период. Кроме того, здесь прорисованы все пахотные земли вокруг сел, четко локализованы дороги, овраги, берега рек, леса и луга. А самое главное – здесь были локализованы границы земельных владений и дана их нумерация. Части атласа рукописные, в цвете. Буинск и окрестные села и деревни представлены в очертаниях начала XIX в. Это самые подробные карты отдельных регионов губернии того периода, которыми пользовались в течение многих десятилетий.

Для оценки современной структуры землепользования на изучаемых участках основными данными послужили снимки Landsat из открытого архива геологической службы США (USGS). Эти и дополнительные использованные материалы, а также методы их обработки описаны ниже.

Привязка планов генерального межевания

В качестве рабочей проекции для всех материалов была выбрана Универсальная поперечная проекция Меркатора (UTM, Universal Transverse Mercator) на эллипсоиде WGS84, 39 зона северного полушария.

Была осуществлена пространственная привязка планов генерального межевания (далее ПГМ) Свияжского (2 листа), Тетюшского (3 листа) и Буинского (1 лист) уездов. Уезды покрывают территорию Предволжья РТ и частично территории Чувашской Республики и Ульяновской области.

В качестве основных опорных данных для привязки выступали мозаики Landsat TM размером 5 градусов по широте и 6 градусов по долготе (Tri-Decadal TM Mosaics) из открытого архива Геологической службы США (USGS) с пространственным разрешением 30 м. Поскольку ПГМ выполнены в масштабе 1–2 версты в 1 дюйме, что равно масштабам 1:420000 и 1:840000 соответственно, разрешения снимков Landsat 5 более чем достаточно для поиска опорных точек. В качестве дополнительных данных использовался лист топографической карты 1-Н-39 масштаба 1:300000 1946 г., привязанный по регулярной координатной сетке. На данной топокарте отражено состояние местности до создания и заполнения куйбышевского водохранилища (в отличие от спутниковых снимков), что позволило найти дополнительные опорные точки вблизи берегов р. Волги. Привязка ПГМ проводилась в программе ArcMAP и использованием инструмента «Georeferencing».

Поскольку ПГМ составлены в конце XVIII-начале XIX вв., поиск опорных точек достаточно затруднителен. В качестве таковых использовались характерные разветв-

ления долинной и овражно-балочной сети, места слияния рек (в случае, если конфигурация на ПГМ и снимке или топокарте визуально совпадала), центры небольших населенных пунктов (опять же в случае максимальной неизменности границ), устья рек, впадающих в р. Волгу. Для каждого плана использовалось достаточно большое количество опорных точек (не менее 30) (рис. 1). В силу больших искажений и неточности положения и конфигурации объектов на планах межевания количественная оценка точности привязки и ошибок практически теряет смысл. По этой же причине в качестве метода трансформации при осуществлении привязки использовался полином 3-го порядка, а в некоторых случаях сплайны. Оба метода применяются в подобных работах других исследователей [Horodnic et al., 2018]. Особенno это касается метода сплайнов. Он позволяет корректировать нерегулярно возникающие неточности, характерные для рисованных карт. Метод трансформирует изображение в соответствии с ближайшими опорными точками, корректируя область между ними, даже если ошибки не являются линейными [Cajthaml, 2011].

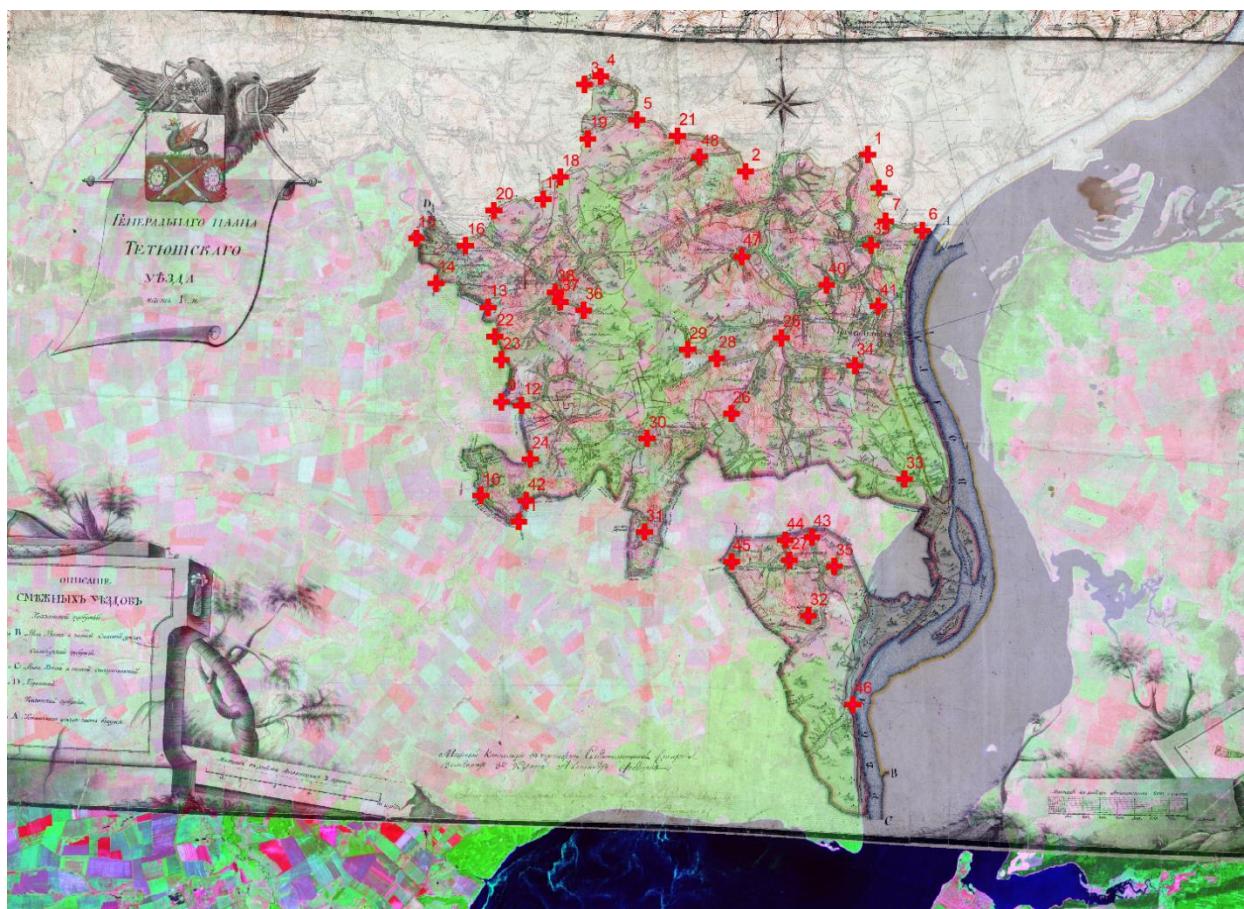


Рис. 1. Процедура координатной привязки планов генерального межевания по снимку Landsat 5 и топографической карте 1946 г.

Fig. 1. General surveying plans georeferencing based on Landsat 5 image and 1946 yr topographic map

Так как уезды и их части имеют смежные границы, каждый привязанный план выступал в качестве опорных данных при привязке следующих растров. Поворотные точки на смежных границах использовались как опорные, что позволило с одной стороны увеличить точность привязки, с другой стороны – обеспечить максимально возможное совмещение границ соседних уездов (или их частей). В результате для территории Предволжья было привязано 6 растров ПГМ (рис. 2).

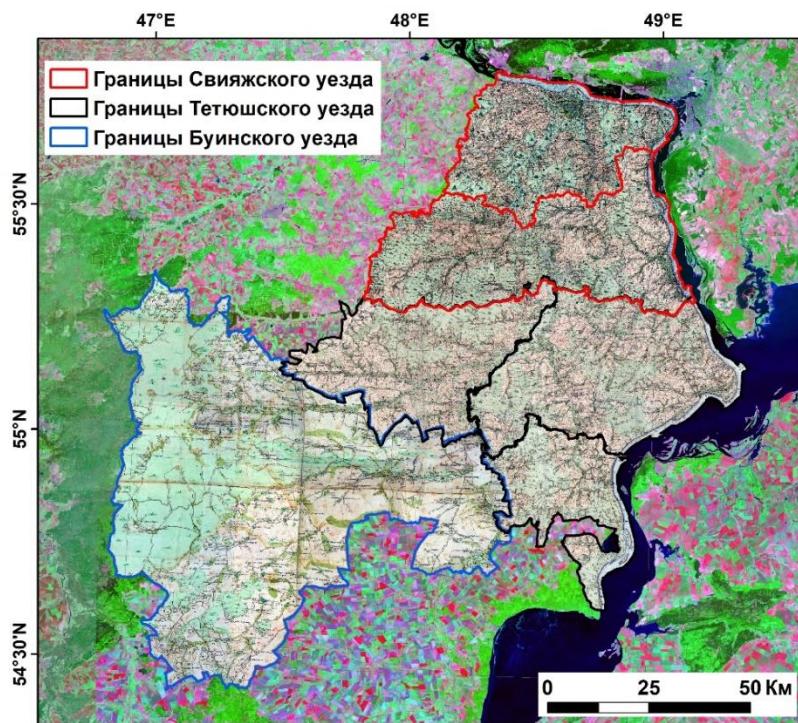


Рис. 2. Привязанные планы генерального межевания Свияжского, Тетюшского и Буинского уездов, наложенные на снимки Landsat 5

Fig. 2. Georeferenced general surveying plans of Sviyazhsky, Tetyushsky and Buinsky districts combined with Landsat 5 images

Дешифрирование структуры землепользования

На основе привязанных ПГМ была проведена оценка структуры землепользования вблизи указанных выше 9 городищ на период конца XVIII–начала XIX вв. Для этого в программе EasyTrace вручную были векторизованы основные категории земель: водные объекты (водоемы и реки); населенные пункты (оцифровывались отдельные кварталы, а не общая граница); леса; естественные сенокосы и пастбища (луга); пашня; болота; песчаная береговая полоса (рис. 3). По результатам векторизации были построены соответствующие карты.

Для анализа современной структуры земель были использованы безоблачные разносезонные снимки Landsat 8 (Surface Reflectance Level-2 Data Products) за бесснежный период 2015–2018 гг. Использование разносезонных снимков необходимо для учета фенологических особенностей различных типов земель.

Для распознавания был использован метод Random Forest, широко применяемый в настоящее время как для дешифрирования землепользования и земного покрова, в том числе и в историческом контексте [Liu et al., 2018].

Снимки, подобранные для рассматриваемого периода, были собраны в единый композит. В него вошли отдельные каналы (2–7), расчетные индексы NDVI по всем снимкам и метрики, рассчитанные на основе индексов, а именно: среднее, сумма, максимум, минимум, среднеквадратичное отклонение, медиана.

В качестве обучающей выборки были отобраны эталоны для шести типов земель:

- 1) водные объекты;
- 2) используемые пахотные земли;
- 3) луга (естественные сенокосы и пастбища);
- 4) лиственные и смешанные леса;
- 5) хвойные леса;
- 6) антропогенные объекты, населенные пункты.

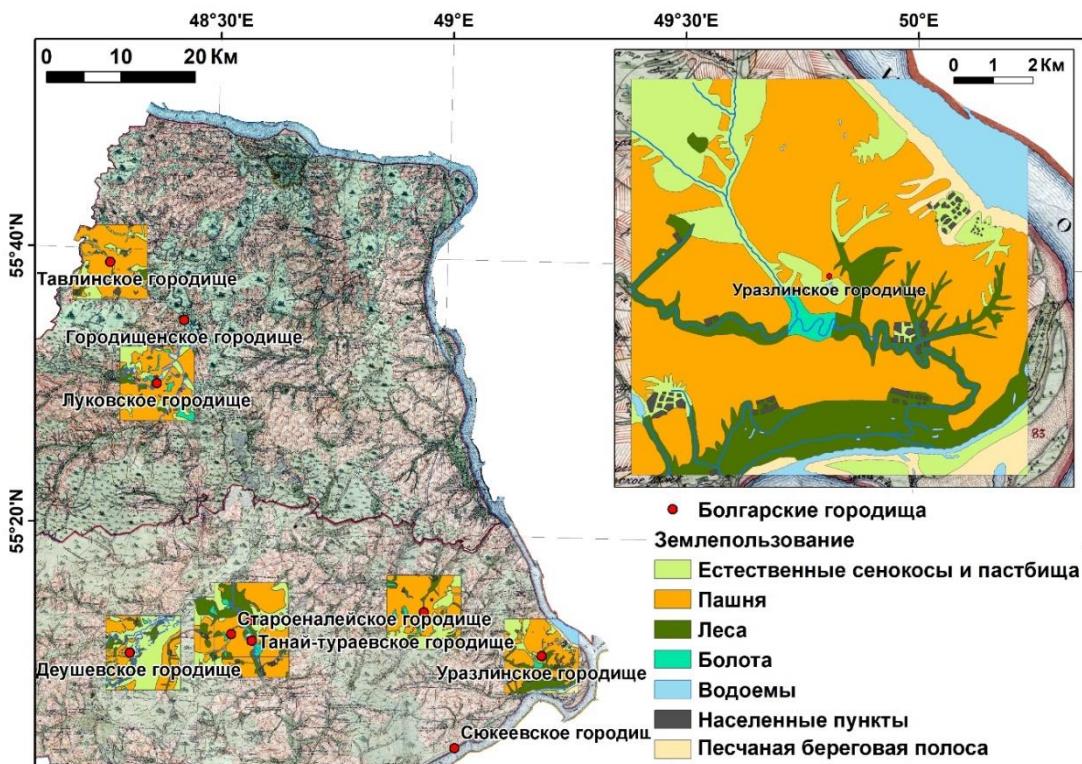


Рис. 3. Результаты векторизации структуры землепользования вблизи городищ по ПГМ

Fig. 3. Results of the land use structure vectorization near the fortified settlements according to the general surveying plans

Эталоны представляют собой векторные полигоны. Контроль при наборе эталонов осуществлялся по снимкам высокого разрешения, представленным в Google Earth. Классификация проводилась в модуле EnMAP для QGIS методом Random Forest с количеством деревьев, равным 100. При этом 80 % эталонных пикселей использовалось для классификации, а 20 % – для валидации результатов. С помощью матрицы ошибок были рассчитаны точность производителя (Producer's accuracy) и точность пользователя (User's accuracy) (табл. 2).

Таблица 2
 Table 2

Результаты оценки точности классификации
 Classification Accuracy Assessment Results

Тип землепользования	Точность пользователя, %	Точность производителя, %
Водоемы	99,94	99,23
Пашня	95,21	97,23
Сенокосы и пастбища	74,05	64,27
Лиственные и смешанные леса	99,30	98,72
Хвойные леса	97,81	99,49
Населенные пункты	87,16	87,16

Результаты и их обсуждение

Результаты дешифрирования за 2 рассматриваемых периода были экспортированы в векторный формат. Для каждого городища были рассчитаны площади и доли различных типов землепользования (табл. 3).

Таблица 3
Table 3Структура землепользования вблизи городищ по данным планов генерального межевания
и данным ДЗЗ из космосаLand use structure near the fortified settlements according to the general survey plans
and remote sensing data

Тип землепользования	По планам генерального межевания		По снимкам Landsat 8		Изменения, га	Изменения, % от общей площади	Изменения, % от категории XVIII–XIX вв.
	Площадь, га	Доля, %	Площадь, га	Доля, %			
1	2	3	4	5	6	7	8
Тавлинское городище							
Луга	2609,0	26,1	2266,0	22,7	-343,0	-3,4	-13,1
Пашня	6835,5	68,4	6353,5	63,5	-482,0	-4,8	-7,1
Леса	358,6	3,6	468,0	4,7	109,4	1,1	30,5
Болота	1,9	0,02	0,0	0,0	-1,9	0,0	-100,0
Водоемы	34,7	0,3	14,9	0,1	-19,8	-0,2	-57,0
Населенные пункты	160,3	1,6	897,6	9,0	737,3	7,4	460,0
Луковское городище							
Луга	2053,1	20,5	2732,4	27,3	679,3	6,8	33,1
Пашня	6368,8	63,7	5640,0	56,4	-728,8	-7,3	-11,4
Леса	554,2	5,5	745,4	7,5	191,2	1,9	34,5
Болота	631,5	6,3	45,7	0,5	-585,8	-5,9	-92,8
Водоемы	327,6	3,3	300,2	3,0	-27,4	-0,3	-8,4
Населенные пункты	64,9	0,6	536,3	5,4	471,4	4,7	726,3
Чуру-Барышевское городище							
Луга	2036,0	20,4	2148,6	21,5	112,6	1,1	5,5
Пашня	5248,2	52,5	6878,6	68,8	1630,4	16,3	31,1
Леса	2125,9	21,3	642,2	6,4	-1483,7	-14,8	-69,8
Болота	433,6	4,3	15,2	0,2	-418,4	-4,2	-96,5
Водоемы	127,4	1,3	58,0	0,6	-69,4	-0,7	-54,5
Населенные пункты	28,9	0,3	257,4	2,6	228,5	2,3	791,0
Староеналейское городище							
Луга	2102,8	21,0	2049,6	20,5	-53,2	-0,5	-2,5
Пашня	4503,1	45,0	6378,4	63,8	1875,4	18,8	41,6
Леса	2645,7	26,5	679,2	6,8	-1966,5	-19,7	-74,3
Болота	493,2	4,9	5,5	0,1	-487,7	-4,9	-98,9
Водоемы	132,5	1,3	68,2	0,7	-64,3	-0,6	-48,5
Населенные пункты	122,8	1,2	819,1	8,2	696,3	7,0	567,2
Танай-Тураевское городище							
Луга	2038,9	20,4	2172,2	21,7	133,4	1,3	6,5
Пашня	5588,7	55,9	7034,9	70,3	1446,2	14,5	25,9
Леса	1706,0	17,1	382,3	3,8	-1323,7	-13,2	-77,6
Болота	391,3	3,9	5,5	0,1	-385,8	-3,9	-98,6
Водоемы	142,4	1,4	40,5	0,4	-101,9	-1,0	-71,6
Населенные пункты	132,7	1,3	364,6	3,6	231,9	2,3	174,7

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8
Деушевское городище							
Луга	5348,1	53,5	2416,1	24,2	-2932,0	-29,3	-54,8
Пашня	2989,5	29,9	5524,2	55,2	2534,7	25,3	84,8
Леса	1177,5	11,8	1319,6	13,2	142,1	1,4	12,1
Болота	133,1	1,3	0,0	0,0	-133,1	-1,3	-100,0
Водоемы	270,7	2,7	120,4	1,2	-150,3	-1,5	-55,5
Населенные пункты	81,0	0,8	619,7	6,2	538,7	5,4	665,1
Большекляринское городище							
Луга	2836,5	28,4	1458,8	14,6	-1377,7	-13,8	-48,6
Пашня	5986,2	59,9	6798,2	68,0	812,0	8,1	13,6
Леса	742,3	7,4	1146,4	11,5	404,1	4,0	54,4
Болота	334,4	3,3	0,0	0,0	-334,4	-3,3	-100,0
Водоемы	9,2	0,1	28,3	0,3	19,1	0,2	209,0
Населенные пункты	91,5	0,9	568,3	5,7	476,8	4,8	521,3
Уразлинское городище							
Луга	1483,6	15,2	2441,4	24,4	957,8	9,6	64,6
Пашня	5216,9	53,4	3464,6	34,6	-1752,3	-17,5	-33,6
Леса	1675,2	17,1	808,5	8,1	-866,7	-8,7	-51,7
Болота	93,2	1,0	0,0	0,0	-93,2	-0,9	-100,0
Водоемы	706,7	7,2	2410,4	24,1	1703,7	17,0	241,1
Населенные пункты	110,8	1,1	875,1	8,8	764,3	7,6	689,8
Песчаная береговая полоса	483,1	4,9	0,0	0,0	-483,1	-4,8	-100,0
Чувашско-Безднинское городище							
Луга	4157,8	41,6	2053,0	20,5	-2104,8	-21,0	-50,6
Пашня	4834,8	48,3	5978,3	59,8	1143,5	11,4	23,7
Леса	679,8	6,8	1568,8	15,7	889,0	8,9	130,8
Болота	268,5	2,7	0,0	0,0	-268,5	-2,7	-100,0
Водоемы	4,7	0,05	0,8	0,01	-3,9	0,0	-83,0
Населенные пункты	54,4	0,5	399,1	4,0	344,7	3,4	633,6

Из табл. 2 видно, что вблизи большинства городищ преобладают пашотные земли и в первый рассматриваемый период они занимают 45–74 % площади. Исключением является территория рядом с Деушевским городищем, где доминировала естественная луговая растительность.

В современный период наблюдается закономерный рост площади населенных пунктов. Для большей части участков также увеличилась площадь пашни на 13–85 % от площади соответствующей категории в первый период. Такое увеличение обусловлено в первую очередь масштабным сведением лесов на территории современной Республики Татарстан в последние 200 лет для расширения посевных площадей [Ермолаев и др., 2007]. Иная картина наблюдается на участках вокруг Тавлинского и Луковского городищ, где отмечается незначительное (7–12 %) сокращение пашотных угодий, которое может быть связано с их забрасыванием, характерное для территории бывшего СССР в последние десятилетия [Люри и др., 2010; Prishchepov et al., 2012].

Существенно сократилась площадь пашни на участке около Уразлинского городища. Однако здесь причиной послужило создание и заполнение Куйбышевского водохранилища.

Как уже упоминалось выше, хозяйственная деятельность является одним из ключевых антропогенных факторов разрушения объектов культурного наследия. Об этом говорит современное состояние исследуемых городищ, большая часть из которых, наряду с природными факторами, разрушена в результате распашки (например, Большекляринское распахано более чем на 60 %, а Староеналейское – полностью) [Gainullin et al., 2016]. Таким образом, изменение структуры землепользования (особенно увеличение площади пашни и населенных пунктов), выявленное в результате проведенного исследования, свидетельствует о высокой степени риска уничтожения изучаемых объектов культурного наследия.

Заключение

По результатам проделанной работы было выявлено существенное изменение структуры земель и выявлены общие тренды динамики землепользования. Территория исследования является зоной интенсивного сельского хозяйства, что объясняет существенное увеличение площади пахотных земель за рассмотренный период. Даже в случае незначительного сокращения пахотных земель на некоторых участках, этот тип землепользования все равно является преобладающим. Это подтверждается данными о современном состоянии изученных городищ – большинство из них подверглось распашке, в той или иной степени, однако нельзя утверждать, что городища были распаханы в современный период, а не до создания используемых ПГМ.

Также можно отметить рост площади поселений, яркими примерами чего являются Деушевское и Танай-Тураевское городища, большая часть которых застроена. Стоит учитывать, что развитие сельского хозяйства и рост поселений влечет за собой и развитие инфраструктуры (в первую очередь дорожной сети), которая также является причиной разрушения городищ.

Подводя окончательный итог работы, можно сказать, что исторические карты и современные данные ДЗЗ являются ценным источником данных, позволяющих проводить качественный и количественный анализ структуры землепользования вблизи памятников культурного наследия. Их совместное использование, однако, затрудняется несопоставимостью их масштабов, детальности и качества. Одним из главных недостатков исторических материалов являются существенные искажения в изображении объектов. Все это, наряду с мелким масштабом, делает невозможным анализ структуры землепользования и состояния непосредственно территории самих городищ в прошлом.

Тем не менее, анализ территории, близлежащей к археологическим памятникам, может дать представление о трендах трансформации структуры землепользования и ключевых антропогенных факторах рисков их разрушения.

Список источников

1. Берлянт А.М., Востокова А.В., Кравцова В.И. 2003. Картоведение. Учебник для вузов. М., Аспект Пресс, 478 с.
2. Жмойдяк Р.А., Атоян Л.В. 2006. Картография. Курс лекций. Минск, БГУ, 194 с.
3. Кашин Л.А. 2001. Топографическое изучение России (исторический очерк). М., Карт-геоцентр-Геодезиздат, 114 с.
4. Коллекция старинных карт Российской Империи. Электронный ресурс. URL: <http://raremaps.ru/> (дата обращения: 06 ноября 2020).
5. Кусов В.С. 2003. Памятники отечественной картографии. Учебное пособие. Москва, Издательство Московского университета, 150 с.

6. Cajthaml J. 2011. Methods of georeferencing old maps on the example of Czech early maps. 25th international cartographic conference, Paris. Electronic resource. URL: <https://www.researchgate.net/publication/259495942> (accessed: 06.11.2020).

Список литературы

1. Афанасьев Г.Е., Савенко С.Н., Коробов Д.С. 2004. Древности Кисловодской долины. Москва, Научный мир, 240 с.
2. Баталов Р.Н., Радченко Л.К. 2020. Обзор основных направлений использования ГИС-технологий в историко-картографических исследованиях. Вестник Сибирского государственного университета геосистем и технологий, 25 (1): 119–135. DOI: 10.33764/2411-1759-2020-25-1-119-135.
3. Буняева А.Г., Буряк Ж.А., Лисецкий Ф.Н. 2017. Реконструкция лесных массивов на Тарханкутском полуострове в условиях лесостепи в античное время. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки, 40 (18(267)): 164–175.
4. Гайнуллин И.И., Хомяков П.В., Ситдиков А.Г., Усманов Б.М. 2017. Качественная оценка состояния средневековых городищ Республики Татарстан по данным дистанционного зондирования. Поволжская археология, 2 (20): 303–320. DOI: 10.24852/ra2017.2.20.303.320
5. Глушков В.В. 2007. История военной картографии в России (XVIII-начало XX в.). Москва, Издательский дом «Экономическая литература», 527 с.
6. Гришин Е.С. 2017. Технологии и методика применения пространственно-временного анализа в специально исторических ГИС-проектах. Историческая информатика, 2: 74–84. DOI: 10.7256/2585-7797.2017.2.23295
7. Гришин Е.С. 2019. Фонд историко-картографических материалов как средство унификации исторических ГИС и цифровой картографии. Историческая информатика, 1: 133–142. DOI: 10.7256/2585-7797.2019.1.29260
8. Губайдуллин А.М. 2017. Фортификация в Среднем Поволжье в X – первой половине XVI вв. Казань, Академия наук Республики Татарстан, 323 с.
9. Ермолаев О.П., Игонин М.Е., Бубнов А.Ю., Павлова С.В. 2007. Ландшафты Республики Татарстан. Региональный ландшафтно-экологический анализ. Казань, Слово, 411 с.
10. Жуков А.Ю., Лялля Е.В. 2010. ГИС «Электронный каталог населенных мест Карелии XV-XXI вв.». Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Общественные и гуманитарные науки, 7 (112): 7–15.
11. Коробов Д.С. 2011. Основы геоинформатики в археологии. М., Издательство МГУ, 224 с.
12. Люри Д.И., Горячkin С.В., Караваева Н.А., Денисенко Е.А., Нефедова Т.Г. 2010. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагренное восстановление растительности и почв. Москва, Издательство ГЕОС, 415 с.
13. Раппопорт П.А. 1961. Очерки по истории военного зодчества северо-восточной и северо-западной Руси X–XV вв. Москва, Ленинград, Издательство Академии наук СССР, 242 с.
14. Флейс М.Э., Борисов М.М., Александрович М.В. 2008. Картографические проекции и согласование разновременных карт России и Советского союза в геоинформационной среде. Известия Российской академии наук. Серия географическая, 5: 118–125.
15. Хренов Л.С. 1987. Хронология отечественной геодезии с древнейших времен и до наших дней: Геодезия, астрометрия, гравиметрия, фотогеодезия и картография. Л., ГАО, 288 с.
16. Brovelli M.A., Minghini M. 2012. Georeferencing old maps: a polynomial-based approach for Como historical cadastres. e-Perimetron, 7 (3): 97–110.
17. Gainullin I.I., Khomyakov P.V., Situdikov A.G., Usmanov B.M. 2016. Study of anthropogenic and natural impacts on archaeological sites of the Volga Bulgaria period (Republic of Tatarstan) using remote sensing data. Fourth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2016), 9688: 96880Z. DOI: 10.1117/12.2240728
18. Horodnic V.-D., Graur D.-S., Afloari M., Efros V. 2018. Geospatial analysis of land use dynamics using historical maps and GIS techniques. Case study of Rădăuți, Romania. International Scientific Conference GEOBALCANICA 2018. Albena, Bulgaria: 577–597. DOI: 10.18509/GBP.2018.63

19. Lieskovský J., Kaim D., Balázs P., Boltižiar M., Chmiel M., Grabska E., Király G., Konkoly-Gyuró É., Kozak J., Antalová K., Kuchma T., Mackovčin P., Mojses M., Munteanu C., Ostafin K., Ostapowicz K., Shandra O., Stych P., Radeloff V. C. 2018. Historical land use dataset of the Carpathian region (1819–1980). *Journal of Maps*, 14 (2): 644–651. DOI: 10.1080/17445647.2018.1502099
20. Liu D., Toman E., Fuller Z., Chen G., Londo A., Zhang X., Zhao K. 2018. Integration of historical map and aerial imagery to characterize long-term land-use change and landscape dynamics: An object-based analysis via Random Forests. *Ecological Indicators*, 95: 595–605. DOI: 10.1016/j.ecolind.2018.08.004
21. Matasov V., Prishchepov A.V., Jepsen M.R., Müller D. 2019. Spatial determinants and underlying drivers of land-use transitions in European Russia from 1770 to 2010. *Journal of Land Use Science*, 14 (4–6): 362–377. DOI: 10.1080/1747423X.2019.1709224
22. Prishchepov A.V., Radeloff V.C., Baumann M., Kuemmerle T., Müller D. 2012. Effects of institutional changes on land use: agricultural land abandonment during the transition from state-command to market-driven economies in post-Soviet Eastern Europe. *Environmental Research Letters*, 7 (2): 024021.
23. Skokanová H., Falčan V., Havlíček M. 2016. Driving forces of main landscape change processes from past 200 years in Central Europe – differences between old democratic and post-socialist countries. *Ekológia (Bratislava)*, 35 (1): 50–65. DOI: 10.1515/eko-2016-0004
24. Statuto D., Cillis G., Picuno P. 2017. Using historical maps within a GIS to analyze two centuries of rural landscape changes in Southern Italy. *Land*, 6 (3): 65. DOI: 10.3390/land6030065
25. Šulte A., Gunnarsson D.S. 2017. 17th Century Large-Scale Historical Maps Of Vidzeme As Sources For Archaeological Research. *Journal Of The Institute Of Latvian History/Latvijas Vēstures Institūta Žurnāls*, 1 (102): 111–126.
26. Svedjemo G. 2010. Swedish Large-Scale Historical Maps as Sources for Archaeological Research: Examples from Gotlandic Maps from 1693–1705. VII International Conference on Easter Island and the Pacific: Migration, Identity, and Cultural Heritage. Sweden, Gotland University: 475–490.
27. Timár G., Biszak S. 2010. Digitizing and georeferencing of the historical cadastral maps (1856–60) of Hungary. 5th international workshop on digital approaches in cartographic heritage. Vienna, Austria, 22: 22–24.
28. Valent P., Rončák P., Malíariková M., Behan Š. 2016. Utilization of historical maps in the land use change impact studies: A case study from Myjava River basin. *Slovak Journal of Civil Engineering*, 24 (4): 15–26.

References

1. Afanasyev G.E., Savenko S.N., Korobov D.S. 2004. Drevnosti Kislovodskoy doliny [Ancients of the Kislovodsk Valley]. Moscow, Nauchnyy mir, 240 p.
2. Batalov R.N., Radchenko L.K. 2020. Overview of main directions of using GIS technologies in historical and cartographical research. *Vestnik of the Siberian State University of Geosystems and Technologies*, 25 (1): 119–135. (in Russian). DOI: 10.33764/2411-1759-2020-25-1-119-135.
3. Bunyaeva A.G., Buryak J.A., Lisetsky F.N. 2017. Reconstruction of forests on the Tarhankut Peninsula in the conditions of forest-step in the Antique. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series*, 40 (18(267)): 164–175. (in Russian)
4. Gainullin I.I., Khomiakov P.V., Situdikov A.G., Usmanov B.M. 2017. Qualitative assessment of the condition of Tatarstan medieval fortified settlements under the data of remote sensing. *The Volga River Region Archaeology*, 2 (20): 303–320. DOI: 10.24852/pa2017.2.20.303.320 (in Russian)
5. Glushkov V.V. 2007. *Istoriya voyennoy kartografii v Rossii (XVIII-nachalo XX v.)* [History of military cartography in Russia (XVIII–beginning of the XX century)]. Moscow, Publ. «Ekonomicheskaya literatura», 527 p.
6. Grishin E.C. 2017. Spatiotemporal Technologies and Technique in Special Historical GIS-projects. *Historical Informatics*, 2: 74–84. <https://doi.org/10.7256/2585-7797.2017.2.23295>. (in Russian)
7. Grishin E.C. 2019. A Fund of Historical and Cartographic Materials as a Means to Unify Historical GIS and Digital Cartography. *Historical Informatics*, 1: 133–142. DOI: 10.7256/2585-7797.2019.1.29260 (in Russian).

8. Gubaidullin A.M. 2017. Archaeology of the Eurasian steppes. Kazan, Akademiya nauk Respubliki Tatarstan, 323 p. (in Russian).
9. Ermolaev O.P., Igonin M.E., Bubnov A.U., Pavlova S.V. 2007. Landscapes of Tatarstan Republic. Regional landscape and ecological analysis. Kazan, «Slovo», 411 p. (in Russian).
10. Zhukov A.Y., Lyalla E.B. 2010. GIS "Elektronnyy katalog naseleennykh mest Karelii XV-XXI vv." [GIS "Electronic catalog of settlements in Karelia XV-XXI centuries"]. Proceedings of Petrozavodsk State University. Social and Humanities Sciences, 7 (112): 7–15.
11. Korobov D.S. 2011. Osnovy geoinformatiki v arkheologii [Basics of Geoinformatics in Archaeology]. Moscow, Publ. MSU, 224 p.
12. Lyuri D.I., Goryachkin S.V., Karavaeva N.A., Denisenko E.A., Nefedova T.G. 2010. Dynamics of Agricultural Lands of Russia in XX Century and Postagrogenic Restoration of Vegetation and Soils. Moscow, Publ. GEOS, 415 p. (in Russian)
13. Rappoport P.A. 1961. Ocherki po istorii voyennogo zodchestva severo- vostochnoy i severo-zapadnoy Rusi X–XV vv. [Essays on the history of military architecture of north-eastern and north-western Russia X–XV centuries]. Moskva, Leningrad, Izdatelstvo Akademii nauk SSSR, 242 p.
14. Fleis M.E., Borisov M.M., Alexandrovich M.V. 2008. Cartographic Projections and Geographic Media of Maps of Russia and the Soviet Union Created at Different Times. Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya, 5: 118–125. (in Russian)
15. Khrenov L.S. 1987. Khronologiya otechestvennoy geodezii s drevneyshikh vremen i do nashikh dney: Geodeziya. astrometriya. gravimetriya. fotogeodeziya i kartografiya. [Chronology of Russian Geodesy from ancient times to the present day: Geodesy, Astrometry, Gravimetry, Photogeodesy and Cartography]. Leningrad, GAO, 288 p.
16. Brovelli M.A., Minghini M. 2012. Georeferencing old maps: a polynomial-based approach for Como historical cadastres. *e-Perimetron*, 7 (3): 97–110.
17. Gainullin I.I., Khomyakov P.V., Sitsikov A.G., Usmanov B.M. 2016. Study of anthropogenic and natural impacts on archaeological sites of the Volga Bulgaria period (Republic of Tatarstan) using remote sensing data. Fourth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2016), 9688: 96880Z. DOI: 10.11117/12.2240728
18. Horodnic V.-D., Graur D.-S., Afloari M., Efros V. 2018. Geospatial analysis of land use dynamics using historical maps and GIS techniques. Case study of Rădăuți. Romania. International Scientific Conference GEOBALCANICA 2018. Albena, Bulgaria: 577–597. DOI: 10.18509/GBP.2018.63
19. Lieskovský J., Kaim D., Balázs P., Boltižiar M., Chmiel M., Grabska E., Király G., Konkoly-Gyuró É., Kozak J., Antalová K., Kuchma T., Mackovčin P., Mojses M., Munteanu C., Ostafin K., Ostapowicz K., Shandra O., Stych P., Radeloff V. C. 2018. Historical land use dataset of the Carpathian region (1819–1980). *Journal of Maps*, 14 (2): 644–651. DOI: 10.1080/17445647.2018.1502099
20. Liu D., Toman E., Fuller Z., Chen G., Londo A., Zhang X., Zhao K. 2018. Integration of historical map and aerial imagery to characterize long-term land-use change and landscape dynamics: An object-based analysis via Random Forests. *Ecological Indicators*, 95: 595–605. DOI: 10.1016/j.ecolind.2018.08.004
21. Matasov V., Prishchepov A.V., Jepsen M.R., Müller D. 2019. Spatial determinants and underlying drivers of land-use transitions in European Russia from 1770 to 2010. *Journal of Land Use Science*, 14 (4–6): 362–377. DOI: 10.1080/1747423X.2019.1709224
22. Prishchepov A.V., Radeloff V.C., Baumann M., Kuemmerle T., Müller D. 2012. Effects of institutional changes on land use: agricultural land abandonment during the transition from state-command to market-driven economies in post-Soviet Eastern Europe. *Environmental Research Letters*, 7 (2): 024021.
23. Skokanová H., Falčan V., Havlíček M. 2016. Driving forces of main landscape change processes from past 200 years in Central Europe – differences between old democratic and post-socialist countries. *Ekológia* (Bratislava), 35 (1): 50–65. DOI: 10.1515/eko-2016-0004
24. Statuto D., Cillis G., Picuno P. 2017. Using historical maps within a GIS to analyze two centuries of rural landscape changes in Southern Italy. *Land*, 6 (3): 65. DOI: 10.3390/land6030065
25. Šulte A., Gunnarsson D.S. 2017. 17th Century Large-Scale Historical Maps Of Vidzeme As Sources For Archaeological Research. *Journal Of The Institute Of Latvian History/Latvijas Vēstures Institūta Žurnāls*, 1 (102): 111–126.

26. Svedjemo G. 2010. Swedish Large-Scale Historical Maps as Sources for Archaeological Research: Examples from Gotlandic Maps from 1693-1705. VII International Conference on Easter Island and the Pacific: Migration, Identity, and Cultural Heritage. Sweden, Gotland University: 475–490.
27. Timár G., Biszak S. 2010. Digitizing and georeferencing of the historical cadastral maps (1856-60) of Hungary. 5th international workshop on digital approaches in cartographic heritage. Vienna, Austria, 22: 22–24.
28. Valent P., Rončák P., Malíariková M., Behan Š. 2016. Utilization of historical maps in the land use change impact studies: A case study from Myjava River basin. Slovak Journal of Civil Engineering, 24 (4): 15–26.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Иванов Максим Андреевич, кандидат географических наук, доцент кафедры ландшафтной экологии института экологии и природопользования Казанского федерального университета, г. Казань, Россия

Абдуллин Халим Миннуллович, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник информационно-редакционного отдела института археологии им. А.Х. Халикова АН РТ, г. Казань, Россия

Гайнуллин Искандер Ильгизович, аналитик центра ГИС университета Иннополис, г. Иннополис, Россия

Губайдуллин Айрат Маратович, доктор исторических наук, главный научный сотрудник отдела средневековой археологии института археологии им. А.Х. Халикова АН РТ, г. Казань, Россия

Гафуров Артур Маратович, кандидат географических наук, ассистент кафедры ландшафтной экологии института экологии и природопользования Казанского федерального университета, г. Казань, Россия

Усманов Булат Мансурович, старший преподаватель кафедры ландшафтной экологии института экологии и природопользования Казанского федерального университета, г. Казань, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Maxim A. Ivanov, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of Landscape Ecology Institute of Ecology and Nature Management of the Kazan Federal University, Kazan, Russia

Halim M. Abdullin, Candidate of Historical Sciences, Senior Researcher of the Information and Editorial Department of the Institute of Archaeology named after A. Kh. Khalikov of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russia

Iskander I. Gainullin, Analyst of GIS Center of the Innopolis University, Innopolis, Russia

Airat M. Gubaidullin, Doctor of Historical Sciences, Chief Researcher of the Department of Medieval Archeology of the Institute of Archaeology named after A. Kh. Khalikov of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russia

Artur M. Gafurov, Candidate of Geographical Sciences, Assistant of the Department of Landscape Ecology, Institute of Ecology and Nature Management, Kazan Federal University, Kazan, Russia

Bulat M. Usmanov, Senior Lecturer, Department of Landscape Ecology, Institute of Ecology and Nature Management, Kazan Federal University, Kazan, Russia