

А.О. Полетаев¹

ГИС-АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ КУРГАНОВ В КОНТЕКСТЕ ИХ СОХРАНЕНИЯ КАК ОБЪЕКТОВ ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

АННОТАЦИЯ

В статье представлено обоснование курганов как уникальных объектов природного и историко-культурного значения. Выявлены научные направления, объектом изучения которых являются курганы. Приведена информация о таких базах данных, как Eurasian Kurgan Database и геопортал «Археологические памятники Крыма». Проведены различные виды геоинформационного анализа (анализ плотности курганов, анализ расположения курганов относительно земельных участков, анализ расположения курганов по высоте над уровнем моря, анализ агрегации курганов на различных расстояниях) в пределах исследовательского полигона, расположенного на территории Крымского п-ва. Изложена методика использования инструментов геообработки ArcGIS в данном исследовании. В ходе проведения анализа использовалась база данных курганов, созданная ранее на основании спутниковых снимков высокого разрешения, архивных картографических материалов, охватывающим данные о территории исследования, начиная с XIX в. Показана структура базы данных курганов, использованной в данном исследовании. Выявлено, что плотность курганов в пределах исследовательского полигона на начало XXI в. составила 0,4 кургана/км². Установлено, что 38 % курганов расположено на земельных участках. Выявлено, что большая часть курганов располагается на высотах 100–200 м н.у.м. Показано, что одиночные курганы являются наиболее многочисленными среди групп курганов с более высоким уровнем агрегации. Выявлены особенности использования метода группировки курганов по уровням агрегации. При использовании информации об уровнях агрегации проведено разделение курганов, расположенных на земельных участках, на группы и предложены рекомендации по проведению мероприятий для обеспечения сохранности курганов в каждой из групп.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: курганы, историко-культурное наследие, база данных курганов, ГИС-анализ, агрегация курганов

Arseniy O. Poletaev²

GIS ANALYSIS OF THE SPATIAL LOCATION OF KURGANS IN THE CONTEXT OF THEIR PRESERVATION AS OBJECTS OF HISTORICAL AND CULTURAL HERITAGE

ABSTRACT

The article provides an overview of the mounds as unique objects of natural, historical and cultural significance. Scientific directions are identified, the objects of study of which are mounds. Brief information is given on such databases as the Eurasian Kurgan Database and the geoportal “Archaeological sites of Crimea”. Various types of GIS analysis (analysis of the density of mounds, analysis of the location of mounds relative to land plots, analysis of the location of

¹ Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Институт наук о Земле, ул. Победы, д. 85, 308015, Белгород, Россия; *e-mail*: poletaev@bsu.edu.ru

² Belgorod State National Research University, Institute of Earth Sciences, Pobedy str., 85, 308015, Belgorod, Russia; *e-mail*: poletaev@bsu.edu.ru

mounds by height above sea level, analysis of aggregation of mounds at various distances) were carried out within a research site located on the territory of the Crimean Peninsula. The technique of using ArcGIS geoprocessing tools in this study is described. During the analysis, a database of mounds was used, which was created earlier on the basis of high-resolution satellite images, archival cartographic materials covering data on the study area since the 19th century. The structure of the database of mounds used in this study is shown. It was revealed that the density of mounds within the research site at the beginning of the 21st century was 0.4 mounds per km². It is established that 38 % of the mounds are located on land plots. It was revealed that most of the mounds are located at altitudes of 100–200 m above sea level. It was shown that single mounds are the most numerous among groups of mounds with a higher level of aggregation. Peculiarities of using the method of grouping mounds by aggregation levels are revealed. When using information on aggregation levels, the mounds located on land plots were divided into groups; recommendations were made on measures to ensure the safety of the mounds in each group.

KEYWORDS: mounds, historical and cultural heritage, database of mounds, GIS analysis, aggregation of mounds

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проведения комплекса междисциплинарных исследований курганов, мероприятий по охране курганов подтверждается тем, что они имеют историческое и культурное значение, при этом являясь уникальными природными объектами. Курганы могут выступать в качестве объектов культурного, образовательного и экологического туризма, источников почвенно-хронологической информации, местообитаний редких видов флоры и фауны [Lisetskii et al., 2010]. Курганы, которые расположены среди пахотных земель, могут служить убежищем для природной растительности в радиусе многих километров [Wódkiewicz et al., 2016]. Древние курганы могут играть решающую роль в сохранении степной растительности, особенно в интенсивных сельскохозяйственных ландшафтах [Deák et al., 2016], в сохранении культурных и ландшафтных ценностей [Deák et al., 2015], в локальном восстановлении степной растительности [Sudnik-Wójcikowska et al., 2011]. Курганы могут быть частью сети охраняемых территорий (степных заповедников) [Rowińska et al., 2010].

Как уникальные природные объекты курганы являются объектом изучения таких наук, как малакология, седиментология, геохимия [Szilágyi et al., 2013], геоморфология, археологическая геология, биогеография, палеоэкология [Tóth et al., 2014]. Комплексное археологическое изучение курганов повышает эффективность исследований эволюции почв и природной среды [Demkin et al., 2014]. Курганы, как и др. древние земляные насыпи [Lisetskii, 1999; Lisetskii et al., 2020], могут быть использованы в качестве невоспроизводимых естественных моделей для изучения широкого спектра научных проблем с фиксированной датой для изучения процессов ренатурации растительного [Lisetskii et al., 2016] и почвенного покрова [Lisetskii et al., 2014], а также последующего математического моделирования природных процессов во времени [Lisetskii, 1999; Lisetskii, Chepelev, 2014] с учётом климатической изменчивости [Ivanov, Lisetskiy, 1996].

Проведение комплексных археологических, экологических, исторических, топографических и морфологических исследований курганов [Bede et al., 2015] является необходимым этапом при выполнении проектов, направленных на сохранение существующих курганов. Наряду с проведением таких исследований необходимо создавать базы данных, содержащих информацию не только о географическом положении каждого из курганов, но также информацию, полученную в ходе проведения междисциплинарных исследований. В

настоящее время уже создана общедоступная база данных Eurasian Kurgan Database¹, которая позволяет регистрировать и запрашивать основную информацию о культурных ценностях курганов и таких факторах, как тип растительного покрова, покрытие древесными породами, факторах, представляющих угрозы существованию курганов. Они могут служить основой для эффективного сохранения курганов [Deák et al., 2019].

Наряду с созданием и наполнением баз данных информацией о курганах необходимо использовать возможности ГИС-технологий для выявления и визуализации пространственно-временных изменений в распределении курганов на определённой территории. Полученные в ходе ГИС-анализа данные могут быть полезными в качестве информационного обеспечения мероприятий по защите курганов от исчезновения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве территории исследования был выбран Крымский п-в, в пределах которого насчитывается более 2000 выявленных археологических памятников как регионального, так и федерального значения, среди которых наиболее многочисленны курганы и курганные группы — их доля составляет 69,1 %. Часть курганов, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения, подвергаются опасности быть распаханными, ввиду того что они не поставлены на государственный учёт и не защищены законом от разрушения [Буряк и др., 2018].

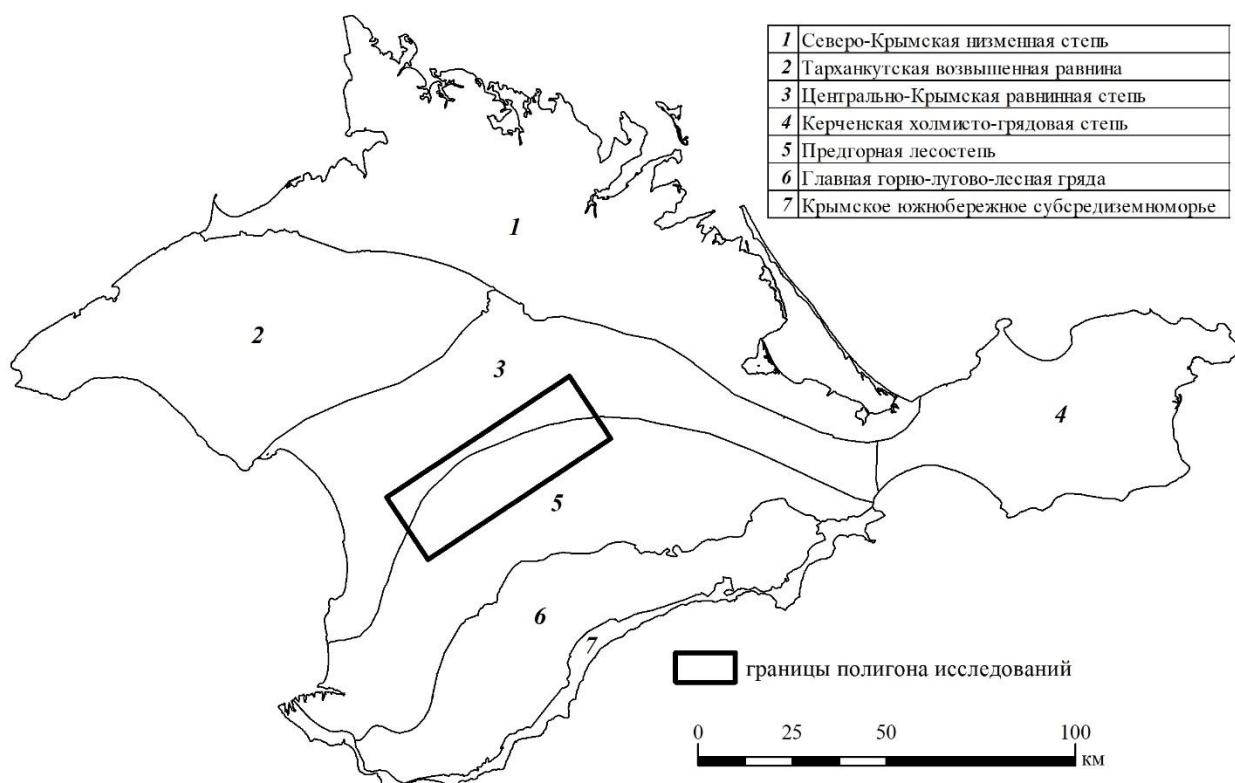


Рис. 1. Расположение полигона исследований на территории Крымского полуострова
Fig. 1. The location of the research polygon on the territory of the Crimean Peninsula

¹ Eurasian Kurgan Database. Электронный ресурс: <http://openbiomaps.org/projects/kurgan/?lang=en> (дата обращения 30.12.2019)

При проведении исследования использовалось программное обеспечение ArcGIS. В качестве исходных данных использовался слой точечных объектов, расположенный в пределах исследовательского полигона, площадь которого составляет 1153 км² (рис. 1). Полигон исследований расположен на территории Крымского полуострова в предгорной лесостепи, которая переходит в Центрально-Крымскую равнинную степь на севере Симферопольского и Бахчисарайского районов.

ОБЪЕКТ.ИД.	Shape *	источник	присутствие на карте
18	Точка	100_000_1987	+
20	Точка	100_000_1987	+
21	Точка	100_000_1987	+
23	Точка	100_000_1987	+
24	Точка	100_000_1987	+
25	Точка	100_000_1987	+
26	Точка	100_000_1987	+
28	Точка	100_000_1987	+
29	Точка	100_000_1987	+
32	Точка	100_000_1987	+
36	Точка	100_000_1987	+
37	Точка	100_000_1987	+
40	Точка	100_000_1987	+
47	Точка	100_000_1987	+
48	Точка	100_000_1987	+
51	Точка	100_000_1987	+
55	Точка	100_000_1987	+
58	Точка	100_000_1987	+
59	Точка	100_000_1987	+
60	Точка	100_000_1987	+
61	Точка	100_000_1987	+
63	Точка	100_000_1987	+
64	Точка	100_000_1987	+
65	Точка	100_000_1987	+
67	Точка	100_000_1987	+
68	Точка	100_000_1987	+
70	Точка	100_000_1987	+
72	Точка	100_000_1987	+
73	Точка	100_000_1987	+
76	Точка	100_000_1987	+
77	Точка	100_000_1987	+
78	Точка	100_000_1987	+
79	Точка	100_000_1987	+
81	Точка	100_000_1987	+

Рис. 2. Фрагмент базы данных курганов, расположенных внутри полигона исследований
 Fig. 2. A fragment of a database of mounds located inside the research polygon

База данных курганов, расположенных внутри полигона исследований, была создана на основе базы данных геопортала «Археологические памятники Крыма»¹. Геопортал объединяет в одном месте информацию о местоположении археологических памятников Крыма, актуальные данные по виду землепользования, данные о правовом режиме земель.

¹ Геопортал «Археологические памятники Крыма». Электронный ресурс: <https://crimgeoarch.bsu.edu.ru/> (дата обращения 30.12.2019)

Атрибутивная информация слоя точечных объектов содержит данные о существовании или отсутствии каждого из курганов (определённые по спутниковым снимкам высокого разрешения веб-сервиса ArcGIS World Imagery) в настоящее время и данные о времени исчезновения каждого из курганов (определённые по спутниковым снимкам высокого разрешения, архивным картографическим материалам, охватывающим данные о территории исследования, начиная с XIX в.) (рис. 2). База данных курганов, расположенных внутри полигона исследований, содержит информацию о 369 курганах, существовавших на начало XIX в., из которых в настоящее время осталось 154 (118 курганов сохранились полностью, 36 подвергнуты антропогенному воздействию).

Были проведены следующие виды геоинформационного анализа, в рамках которого использовался слой точечных объектов — курганов:

- **анализ плотности курганов.** В ходе анализа использовался инструмент геообработки ArcGIS «Плотность ядер» из набора инструментов Spatial Analyst. В результате анализа был получен растровый слой с изолиниями значений плотности, проходящими через каждое значение 0,1 кургана/км²;

- **анализ расположения курганов относительно земельных участков.** В ходе анализа использовался слой кадастровой карты ГИС-сервера CadastreWMS для pkk5.rosreestr.ru. В результате анализа к слою точечных объектов была добавлена атрибутивная информация о местонахождении каждого из существующих в настоящее время курганов на земельном участке из отмеченных на кадастровой карте или вне границ земельного участка;

- **анализ расположения курганов по высоте над уровнем моря.** В ходе анализа использовался набор данных Digital Elevation Model (DEM), инструмент геообработки ArcGIS «Извлечь значения в точки» из набора инструментов Spatial Analyst. В результате анализа к слою точечных объектов была добавлена атрибутивная информация, содержащая данные о высоте над уровнем моря для каждой точки;

- **анализ агрегации курганов на различных расстояниях.** В рамках данного анализа были построены буферные зоны для каждой точки слоя точечных объектов — курганов (исчезнувших и существующих на настоящее время), с радиусом 200, 300 и 400 м. Затем проведено слияние буферных зон в кластеры, для каждого из которых был определён уровень агрегации (уровень агрегации курганов). Уровни агрегации курганов были установлены по аналогии с проведёнными ранее исследованиями курганов на территориях Румынии и Болгарии [Oltean, 2013] с учётом того, что данным исследованием изучалась меньшая по размеру территория. Нулевой уровень агрегации соответствует одному кургану в группе: 1-й — 2 курганам в группе, 2-й — 3–4 курганам в группе, 3-й — 5–6 курганам в группе, 4-й — 7–9 курганам в группе.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ плотности курганов показал, что с XIX по начало XXI вв. максимальная плотность курганов в пределах исследовательского полигона снизилась с 0,7 до 0,4 кургана/км² (рис. 3).

Анализ расположения курганов относительно обрабатываемых земельных участков показал, что на территории исследовательского полигона доля курганов, находящихся на земельных участках, составила 38 % от общего числа курганов (рис. 4).

Анализ расположения курганов на гипсометрических уровнях (по высоте н.у.м.) показал, что на территории исследовательского полигона на высотах н.у.м. 0–100 м исчезло 59 % курганов от их первоначального числа, на высотах 101–150 м — 61 %, 151–200 м — 64 % и на высотах 201–250 м — 36 % (рис. 5).

Анализ агрегации курганов на различных расстояниях показал, что одиночные курганы являются наиболее многочисленными среди групп курганов с более высоким уровнем агрегации (рис. 6, 7). При этом увеличение расстояния агрегации с 200 до 400 м

существенно уменьшает численность одиночных курганов, незначительно изменяется численность групп курганов с 1-м уровнем агрегации. Также более чем в 2 р. возрастает численность групп курганов со 2-м (рис. 6, 7) и 3-м уровнями агрегации (рис. 6). Группы курганов с 3-м (рис. 7) и 4-м (рис. 6) уровнями агрегации являются самыми немногочисленными, но в то же время наиболее интересными для дальнейшего изучения, как их самих, так и прилегающей к ним территории. Это обусловлено высокой степенью вероятности обнаружения многочисленных скоплений объектов материальной культуры народов, некогда проживавших на данной территории, имеющих высокую историко-культурную ценность. Визуализация изменения расстояния агрегации (рис. 8, 9) показывают, как меняется распределение групп курганов по различным уровням агрегации.

Стоит отметить, что данный метод группировки курганов по уровням агрегации отличается следующими особенностями: при увеличении расстояния агрегации близко расположенные друг к другу курганы объединяются в группы, и повышается уровень агрегации (рис. 10 а, б, в). При этом далеко расположенные друг от друга курганы не объединяются и сохраняют нулевой уровень агрегации. Также не объединяются в группы относительно недалеко расположенные друг от друга одиночные курганы при наименьшем расстоянии агрегации, а при его увеличении объединения может и не произойти (рис. 10 г, д, е).

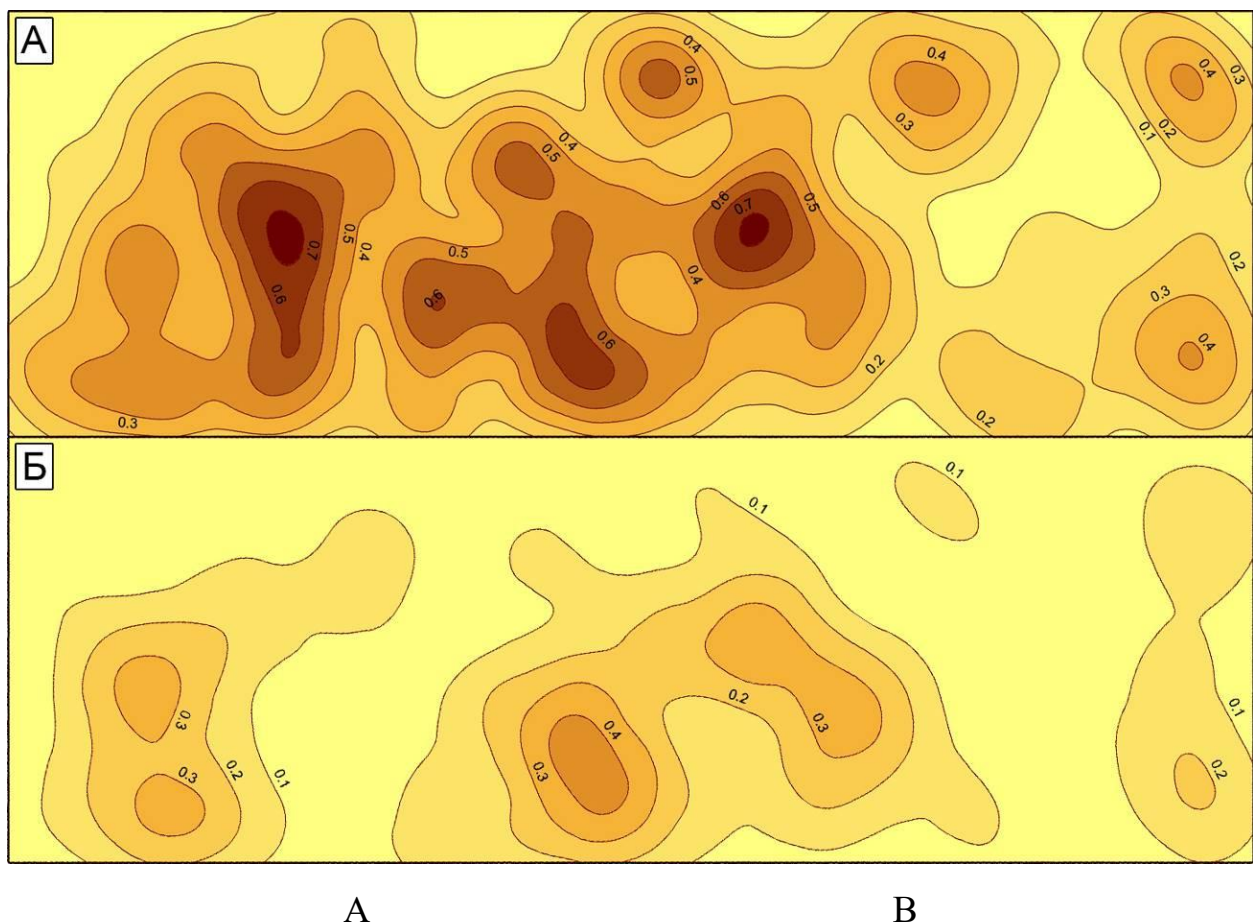


Рис. 3. Изменения в плотности курганов с XIX в. (А) до начала XXI в. (Б)
 Fig. 3. Changes in the density of mounds from the 19th century (A)
 to the beginning of the 21st century (B)

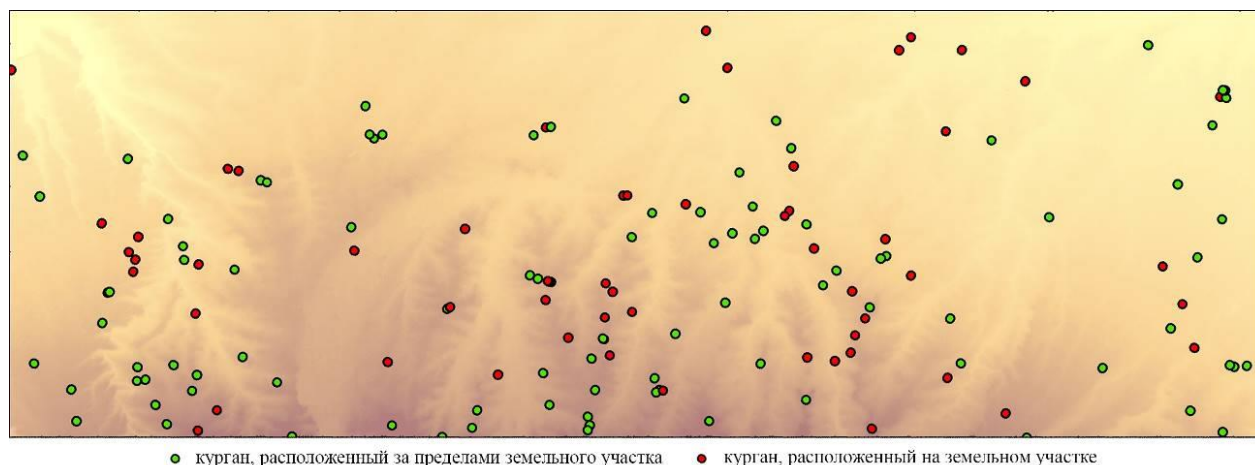


Рис. 4. Расположение сохранившихся курганов относительно земельных участков
 Fig. 4. Location of the preserved mounds relative to land plots

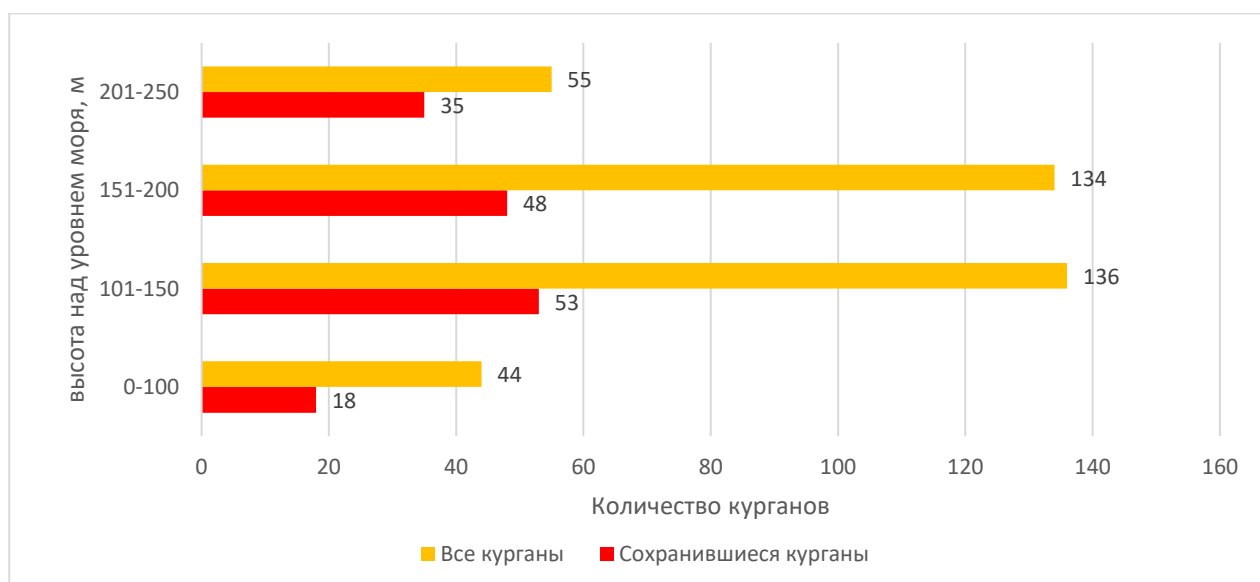


Рис. 5. Распределение курганов по высоте над уровнем моря
 Fig. 5. Distribution of mounds by height above sea level

При объединении информации о расположении курганов относительно земельных участков и информации об уровнях агрегации курганов было проведено выделение курганов (с использованием функции ArcGIS «Выборка по расположению»), находящихся под угрозой исчезновения.

Выделены 2 группы курганов, к которым требуется особое внимание:

1-я группа — одиночные курганы (нулевой уровень агрегации при расстоянии агрегации 400 м), находящиеся на земельных участках (35 курганов, 59 % от числа курганов, расположенных на земельных участках);

2-я группа — курганы, входящие в состав групп курганов с уровнем агрегации 1 и более (при расстоянии агрегации 400 м), находящиеся на земельных участках (24 кургана, 41 % от числа курганов, расположенных на земельных участках).

Для сохранения курганов, относящихся к 1-й группе, необходимо проведение мероприятий, в ходе которых части земельных участков, где расположены данные курганы, будут изъяты из использования. Для сохранения курганов, относящихся к 2-й группе, необходимо создавать по возможности более обширные охранные зоны.

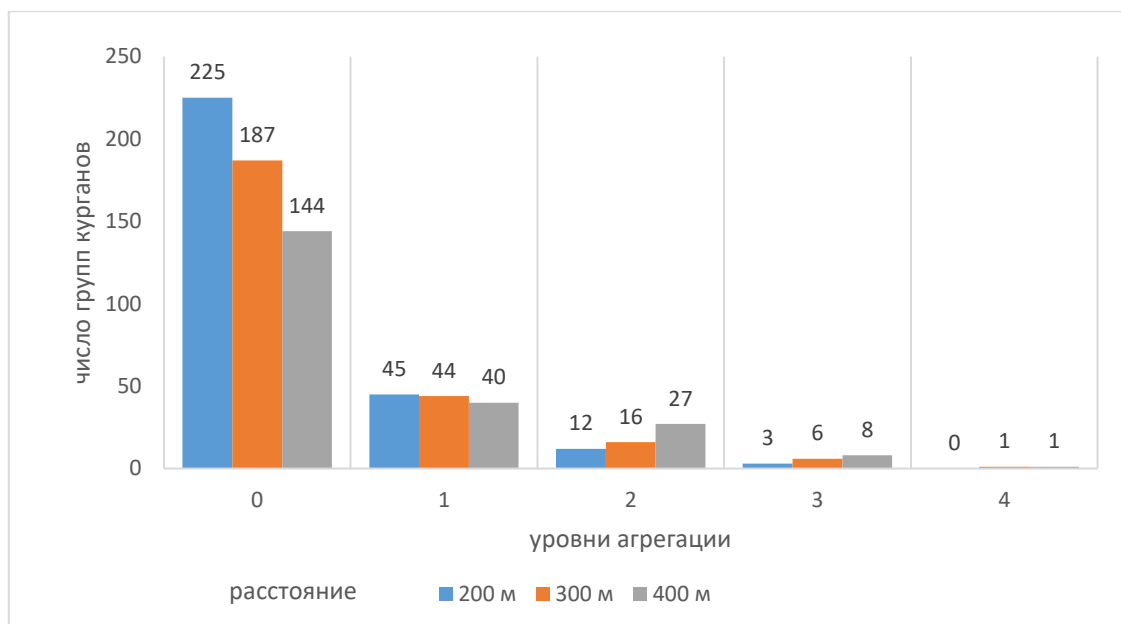


Рис. 6. Распределение групп курганов по уровням агрегации (сохранившиеся и исчезнувшие курганы)

Fig. 6. Distribution of mound groups by aggregation levels (preserved and disappeared mounds)

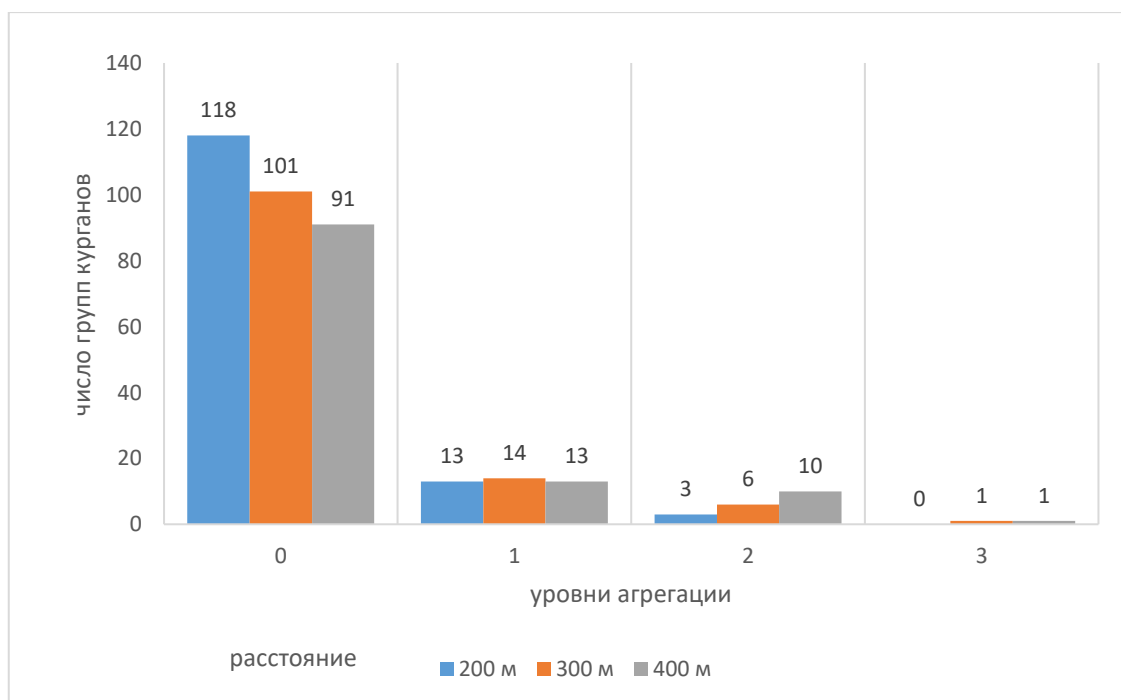


Рис. 7. Распределение групп курганов по уровням агрегации (сохранившиеся курганы)

Fig. 7. Distribution of mound groups by aggregation levels (preserved mounds)

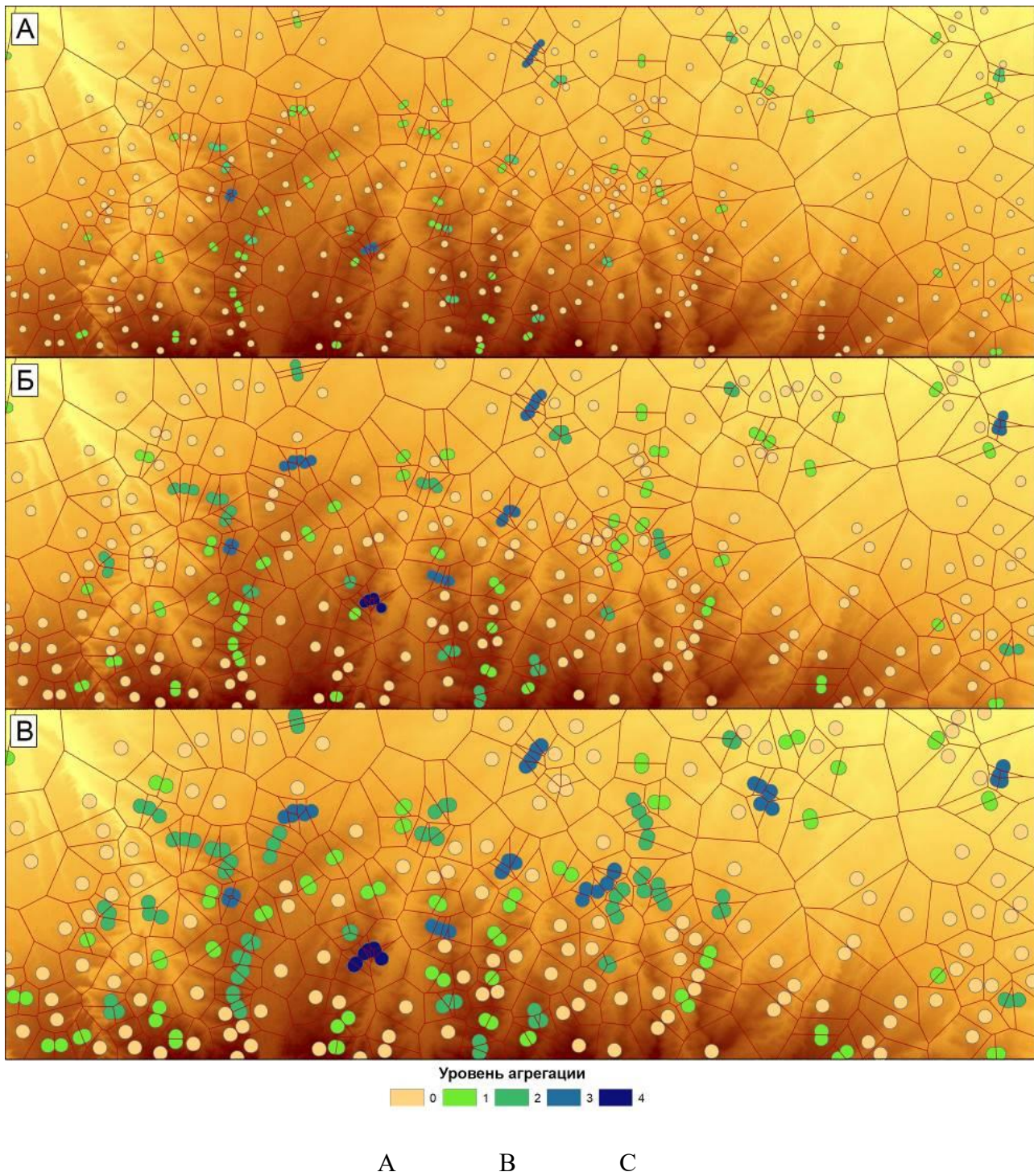


Рис. 8. Карты-схемы агрегации всех курганов (сохранившихся и исчезнувших), агрегированных на расстояниях 200 м (А), 300 м (Б) и 400 м (В)

Fig. 8. Schematic maps of aggregation of all mounds (preserved and disappeared) aggregated at distances of 200 m (A), 300 m (B) and 400 m (C)

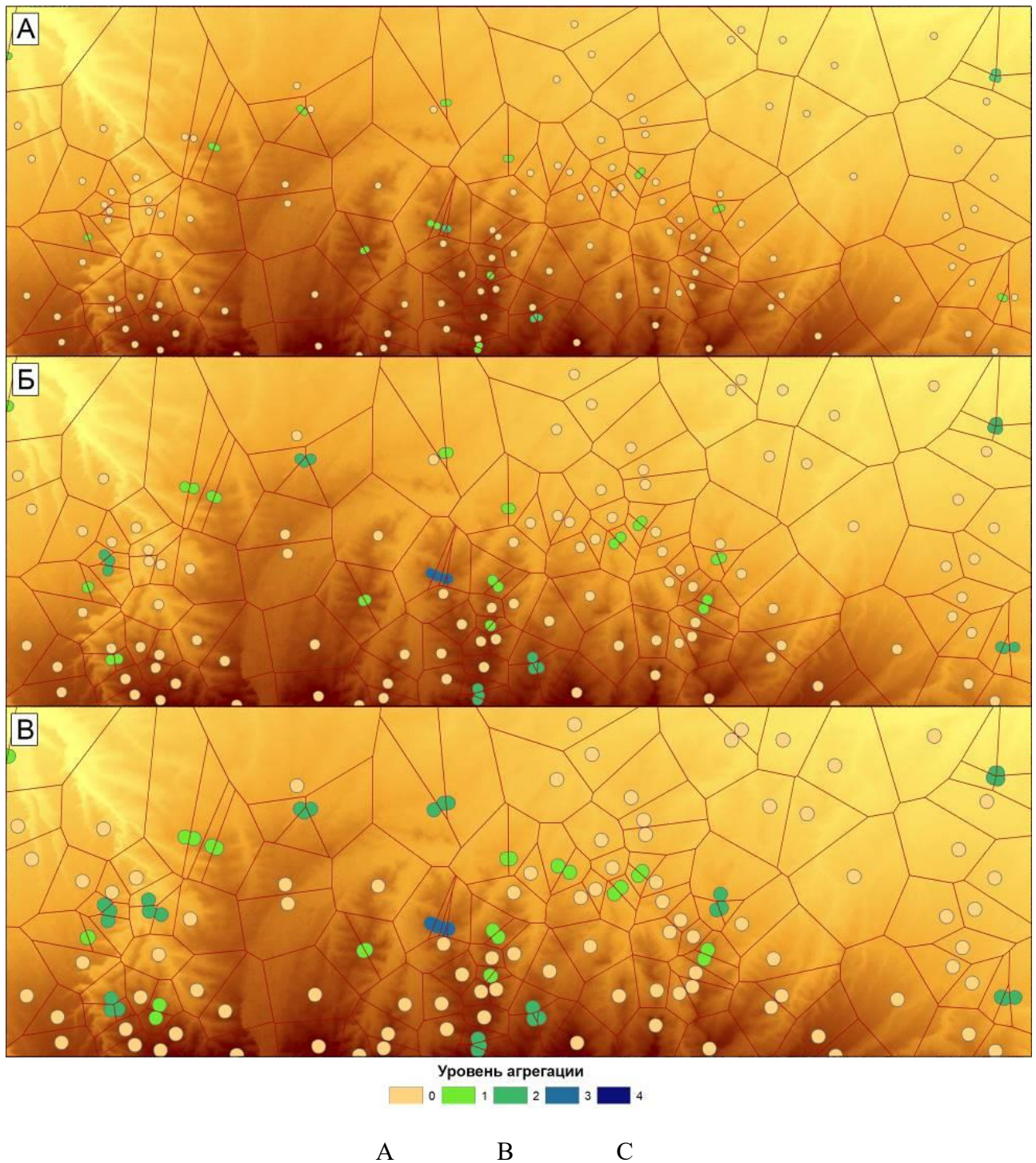


Рис. 9. Карты-схемы агрегации сохранившихся курганов, агрегированных на расстояниях 200 м (А), 300 м (Б) и 400 м (В)
Fig. 9. Schematic maps of aggregation of preserved mounds aggregated at distances of 200 m (A), 300 m (B) and 400 m (C)

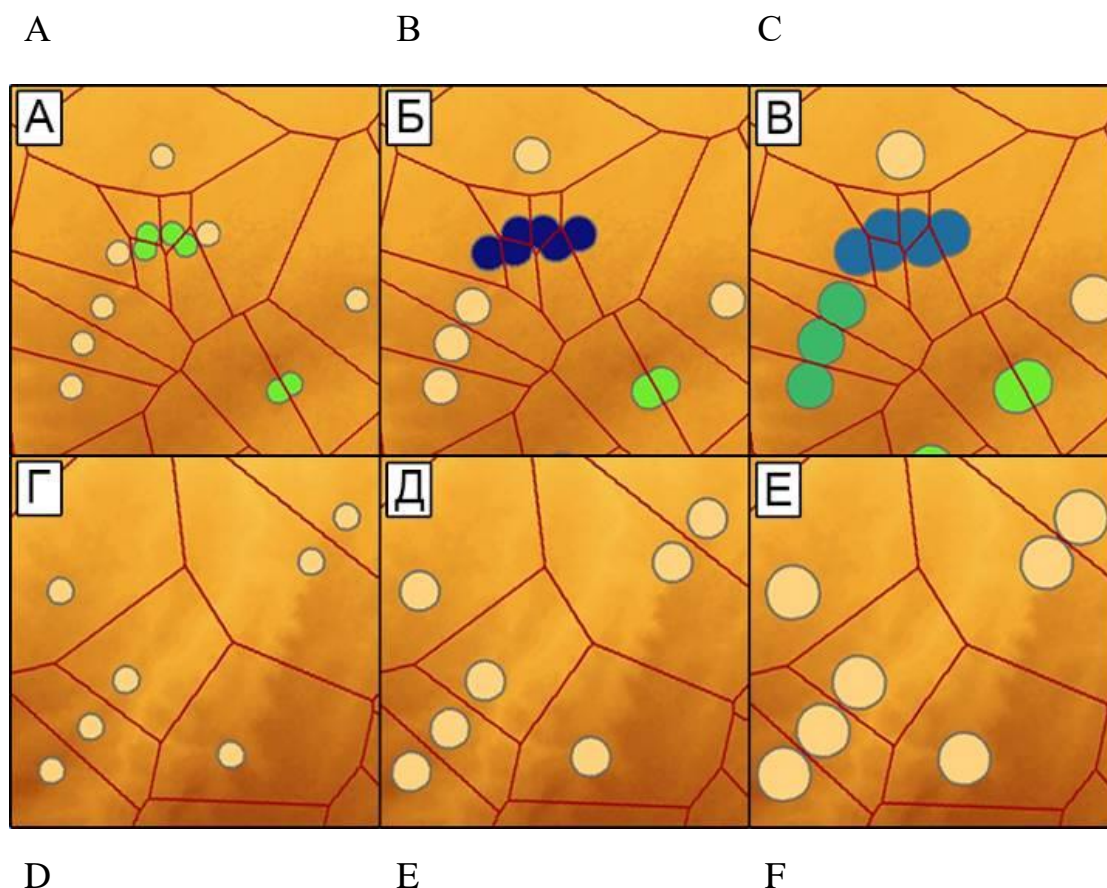


Рис. 10. Пространственные особенности агрегации курганов (расстояние агрегации: А, Г — 200 м; Б, Д — 300 м; В, Е — 400 м)

Fig. 10. Spatial features of the aggregation of mounds (aggregation distance: A, D — 200 m; B, E — 300 m; C, F — 400 m)

ВЫВОДЫ

В данном исследовании были рассмотрены возможности использования ГИС-технологий при изучении особенностей географического расположения курганов. С помощью ГИС было определено местоположение курганов относительно земельных участков, эта информация была дополнена данными об агрегации курганов, и были выделены 2 группы курганов, располагающиеся на земельных участках. Для сохранения выделенных групп курганов были предложены определённые охранные мероприятия: изъятие из использования частей земельных участков, на которых находятся непосредственно сами курганы, и создание обширных охранных зон. Объединение информации о расположении курганов на определённой высоте н.у.м. с данными, полученными в ходе археологических исследований, поможет выявить закономерности в размещении курганов, относящихся к разным культурам. Определение с помощью ГИС изменения плотности курганов на единицу площади показало возможность наглядного отображения информации о сокращении количества курганов. При использовании разновременных данных в ходе изучения распространения курганов на обширных территориях создание карт-схем плотности курганов (в особенности интерактивных) является актуальным средством для систематизации информации, а также привлечения общественности к проблеме исчезновения курганов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-00-00562.

ACKNOWLEDGEMENTS

The reported research was funded by the Russian Foundation for Basic Research (grant No 18-00-00562).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буряк Ж.А., Луицкий Ф.Н., Ильяшенко С.В. Геоинформационная аналитическая система «Археологические памятники Крыма». Геодезия и картография, 2018. Т. 79. № 12. С. 29–40. DOI: 10.22389/0016-7126-2018-942-12-29-40.
2. Bede Á., Salisbury R.B., Csathó A.I., Czukor P., Páll D.G., Szilágyi G., Sümei P. Report of the complex geoarcheological survey at the Ecse-halom kurgan in Hortobágy, Hungary. Central European Geology, 2015. V. 58. No 3. P. 268–289. DOI: 10.1556/24.58.2015.3.5.
3. Deák B., Török P., Tóthmérész B., Valkó O. A hencidai Mondró-halom, a löszgyep-vegetáció őrzője. Kitaibelia, 2015. V. 20. No 1. P. 143–149. DOI: 10.17542/kit.20.143 (на венгерском языке).
4. Deák B., Tóth C.A., Bede Á., Apostolova I., Bragina T.M., Báthori F., Bán M. Eurasian Kurgan Database — a citizen science tool for conserving grasslands on historical sites. Hacquetia, 2019. V. 18. No 2. P. 179–187. DOI: 10.2478/hacq-2019-0007.
5. Deák B., Tóthmérész B., Valkó O., Sudnik-Wójcikowska B., Moysiyenko I.I., Bragina T.M., Apostolova I., Dembicz I., Bykov N.I., Török P. Cultural monuments and nature conservation: The role of kurgans in maintaining steppe vegetation. Biodiversity and conservation, 2016. V. 25. No 12. P. 2473–2490. DOI: 10.1007/s10531-016-1081-2.
6. Demkin V.A., Klepikov V.M., Udaltsov S.N., Demkina T.S., Eltsov M.V., Khomutova T.E. New aspects of natural science studies of archaeological burial monuments (kurgans) in the southern Russian steppes. Journal of Archaeological Science, 2014. V. 42. P. 241–249. DOI: 10.1016/j.jas.2013.10.031.
7. Ivanov I.V., Lisetskiy F.N. Correlation of soil formation rhythms with periodicity of solar activity over the last 5000 years. Transactions (Doklady) of the Russian Academy of Sciences. Earth science sections, 1996. V. 340. No 1. P. 189–194.
8. Lisetskii F., Chepelev O. Quantitative substantiation of pedogenesis model key components. Advances in Environmental Biology, 2014. V. 8. No 4. P. 996–1000.
9. Lisetskii F., Poletaev A., Zelenskaya E., Pichura V. Associated data on the physicochemical properties of pedosediments, climatic and dendrochronological indicators for palaeogeographic reconstructions. Data in Brief, 2020. V. 28. P. 104829. DOI: 10.1016/j.dib.2019.104829.
10. Lisetskii F.N. Soil catenas in archeological landscapes. Eurasian Soil Science, 1999. V. 32. No 10. P. 1084–1093.
11. Lisetskii F.N., Chernyavskikh V.I., Degtyar O.V. Pastures in the zone of temperate climate: Trends for development, dynamics, ecological fundamentals of rational use. Pastures: Dynamics, Economics and Management, 2010. P. 51–84.
12. Lisetskii F.N., Goleusov P.V., Moysiyenko I.I., Sudnik-Wójcikowska B. Microzonal distribution of soils and plants along the catenas of mound structures. Contemporary Problems of Ecology, 2014. V. 7. No 3. P. 282–293. DOI: 10.1134/S1995425514030111.
13. Lisetskii F.N., Smekalova T.N., Marinina O.A. Biogeochemical Features of Fallow Lands in the Steppe Zone. Contemporary Problems of Ecology, 2016. V. 9. No 3. P. 366–375. DOI: 10.1134/S1995425516030094.
14. Oltean I.A. Burial mounds and settlement patterns: a quantitative approach to their identification from the air and interpretation. Antiquity, 2013. V. 87. No 335. P. 202–219. DOI: 10.1017/S0003598X00048729.

15. *Rowińska A., Sudnik-Wójcikowska B., Moysiyenko I.I.* Kurhany — dziedzictwo kultury w krajobrazie antropogenicznym strefy stepów i lasostepu — oczami archeologa i botanika. *Wiadomości Botaniczne*, 2010. V. 54. P. 7–20 (на польском языке).
16. *Sudnik-Wójcikowska B., Moysiyenko I., Zachwatowicz M., Jabłońska E.* The value and need for protection of kurgan flora in the anthropogenic landscape of steppe zone in Ukraine. *Plant Biosystems*, 2011. V. 145. No 3. P. 638–653. DOI: 10.1080/11263504.2011.601335.
17. *Szilágyi G., Sümegi P., Molnár D., Sávai S.* Mollusc-based paleoecological investigations of the Late Copper — Early Bronze Age earth mounds (kurgans) on the Great Hungarian Plain. *Open Geosciences*, 2013. V. 5. No 4. P. 465–479. DOI: 10.2478/s13533-012-0153-4.
18. *Tóth C., Pethe M., Hatházi Á.* The application of earth science-based analyses on a twin-kurgan in Northern Hungary. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 2014. V. 9. No 1. P. 19–20.
19. *Wódkiewicz M., Dembicz I., Moysiyenko I.I.* The value of small habitat islands for the conservation of genetic variability in a steppe grass species. *Acta Oecologica*, 2016. V. 76. P. 22–30. DOI: 10.1016/j.actao.2016.08.001.

REFERENCES

1. *Bede Á., Salisbury R.B., Csathó A.I., Czukor P., Páll D.G., Szilágyi G., Sümegi P.* Report of the complex geoarcheological survey at the Ecse-halom kurgan in Hortobágy, Hungary. *Central European Geology*, 2015. V. 58. No 3. P. 268–289. DOI: 10.1556/24.58.2015.3.5.
2. *Buryak Zh.A., Lisetskii F.N., Ilyashenko S.V.* Geoinformation analytical system “Archaeological sites of Crimea”. *Geodesy and Cartography*, 2018. V. 79. No 12. P. 29–40. DOI: 10.22389/0016-7126-2018-942-12-29-40 (in Russian).
3. *Deák B., Török P., Tóthmérész B., Valkó O.* A hencidai Mondró-halom, a löszgyep-vegetáció őrzője. *Kitaibelia*, 2015. V. 20. No 1. P. 143–149. DOI: 10.17542/kit.20.143 (in Hungarian).
4. *Deák B., Tóth C.A., Bede Á., Apostolova I., Bragina T.M., Báthori F., Bán M.* Eurasian Kurgan Database — a citizen science tool for conserving grasslands on historical sites. *Hacquetia*, 2019. V. 18. No 2. P. 179–187. DOI: 10.2478/hacq-2019-0007.
5. *Deák B., Tóthmérész B., Valkó O., Sudnik-Wójcikowska B., Moysiyenko I.I., Bragina T.M., Apostolova I., Dembicz I., Bykov N.I., Török P.* Cultural monuments and nature conservation: The role of kurgans in maintaining steppe vegetation. *Biodiversity and conservation*, 2016. V. 25. No 12. P. 2473–2490. DOI: 10.1007/s10531-016-1081-2.
6. *Demkin V.A., Klepikov V.M., Udaltsov S.N., Demkina T.S., Eltsov M.V., Khomutova T.E.* New aspects of natural science studies of archaeological burial monuments (kurgans) in the southern Russian steppes. *Journal of Archaeological Science*, 2014. V. 42. P. 241–249. DOI: 10.1016/j.jas.2013.10.031.
7. *Ivanov I.V., Lisetskii F.N.* Correlation of soil formation rhythms with periodicity of solar activity over the last 5000 years. *Transactions (Doklady) of the Russian Academy of Sciences. Earth science sections*, 1996. V. 340. No 1. P. 189–194.
8. *Lisetskii F., Chepelev O.* Quantitative substantiation of pedogenesis model key components. *Advances in Environmental Biology*, 2014. V. 8. No 4. P. 996–1000.
9. *Lisetskii F., Poletaev A., Zelenskaya E., Pichura V.* Associated data on the physicochemical properties of pedosediments, climatic and dendrochronological indicators for palaeogeographic reconstructions. *Data in Brief*, 2020. V. 28. P. 104829. DOI: 10.1016/j.dib.2019.104829.
10. *Lisetskii F.N.* Soil catenas in archeological landscapes. *Eurasian Soil Science*, 1999. V. 32. No 10. P. 1084–1093.
11. *Lisetskii F.N., Chernyavskikh V.I., Degtyar O.V.* Pastures in the zone of temperate climate: Trends for development, dynamics, ecological fundamentals of rational use. *Pastures: Dynamics, Economics and Management*, 2010. P. 51–84.

12. *Lisetskii F.N., Goleusov P.V., Moysiienko I.I., Sudnik-Wójcikowska B.* Microzonal distribution of soils and plants along the catenas of mound structures. *Contemporary Problems of Ecology*, 2014. V. 7. No 3. P. 282–293. DOI: 10.1134/S1995425514030111.
 13. *Lisetskii F.N., Smekalova T.N., Marinina O.A.* Biogeochemical features of fallow lands in the steppe zone. *Contemporary Problems of Ecology*, 2016. V. 9. No 3. P. 366–375. DOI: 10.1134/S1995425516030094.
 14. *Oltean I.A.* Burial mounds and settlement patterns: a quantitative approach to their identification from the air and interpretation. *Antiquity*, 2013. V. 87. No 335. P. 202–219. DOI: 10.1017/S0003598X00048729.
 15. *Rowińska A., Sudnik-Wójcikowska B., Moysiienko I.I.* Kurhany — dziedzictwo kultury w krajobrazie antropogenicznym strefy stepów i lasostepu — oczami archeologa i botanika (Kurgans from the archeologist and botanist view — cultural heritage in the stepp and forest stepp region). *Botanical News*, 2010. V. 54. P. 7–20 (in Polish).
 16. *Sudnik-Wójcikowska B., Moysiienko I., Zachwatowicz M., Jabłońska E.* The value and need for protection of kurgan flora in the anthropogenic landscape of steppe zone in Ukraine. *Plant Biosystems*, 2011. V. 145. No 3. P. 638–653. DOI: 10.1080/11263504.2011.601335.
 17. *Szilágyi G., Sümegi P., Molnár D., Sávai S.* Mollusc-based paleoecological investigations of the Late Copper — Early Bronze Age earth mounds (kurgans) on the Great Hungarian Plain. *Open Geosciences*, 2013. V. 5. No 4. P. 465–479. DOI: 10.2478/s13533-012-0153-4.
 18. *Tóth C., Pethe M., Hatházi Á.* The application of earth science-based analyses on a twin-kurgan in Northern Hungary. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 2014. V. 9. No 1. P. 19–20.
 19. *Wódkiewicz M., Dembicz I., Moysiienko I.I.* The value of small habitat islands for the conservation of genetic variability in a steppe grass species. *Acta Oecologica*, 2016. V. 76. P. 22–30. DOI: 10.1016/j.actao.2016.08.001.
-