

Академия наук Республики Татарстан
Институт археологии им. А.Х. Халикова
Казанский (Приволжский) Федеральный Университет
Марийский государственный университет
МУК «Краеведческий музей села Прасковья»
ГБУК Ставропольского края «Пятигорский краеведческий музей»

АРХЕОЛОГИЯ ЕВРАЗИЙСКИХ СТЕПЕЙ

СРЕДНЕВЕКОВАЯ АРХЕОЛОГИЯ

**Материалы конференции
«Болгар: сохранение и изучение (к 80-летию Болгарской
археологической экспедиции). Археология средневековых
городских центров Евразии»**

**№ 5
2018**

АРХЕОЛОГИЯ ЕВРАЗИЙСКИХ СТЕПЕЙ

№ 5 2018

**Болгар: сохранение и изучение (к 80–летию Болгарской археологической экспедиции).
Археология средневековых городских центров Евразии».**

Издается при поддержке Фонда «История Отечества», договор №3/2018/ФП–ММ

Главный редактор:

чл.–корр. АН РТ, док. ист. наук **А.Г. Ситдиков**

Ответственный секретарь: А.С. Беспалова

Редакционный совет:

Атанасов Г., д.и.н., проф. (Силистра, Болгария); **Авербух А.**, д–р, (Париж, Франция); **Афонсо Марреро Х.А.**, проф. (Гранада, Испания); **Бороффка Н.**, д–р, проф. (Берлин, Германия); **Виноградов Н.Б.**, д.и.н., проф. (Челябинск); **Канторович А.Р.**, д.и.н., проф., (Москва); **Кожокару В.**, д–р хабилитат (Яссы, Румыния); **Напольских В.В.**, д.и.н., чл.–корр. РАН (Ижевск); **Скакун Н.Н.**, к.и.н. (Санкт–Петербург); **Франсуа В.**, д–р хабилитат (Экс–ан–Прованс, Франция); **Хайрутдинов Р.Р.**, к.и.н. (Казань); **Черных Е.Н.**, д.и.н., проф., чл.–корр. РАН (Москва); **Шуныков М.В.**, д.и.н., проф., чл.–корр. РАН (Новосибирск); **Янхунен Ю.**, д.и.н., проф. (Хельсинки, Финляндия).

Ответственный редактор номера:

канд. ист. наук **С.Г. Бочаров**

Зам. ответственного редактора: **Ю.Д. Обухов**, канд. ист. наук **З.Г. Шакиров**.

Редакционная коллегия:

Асташенкова Е.В., к.и.н. (Владивосток); **Бочаров С.Г.**, к.и.н. – ответственный редактор (Казань); **Гавритухин И.О.** (Москва); **Доде З.В.**, д.и.н. (Ростов-на-Дону); **Зеленеев Ю.А.**, д.и.н. (Йошкар-Ола); **Измайлов И.Л.**, д.и.н. (Казань); **Кирилко В.П.**, к.и.н. (Симферополь); **Мыц В.Л.**, к.и.н. (Санкт-Петербург); **Руденко К.А.**, д.и.н. (Казань); **Хузин Ф.Ш.**, д.и.н., профессор (Казань); **Шакиров З.Г.**, к.и.н.(Казань); **Яворская Л.В.**, к.и.н., доцент (Москва).

Адрес редакции:

420012, г. Казань, ул. Некрасова, 28, пом. 1203

Телефон: (843) 210–19–76

E–mail: archeostepps@gmail.com

https://www.evrazstep.ru

© ООО «Поволжская археология», 2018

© Академия наук Республики Татарстан, 2018

© Журнал «Археология евразийских степей», 2018

© ЗАО «Издательский дом» «Казанская недвижимость», 2018

УДК 902/91

ОЦЕНКА ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ РИСКОВ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ Г. БОЛГАР И ОКРУГИ

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

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

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

Болгарское городище – уникальное археологическое и архитектурное наследие Волжской Болгарии и Золотой Орды. Важно проводить работу по выявлению антропогенных и экзогенных процессов и рисков, ведущих к разрушению памятника, утрате определенных элементов, составляющих облик городища.

Разработка стратегии сохранения наследия на основе анализа современного состояния, прогноз и оценка рисков для памятников археологии с использованием современных методов является неотъемлемой частью современных археологических исследований во всем мире (Wang, 2015).

Использование и анализ ДДЗ является частью неразрушающих методов, используемых в изучении памятников археологии, направленных на выявление объектов и разрушений (Гайнуллин и др., 2012).

В современных археологических исследованиях как в России, так и за рубежом широко используются беспилотные летательные аппараты (БПЛА) в различ-

ных областях, где быстро необходимо получить данные дистанционного зондирования с близкого расстояния. В археологических исследованиях выделяется 4 основных области применения БПЛА в археологии:

1. Документирование раскопа.
2. Трехмерное обследование зданий и сооружений на территории памятников археологии.
3. Изучения объектов археологии в изменяющемся ландшафте.
4. Проведение археологической разведки и поиск новых объектов (Campana, 2017).

При наличии процессов, оказывающих разрушительное воздействие на памятники археологии, сбор данных с использованием БПЛА позволяет создавать цифровые модели фактических условий окружающей среды, а также проводить мониторинг современного состояния памятников археологии и обнаружение археологических памятников (Asandulesei et al, 2017; Espositoetal, 2013).

Использование высокоточного геодезического оборудования в настоящее время необходимо при проведении археологических работ. При применен БПЛА спутниковые методы особенно необходимы для обоснования координат наземных реперов, необходимых для точного позиционирования и взаимной ориентации фотоснимков, на основе которых строятся модели археологических объектов (Dubbinietal, 2016). Также ГНСС технологии эффективны для фиксации и изучения динамики опасных экзогенных процессов, несущих угрозу разрушения памятнику (Gaynullinetal, 2014). ГНСС-технологии позволяют точно собирать данные, которые полезны при анализе данных по исследуемому объекту (Wu etal, 2014; Romanescuetal, 2014).

В данном контексте под рисками мы понимаем меру степени, в которой археологические объекты могут быть повреждены или разрушены в силу характера своего местоположения в результате воздействия конкретной опасности (Glossary, 1997). Риски определяются как «подверженность опасности в результате внешнего воздействия и возможность снижения риска в определенный момент времени» (UNEP 2000). Оценка рисков – непростая задача и на данный момент нет утвержденных методик по ее проведению (Nicu, 2017). В нашем случае оценка рисков – это инструмент для определения значимых факторов естественных и антропогенных негативных процессов и подверженных их воздействию элементов объектов археологии.

Методы и результаты

Исследование территории Болгарского городища проводилось в несколько этапов.

1. Обработка архивных аэроснимков

По итогам отбора и поиска снимков на территорию месторасположения Болгарского городища было найдено 8 снимков 1958 г. Снимки были отсканированы в разрешении 1200 dpi в формате *.tif и осуществлена геопривязка АФС в программе ArcMap 10.4.1 по характерным признакам рельефа на базе современного космоснимка, в результате было получено представление о состоянии памятника на период 1958 г.

2. Полевые исследования

В июле–сентябре 2017 г. проведено полевое обследование территории Болгарского городища. Были выполнены следующие работы:

1. Низковысотная съемка с использованием БПЛА.

2. Съемка опорных точек ГНСС-оборудованием.

3. Построена цифровая модель рельефа Болгарского городища.

Низковысотная съемка с использованием БПЛА.

В связи с большой площадью городища съемка производилась полигонами в среднем 500×500 м. После каждого облета проводился предварительный анализ данных на месте, в г. Болгар, на основании чего принималось решение о повторной съемке некоторых из участков. Таким образом, из многочисленных проведенных облетов городища для дальнейшего исследования были выбраны 18 полигонов.

В результате получено 2,798 изображений, закрывающих площадь 6.1 км², разрешение съемки составило – 4.16см/пикс.

Съемка опорных точек ГНСС-оборудованием.

На Болгарском городище, при съемке, помимо 18 маркеров, расположенных по центрам областей полетов, использовались характерные объекты на территории городища, хорошо различимые на снимках. Точность определения координат опорных точек составила 0.01–0.03 м в плане и 0.02 м по высоте. Средняя ошибка в плане составила 3 см, по высоте – 39 см.

Обработка полученных данных

Обработка данных БПЛА производилась в программе Agisoft PhotoScan. На основе съемки были построены плотное облако из 52 282 413 точек для создания ЦМР территории памятника и ортофотоплан в системе координат WGS 84 UTM зона N39, метрическая. Разрешение ортофотоплана составило 0,05 м. По ортофотоплану отрисованы дороги, растительный покров, акватория Куйбышевского водохранилища для оформления топоплана.

На основании полученных материалов в ПО Surfer 13 была построена цифровая модель рельефа городища, позволяющая провести детальный анализ эрозионных процессов, а также подробное описание размеров, формы и оборонительных сооружений. По цифровой модели были построены изолинии рельефа для оформления топоплана и проведен предварительный морфометрический анализ для получения характеристик для оценки опасности развития современных экзогенных процессов – построены продольные профили, показывающие характер рельефа городища. Также построены карты уклонов территории и экспозиции склонов, которые использовались для выявления участков потенциальной эрозионной опасности.

Оценка нагрузки

Для анализа риска разрушения памятников вследствие *природного воздействия* нами были использованы показатели, позволяющие оценить вероятность возникновения современных экзогенных процессов – крутизна склонов. Кроме того, по результатам дешифрирования АФС и ортофото фиксировались геоморфологические процессы: линейная эрозия, оползни и др. гравитационные процессы на склонах.

Для комплексной оценки были выделены следующие основные функциональные типы использования территорий: рекреационная, лесохозяйственная, сельскохозяйственная (пашни, сенокосно-пастбищные угодья), промышленно-урбанистическая (здания и сооружения), транспортная и т.д. Каждому из них присвоен балл антропогенной преобразованности, который возрастает по мере увеличения хозяйственного воздействия. Также по результатам дешифрирования аэроснимков и ортофотопланов фиксировались следы антропогенного вмешательства – недавние раскопки, ямы, дороги, лесопосадки, выпас скота и т.п.

Результаты

Большая часть территории заповедника находится на 3 террасе р. Волга, на севере и на юге заповедника это склоны террас крупных рек (Ландшафты Респу-

блики Татарстан, 2007). Овражная сеть развита слабо, в среднем густота овражной сети – одна из наиболее низких по РТ – 0,03 км/км². Густота балочной сети 0,4 км/км². В северо-восточной части городища находится две балки: одна простирается на 800 м вдоль восточной границы до восточных ворот, другая – на 1,1 км в юго-западном направлении от северо-восточного угла заповедника. В настоящий момент активные склоновые процессы на склонах балок обнаружены на южных отворшках Иерусалимского оврага.

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

Еще одной зоной риска возникновения современных экзогенных процессов выступает склон р. Волга, характеризующийся достаточной для этого крутизной. Полевые исследования и сравнительный анализ данных архивной аэрофотосъемки и современных космоснимков не выявили современных склоновых процессов.

Функциональное зонирование и антропогенные нагрузки

К основным факторам антропогенного воздействия можно отнести селитебную нагрузку, рекреационное воздействие и незначительное сельскохозяйственное использование территории.

Анализ разновременных снимков показал, что за 60 лет городище подверглось значительному негативному антропогенному воздействию: в западной части памятника оборонительные сооружения находятся вплотную к застройке, на востоке валы сильно оплыли и увеличилась площадь древесной растительности в южной части. Северная часть находится под воздействием различных экзогенных процессов. В результате изменений в инфраструктуре памятника площадь земель под зданиями, асфальтовыми дорогами и тротуарами увеличилась практически в 4 раза с 1% до 3,84%. На территории городища значительно сократилась площадь под жилую застройку с усадьбами, которая на 1958 г. составляла 13% (50 га) от общей площади памятника до 3,3% (13 га) на 2017 г. Если в

1958 г. бóльшая часть территории памятника использовалась как пахотные угодья (61% территории), сейчас такая категория в функциональной структуре памятника отсутствует: на смену пришли пастбищные угодья (78,5% территории). Неизменными остаются площади, занятые древесной растительностью, – не более 5 га.

Территория активно используется для выпаса крупного рогатого скота и сенокоса, что привело к нагрузке на оборонительные сооружения, которые вследствие многократной перегонки скота на определенных участках сильно деформированы. Было выделено 50 фрагментов поврежденных «народными»

и скотобойными тропами оборонительных сооружений.

В качестве рекомендаций по минимизации негативных воздействий предлагаются следующие мероприятия:

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

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

3. Мониторинг экзогенных процессов на склонах Иерусалимского оврага.

ЛИТЕРАТУРА

Гайнуллин И.И., Дёмина Ю.В., Усманов Б.М. Опыт применения ГИС-технологий для оценки интенсивности разрушения археологических памятников в зоне влияния Куйбышевского Водохранилища // КСИА. № 226. 2012. С. 54–63.

Ландшафты Республики Татарстан. Региональный ландшафтно-экологический анализ / Под редакцией профессора О.П. Ермолаева. Казань: Слово, 2007. 411 с.

Asăndulesei A. Inside a Cucuteni Settlement: Remote Sensing Techniques for Documenting an Unexplored Eneolithic Site from Northeastern Romania // Remote Sensing. 9(1). 41. 2017. 22 p.

Campana S. Drones in archaeology. State-of-art and future perspectives // Archaeological Prospection. 24. 2017. p. 275–296.

Dubbini M., Curzio L.I., Campedelli A. Digital elevation models from unmanned aerial vehicle surveys for archaeological interpretation of terrain anomalies: Case study of the Roman castrum of Burnum (Croatia) // Journal of Archaeological Science. Reports 8. 2016. pp. 121–134.

Esposito S., Fallavollita P., Melis M. G., Balsi M., Jankowski S. UAS imaging for archaeological survey and documentation // Proc. SPIE 8903. 2013.

Gaynullin I.I., Sitdikov A.G., Usmanov B.M. Abrasion processes of Kuibyshev Reservoir as a factor of destruction of archaeological site Ostolopovo (Tatarstan, Russia) // Advances in Environmental Biology. 8(4). 2014. pp. 1027–1030.

Glossary of Environment Statistics, Studies in Methods / Series F. No. 67. United Nations. New York. 1997.

Nicu I.C. Natural hazards – a threat for immovable cultural heritage. A review // International Journal of Conservation Science 8(3) . 2017. pp. 375–388.

Romanescu G., Nicu I.C. Risk maps for gully erosion processes affecting archaeological sites in Moldavia, Romania // Zeitschrift für Geomorphologie. NF 58(4). 2014. pp. 509–523.

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

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

Информация об авторах:

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

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

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

ASSESSMENT OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC RISKS BASED ON A COMPLEX STUDY OF THE CITY OF BOLGAR AND THE DISTRICT

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

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

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

About the Authors:

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

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

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

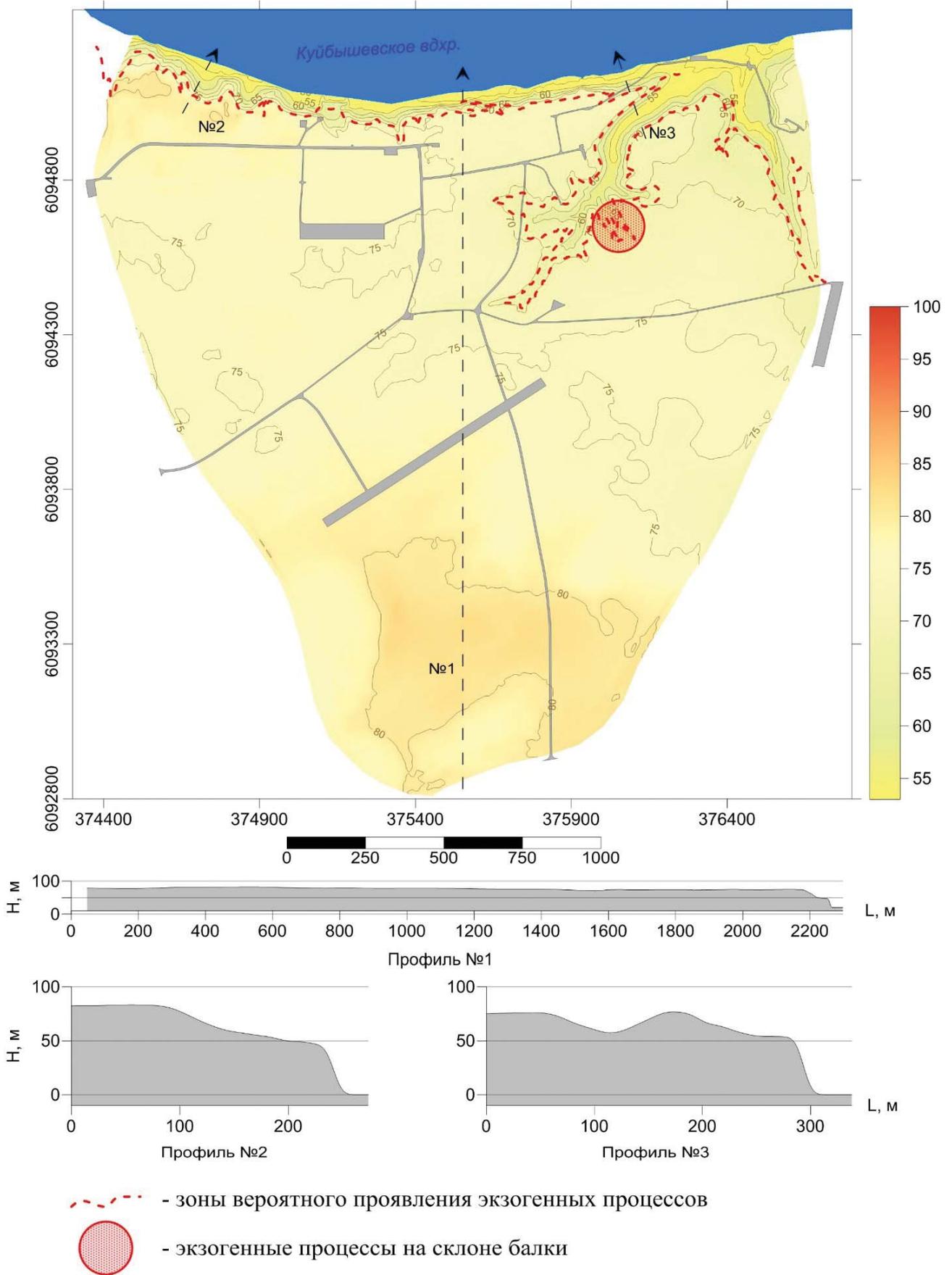
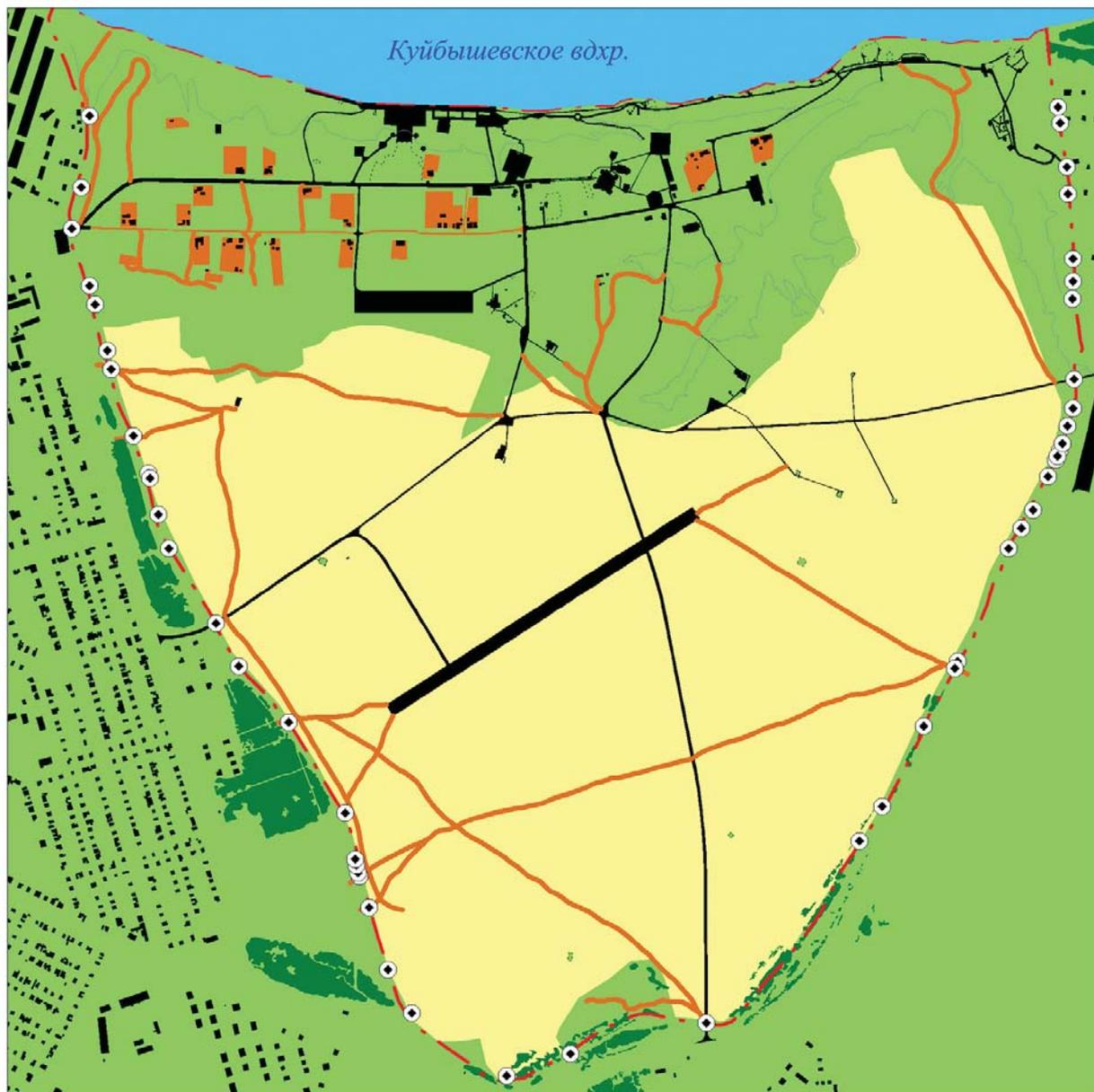


Рис. 1. Болгарское городище. Карта современных экзогенных процессов.



Антропогенная нагрузка:



 - места интенсивной нагрузки на оборонительные сооружения
 - граница городища

Рис. 2. Болгарское городище. Карта современных антропогенных процессов