

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ РЕСУРСНЫХ ЗОН ДРЕВНИХ И СРЕДНЕВЕКОВЫХ ПОСЕЛЕНИЙ В КИСЛОВОДСКОЙ КОТЛОВИНЕ

© 2020 г. Д.С. Коробов^{1,*}, А.В. Борисов^{2,**}

¹Институт археологии РАН, Москва, Россия

²Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, Россия

*E-mail: dkorobov@mail.ru

**E-mail: a.v.borisovv@gmail.com

Поступила в редакцию 27.03.2020 г.

Исследования ресурсных зон поселений разных эпох и культур (off-site archaeology) становятся достаточно широко применяемой практикой в зарубежной (преимущественно британской и нидерландской) археологии начиная с 1980-х годов. Используемые подходы и методы адаптированы и развиты нами в ходе многолетнего изучения следов земледелия в Кисловодской котловине. Настоящая работа посвящена продолжению этих исследований, выполненному на более детальном уровне. Новые результаты по моделированию активных зон древнего и средневекового земледелия получены в ходе систематического обследования окрестностей раннесредневекового укрепления Подкумское 3, где было заложено 99 почвенных разрезов по координатной сети с шагом в 50 м. Полученные результаты геостатистического анализа распределения разнообразных индикаторов земледельческого освоения территории (находки керамики; анализ уреазной активности, содержания фосфатов, численности термофильных микроорганизмов, магнитной восприимчивости) позволили выявить зоны разной интенсивности сельскохозяйственного освоения территории в кобанскую и аланскую эпохи. Проведенное комплексное исследование ресурсной зоны разновременных поселений Кисловодской котловины в целом не имеет аналогов в отечественной и зарубежной ландшафтной археологии по своей детальности и может считаться новым направлением подобных исследований в изучении сельскохозяйственной периферии в древности и средневековье.

Ключевые слова: ландшафтная археология, археология ресурсных зон, раннее средневековье, Северный Кавказ, геостатистический анализ, археологическое почвоведение.

DOI: 10.31857/S086960630008885-2

Исследования ресурсных зон поселений разных эпох и культур (off-site archaeology) становятся достаточно широко применяемой практикой в зарубежной (преимущественно британской и нидерландской) археологии начиная с 1980-х годов. Работами Т. Уилкинсона, Т. Уильямсона, Дж. Бинтлиффа (Williamson, 1984; Wilkinson, 1989; Bintliff, 2000) и др. разработаны методы оценки использования ресурсных зон вокруг поселений, которые базируются на разработках палеоэкологической школы Э. Хиггза (Jarman, 1972; Jarman et al., 1972; Barker, 1975; Higgs, Jarman, 1975; Hodder, Orton, 1976; Foley, 1977), восходящей к концу 1960-х годов (Site Catchment Analysis). Согласно разработанной данными авторами теории, земледельческое население использовало окружающие ресурсы вокруг рядовых сельских поселений на удалении не более 5 км, что

соответствует расстоянию в 1 час пешей ходьбы по пересеченной местности. При этом зона, использовавшаяся для пашенного земледелия, как правило, лежит на удалении не более 1 км от поселения.

Проверка данных теоретических положений осуществлялась зарубежными коллегами в основном методом систематического сбора подъемного материала и изучением содержания фосфатов в почвах вокруг поселений (Sjöberg, 1976; Widgren, 1983; Thurston, 2001). Широко используемые в зарубежной археологии подходы в изучении ресурсных зон были адаптированы и развиты в ходе многолетнего исследования следов земледелия в Кисловодской котловине методами археологического почвоведения, итогом чему стал ряд статей и монографий (Борисов, Коробов,

2013; Korobov, Borisov, 2013). Этот регион послужил своего рода плацдармом для разработки ряда уникальных микробиологических индикаторов освоения территории (уреазная активность почв, количество термофильных и кератинолитических микроорганизмов), позволяющих выявить следы скотоводства и внесения органических удобрений в почвы древних и средневековых полей (Peters et al., 2014; Chernysheva et al., 2015, 2017; Чернышева и др., 2016). Полученные результаты легли в основу реконструкции ресурсных зон вокруг раннесредневековых поселений Кисловодской котловины, моделирование которых осуществлялось с помощью пространственного ГИС-анализа (Коробов, 2017а, б).

Настоящая работа посвящена продолжению этих исследований, выполненному на более детальном уровне. Новые результаты по моделированию активных зон древнего и средневекового земледелия получены в ходе систематического обследования окрестностей укрепления Подкумское 3, относящегося к эпохе раннего средневековья.

Систематическое обследование окрестностей укрепления Подкумское 3. Памятник располагается на левом берегу р. Подкумок, в 2 км к юго-западу от окраины сел. Терезе. Он обследован нами дважды, в 2009 и 2012 гг., тогда же проводились его шурфовка и топографическая съемка (Коробов, 2017в. С. 60–66). В окрестностях крепости закладывалась небольшая серия почвенных разрезов по одной линии на разном удалении от памятника. Полученная информация послужила основанием предварительной реконструкции границ земледельческой зоны аланского поселения V–VIII вв. (Борисов, Коробов, 2013. С. 156–159; Чернышева и др., 2016. С. 102–155; Chernysheva et al., 2017).

Почвенно-археологические исследования сезона 2018 г. заключались в систематическом обследовании всей прилегающей к поселению территории путем заложения серии почвенных разрезов по сетке с шагом в 50 м. Поскольку территория, охваченная почвенно-археологическими исследованиями, по площади превышала 1 км², были использованы современные возможности низковысотной аэрофотосъемки для получения трехмерного изображения поверхности с помощью фотограмметрии. Работы по созданию микротопографической модели поверхности проводились Ю.М. Свойским и Е.В. Романенко (Институт классического

Востока и античности Высшей школы экономики, Лаборатория дистанционного зондирования и анализа пространственных данных). Ими получена цифровая модель поверхности с пространственным разрешением 5 см, которая была соотнесена с мировыми географическими координатами с помощью GNSS-приемника (рис. 1).

Всего в окрестностях укрепления Подкумское 3 заложено 99 почвенных разрезов по координатной сети, которая получила буквенно-цифровое обозначение (линии разрезов в направлении ЮВ–СЗ получили наименования латинскими буквами от А до Р, по линии СВ–ЮЗ – цифрами от 1 до 28). Начало сети (разрез А-1) устроено в 50 м к юго-западу от крайних сооружений укрепления, видимых на поверхности. При этом почвенные разрезы закладывались с максимальной плотностью (через 50 м) на прилегающей к поселению территории, где не было распашки в советское время. Далее, на удалении 400–600 м от укрепления на залежном участке разрезы закладывались с шагом в 100 м, а на удалении свыше 750–1000 м – с шагом в 200 и 400 м. В настоящей работе рассматриваются данные из 93 разрезов, лежащих на расстоянии до 1000–1200 м от укрепления Подкумское 3 (рис. 1). Крайняя линия разрезов В-28 – L-28, находившаяся на расстоянии 1400–1500 м от укрепления, была устроена в весьма специфических микроландшафтных условиях водораздельного хребта с сохранившимися террасами кобанского времени, и поэтому она была исключена из анализа.

Почвенные разрезы размерами 1 × 1 м исследовались пластами по 10 см с отбором археологического материала из каждого пласта. Кроме фиксации археологических находок из каждого пласта отбиралась серия почвенных проб на химические и микробиологические анализы.

В отобранных образцах культурного слоя определялось содержание органических и минеральных фосфатов по методу Сандерса и Вильямса (Saunders, Williams, 1955). Для оценки содержания всех форм фосфатов почву прокаливали в течение 3 час при 900° С и экстрагировали соединения фосфора 0.2-н раствором серной кислоты. Магнитную восприимчивость измеряли с помощью капметра КТ-5. Уреазную активность определяли модифицированным индофенольным методом (Kandeler, Gerber, 1988).

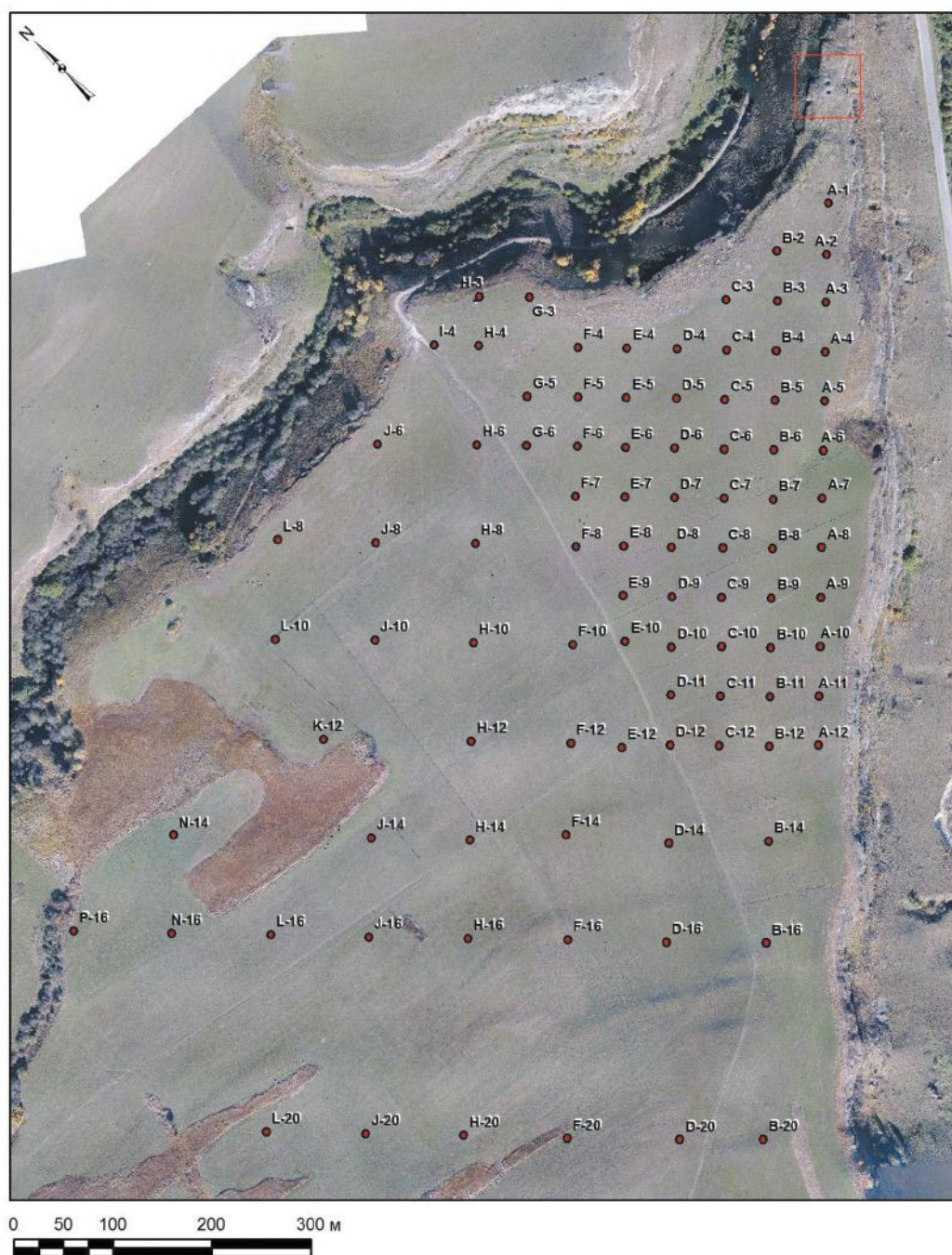


Рис. 1. Ортофотоснимок окрестностей укрепления Подкумское 3 с нанесенными местоположениями почвенных разрезов, выполненный Ю.М. Свойским и Е.В. Романенко. Прямоугольником обозначены каменные руины башен на верхней площадке укрепления.

Fig. 1. Orthophotograph of the surroundings of the Podkumskoye 3 fortification with plotted soil sections, made by Yu.M. Svoysky and E.V. Romanenko. The rectangle indicates stone ruins of towers on the upper site of the fortification

В настоящей публикации вниманию читателей представлены основные выводы, полученные при картографировании этой обширной информации с помощью методов геостатистического анализа, которые предоставляются современными ГИС.

Основы геостатистического анализа и используемый алгоритм пространственной интерполяции. Подробно данные методы рассмотрены в одной из недавно опубликованных работ (Коробов, 2019). Суть геостатистического анализа заключается в построении непрерывной

поверхности на основе точечной информации. Простейшим примером подобного моделирования может быть создание цифровой модели рельефа местности по измерениям высоты, которые проводятся с помощью геодезических приборов. Однако пространственное моделирование не ограничивается созданием математического представления о рельефе — подобное выражение может получить любой количественный признак, измеренный в ходе наблюдений. Создание непрерывной поверхности и моделирование пространственного распределения количественной информации может осуществляться с помощью ряда методов геостатистического анализа. В настоящее время геостатистика успешно используется в географии, геофизике, изучении окружающей среды и экологии, геологии и геологоразведке, эпидемиологии и социологии, рыбном и лесном хозяйстве и т.п. (Демьянов, Савельева, 2010. С. 8). Есть примеры использования геостатистических процедур и в археологии (Lloyd, Atkinson, 2004). В отечественной науке известны примеры адаптации методов географии для картографирования частотных характеристик археологических объектов и артефактов (Балановская, Балановский, 2007. С. 247–252; Ковалевская, 2016).

Авторами используется модуль геостатистического анализа (Geostatistical Analyst), включенный в пакет программ ArcGIS. В цитированной выше работе (Коробов, 2019) в ходе сравнения многочисленных алгоритмов геостатистического картографирования различных данных мы остановились на методе интерполяции, использующем вычисления обратного взвешенного расстояния (ОВР, *англ.* Inverse Distance Weighting, IDW). Данный метод предполагает, что объекты, которые находятся поблизости, более подобны друг другу, чем объекты, удаленные друг от друга. Чтобы интерполировать значение для неизмеренного положения, ОВР использует измеренные значения вокруг интерполируемого местоположения. Наиболее близкие к интерполированному местоположению измеренные значения оказывают большее влияние на прогнозируемое значение, чем удаленные от него на значительное расстояние. Наилучшие результаты при использовании метода ОВР могут быть получены в том случае, если сеть опорных точек достаточно плотная для того, чтобы отразить локальную вариацию, которую требуется смоделировать. Следует отметить, что результат построения поверхности может зависеть

от величины радиуса окрестностей поиска интерполируемых значений. В нашем случае данный радиус был равен 50 м — шагу систематической сетки почвенных разрезов, устроенных в ходе полевых работ.

Анализ распределения керамики в окрестностях укрепления Подкумское 3. Керамические фрагменты, обнаруживаемые вне поселений, маркируют зону сельскохозяйственного освоения (*off-site*), поскольку являются хорошим индикатором внесения органических удобрений на поля, в процессе которого вместе с навозом в пахотные слои поступал бытовой мусор (Williamson, 1984; Wilkinson, 1989; Ford et al., 1994; Miller, Gleason, 1994. Р. 37, 38; O'Connor, Evans, 2005. Р. 245). Помимо керамики в качестве индикаторов внесения удобрений могут выступать повышенное содержание фосфатов, высокие показатели уреазной активности и значительное количество термофильных бактерий (Chernysheva et al., 2015, 2017; Чернышева и др., 2016. С. 110–155). Данные показатели рассматриваются ниже.

Практически во всех разрезах присутствовала керамика, в некоторых из них — кости животных. Всего в 93 почвенных разрезах, рассматриваемых в данной статье, обнаружено более 2090 фрагментов (фр.) сосудов, из которых более 770 фр. атрибутированы как относящиеся к аланской культуре эпохи раннего средневековья, около 1070 — к кобанской культуре позднего бронзового — раннего железного веков; около 250 фр. остались неопределенными, но с высокой долей вероятности датирующимися первыми веками н.э.

При этом степень фрагментированности керамики разных эпох и культур может весьма различаться. Так, в среднем черепки раннесредневековой керамики приблизительно в два раза крупнее, чем фрагменты сосудов кобанской культуры. Для достижения большей объективности при геостатистическом сопоставлении пространственного распределения керамики было решено использовать не количество обнаруженных фрагментов, а их вес. Общий вес керамических фрагментов, найденных в описываемых разрезах, составил около 7.7 кг. Керамика кобанской культуры, составлявшая более половины от обнаруженной по количеству, весит чуть более 3.2 кг. Аланская керамика (примерно треть от найденной) имеет общий вес около 3.5 кг, а неопределенная по культурной принадлежности керамика — чуть более 1 кг.

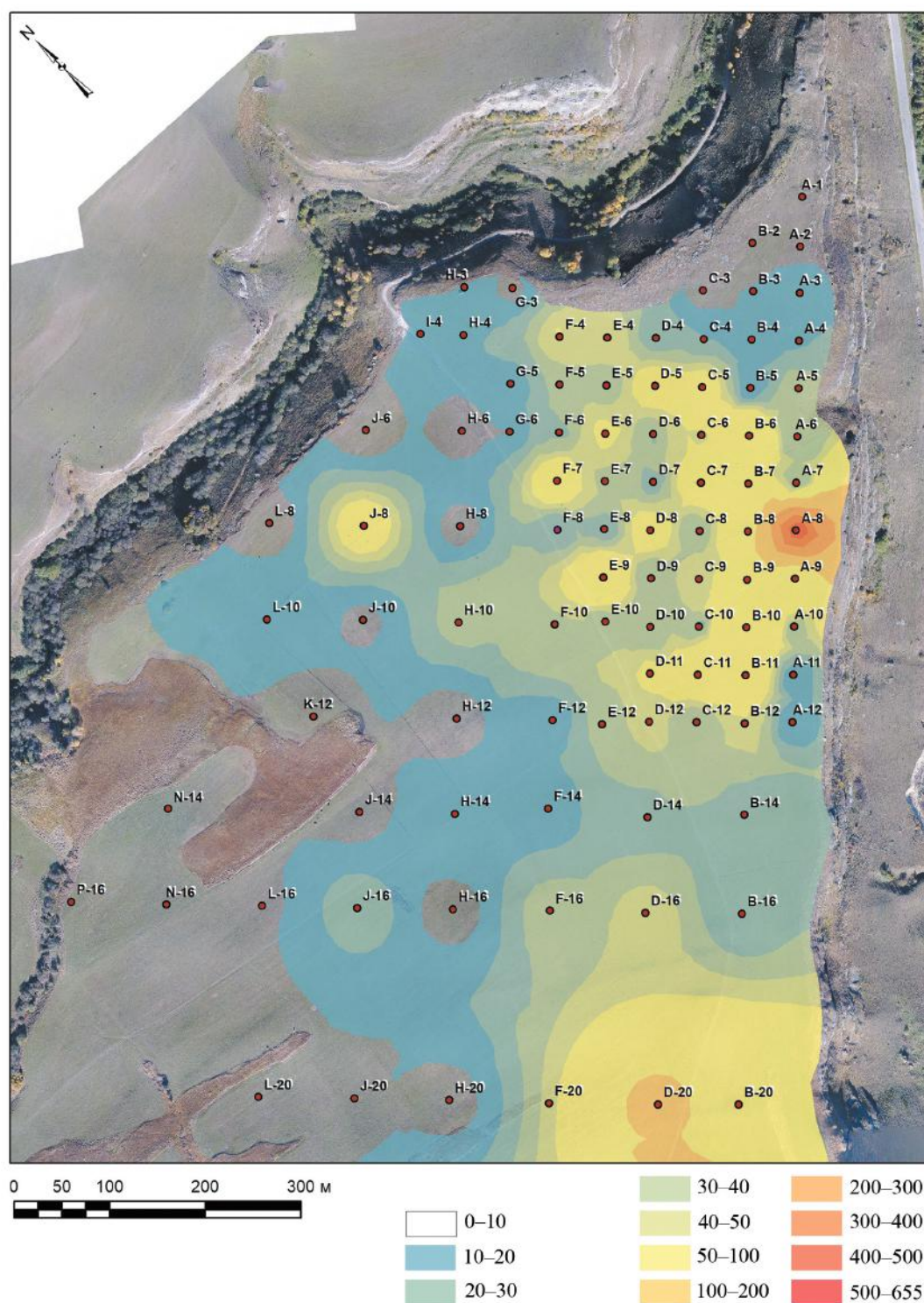


Рис. 2. Геоestatистическое моделирование распределения веса (в граммах) керамики кобанской культуры в окрестностях укрепления Подкумское 3.

Fig. 2. Geostatistical modeling of the weight distribution (in grams) of Koban pottery in the surroundings of the Podkumskoye 3 fortification

Если обратиться к общему распределению керамики по разрезам, то становится очевидным ее неравномерное залегание на обследованной территории. Так, керамика кобанской

культуры, найденная в 79 из 93 разрезов, имеет максимальные значения веса в разрезе А-8, где было найдено более 500 г посуды этого периода (рис. 2).

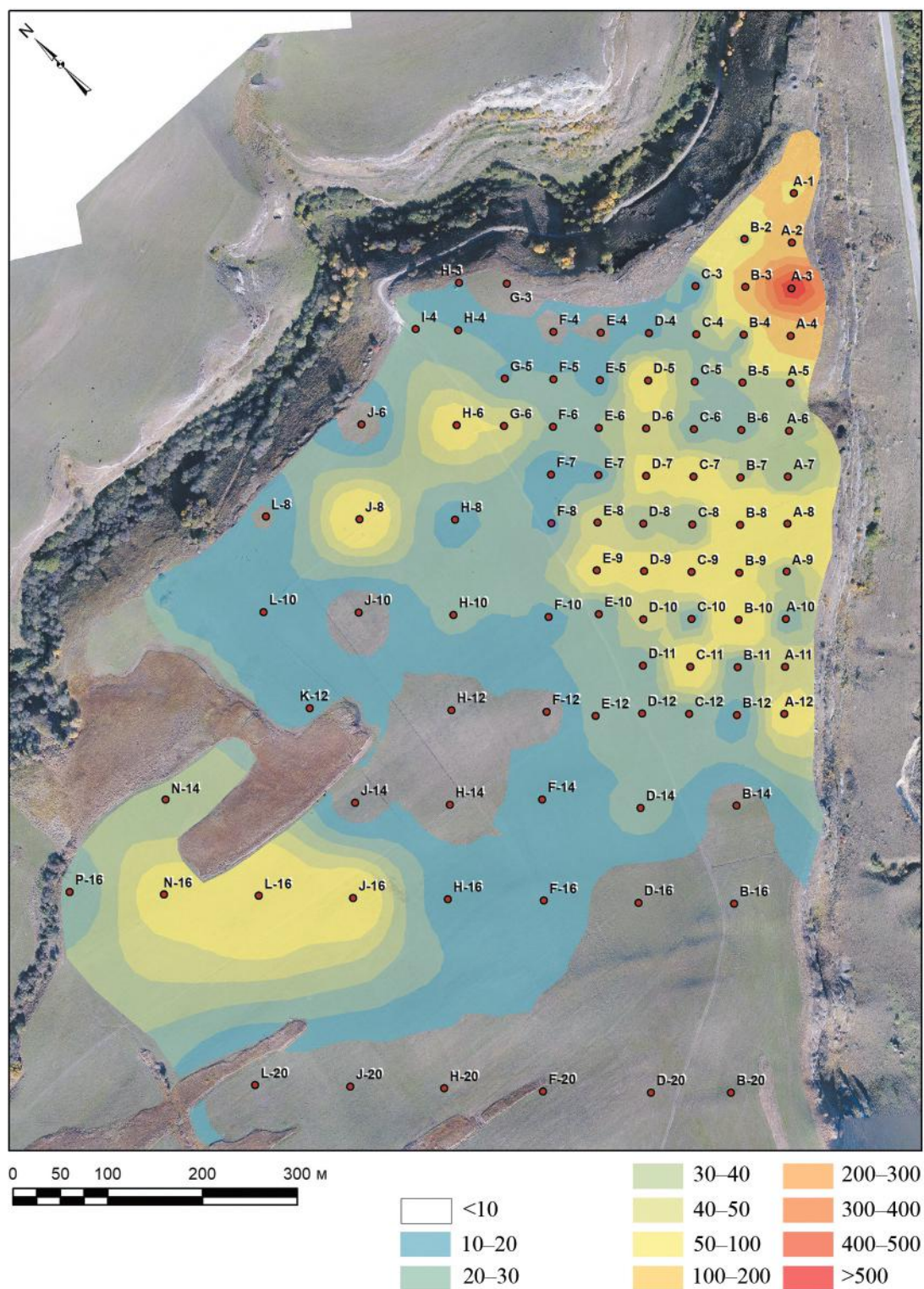


Рис. 3. Геоestatистическое моделирование распределения веса (в граммах) керамики аланской культуры в окрестностях укрепления Подкумское 3.

Fig. 3. Geostatistical modeling of the weight distribution (in grams) of Alan pottery in the surroundings of the Podkumskoye 3 fortification

Высокие значения веса кобанской керамики (около 90 г и выше) наблюдаются также в соседних с ним разрезах В-6, В-10, В-11, отстоящих примерно на 200 м к западу разрезах Е-9 и F-7, а также расположенных на южной периферии исследуемой области разрезах

В-20 и D-20. Последние значения создают обширный ареал следов кобанского земледелия в южной части обследуемой территории. Следует отметить, что расстояние между рядами разрезов здесь составляет от 100 до 200 м и смоделированная обширная территория высоких значений веса керамики кобанской культуры — результат интерполяции.

Гораздо более обоснованным выглядит ареал сельскохозяйственной активности населения кобанской культуры на территории, примыкающей к укреплению Подкумское 3 (линии разрезов 4-12) (рис. 2). Обращает на себя внимание его ограниченность с востока, севера и запада. Максимальные значения веса кобанской керамики приходятся на разрез А-8, где в нижних пластах обнаружен развал крупного сосуда. Очевидно, в данном случае мы имеем дело со следами небольшого поселения кобанской эпохи, которое прекрасно оконтуривается по результатам геостатистического анализа (рис. 2). К поселению примыкает зона земледельческой активности, следы которой прослеживаются в разрезах в виде находок кобанской керамики на расстоянии 300-350 м. Отдельный “выплеск” с относительно высокими значениями веса кобанской керамики (74 г) наблюдается в разрезе J-8, находящемся на расстоянии около 450 м от разреза А-8 с предполагаемыми слоями поселения. Далее значения веса керамики снижаются до 10–30 г на разрез, что очевидно маркирует границу ресурсной зоны означенного кобанского поселения.

Иной ареал сельскохозяйственной активности прослеживается при картографировании фрагментов посуды эпохи раннего средневековья, обнаруженной в 76 разрезах из 93 (рис. 3). Здесь наивысшие значения веса керамики наблюдаются в разрезах, непосредственно примыкающих к укреплению Подкумское 3 (А-1–А-4) с максимальным количеством ее в разрезе А-3 (655 г). Этот разрез явно маркирует зону аланского неукрепленного поселения, расположенного за пределами видимой на поверхности укрепленной части. Далее следует ресурсная зона интенсивной сельскохозяйственной деятельности, которая выявляется за счет находок аланской керамики в разрезах, где ее вес колеблется в пределах 50–100 г на разрез (рис. 3). Границы этого ареала проходят на расстоянии 500-600 м от поселения, что прекрасно соотносится с теорией ресурсных зон Э. Хиггза и его школы

(Jarman, 1972; Jarman et al., 1972; Barker, 1975; Higgs, Jarman, 1975; Hodder, Orton, 1976. P. 229–236; Foley, 1977). Интересно отметить, что за понижением количества найденной аланской керамики до минимальных значений около 10 г следует участок с высокими показателями веса керамических фрагментов (60–80 г), маркируемый разрезами J-16–N-16, который отстоит от поселения на расстояние около 1000 м. Вероятно, здесь мы имеем дело с регулярно обрабатывавшейся заимкой, также относящейся к укрепленному поселению Подкумское 3, пространство между которой и основным ареалом сельхозугодий находилось в менее интенсивной обработке (рис. 3).

Сложнее для интерпретации распределение керамики, которая не может однозначно атрибутироваться. Очевидно, сама процедура отнесения того или иного черепка к данной категории находок, описанная ранее (Коробов, 2017б. С. 167), приводит к тому, что эта посуда занимает промежуточное положение между керамикой кобанской и аланской культур, имея схожие черты и с той, и с другой. Косвенно это подтверждается результатами геостатистического анализа неопределенной керамики, происходящей из 54 почвенных разрезов (рис. 4). Наибольшее ее количество приходится на разрез В-10, где обнаружено 166 г подобной керамики. Более 50 г найдено в разрезе D-10, находящемся неподалеку. В остальных случаях в разрезах встречается менее 50 г такой керамики, причем ареал ее совпадает, с одной стороны, с ареалом находок кобанской посуды — он отстоит от укрепленного поселения и занимает центральную часть мыса между линиями разрезов 5 и 12. С другой стороны, в разрезах J-16 и L-16, где обнаружено значительное количество аланской керамики при практически полном отсутствии кобанской, имеется и 30–50 г керамики неопределенной. Таким образом, не исключено, что схожесть неопределенной керамики и с кобанской, и с аланской посудой влияет на полученный результат геостатистического анализа ее пространственного распределения.

Интересно проследить залегание посуды разных культурно-хронологических этапов по глубине. Поскольку керамика в разрезах отбиралась с каждых 10 см, имеется возможность отобразить эту информацию картографически. Попластовое распределение кобанской керамики (Коробов, 2019. Анимационный ролик 1) (рис. 5) демонстрирует ее

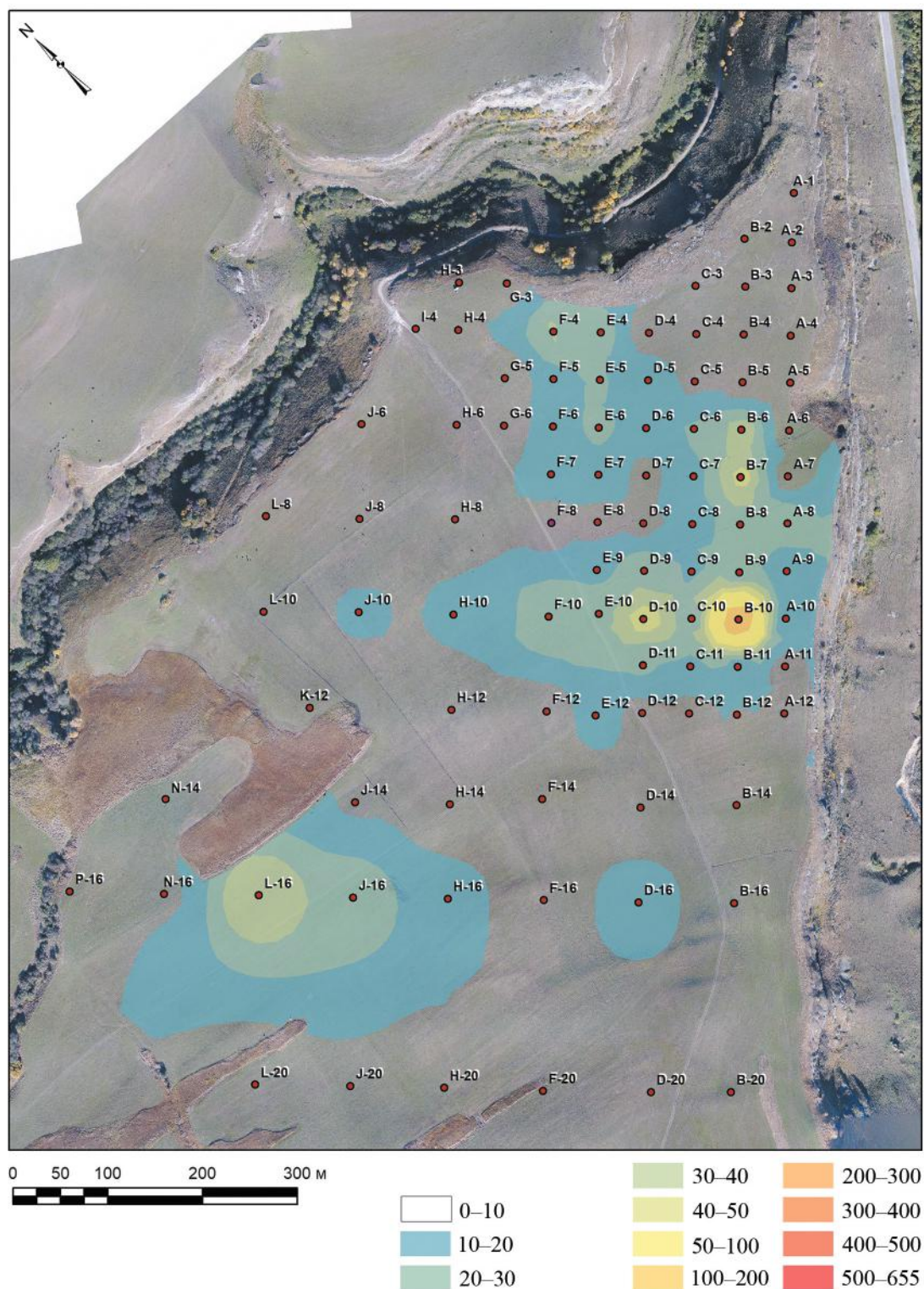


Рис. 4. Геоestatистическое моделирование распределения веса неопределенной керамики в окрестностях укрепления Подкумское 3.

Fig. 4. Geostatistical modeling of the weight distribution of undefined pottery in the surroundings of the Podkumskoye 3 fortification

незначительное количество в верхних двух пластах (от 6 до 20%); на третьем пласте зафиксировано максимальное количество керамики (31%), далее, начиная с четвертого пласта, количество керамики постепенно снижается от 18 до 2–5%. Значительное количество керамики

кобанской культуры, найденное на уровне пласта 8, приходится на разрез А-8, где обнаружен развал крупного сосуда весом в 385 г, что также отразилось на результатах геостатистического анализа. Наконец, девятый пласт дает незначительное количество керамики в разрезе В-6 (75 г), что составляет около 2% от общего веса кобанской керамики.

Иные закономерности прослеживаются при попластовом анализе распределения аланской керамики (Коробов, 2019. Анимационный ролик 2) (рис. 5). Здесь максимум керамики встречается в верхних трех пластах, в особенности в примыкающих к укреплению разрезах А-1–А-3. Количество аланской керамики, найденное в первом пласте, в два раза выше количества кобанской – 12 против 6%. Второй и третий пласты, очевидно, маркируют залегание аланского пахотного слоя, поскольку именно в них повсеместно встречается керамика раннего средневековья – 35 и 28% соответственно. В некоторых случаях этот слой, скорее всего, продолжается и на четвертом пласте (19%). По крайней мере в разрезах J-8, N-16 и J-16 именно на этой глубине зафиксировано от 32 до 64 г аланской керамики. Как упомянуто выше, значительное количество керамики из разреза А-3 (более 100 г) относится, по-видимому, к культурному слою существовавшего здесь поселения. Далее, на пятом пласте, количество керамики резко снижается до 6% – она найдена в значительном количестве лишь в разрезе А-4 (более 100 г), который также, скорее всего, относится к поселению. Ниже аланская керамика не встречается.

Как и в описанном выше случае с неопределенной керамикой, ее распределение по пластам напоминает ситуацию и с кобанской, и с аланской посудой. Максимальное количество неопределенной керамики приходится на второй и третий пласты (Коробов, 2019. Анимационный ролик 3) (рис. 5) – здесь от 22 до 37% данной посуды в 18–28 разрезах из 54. Начиная с четвертого пласта количество неопределенной керамики уменьшается до 18%, но она продолжает встречаться и глубже, вплоть до восьмого пласта, где она найдена в единственном разрезе В-6 (21 г). Максимальное количество неопределенной керамики – чуть более 60 г – происходит из третьего пласта разреза В-10. В большинстве разрезов на один пласт приходится не более 20 г подобной керамики.

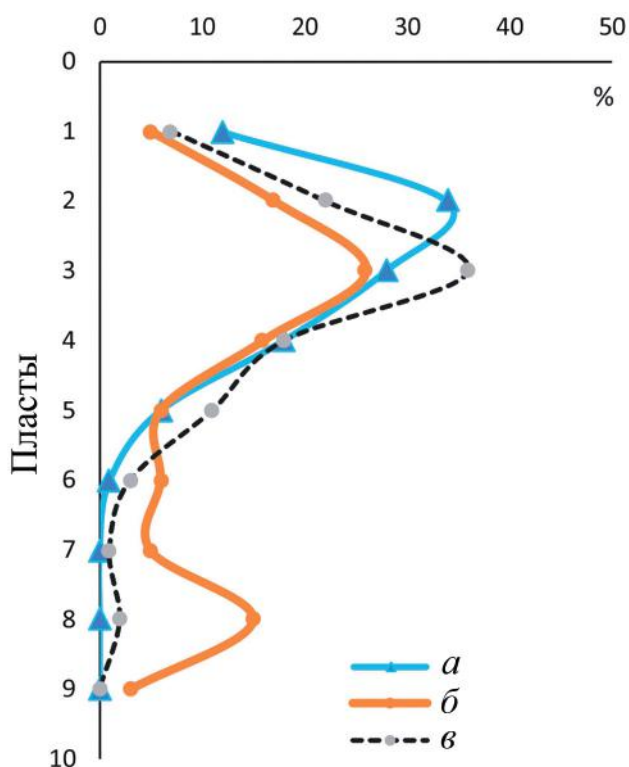


Рис. 5. Диаграмма распределения древней (б) и средневековой (а) керамики в разрезах по пластам. Условные обозначения: а – аланская; б – кобанская; в – неопределенная.

Fig. 5. Distribution diagram of ancient (b), medieval (a) and undefined (e) pottery in sections by strata

Анализ распределения почвенных индикаторов земледелия в окрестностях укрепления Подкумское 3

Уреазная активность. Этот показатель отражает количество мочевины, поступавшей в почву. Так как объемы мочевины, вносимой с органическими удобрениями на поля, несопоставимо больше, чем ее поступление в почвы естественных экосистем, этот показатель служит надежным маркером внесения удобрений. Распределение значений уреазной активности почв представлено на рис. 6.

При анализе площадной динамики этого показателя в первую очередь обращает на себя внимание территория в непосредственной близости от поселения (разрезы А-1, А-2, В-2, А-3), где активность уреазы достигает 600–1000 мкг NH₄/г/час. Столь высокие показатели не могут быть в нормальных почвах, даже в интенсивно удобряемых. Единственное возможное объяснение этого феномена – факт содержания скота или складирования навоза на данной территории. Это представляется вполне вероятным, учитывая очень ограниченную

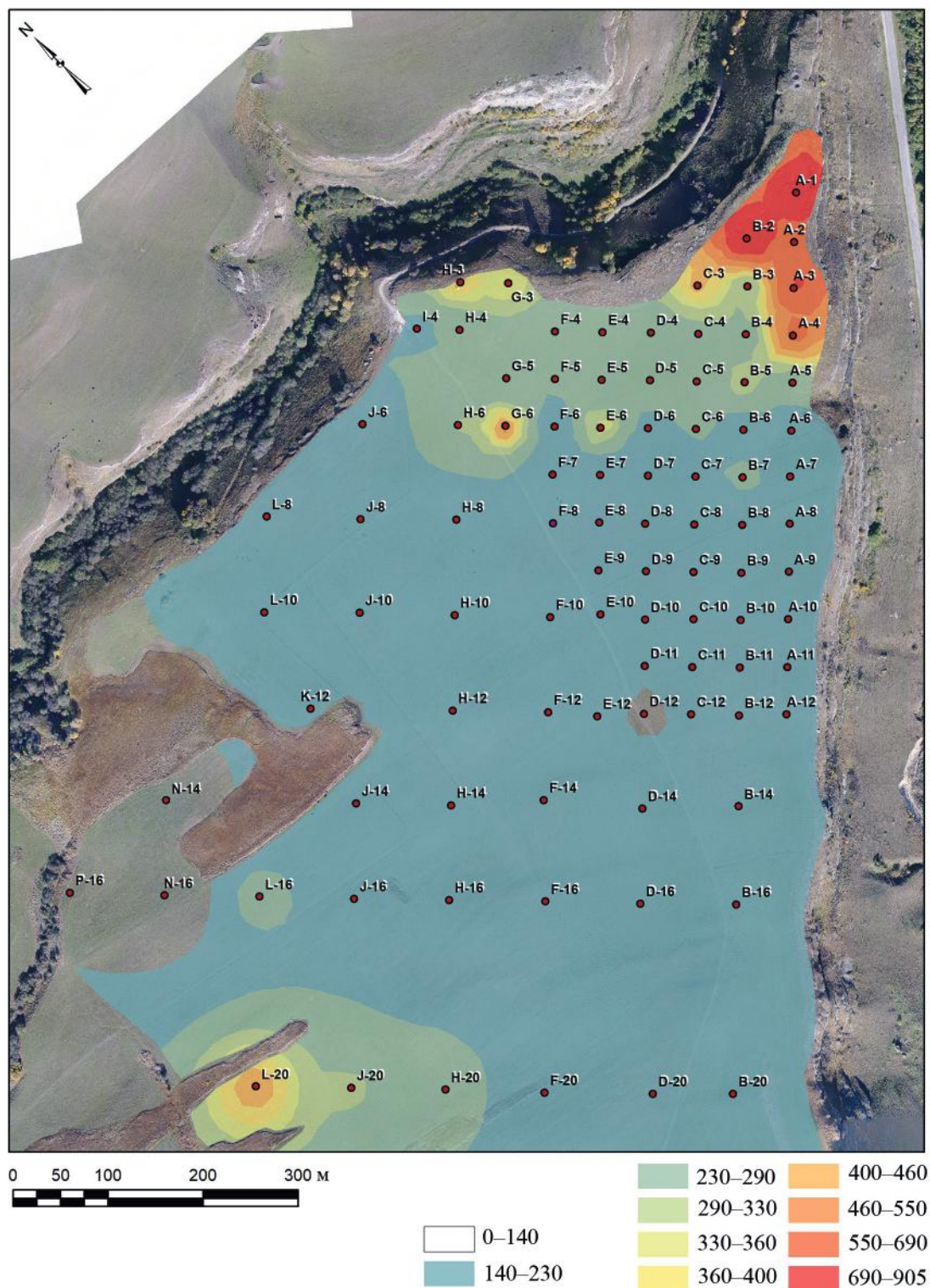


Рис. 6. Геоestatистическое моделирование изменений уреазной активности почв (мкг $\text{NH}_4/\text{г}$ почвы/час) в окрестностях укрепления Подкумское 3.

Fig. 6. Geostatistical modeling of changes in soil urease activity (μg of NH_4 in 1g of soil per hour) in the surroundings of the Podkumskoye 3 fortification

площадь самого поселения, что вынуждало его обитателей выносить скотоводческую инфраструктуру за пределы жилой зоны.

Далее, по мере удаления от памятника, следует зона с высокими достаточно близкими значениями уреазной активности на уровне

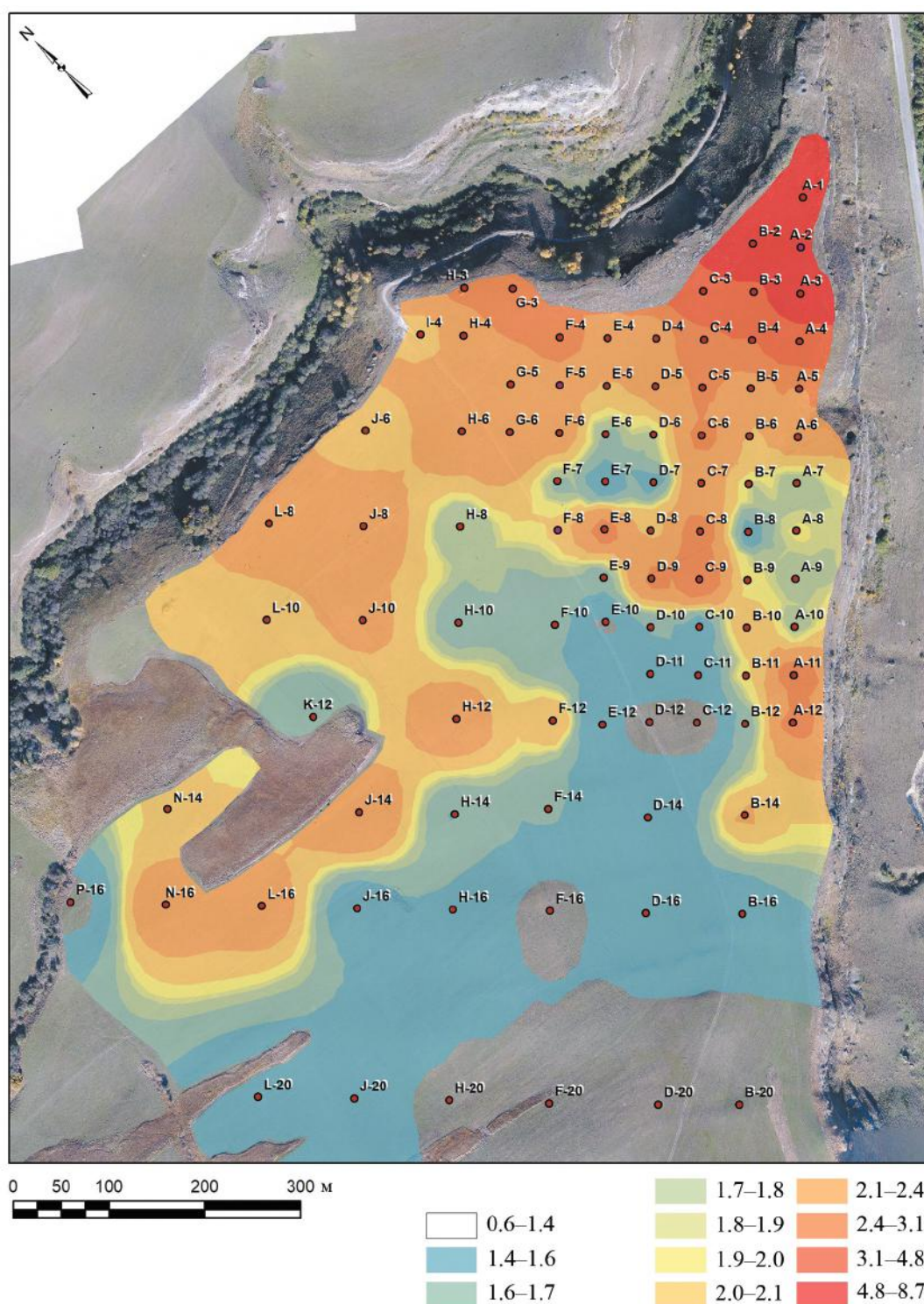


Рис. 7. Геоestatистическое моделирование изменений содержания фосфатов (мг P₂O) в почвах в окрестностях укрепления Подкумское 3.

Fig. 7. Geostatistical modeling of changes in the phosphate content (mg of P₂O) in soils in the surroundings of the Podkumskoye 3 fortification

250–350 мкг NH₄/г/час. Предположительно это зона регулярного внесения удобрений. Примечательно, что ее контуры повторяют рельеф местности: выраженное смещение

к западу объясняется тем, что южнее 7-й линии заметно возрастает уклон местности, в то время как западнее поселения располагается обширный пологий участок. Вероятно, более

благоприятные ландшафтные условия и послужили причиной более интенсивного унавоживания западной периферии земледельческой зоны поселения.

Фосфаты в почвах. Как известно, практически все формы не деструктивного селитебного или сельскохозяйственного освоения территории человеком приводят к накоплению в почве фосфатов (Holliday, Gartner, 2007). В этом плане окрестности укрепления Подкумское 3 не исключение. При этом содержание фосфатов в потенциальной земледельческой периферии памятника в целом повторяет закономерности, обнаруженные нами при анализе уреазной активности (рис. 7). Но в данном случае фосфатный “шлейф” памятника гораздо более яркий, а общая ситуация менее однозначная. Так, если в случае с уреазной активностью можно говорить об одном источнике поступления мочевины — это укрепленное поселение Подкумское 3, то в распределении фосфатных аномалий видны другие менее выраженные локальные очаги, природу которых пока трудно интерпретировать. Но одна зона довольно высоких значений содержания фосфатов, отмеченная в юго-восточной части изучаемого ареала, территориально близка к очагу встречаемости неопределенной керамики.

Термофильные микроорганизмы в почвах. Этот показатель — еще один индикатор навоза, но несколько иной природы. Он указывает в первую очередь на факт поступления стойлового навоза, прошедшего стадию компостирования и саморазогрева до 60–70° С, при которой термофильные бактерии получают преимущества в росте и их численность резко возрастает. Так, в ареале потенциальной экономической зоны поселения Подкумское 3 численность термофильных бактерий варьировалась в очень широких пределах. В непосредственной близости к памятнику (100–150 м), на территории, где предположительно содержался скот или складировался навоз, численность термофилов достигала 120–150 тыс. клеток/г почвы. Далее, в зоне систематического внесения удобрений (200–500 м), значения этого показателя были на уровне 10–30 тыс. клеток/г почвы, а на удалении более 1000 м численность термофильной микрофлоры была на уровне статистической ошибки метода.

Магнитная восприимчивость. Этот показатель отражает содержание в почвах минерала магнетита биогенного и антропогенного происхождения. Биогенный магнетит образуется

в почвах вследствие действия бактерий-железоредукторов и повышается при оптимизации условий почвообразования (Maher et al., 2003; Demkin et al., 2004). Антропогенные причины формирования магнетита связаны с его неосинтезом из других железосодержащих минералов при высокотемпературном воздействии (Fassbinder, Stanjek, 1993). В этом случае магнитная восприимчивость показывает поступление в почву пирогенного материала.

На территории потенциальной хозяйственной периферии памятника ярко выражен очаг повышенных значений магнитной восприимчивости в районе разреза А-3; в этом случае он четко соотносится с очагом распространения аланской керамики, а контуры ареала повышенных значений магнитной восприимчивости повторяют в целом ареал повышенных значений уреазной активности (рис. 8). По всей видимости, варьирование значений магнитной восприимчивости в данном случае связано как с привнесом пирогенных материалов с навозом, так и с оптимизацией условий почвообразования в зоне расстоянием 300–500 м от поселения вследствие внесения удобрений и распашки, повышающей условия аэрации.

Итак, полученные результаты геостатистического анализа распределения разнообразных индикаторов земледельческого освоения территории (керамика, уреазная активность, содержание фосфатов, численность термофильных микроорганизмов, магнитная восприимчивость) в окрестностях укрепления Подкумское 3 позволили сделать следующие наблюдения.

Выявлены зоны разной интенсивности сельскохозяйственного освоения территории в кобанскую и аланскую эпохи. Так, для позднего бронзового — раннего железного веков характерна максимальная концентрация находок керамики в зоне разреза А-8, где, вероятно, находилось поселение кобанского времени. Ресурсная зона данного поселения, на которую с видимой интенсивностью вносились органические удобрения, охватывала пространство на удалении в 200–300 м от данного места обитания. Кроме того, значительное количество фрагментов посуды этого периода обнаружены на южной периферии изучаемой территории (разрезы В-20 и Д-20), которое, вероятно, маркирует зону сельскохозяйственного освоения уже другого поселения, расположенного неподалеку.

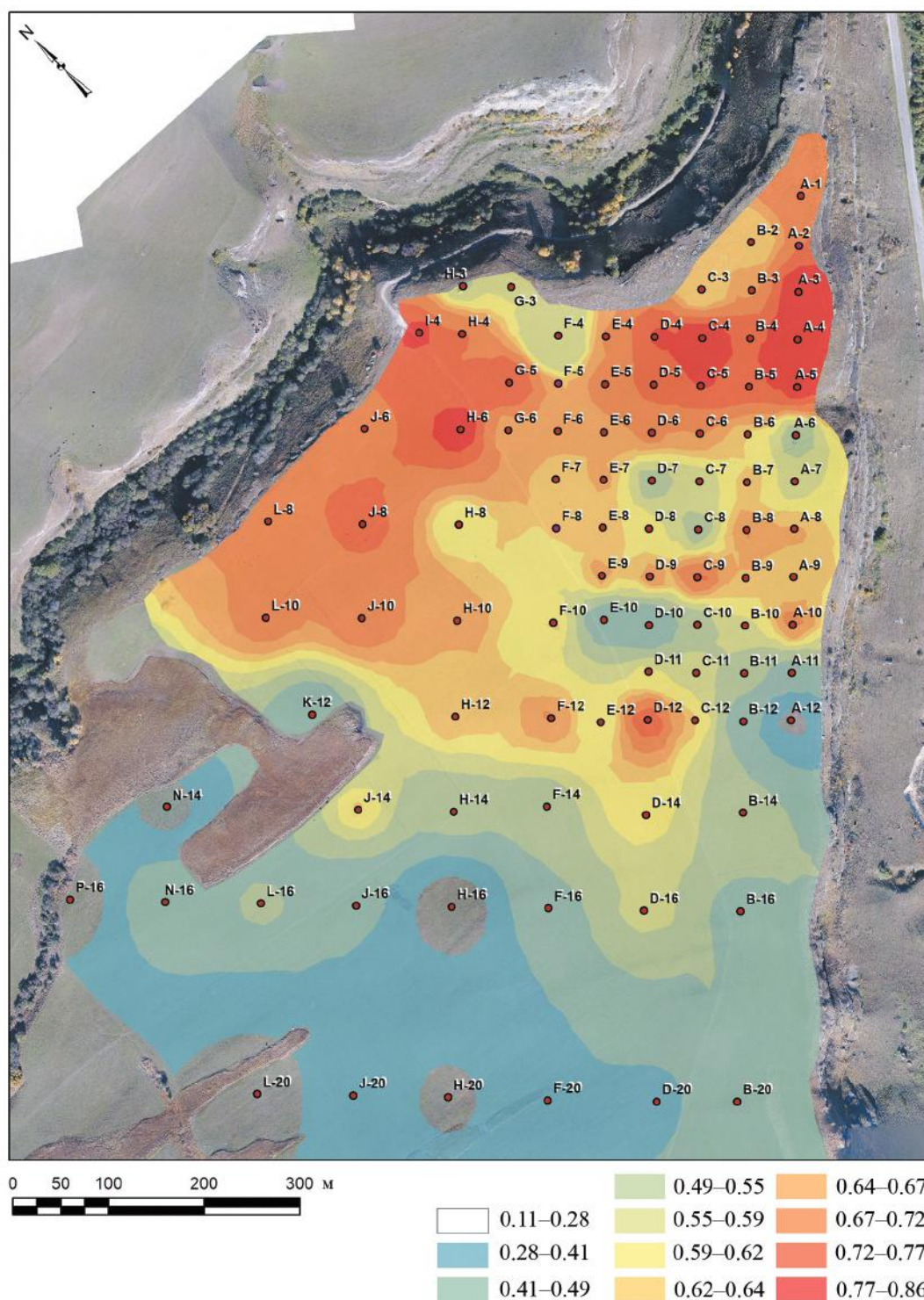


Рис. 8. Геостатистическое моделирование изменений магнитной восприимчивости в почвах в окрестностях укрепления Подкумское 3.

Fig. 8. Geostatistical modeling of changes in magnetic susceptibility of soils in the surroundings of the Podkumskoe 3 fortification

Максимальная концентрация керамики эпохи раннего средневековья приходится на разрез А-3; далее наблюдается постепенное снижение количества керамических фрагментов

по мере удаления от укрепления Подкумское 3 и постепенное исчезновение аланской керамики в разрезах, находящихся на расстоянии более 650–700 м от крепости. Пространство

интенсивного внесения удобрений в основном охватывало радиус около 500 м от раннесредневекового поселения, далее следовала зона менее интенсивной сельхозобработки. На расстоянии около 900 м в западном направлении имела еще одна зона регулярной распашки (разрезы J-16–N-16), очевидно, также относящаяся к укреплению Подкумское 3.

Что касается пространственных закономерностей распространения неопределенной керамики, то оно может отражать промежуточный характер между распределением кобанского и аланского керамического материала в силу неразработанности критериев выделения данной посуды. Очерченные геостатистическим анализом ареалы данной керамики имеют характерные черты, присущие материалам как той, так и другой археологической культуры.

Основной вывод, полученный при геостатистическом анализе керамики из почвенных разрезов, можно сформулировать следующим образом. Более 1 кг керамики в кубометре почвы, скорее всего, отражает присутствие культурного слоя поселения; в зоне интенсивного внесения удобрений возможно обнаружение до 100 г керамики на кубометр почвы; в зоне потенциальной обработки без внесения удобрений керамика единична.

Данные показатели хорошо соотносятся с результатами химического и микробиологического анализа почвенных свойств. Так, почвы скотоводческой периферии памятника помимо выраженного обилия керамики, костей животных и иных находок характеризуются аномально высокими значениями содержания фосфатов (до 10 мг/г почвы), уреазной активности (от 600 до 1000 мкг NH₄/г почвы) и численности термофильных микроорганизмов (сотни тысяч клеток на грамм почвы). Для зоны регулярного внесения удобрений характерно содержание фосфатов на уровне 2–3 мг/г почвы, уреазная активность в пределах от 200 до 400 мкг NH₄/г почвы. Численность термофильных микроорганизмов измеряется десятками тысяч клеток на грамм почвы. Что касается зоны потенциальной распашки без внесения удобрений, то почвы здесь практически не отличаются по данным показателям от фоновых аналогов.

Проведенное коллективом комплексное исследование ресурсной зоны разновременных поселений Кисловодской котловины в целом не имеет аналогов в отечественной и зарубежной ландшафтной археологии по своей

детальности и может считаться новым направлением подобных исследований в изучении сельскохозяйственной периферии в древности и средневековье.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-09-00615а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Балановская Е.В., Балановский О.П.* Русский генофонд на Русской равнине. М.: Луч, 2007. 416 с.
- Борисов А.В., Коробов Д.С.* Древнее и средневековое земледелие в Кисловодской котловине: итоги почвенно-археологических исследований. М.: Таус, 2013. 272 с.
- Демьянов В., Савельева Е.* Геостатистика. Теория и практика. М.: Наука, 2010. 327 с.
- Ковалевская В.Б.* Кавказ в свете археологии и геногеографии // РА. 2016. № 3. С. 45–59.
- Коробов Д.С.* Новые результаты компьютерного ГИС-моделирования ресурсных зон аланских поселений Кисловодской котловины I тыс. н.э. [Электронный ресурс] // Археология и геоинформатика. Вып. 8 / Ред.: Г.Е. Афанасьев, Д.С. Коробов. М.: ИА РАН, 2017а. DVD-ROM.
- Коробов Д.С.* Система расселения алан Центрального Предкавказья в I тыс. н.э. (ландшафтная археология Кисловодской котловины). Т. 1. М.; СПб.: Нестор-История, 2017б. 384 с.
- Коробов Д.С.* Система расселения алан Центрального Предкавказья в I тыс. н.э. Т. 2. Каталог поселений Кисловодской котловины. М.; СПб.: Нестор-История, 2017в. 312 с.
- Коробов Д.С.* Опыт применения геостатистического анализа при исследовании ресурсных зон поселений эпохи раннего средневековья в Кисловодской котловине [Электронный ресурс] // Археология и геоинформатика. Вып. 9 / Ред. Д.С. Коробов. М.: ИА РАН, 2019. DVD-ROM.
- Чернышева Е.В., Борисов А.В., Коробов Д.С.* Биологическая память почв и культурных слоев археологических памятников. М.: ГЕОС, 2016. 240 с.
- Barker G.W.* Prehistoric territories and economies in Central Italy // *Paleoeconomy* / Ed. E.S. Higgs. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1975. P. 111–175.
- Bintliff J.* The concepts of 'site' and 'offsite' archaeology in surface artefact survey // *Non-Destructive Techniques Applied to Landscape Archaeology* / Eds.: M. Pasquinucci, F. Trüment. Oxford: Oxbow Books, 2000 (The Archaeology of Mediterranean Landscapes; vol. 4). P. 200–215.
- Chernysheva E.V., Borisov A.V., Korobov D.S.* Thermophilic microorganisms in arable land around

- medieval archaeological sites in Northern Caucasus, Russia: Novel evidence of past manuring practices // *Geoarchaeology*. 2017. Vol. 32, no. 4. P. 494–501.
- Chernysheva E.V., Korobov D.S., Khomutova T.E., Borisov A.V.* Urease activity in culture layers at archaeological sites // *Journal of Archaeological Science*. 2015. Vol. 57. P. 24–31.
- O'Connor T., Evans J.G.* *Environmental Archaeology: Principles and Methods*. Stroud: Sutton Publishing, 2005. 256 p.
- Demkin V.A., Eltsov M.V., Alekseev A.O., Alekseeva T.V., Demkina T.S., Borisov A.V.* Soil development in the Lower Volga area during the historical period // *Eurasian Soil Science*. 2004. Vol. 37, no. 12. P. 1324–1333.
- Fassbinder J., Stanjek H.* Occurrence of bacterial magnetite in soils from archaeological sites // *Archaeologia Polona*. 1993. Vol. 31. P. 117–128.
- Foley R.* Space and Energy: A Method for Analysing Habitat Value and Utilization in Relation to Archaeological Sites // *Spatial Archaeology* / Ed. D. Clarke. L.; N. Y.; San Francisco: Academic Press, 1977. P. 163–187.
- Ford S., Bowden M., Gaffney V., Mees G.C.* The “Celtic” Field Systems on the Berkshire Downs, England // *The Archaeology of Garden and Field* / Eds.: N.F. Miller, K.L. Gleason. Philadelphia: Univ. of Pennsylvania Press, 1994. P. 153–167.
- Higgs E.S., Jarman M.R.* *Paleoeconomy* // *Paleoeconomy* / Ed. E.S. Higgs. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1975. P. 1–8.
- Hodder I., Orton C.* *Spatial Analysis in Archaeology*. Cambridge; N. Y.: Cambridge Univ. Press, 1976 (New studies in archaeology; 1). 278 p.
- Holliday V., Gartner G.* Methods of soil P analysis in archeology // *Journal of Archaeological Science*. 2007. Vol. 34, no. 2. P. 301–333.
- Jarman M.R.* A territorial model for archaeology: a behavioral and geographical approach // *Models in Archaeology* / Ed. D.L. Clarke. L.: Methuen & Co Ltd., 1972. P. 705–733.
- Jarman M.R., Vita-Finzi C., Higgs E.S.* Site catchment analysis in archaeology // *Man, settlement and urbanism* / Eds. P.J. Ucko, R. Tringham, G.W. Dimbleby. L.: Duckworth, 1972. P. 61–66.
- Kandeler E., Gerber H.* Short-term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium // *Biology and fertility of soils*. 1988. Vol. 6, 1. P. 68–72.
- Korobov D.S., Borisov A.V.* The origins of terraced field agriculture in the Caucasus: new discoveries in the Kislovodsk basin // *Antiquity*. 2013. Vol. 87, iss. 338. P. 1086–1103.
- Lloyd C.D., Atkinson P.M.* Archaeology and geostatistics // *Journal of Archaeological Science*. 2004. Vol. 31, no. 2. P. 151–165.
- Maher B.A., Alekseev A., Alekseeva T.* Magnetic mineralogy of soils across the Russian steppe: climatic dependence of pedogenic magnetite formation // *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*. 2003. Vol. 201, iss. 3–4. P. 321–341.
- Miller N.F., Gleason K.L.* *Fertilizer in the Identification and Analysis of Cultivated Soil* // *The Archaeology of Garden and Field* / Ed. N.F. Miller, K.L. Gleason. Philadelphia: Univ. of Pennsylvania Press, 1994. P. 25–43.
- Peters S., Borisov A., Reinhold S., Korobov D., Thiemeyer H.* Microbial characteristics of soils depending on the human impact on archaeological sites in the Northern Caucasus // *Quaternary International*. 2014. Vol. 324, 4. P. 162–171.
- Saunders W.M., Williams E.G.* Observations on the determination of total organic phosphorus in soils // *Journal of Soil Science*. 1955. Vol. 6, no. 2. P. 254–267.
- Sjöberg A.* Phosphate Analysis of Anthropogenic Soils // *Journal of Field Archaeology*. 1976. Vol. 3, no. 4. P. 447–454.
- Thurston T.L.* *Landscapes of Power, Landscapes of Conflict. State Formation in the South Scandinavian Iron Age*. N. Y.; Boston; Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. 344 p.
- Widgren M.* Settlement and farming systems in the early Iron Age. A study of fossil agrarian landscapes in Östergötland, Sweden. Stockholm: Almqvist & Wiksell Int., 1983 (*Acta Universitatis Stockholmensis, Stockholm Studies in Human Geography*; 3). 132 p.
- Wilkinson T.J.* Extensive Sherd Scatters and Land-Use Intensity: Some Recent Results // *Journal of Field Archaeology*. 1989. Vol. 16, no. 1. P. 31–46.
- Williamson T.M.* The Roman Countryside: Settlement and Agriculture in N. W. Essex // *Britannia*. 1984. Vol. 15. P. 225–230.

NEW DATA ON STUDYING ANCIENT AND MEDIEVAL SETTLEMENT OFF-SITES IN THE KISLOVODSK BASIN

Dmitry S. Korobov^{1,*}, Aleksandr V. Borisov^{2,**}

¹*Institute of Archaeology RAS, Moscow, Russia*

²*Institute of Physical, Chemical and Biological Problems of Soil Science RAS, Pushchino, Russia*

*E-mail: dkorobov@mail.ru

**E-mail: a.v.borisovv@gmail.com

Studying off-sites related to settlements of different periods and cultures (off-site archaeology) has become quite common practice in foreign (mainly British and Dutch) archaeology since the 1980s. The approaches and methods used were adapted and developed by the authors during the long-term study of traces of agricultural activities in the Kislovodsk Basin. The present paper discusses the development of this research at a more detailed level. New results on modeling the active zones of ancient and medieval agriculture were obtained during a systematic survey of the surroundings of the early medieval fortification Podkumskoye 3, where 99 soil sections were made following the regular network at 50 m intervals. The geostatistical analysis of the distribution of various agricultural development indicators across the territory (pottery finds, analysis of urease activity, phosphate content, abundance of thermophilic microorganisms, and magnetic susceptibility) revealed zones differing in the intensity of agricultural development in the Koban and Alan periods. The comprehensive study at the off-sites of the multi-period settlements of the Kislovodsk Basin conducted by the research team has no analogues in Russian and foreign landscape archaeology in terms of its detail and can be considered a new direction in studying of agricultural periphery during prehistory and the Middle Ages.

Keywords: landscape archaeology, off-site archaeology, the Early Middle Ages, the North Caucasus, geostatistical analysis, archaeological soil science.

REFERENCES

- Balanovskaya E.V., Balanovskiy O.P., 2007. Russkiy genofond na Russkoy ravnine [Russian genetic pool on the Russian plain]. Moscow: Luch. 416 p.
- Barker G.W., 1975. Prehistoric territories and economies in Central Italy. *Paleoeconomy*. E.S. Higgs, ed. Cambridge: Cambridge Univ. Press, pp. 111–175.
- Bintliff J., 2000. The concepts of 'site' and 'offsite' archaeology in surface artefact survey. *Non-Destructive Techniques Applied to Landscape Archaeology*. M. Pasquinucci, F. Trément, eds. Oxford: Oxbow Books, pp. 200–215. (The Archaeology of Mediterranean Landscapes, 4).
- Borisov A.V., Korobov D.S., 2013. Drevneye i sredne-vekovoye zemledeliye v Kislovodskoy kotlovine: itogi pochvenno-arkheologicheskikh issledovaniy [Ancient and medieval agriculture in the Kislovodsk Basin: results of soil and archaeological research]. Moscow: Taus. 272 p.
- Chernysheva E.V., Borisov A.V., Korobov D.S., 2016. Biologicheskaya pamyat' pochv i kul'turnykh sloevy arkheologicheskikh pamyatnikov [Biological memory of soils and cultural layers of archaeological sites]. Moscow: GEOS. 240 p.
- Chernysheva E.V., Borisov A.V., Korobov D.S., 2017. Thermophilic microorganisms in arable land around medieval archaeological sites in Northern Caucasus, Russia: Novel evidence of past manuring practices. *Geoarchaeology*, vol. 32, no. 4, pp. 494–501.
- Chernysheva E.V., Korobov D.S., Khomutova T.E., Borisov A.V., 2015. Urease activity in culture layers at archaeological sites. *Journal of Archaeological Science*, 57, pp. 24–31.
- Dem'yanov V., Savel'yeva E., 2010. Geostatistika. Teoriya i praktika [Geostatistics. Theory and practice]. Moscow: Nauka. 327 p.
- Demkin V.A., Eltsov M.V., Alekseev A.O., Alekseeva T.V., Demkina T.S., Borisov A.V., 2004. Soil development in the Lower Volga area during the historical period. *Eurasian Soil Science*, vol. 37, no. 12, pp. 1324–1333.
- Fassbinder J., Stanjek H., 1993. Occurrence of bacterial magnetite in soils from archaeological sites. *Archaeologia Polona*, 31, pp. 117–128.
- Foley R., 1977. Space and Energy: A Method for Analysing Habitat Value and Utilization in Relation to Archaeological Sites. *Spatial Archaeology*. D. Clarke, ed. London; New York; San Francisco: Academic Press, pp. 163–187.
- Ford S., Bowden M., Gaffney V., Mees G.C., 1994. The "Celtic" Field Systems on the Berkshire Downs, England. *The Archaeology of Garden and Field*. N.F. Miller, K.L. Gleason, eds. Philadelphia: Univ. of Pennsylvania Press, pp. 153–167.

- Higgs E.S., Jarman M.R., 1975. Paleoeconomy. *Paleoeconomy*. E.S. Higgs, ed. Cambridge: Cambridge Univ. Press, pp. 1–8.
- Hodder I., Orton C., 1976. Spatial Analysis in Archaeology. Cambridge; New York: Cambridge Univ. Press. 278 p. (New studies in archaeology, 1).
- Holliday V., Gartner G., 2007. Methods of soil P analysis in archaeology. *Journal of Archaeological Science*, vol. 34, no. 2, pp. 301–333.
- Jarman M.R., 1972. A territorial model for archaeology: a behavioral and geographical approach. *Models in Archaeology*. D.L. Clarke, ed. London: Methuen & Co Ltd, pp. 705–733.
- Jarman M.R., Vita-Finzi C., Higgs E.S., 1972. Site catchment analysis in archaeology. *Man, settlement and urbanism*. P.J. Ucko, R. Tringham, G.W. Dimbleby, eds. London: Duckworth, pp. 61–66.
- Kandeler E., Gerber H., 1988. Short-term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium. *Biology and fertility of soils*, 6, 1, pp. 68–72.
- Korobov D.S., 2017a. New results of computer-assisted GIS modeling of the off-sites of Alanian settlements in the Kislovodsk basin of the 1st millennium AD (Electronic resource). *Arkheologiya i geoinformatika [Archaeology and geoinformatics]*, 8. G.E. Afanas'yev, D.S. Korobov, eds. Moscow: IA RAN. DVD-ROM. (In Russ.)
- Korobov D.S., 2017b. Sistema rasseleniya alan Tsentral'nogo Predkavkaz'ya v I tys. n.e. (landshaftnaya arkheologiya Kislovodskoy kotloviny) [The settling system of the Alans of the Central Ciscaucasia in the 1st millennium AD (landscape archaeology of the Kislovodsk basin)], 1. Moscow; St. Petersburg: Nestor-Istoriya. 384 p.
- Korobov D.S., 2017c. Sistema rasseleniya alan Tsentral'nogo Predkavkaz'ya v I tys. n.e. [The settling system of the Alans of the Central Ciscaucasia in the 1st millennium AD (landscape archaeology of the Kislovodsk basin)], 2. Katalog poseleniy Kislovodskoy kotloviny. Moscow; St. Petersburg: Nestor-Istoriya. 312 p.
- Korobov D.S., 2019. An experience in the application of geostatistical analysis in studying off-sites of early medieval settlements in the Kislovodsk basin (Electronic resource). *Arkheologiya i geoinformatika [Archaeology and geoinformatics]*, 9. D.S. Korobov, ed. Moscow: IA RAN. DVD-ROM. (In Russ.)
- Korobov D.S., Borisov A.V., 2013. The origins of terraced field agriculture in the Caucasus: new discoveries in the Kislovodsk basin. *Antiquity*, vol. 87, iss. 338, pp. 1086–1103.
- Kovalevskaya V.B., 2016. The Caucasus in the light of archaeology and genogeography. *RA [Russian archaeology]*, 3, pp. 45–59. (In Russ.)
- Lloyd C.D., Atkinson P.M., 2004. Archaeology and geostatistics. *Journal of Archaeological Science*, vol. 31, no. 2, pp. 151–165.
- Maher B.A., Alekseev A., Alekseeva T., 2003. Magnetic mineralogy of soils across the Russian steppe: climatic dependence of pedogenic magnetite formation. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, vol. 201, iss. 3–4, pp. 321–341.
- Miller N.F., Gleason K.L., 1994. Fertilizer in the Identification and Analysis of Cultivated Soil. *The Archaeology of Garden and Field*. N.F. Miller, K.L. Gleason, ed. Philadelphia: Univ. of Pennsylvania Press, pp. 25–43.
- O'Connor T., Evans J.G., 2005. Environmental Archaeology: Principles and Methods. Stroud: Sutton Publishing. 256 p.
- Peters S., Borisov A., Reinhold S., Korobov D., Thiemeyer H., 2014. Microbial characteristics of soils depending on the human impact on archaeological sites in the Northern Caucasus. *Quaternary International*, 324, 4, pp. 162–171.
- Saunders W.M., Williams E.G., 1955. Observations on the determination of total organic phosphorus in soils. *Journal of Soil Science*, vol. 6, no. 2, pp. 254–267.
- Sjöberg A., 1976. Phosphate Analysis of Anthropogenic Soils. *Journal of Field Archaeology*, vol. 3, no. 4, pp. 447–454.
- Thurston T.L., 2001. Landscapes of Power, Landscapes of Conflict. State Formation in the South Scandinavian Iron Age. New York; Boston; Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 344 p.
- Widgren M., 1983. Settlement and farming systems in the early Iron Age. A study of fossil agrarian landscapes in Östergötland, Sweden. Stockholm: Almqvist & Wiksell Int. 132 p. (Acta Universitatis Stockholmensis, Stockholm Studies in Human Geography, 3).
- Wilkinson T.J., 1989. Extensive Sherd Scatters and Land-Use Intensity: Some Recent Results. *Journal of Field Archaeology*, vol. 16, no. 1, pp. 31–46.
- Williamson T.M., 1984. The Roman Countryside: Settlement and Agriculture in N. W. Essex. *Britannia*, 15, pp. 225–230.