

ПРИВЯЗКА СТАРЫХ РАСКОПОВ ПО АРХИВНЫМ МАТЕРИАЛАМ

канд. ист. наук Ст. А. ВАСИЛЬЕВ
(Институт истории материальной культуры
Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия)
ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8024-2090>
e-mail: stasilein@mail.ru

В 1911–13 гг. на Земляном городище в Старой Ладого Н. И. Репников осуществил масштабные археологические исследования тремя раскопами. В двух были вскрыты хорошо сохранившиеся многоярусные деревянные конструкции жилой застройки Старой Ладого VIII – XVI вв. В третьем – остатки ц. Климента 1153 г. Полевые материалы раскопок 1911–13 гг. дошли до нас частично, место раскопок известно приблизительно. Изучение культурных напластований городища было продолжено лишь в 1938–59 и 1973 – 2016 гг. Разница полевых методик, условных высотных уровней, накопившиеся ошибки сеток квадратов усложняют подготовку новых обобщающих материалов по материалам раскопок. Задача повторного сведения всех раскопок на Земляном городище с точным пространственным положением становится все более актуальной, и в этом вопросе привязка результатов раскопок ц. Климента играет ключевую роль.

Ключевые слова: *Старая Ладога, Земляное городище, фотограмметрия, 3D-моделирование.*

GEOREFERENCING OF OLD TRENCHES BASED ON ARCHIVAL DATA

St. VASILIEV
(Institute of the History of Material Culture
of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia)

In 1911–13 N. I. Repnikov carried out large-scale archaeological research at the Zemlyanoye gorodische in Staraya Ladoga with three excavations. In two of them, well-preserved remains of VIII – XVI-th cc. wooden buildings were opened, in the third – remains of the St. Clement church dated by 1153 AD. Further investigations of the area were continued only in 1938–59 and 1973–2016. Variety in field methods, conditional height levels, and accumulated errors in square grids highly complicate preparation of new generalizing materials based on excavation materials. The task to rematch all the excavations at the Zemlyanoye gorodische is becoming more and more urgent. In this case the matter to georeference the results of the St. Clement church excavations plays a key role.

Keywords: *Staraya Ladoga, Zemlyanoe gorodische, photogrammetry, 3D-modelling.*

В 1911–13 гг. на Земляном городище в Старой Ладого Н. И. Репников осуществил масштабные археологические исследования тремя раскопами. В двух раскопах были вскрыты хорошо сохранившиеся многоярусные деревянные конструкции жилой застройки Старой Ладого VIII – XVI вв. В третьем раскопе были вскрыты остатки церкви Климента 1153 г. [1]. Полевые материалы этого времени дошли до нас частич-

но, место раскопок было известно лишь приблизительно. Раскопами последующих лет изучение культурных напластований Земляного городища было продолжено. Разница полевых методик, условных высотных уровней, накопившиеся ошибки общей сетки квадратов в значительной степени усложняют подготовку сводных, обобщающих материалов по планиграфии и стратиграфии Земляного городища. В задаче по сведению всех раскопов на Земляном городище раскопы 1911–13 гг. выполняют связующую функцию. Но главной точкой отсчета являются раскопки церкви Климента, жалкие остатки которого мы наблюдаем и по сей день.

В отличие от классической сетки квадратов 2×2 м, на раскопах 1911–13 гг. на Земляном городище в Старой Ладоге для выполнения обмеров применялась система обносок и причалок, актуальная и в настоящее время [2]. В производстве обмеров и создании чертежей в разные годы принимали участие архитектор Сергей Семенович Некрасов (1911 г.), студент-архитектор С. М. Сулин (1912 г.), гражданский инженер Сергей Александрович Карцев, студент Института гражданских инженеров Иосиф Эдмундович Свидзинский (1913 г.) [3]. Сохранилась также большая серия фотографий раскопов, сделанных фотографами Василием Михайловичем Машечкиным (1911–12 гг.) и Александром Александровичем Гречкиным (1913 г.) [4]. Часть фотоматериалов оказалась пригодной для построения трехмерных моделей раскопов или отдельных объектов.

На чертежах, помимо объектов с промерами расстояний, изображены уровни причалок, колов и отвесов, формирующие своеобразную разметочную сетку, позволяющую стыковать планы и разрезы. Вертикальные колы с горизонтально натянутыми между ними шнурами видны на многих фотографиях, формируя общие высотные уровни для всех раскопов 1911 – 1913 гг. на Земляном городище [5]. Единицами измерений служили сажени и сотки саженей [6]. Несмотря на всю сложность фиксации открытых в ходе раскопок объектов, сохранившиеся до нашего времени чертежи демонстрируют завидное качество исполнения, которое позволяет нам и сегодня использовать их для археологических реконструкций.

Процедура привязки чертежей и определения точного местоположения вскрытых Н. И. Репниковым объектов церкви заключалась в сборе и анализе всех доступных архивных материалов (полевые отчеты, дневники, чертежи, фотографии, рисунки и описи), закладке разведочных шурфов на территории старых раскопов для поиска и координатной привязки сохранившихся объектов. Такие объекты, при успешной их идентификации, выступают в роли ключевых опорных точек, по которым происходит пространственное позиционирование архивных чертежей в трехмерной системе координат. Последовательная стыковка смежных чертежей по контурам общих объектов или опорным точкам позволяет собрать в едином координатном пространстве своеобразную трехмерную модель одного или нескольких раскопов из взаимно пересекающихся планов и разрезов. Привязка таких моделей вводит их в контекст окружающего ландшафта в общепринятой системе координат.

Для выполнения пространственной привязки раскопов прошлых лет на Земляном городище чертежи раскопок ц. Климента в 1912–13 гг. играют ключевую роль. Самыми ценными являются чертежи с указанными на них промерами. На большинстве из них зафиксировано состояние архитектурных остатков на момент полевого сезона 1912 г., когда была вскрыта вся площадь церкви, но основные работы велись в её наиболее сохранившейся западной части [7]. В 1913 г. доследовалась восточная часть остатков церкви, преимущественно, на уровне конкретных деталей (разрезы полов и т.д.). Чертежи этого периода единичны. Позднее, частичное вскрытие остатков церкви осуществили П. А. Раппопорт и Л. Н. Большаков в 1979–80 гг. [8].

Ручные обмеры естественным образом сопровождались погрешностями измерений, обусловленными методикой.

Одной из задач анализа архивных чертежей является оценка неточностей измерений и исправление геометрических искажений, связанных с деформацией бумажных носителей в процессе использования и хранения. Геометрические искажения чертежей, на которых нанесена разметка, были выправлены по методу «резинового листа» («rubber sheet»), который широко используется в картографии для ортотрансформации растровых изображений [9]. Для этого указанная на них сетка разметочных линий восстанавливалась по своим размерам в оригинальных единицах измерений. Затем все разметки переводились в метрическую систему и использовались в качестве основы для последующей коррекции искажений сканированных чертежей.

Исправление искажений бумаги при наличии разметочной сетки – задача непростая, поскольку параметры разметки известны и максимально соблюдаются как в поле, так и на бумаге. В случае с указанными на чертежах промерами ситуация осложняется тем, что измерение расстояния обычно является разовым действием и ошибку в определении длин отрезков впоследствии сложно исправить, так как объект в раскопе уже разобран. Например, проверка подписанных размеров на привязанном плане траншеи у западной стены в половине случаев показывает погрешность в пределах 3–4 соток (6,4 – 8,5 см), в остальных случаях – в среднем 6 – 14,5 соток (13 – 31 см), в то время как линии обноски, исходной и реконструированной, практически совпадают. Погрешность промеров на исходном чертеже Разреза VII западной стены церкви в сравнении с выправленным по прямоугольной сетке причалок и отвесов составляет в среднем 2–4 сотки (4,2 – 8,5 см), в нескольких случаях достигая 6 соток (12,3 см) [10]. Схожая разница фиксируется и на остальных чертежах. Попытка геометрической коррекции чертежа с использованием всех указанных на нем размеров приводит к неправдоподобным искажениям контуров объектов. Исходя из этого, планы и разрезы выправлялись только по сетке обносок.

От раскрытых в 1912–13 гг. конструкций церкви до нашего времени сохранилась преимущественно нижняя часть на уровне полов, остальное к концу XX в. оказалось утраченным. Контуры фундамента и первых рядов кладки стен церкви Климента и сейчас угадываются в неровностях современной дневной поверхности. Обнаруженные в серии разведочных шурфов 2023 – 2024 гг. фрагменты кладок были идентифицированы и послужили опорными точками для дальнейшей привязки архивных материалов (рисунки 1, 2) [11]. Полевые измерения выполнялись с помощью GNSS-оборудования в местной системе координат МСК-47 Зона 2 и Балтийской системе высот, являющихся основными для проведения всех землеустроительных работ в Волховском районе Ленинградской области [12].

Сопоставление сводного плана 1913 г. остатков церкви с зафиксированными в шурфах объектами выявило небольшие несовпадения в контурах объектов в пределах 10–15 см. Отчасти, это объясняется процессом подвижки и просадки грунта из-за береговых штолен по добыче песка, а также погрешностью ручных обмеров [15]. Затем, сводный план 1913 г. был использован в качестве основы для привязки других планов. Планы последовательно совмещаются друг с другом с необходимой коррекцией взаимного положения в процессе выравнивания. При этом, исходный масштаб чертежей, восстановленный по параметрам линий разметки, сохранялся неизменным (рисунок 3).

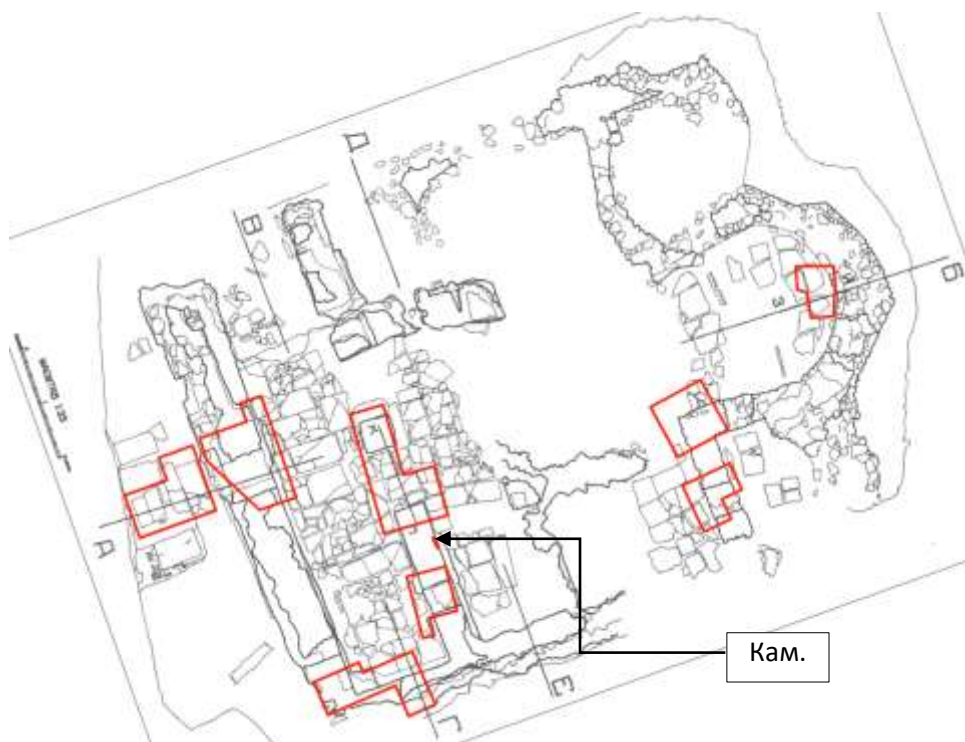


Рисунок 1. – Схема разведочных шурфов 2023-24 гг. на плане остатков ц. Климента [13]



Рисунок 2. – Известняковые плиты в западной стене ц. Климента в шурфе 2023 г. и фотографии 1912 г. [14]

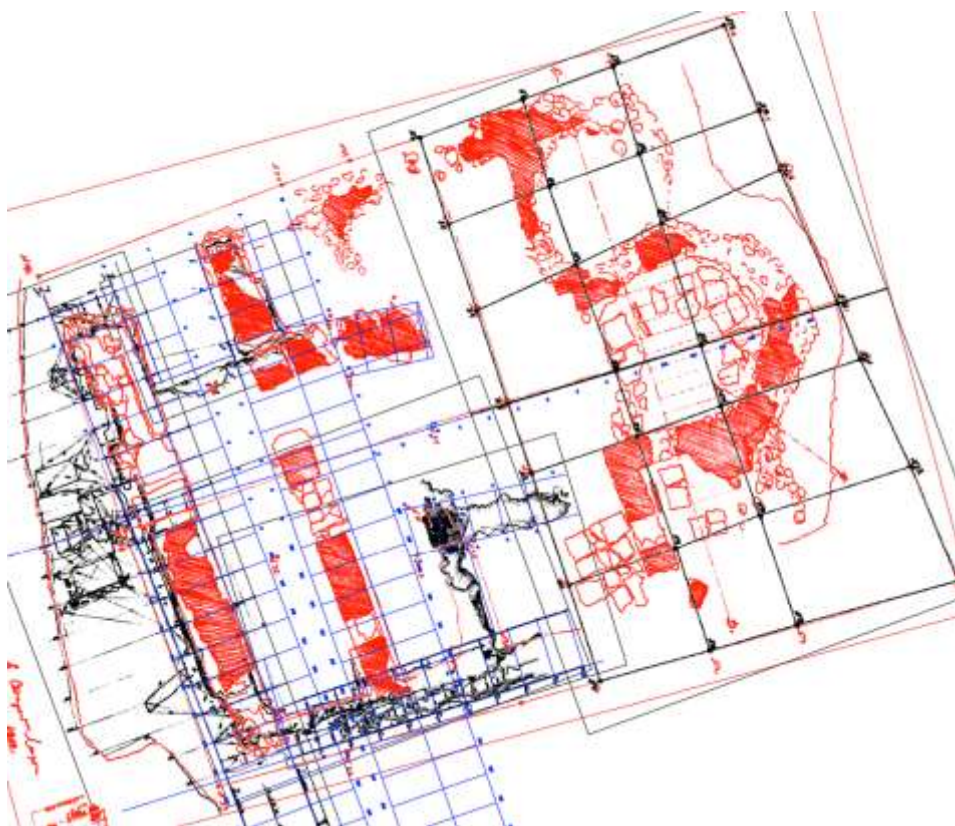


Рисунок 3. – Последовательная привязка архивных планов ц. Климента по контурам плана 1913 г. [16]

Итоговое положение линий обноски на сведенных планах, схемы разрезов и 3D-модели разведочных шурфов послужили ориентирами для позиционирования чертежей разрезов при сборке трехмерной модели чертежей («коробочки») в принятой системе координат и высот [17]. В 2024 г. на Земляном городище *in situ* был обнаружен выступающий на поверхность крупный камень кладки стены нартекса, зафиксированный на чертежах и фотографиях 1912 г., который был принят в качестве главной точки отсчета в определении и корректировке абсолютного высотного положения архивных чертежей остатков церкви, включая полученную 3D-модель («коробочку») (рисунок 4). Сопоставление высотного уровня поверхности камня с архивными данными позволяет вычислить все высотные уровни причалок обноски раскопа 1912 г. (рисунок 5).

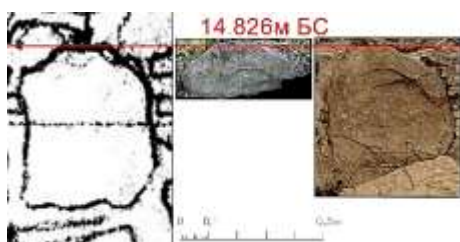


Рисунок 4. – Уровень поверхности камня в кладке стены нартекса на чертеже Разреза XIII, ортофото 2024 г. и архивной фотографии 1912 г. (Начало)

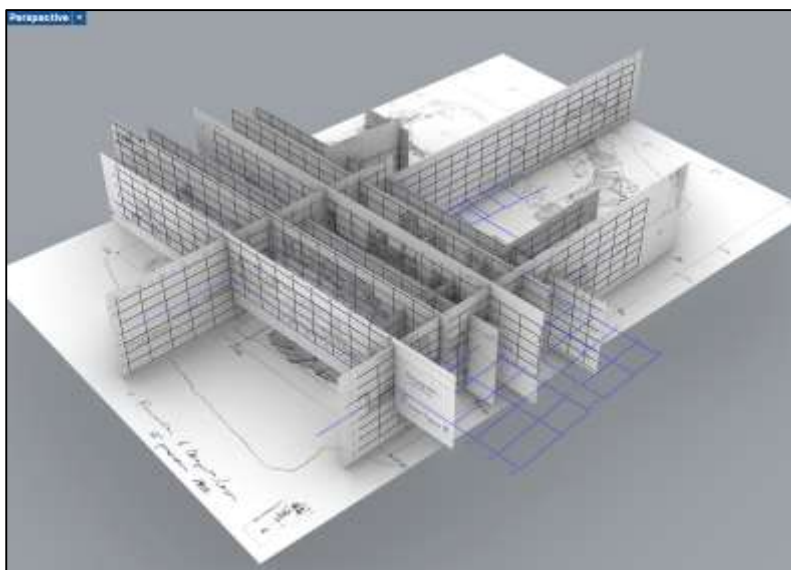


Рисунок 5. – Сборка 3D-модели из планов и разрезов («коробочки») [18] (окончание)

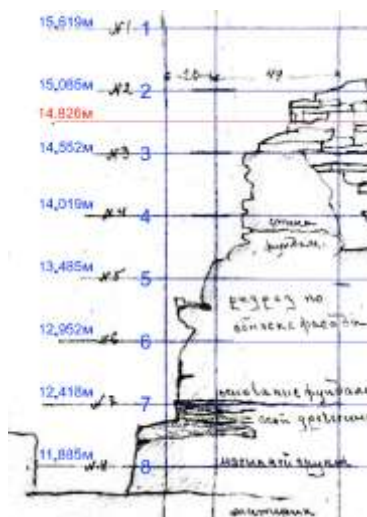


Рисунок 6. – Определение высотных отметок уровней причалок 1–8 на Разрезе XIII в Балтийской системе высот 1977 г. [19]

В качестве сравнительной модели для оценки зафиксированных на чертежах контуров объектов и дополнительной пространственной корректировки была использована фотограмметрическая модель остатков церкви, построенная по фотографиям 1912 г. [20]. Данная методика зарекомендовала себя как вполне перспективная при работе с архивными фотоматериалами [21].

Коллекция снимков раскопок церкви Климента 1912–13 гг. включала 57 различных изображений [22]. Из них 11 изображений были исключены из-за плохого

качества, отсутствия перекрытия с другими кадрами или сильного отличия степени раскрытия объекта. Из-за отсутствия параметров фотокамер, путём экспериментального подбора параметров выравнивания снимков максимально удалось расставить только 24 из 46 фотографий, получить 45 тыс. связующих точек и 24 карты глубины. Дальнейшее выравнивание происходило путем многократно повторяющегося цикла последовательной ручной расстановки маркеров (check points) и последующего повторного выравнивания до достижения предела в 35 выровненных снимков, 28 карт глубины при 88 маркерах. По этим данным удалось построить лишь частичную 3D-модель остатков ц. Климента, включающую крупные фрагменты западной траншеи, западной стены, стены нартекса и пола, крупные фрагменты полов и стен центральной и северной апсид. Достоверность вершин более половины площади модели оценена программой в диапазоне 50–100%. Общая ошибка привязки полученной модели по оценке программы Agisoft Metashape составила 5 см. Совмещение с моделью сведённых архивных планов и разрезов («коробочки») остатков ц. Климента, расхождения в контурах проработанных на модели объектов и обозначенных на чертеже, в целом, не превысили 15 см (рисунок 6).

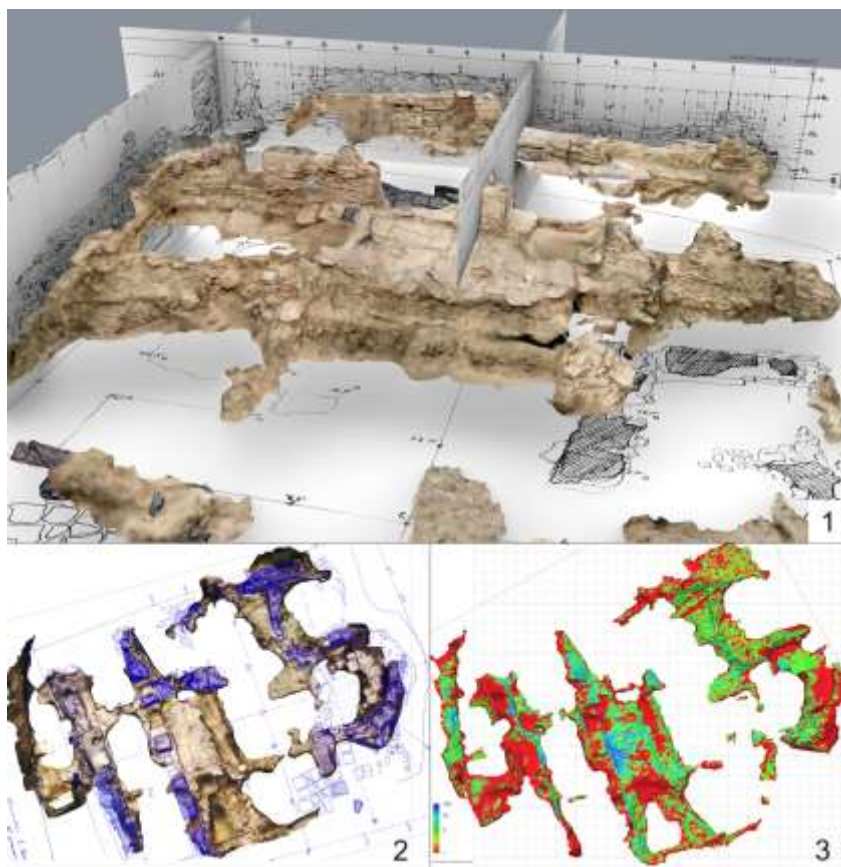


Рисунок 7. – Совмещение фотограмметрической модели с моделью разрезов («коробочкой») (1); совмещение ортофотоплана 3D-модели со сводным планом 1913 г. (2); определение достоверности вершин модели (3)

Максимально точное определение местоположения остатков ц.Климента создало надежную основу для дальнейшей привязки смежных раскопов последующих лет в общем координатном пространстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Репников, Н. И. Раскопки в городище Старой Ладogi. Отчет о работах 1909 – 1913 гг. / Н. И. Репников // МАЭ, Старая Ладога. – Л., 1948. – С. 15–16.
2. Соколова, Т. Н., Архитектурные обмеры: учеб. пособие / Т. Н. Соколова, Л. А. Рудская, А. Л. Соколов. – М., 2007. – С. 37–41, 48–49, 52–54.
3. Переписка с археологом Н. И. Репниковым о собирании этнографических коллекций во время археологических раскопок в Старой Ладoge Петербургской губ. и Мариупольском уезде; Отчеты и описи. 29 апреля 1910 г. – 3 апреля 1923 г. // РЭМ, Рукописный архив, Ф. 1, Оп. 2, Д. 497. – Л. 32, 34–35, 8.
4. НА РЭМ. – Колл. № 1847, 2359, 2467, 2468, 2716; НА ИИМК РАН. – ФО.Q523, ФО.Q1685, ФО.Q1686.
5. НА ИИМК РАН. – ФО.Q523-2, 4, 9, 10 и др.
6. 1 сажень = 7 английских футов = 2,1336 м; 1 сотка сажени = 1/100 сажени = 2,1336 см – см. Указ Николая I о системе Российских мер и весов № 8459 от 11 октября [1835 г.] // Полное собрание законов Российской империи. Собрание второе. Т. X. Отделение второе. 1835. От № 8357-8738. – СПб., 1836. – С. 1010–1011; Большая советская энциклопедия. – Т. 22. – М., 1975. – С. 496.
7. Репников, Н. И. Раскопки в городище Старой Ладogi. Отчет о работах 1909–1913 гг. // МАЭ, Старая Ладога. – Л., 1948. – С. 48.
8. НА ИИМК РАН. – Ф. 35, Оп. 1, Д. 4; Ф. 35, Оп. 1, Д. 6; Раппопорт, П. А. Отчет о работе архитектурно-археологической экспедиции в 1979 г. – Л., 1979 г. // Научный архив ИА РАН. – Р-1 7573; Раппопорт, П. А. Отчет о работе архитектурно-археологической экспедиции в 1979 г. Альбом иллюстраций. – Л., 1979 г. // Научный архив ИА РАН. – Р-1 7573а; Большаков, Л. Н. Отчет о работе Ладожского отряда архитектурно-археологической экспедиции ЛОИА АН СССР. Раскопки церкви Климента в Старой Ладoge. – 1980 г. // Научный архив ИА РАН. – Р-1 8564; Большаков, Л. Н. Раскопки церкви Климента в Старой Ладoge / Л. Н. Большаков // Археологические открытия 1980 года. – М., 1981. – С. 7; Большаков, Л. Н., Раскопки церкви Климента в Старой Ладoge / Л. Н. Большаков, П. А. Раппопорт // Новое в археологии Северо-Запада СССР. – Л., 1985. – С. 111–116; Раппопорт, П. А. Раскопки церквей в Новгороде и Старой Ладoge / П. А. Раппопорт // Археологические открытия 1979 года. – М., 1980. – С. 28–29.
9. Doytsher, Y. A rubber sheeting algorithm for non-rectangular maps / Y. Doytsher // Computers & Geosciences. – 2000. – Vol. 26, Iss. 9–10. – P. 1001–1010.
10. НА ИИМК РАН. – Р1, Д. 123. – Л. 12.
11. Павлова, М. С. Отчет об археологических раскопках на территории объекта культурного наследия федерального значения «Земляное городище и основание каменной церкви Климента» в с. Старая Ладога Волховского района Ленинградской области в 2023 г. / М. Павлова. – СПб, 2024 г. // Научный архив ИА РАН. – СПб., 2024.
12. Об использовании местной системы координат МСК-47 на территории Ленинградского кадастрового округа : Приказ Управления Росреестра по Ленинградской области № П/056 от 16 марта 2018; Письмо №03889 от 16.03.2018 г. Управления Росреестра по Ленинградской области. Приложение; Письмо №04693 от 30.03.2018 г. Управления Росреестра по Ленинградской области. Приложение.
13. НА ИИМК РАН. – Р1, Д. 123. – Л. 4.
14. НА ИИМК РАН. – ФО.Q523-12.
15. Сабанеев, Д. А. Заметка о древней Климентовской церкви близ Старой Ладogi / Д. А. Сабанеев // ЗРАО. Т. I. 1886. – С.1-2; Репников, Н. И. Раскопки в городище Старой Ладogi. Отчет о работах 1909-1913 гг. / Н. И. Репников // МАЭ, Старая Ладога. – Л., 1948. – С. 48.

16. НА ИИМК РАН. – РІ, Д. 123. – Л. 8, 12, 15, 18, 20, 26; Д. 1333. – Л. 36.
17. НА ИИМК РАН. – РІ, Д. 123. – Л. 10–11.
18. НА ИИМК РАН. – РІ, Д. 123. – Л. 9; ФО.Q523-25.
19. НА ИИМК РАН. – РІ, Д. 123. – Л. 9.
20. Васильев, Ст. А. От архивной фотографии к 3D-модели / Ст. А. Васильев // VII (XXIII) Всероссийский археологический съезд, 6–10 окт. 2025 г. : тез. – Красноярск, 2025 г. – [в печати].
21. Zawieska D & et al. Development of true orthophotomaps of the fortified settlement at Biskupin, Site 4, based on archival data // Archaeological Prospection. – 128. – 2019.; Tobiasz A. et al. Methodology of spatial modelling and visualisation of remains of the fortified Lusatian settlement in Biskupin based on archival data // Journal of Modern Technologies for Cultural Heritage Preservation. – 1. – 2022.
22. НА ИИМК РАН. – ФО.Q523; 2 фотографии б/н // Эрмитаж, ОАВЕС, архив О. И. Давидан; Госкаталог (<https://goskatalog.ru>), № 25548014, № 25548024, № 25548036, № 25548146.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ:

ЗРАО – Записки Русского археологического общества;
 ИА РАН – Институт археологии Российской академии наук;
 МАЭ – Материалы археологических экспедиций;
 МСК – Местная система координат;
 НА РЭМ – Научный архив Российского этнографического музея;
 НА ИИМК РАН – Научный архив Института истории материальной культуры Российской академии наук;
 ОАВЕС – Отдел Археологии Восточной Европы и Сибири.