Глава 4
МЕТОДЫ ПОЛЕВОЙ АРХЕОЛОГИЧЕСКОЙ ФИКСАЦИИ ДЛЯ РАСКОПОВ БОЛЬШОЙ ПЛОЩАДИ (на примере исследований комплекса памятников «Бесовы Харчевни»)

Принципы и методы полевой археологической фиксации постоянно совершенствуются. Появление и относительная доступность высокотехнологичного и в то же время компактного и пригодного для использования в полевых (часто далеких от идеальных) условиях оборудования, а также специализированного, но при этом вполне доступного программного обеспечения привели в последние годы к появлению новых методов получения и обработки информации в процессе изучения того или иного памятника археологии. Данная глава посвящена методам полевой археологической фиксации, примененной для максимально полного изучения комплекса «Бесовы Харчевни» в ситуации, когда масштабные площади должны были быть изучены в максимально компактные сроки без потери качества фиксации.

Принципы полевой фиксации

Поскольку трасса *участка реализации проектных решений*, проходя от шоссе Вологда — Новая Ладога в западном–юго-западном направлении в сторону русла р. Сясь, делала разворот на 90° и далее проходила в северном–северо-западном направлении, раскопы 2018 и 2022 гг., размеченные параллельно друг другу, имели двухчастную конфигурацию (рис. 3, 17–19).

Основная площадь имела форму четырехугольника. С севера к ней примыкал многоугольный участок вытянутой формы, соответствовавший размеченной трассе прохождения газотранспортных коммуникаций в пределах охранной зоны ОКН, установленной уже упоминавшимися документами 2017 г. Кроме того, в 2018 г. вне участка, к северу от него, оставалась территория, входившая в площадь охранной зоны ОКН, но не затрагиваемая планируемыми земляными работами. По согласованию с региональным департа-

Рис. 17. Комплекс памятников «Бесовы Харчевни».
Общий вид раскопа 1/2018 после зачистки по уровню материка (вид с юга)

ментом по охране памятников данная территория площадью 4222 кв. м (секторы 8/2018 и 10/2018) была также дополнительно включена в общую площадь раскопа (рис. 17, 18).

Исключение составили разведочные траншея 2/2018 и шурф 3/2018, сделанные дополнительно, вне границ основного раскопа с целью выявления возможных объектов, расположенных в непосредственной близи к зоне производства земляных работ. Это представлялось необходимым для уточнения общих сведений о структуре всего комплекса.

До начала работ в 2018 г. на весь памятник была разбита единая сетка координат (рис. 18). Она же была использована и развита для раскопа 2022 г. (рис. 3, 19).

Базовые оси получили обозначения X и Y. Ось X, размеченная по направлению «северо-запад–юго-восток» имела буквенные обозначения; ось Y, размеченная по направлению «северо-восток–юго-запад» имела цифровые обозначения. Для оси X значения возрастали в юго-восточном направлении; для оси Y — в северо-восточном. За угловой был принят крайний северо-западный пикет раскопа, получивший условные координаты А1.

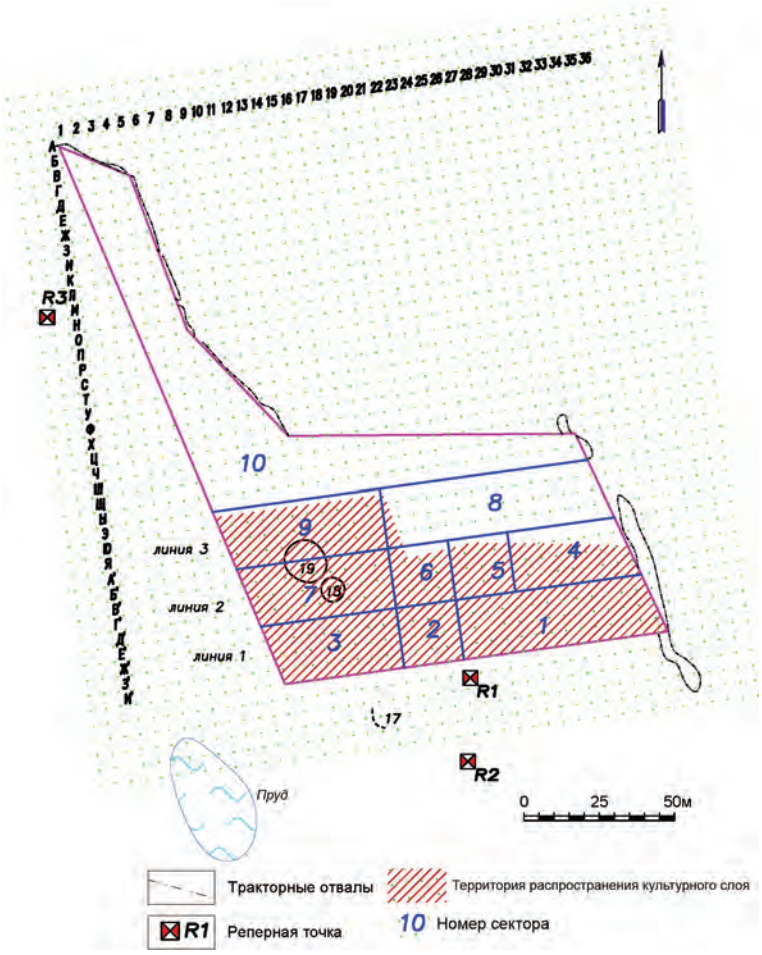

Рис. 18. Комплекс памятников «Бесовы Харчевни». Раскоп 1/2018. Сетка квадратов и нумерация секторов. Штриховкой показана приблизительная территория распространения культурного слоя

Для фиксации были установлены три единых постоянных репера. Место каждого зафиксировано на топоплане (рис. 3).

Все измерения производились с использованием лазерных тахеометров, которые были сориентированы в системе абсолютных координат МСК. Координаты угловых пикетов раскопа также были вычислены в абсолютной системе, соответственно каждая точка в раскопе имела точную привязку в трехмерной системе координат. Все высоты имели абсолютные значения (Балтийская система высот).

Раскоп 2018 г. был разделен на 10 участков (секторов) разной площади, между которыми оставлены стратиграфические бровки шириной 1 м (рис. 17, 18).

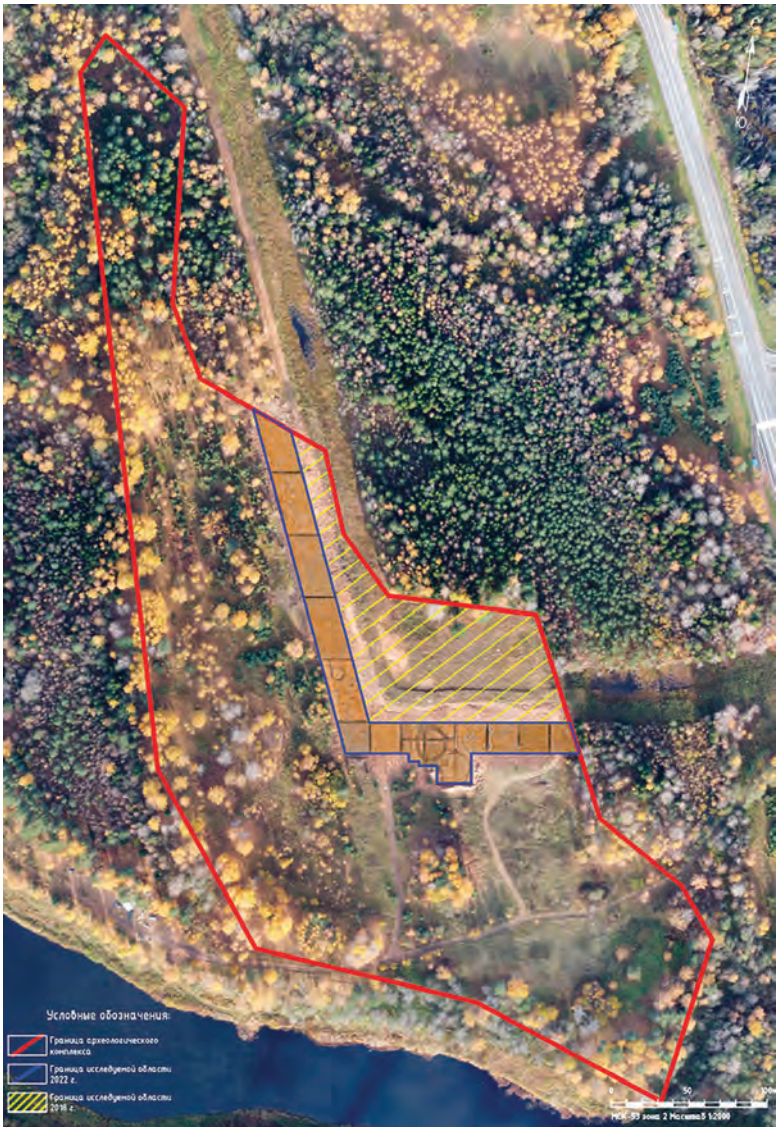

Рис. 19. Комплекс археологических памятников «Бесовы Харчевни». Раскопы 2018 и 2022 гг. Общий вид территории комплекса. Ортофотоплан

Параллельный ему раскоп 2022 г. был разделен на 13 также условных участков (секторов) (рис. 19).

Конфигурация и размеры секторов были обусловлены общим контуром раскопов с максимальным учетом особенностей микрорельефа. В результате базовые оси оказались несколько смещены относительно направления на север (азимут 352°). Условно восточные и северные отрезки общего контура были

размечены вдоль поздних техногенных отвалов грунта, в настоящее время заросших кустарником.

Раскопки курганов, оказавшихся в пределах размеченных раскопов, производились со снятием всей насыпи[12] и исследованием всего находящегося под ней пространства, а также прилегающей территории. Кроме того, курганная насыпь № 1/2018 была выражена в современном рельефе до начала работ, и для ее исследования были размеченные дополнительные бровки.

Раскопки велись по условным горизонтам мощностью 0,05–0,07 м, с учетом зачисток 0,1–0,15 м. Учитывая, что изучаемые напластования состояли преимущественно из мелкозернистого песка — основания древней дюны, они при зачистке высыхали почти мгновенно. В процессе работ, особенно при изучении погребений и стратиграфии, приходилось постоянно увлажнять грунт с использованием нескольких садовых увлажнителей. В таких условиях глубина расчищаемых горизонтов неизбежно увеличивалась. Кроме того, при разметке стратиграфические бровки оставлялись несколько более широкими для того, чтобы их неизбежное высыхание и осыпание по мере углубления раскопа не привело к утрате информации на момент полной фото- и графической фиксации. Их приведение к стандартной ширине (1 м) происходило по достижении на площади изучаемого в данный момент сектора уровня материка. Соблюдение этого методического приема позволило получить полноценные стратиграфические разрезы во всех размеченных профилях.

Основная площадь раскопов 2018 и 2022 гг. была размечена на бывшем поле. В 2018 г. для того, чтобы понять характер напластований и выработать оптимальную стратегию полевых работ на данном участке, до вскрытия слоев на всей площади раскопа, вдоль его южной границы, была заложена разведочная траншея (рис. 11). В результате исследований было выяснено, что горизонт гомогенного, равномерно окрашенного гумусированного песка здесь распахан полностью до материка. Следы распашки в виде вытянутых борозд, заполненных тем же гумусированным песком, были выявлены в материке. На данном участке, проходившем через наиболее возвышенную часть холма, мощность гумусированного распаханного слоя составила в среднем 0,4 м. В процессе работ стало очевидным, что, несмотря на наличие в этом пахотном слое многочисленных артефактов разных эпох, возможность выявления каких-либо объектов in situ, в первую очередь различных ям, возникала только после зачистки поверхности по уровню материка. Они могли сохраниться только ниже уровня распашки. Поэтому было принято решение разделить гомогенный горизонт пахоты на два условных горизонта, мощностью 0,15–0,2 м каждый, разобрать их до уровня материка, фиксируя в трехмерной системе координат каждую

[12] Насыпи курганов № 2/2018, а также № 2, 3, 4/2022 были полностью разрушены и не просматривались с современной дневной поверхности. Они были выявлены при зачистке материка по гумусированному заполнению окружавших их ровиков.

индивидуальную находку. Затем выявить и разбирать объекты, сохранившиеся ниже уровня распашки.

Остатки всех объектов (ям, рвов), а также расположение находок в соотношении со вскрытыми сооружениями были нанесены на послойные или пластовые планы. Грунт на отдельных участках, а также заполнение ям после разборки на месте просеивался через сита с размером ячеи 3,5 и 4 мм (в зависимости от его влажности). После разборки каждого условного горизонта или литологического слоя производились зачистка, нивелировка, фото-, графическая, текстовая фиксация и обмеры.

Фиксация планиграфии была произведена методами фотограмметрии и ортофотометрии с нивелированием поверхности раскопа до начала работ, поверхностей всех горизонтов зачисток, материковой поверхности, индивидуальных находок. Фиксация стратиграфии проведена по бортам раскопа методом графической зарисовки, так же методом ортофотометрии и нивелированием объектов стратиграфии.

Находки фиксировались *in situ* с указанием координат по трем осям, горизонта, структуры. Для максимального повышения точности фиксации и одновременно ускорения процесса просеивания грунта, что было очень актуально при заданных площадях раскопок, лазерные тахеометры использовались в постоянном режиме в течение всего рабочего дня. Это позволяло в любой момент времени определять координаты участка, который в данный момент расчищался, избегать на практике часто возникающей путаницы в нумерации квадратов координатной сетки. Каждая индивидуальная находка или полученная при просеивании того или иного горизонта или объекта упаковывалась в пластиковые пакеты с защелкой, в которые вкладывались этикетки с указанием номера слоя, объекта, находки.

Документирование и фиксация находок шли последовательно — пока не завершено исследование верхнего горизонта, нижележащий не вскрывался. Артефакты оставлялись на месте до полной расчистки с целью изучения возможных скоплений. Поскольку в процессе археологических раскопок были обнаружены артефакты разных эпох, для каждой из них создавался отдельный план. Этот методический прием представлялся важным в отношении находок, связанных со стоянкой каменного века, что позволило даже при факте полной деструкции культурного слоя определить их концентрации и связать с определенными объектами (ямами), не потревоженными распашкой, сохранившимися ниже уровня залегания материка.

Выявленным в ходе раскопок объектам (ямам) в момент обнаружения присваивался индивидуальный номер, который отражался в таблице обмеров в виде кода. Нумерация объектов была сквозной.

Ямы в большинстве случаев разбирались до основания в два этапа: сначала выбиралась одна половина для профиля, затем вторая — для фиксации в плане. Для каждого объекта делался и фиксировался профиль, получавший во избе-

жание путаницы с обозначениями общих стратиграфических разрезов самостоятельный индекс «Я» и далее индивидуальный номер ямы.

Камеральная обработка материала осуществлялась в поле: производились помывка находок, шифровка, первичная консервация, подсчеты, первичный технико-типологический анализ и доработка описи находок, упаковка и подготовка артефактов к транспортировке.

Окончательная обработка находок, составление описей и коллекционных списков, фотографирование, рисование, консервация и реставрация осуществлялись в городе после завершения полевого этапа работ.

В ходе камеральной обработки находок были составлены коллекционный список индивидуальных находок и опись всех находок, включая зафиксированные в трехмерной системе координат и полученные при просеивании грунта.

Ежедневно данные с тахеометра снимались и при этом автоматически формировалась основа описи обмеров и находок.

При проведении археологических раскопок приоритетным было использование комплекса методов, основанных на наиболее современных методиках фиксации и обработки полученных данных с применением новейших технологий и программного обеспечения. В процессе работ был произведен максимально полный отбор образцов для их изучения в лабораторных условиях.

Принципы и методы цифровой фиксации

Послойные планы раскопов являются одними из основных результатов проведения полевых археологических исследований. Результаты применения устоявшихся методов фиксации слоев в раскопе (заключающихся преимущественно в ручных зарисовках и фотографировании) не соответствуют современным требованиям, предъявляемым к точности выходных материалов, а также крайне неудобны для последующего анализа и обработки. Отсутствие современных методик планирования и проведения раскопочных работ вынуждает искать свои способы применения современного геодезического оборудования и геоинформационных систем (Антонович 2005; Васильев 2005: 9–11; Васильев, Городилов, Бочкарева 2010: 175–181).

Даже если археологи при проведении раскопочных работ используют современное геодезическое оборудование, «ручная» методика создания планов остается прежней. В результате при совмещении данных разных пластов сплошь обнаруживается несогласованность форм и размеров картографируемых объектов: границы объектов раскопа «разъезжаются», меняются ориентация, линейные размеры, площадь объектов (Старовойтов, Чернова 2015: 18–29).

В камеральных условиях границы объектов можно подогнать друг к другу. Но это возможно далеко не во всех случаях. Ценой такой подгонки будут потеря качества данных, части информации об объектах раскопа и, как следствие,

снижение достоверности полученных результатов. При этом общая ошибка положения фиксируемых элементов раскопа накапливается по мере вскрытия.

Проблема требует современного решения. К перспективному методу поэтапной фиксации объектов раскопа относится фотограмметрия (Сингатулин 2013: 148–152).

В ходе полевых исследований были использованы методы фотограмметрической съемки, предложенные А. В. Старовойтовым:

1) метод перспективной маршрутной съемки (МПМС);

2) метод фиксации углов (МФУ);

3) метод субортогональной съемки по периметру (МССП).

Метод перспективной маршрутной съемки. МПМС опирается на классическую геодезическую модель съемки местности с летательного аппарата, где для каждой точки существуют проекции не только со снимков одного маршрута, но и с параллельных маршрутов. Различие заключается в том, что ось объектива при съемке раскопа не направлена по нормали к земной поверхности, а ориентирована таким образом, чтобы захватить верхнюю кромку стенки. Еще одним важным отличием является то, что подобная серия снимков производится четыре раза: одна серия для каждой стороны раскопа.

Большой минус данного метода — огромное количество фотоматериала для обработки. Это значительно увеличивает время вычислений. Несмотря на то что точность получаемой модели в десятки раз выше точности планов раскопов, построенных ручных способом, и даже превышает требуемую нормативную точность к построению планов, к сожалению, приходится признать, что с точки зрения эффективности МПМС не является наилучшим для съемки больших по площади раскопов.

МПМС идеально подходит для съемки отдельных погребений и небольших ям, форма которых близка к форме прямоугольника. В этом случае центральная часть объекта снимается ортогонально поверхности съемки, а боковые части — под углом.

Метод фиксации углов. Фотографирование проводится субортогонально стенке раскопа или сооружения. При этом оператор перемещается у противоположной стенки, по дну раскопа. В этом случае обеспечивается широкий охват поверхности пласта с наименьшим влиянием перспективы на результат ортотрансформирования. Для перехода к следующей стенке проводится стыковочная съемка угла раскопа, на который вышел оператор в ходе съемки. Съемка угла проводится МЦО с шагом 18° (или 5 кадров на один угол). Цикл съемки замыкается на точке начального кадра.

Метод субортогональной съемки по периметру используется для исключения возможных искажений ортофотоплана вблизи верхней бровки раскопа или сектора раскопа. Съемка проводится по нормали к поверхности пласта. В этом случае оператор передвигается по борту сектора или раскопа и производит фотографирование сверху вниз. Шаг съемки должен обеспечивать перекрытие

соседних кадров не менее 50 %. Цикл съемки замыкается в начальной точке фотографирования (Старовойтов, Чернова 2020: 314–330).

В качестве основного средства съемки при раскопках комплекса «Бесовы Харчевни» в 2018 и 2022 гг. был использован малогабаритный дрон DJI Mini 2. Его небольшие размеры (в раскрытом состоянии 245×289×56 мм) позволили полностью организовать фотограмметрическую съемку раскопа, в том числе стенок, бровок и погребений. Для географической привязки ортопланов раскопов и 3D-реконструкций были применены современные геодезические приборы: GNSS-приемник Trimble R8s Base & Rover и тахеометр Leica TS03 (рис. 20).

В поле для обозначения реперных точек использованы специальные маркеры, которые автоматически определяются программой обработки (рис. 21: *1*, *2*).

Кодированные марки являются простыми инструментами для полевой работы, которые могут способствовать успешному воссозданию трехмерной сцены. Они снабжены кольцом из черных и белых сегментов, охватывающим центральный круг (рис. 21: *3*). Кодированные марки (КМ) могут использоваться в качестве маркеров для задания локальной системы координат и масштаба модели или в качестве верного соответствия для повышения эффективности процедуры выравнивания фотографий. В программе Agisoft Metashape предусмотрено автоматическое выявление и сопоставление КМ на исходных фотографиях, что позволяет сэкономить время на ручную расстановку маркеров. Кроме того, при автоматической обработке возрастает точность проводимых операций (обнаружение КМ и расстановка маркеров). Metashape поддерживает

Рис. 20. Комплекс археологических памятников «Бесовы Харчевни». Раскоп 1/2022. Процесс фиксации погребения. Рабочий момент

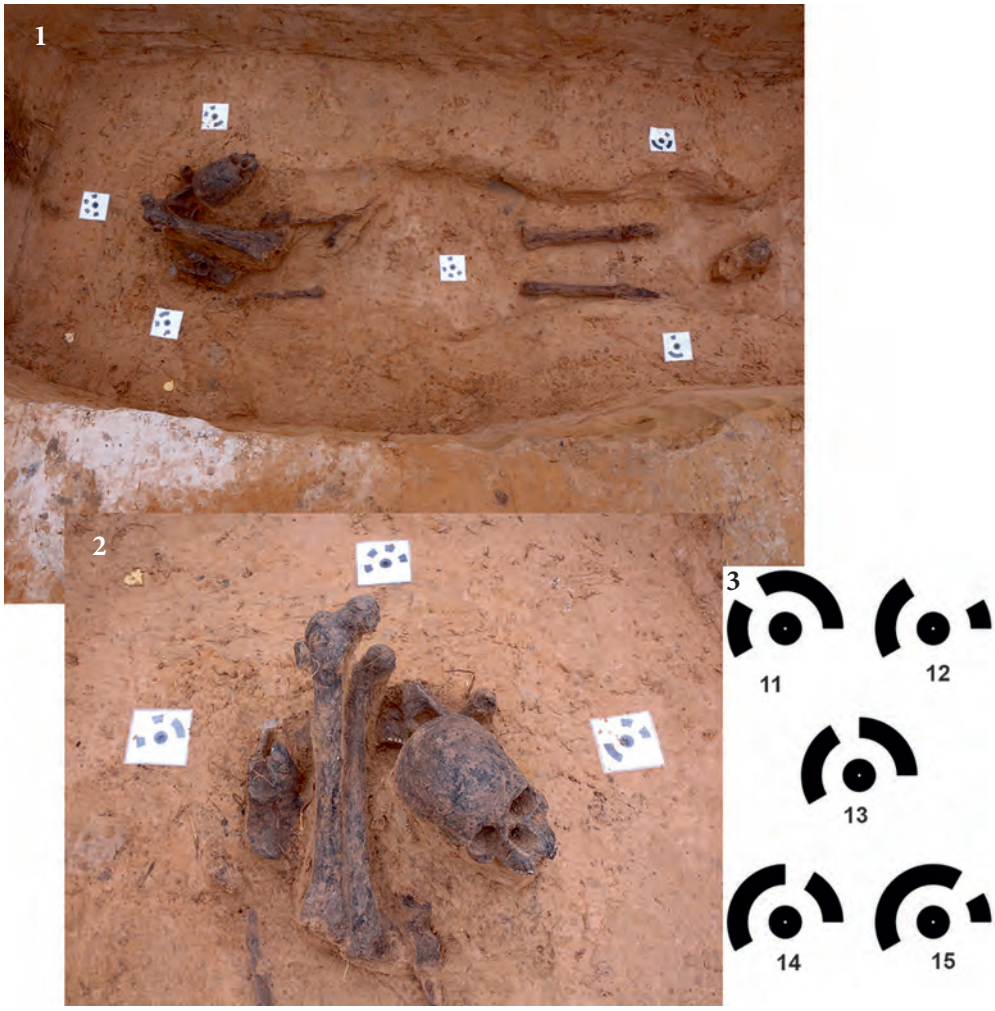

Рис. 21. Принципы полевой фиксации,
примененные на комплексе «Бесовы Харчевни»:
1, *2* — схема расположения кодированных марок при фиксации погребения;
3 — кодированные марки

четыре типа круговых КМ: 12, 14, 16 и 20 бит. Считается, что 12-битная марка распознается точнее, однако 14-, 16- и 20-битная марки позволяют использовать в одном проекте большее число КМ. Для успешного обнаружения КМ должна занимать значительное число пикселей на исходной фотографии. Это приводит к естественному ограничению применения КМ: они часто оказываются полезными в проектах, где съемка производится с близкого расстояния, но для корректного распознавания марок на аэрофотоснимках требуется располагать на земле огромные КМ.

Все модели археологических объектов были рассчитаны в Agisoft Metashape Professional. Выбор программы был обусловлен низкими требованиями к квалификации пользователя и эффективными алгоритмами обработки фотоматериала (рис. 22).

Учитывая гигантские для археологических исследований площади раскопов 2018 и 2022 гг. (совокупно 19 379 кв. м) и привычный для спасательных раскопок ограниченный лимит времени, принятая методика при соблюдении всех стандартных правил, четко прописанных в *Положении о порядке проведения археологических полевых работ и составления научной отчетной документации* (в действующей на момент раскопок редакции 2018 г.), позволила в весьма короткие сроки провести полный цикл исследований без потери качества фиксации.

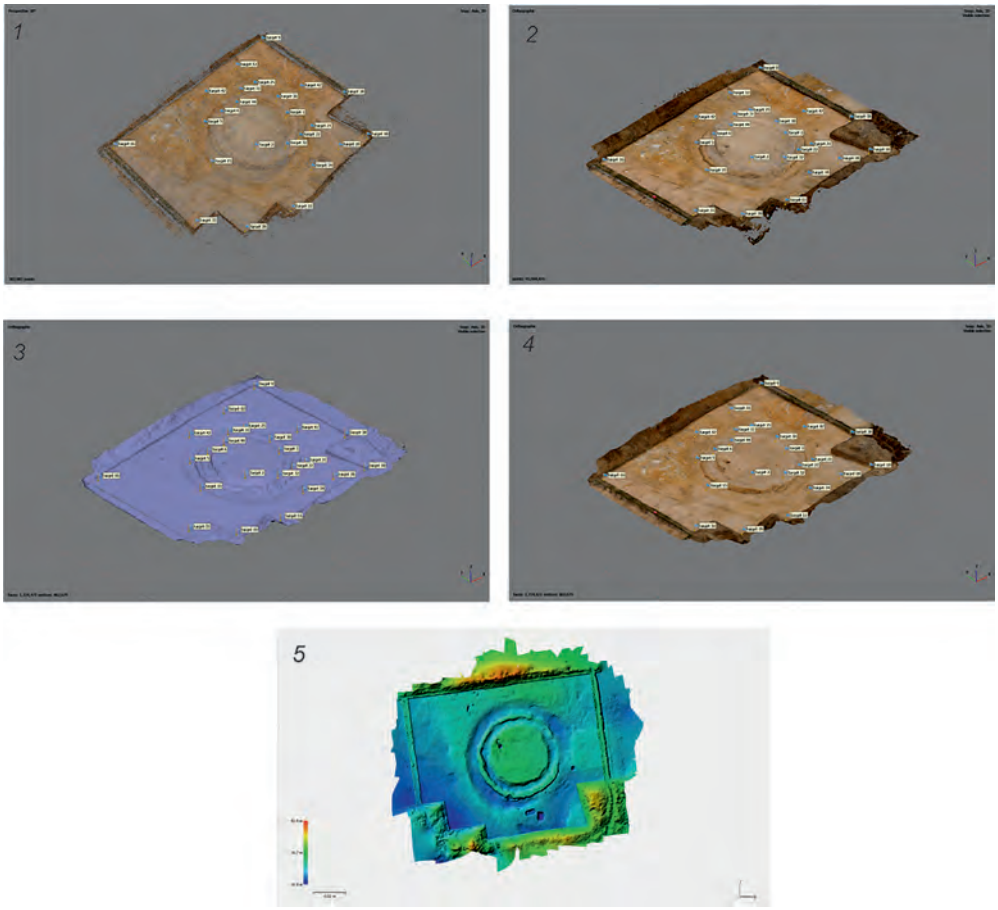

Рис. 22. Этапы получения 3D-модели поверхности (на примере кургана 1/2022): *1* — выравнивание; *2* — плотное облако точек; *3* — каркасная модель; *4* — текстурированная модель; *5* — цифровая модель местности