

СТЕКЛО МОГИЛЬНИКА ФРОНТОВОЕ 3 В ЮГО-ЗАПАДНОМ КРЫМУ: ХРОНОЛОГИЯ, ДИНАМИКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЦЕНТРЫ

(по данным химического состава)

Ольга Сергеевна Румянцева

Институт археологии Российской академии наук, Москва, Россия
o.roumiantseva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5648-6079>

Аннотация. Химический состав стекла сосудов могильника Фронтное 3 изучен методом СЭМ-ЭДС. Могильник конца I – начала V в., обнаруженный в Юго-Западном Крыму (около Севастополя), полностью раскопан в 2018 г. Данные о составе 144 образцов стекла (бесцветного, естественно окрашенного или фиолетового прозрачного) позволили установить, что все обнаруженное здесь стекло является продукцией сиро-палестинских и египетских стекловаренных центров, и египетское стекло преобладает на всех этапах существования могильника. Ритмы и хронология распространения групп, выделенных на основании химического состава, несколько отличаются от тех, что известны по материалам Средиземноморья и европейских провинций Римской империи. Выделенные во Фронтное группы были датированы на основании хронологических индикаторов, происходящих из захоронений с сосудами. В ранней части могильника выявлены следующие группы стекла: «римское» зелено-голубое (группа 1, конец I – II в. (преимущественно первая половина столетия)); «римское» бесцветное (группа 2, II – середина III в.); стекло, обесцвеченное сурьмой (группа 3, II–III вв.); стекло «смешанного» состава с марганцем и сурьмой (группа 4, II–III вв.). Бесцветное, близкое левантийской I группе стекло (группа 5, середина III в. (или чуть ранее) – середина IV в.) концентрируется в «переходной» зоне памятника. Смена производственных центров, поставивших стекло-сырец в европейские мастерские Римской империи, происходящая повсеместно в IV в., хорошо фиксируется и на материалах Фронтного. В поздней части могильника встречено стекло, близкое по составу сериям Фоу-3.2, Фоу 2.1 и НИМТ (группы 6–8), при этом группа НИМТ крайне малочисленна. Они распространяются в IV в. (возможно, исключая начало столетия) и существуют до финала могильника. Им синхронна группа стекла предположительного «смешанного» состава (группа 9), вероятно, результат активного вторичного использования в производстве стеклобоя. Ассортимент форм из стекла группы 4 и их «серийная» встречаемость среди материалов могильника позволяет предполагать активное использование в местном (предположительно, херсонесском) производстве стекла «смешанного» состава с марганцем и сурьмой (свидетельства активного использования стеклобоя) уже на раннем этапе существования могильника. Позже сюда, вероятно, поступало стекло-сырец левантийского (группа 5) и египетского (группы 6, 7) производства. На позднем этапе доля стекла вторичного использования также была, вероятно, высока, хотя это хуже фиксируется ввиду ограничений использованного метода анализа.

Ключевые слова: Юго-Западный Крым, римское время, химический состав стекла, СЭМ-ЭДС, римское стекло, сурьма, марганец, Египет, Сиро-палестинский регион, Фоу-3.2, Фоу-2.1, НИМТ

Благодарности: Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда в рамках проекта № 20-18-00396 «Варвары и Рим в Юго-Западном Крыму: взаимодействие культур». Выражаю благодарность А. Н. Свиридову и С. В. Языкову за возможность обработать и опубликовать материалы их раскопок, И. О. Гавритухину за консультации по хронологии материалов могильника Фронтное 3.

GLASS FROM THE CEMETERY OF FRONTOVOE 3 IN THE SOUTH-WESTERN CRIMEA: THE CHRONOLOGY, DISTRIBUTION DYNAMICS, AND PRODUCTION CENTRES (According to the Chemical Composition)

Olga S. Rumyantseva

Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

o.roumiantseva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5648-6079>

Abstract. The chemical composition of vessel glass from the cemetery of Frontovoe 3 has been studied with SEM-EDS technique. This cemetery, located on the outskirts of Sevastopol (south-western Crimea) and dated from the late first to the early fifth century AD, was completely investigated during the excavation campaign of 2018. The dataset containing 144 samples of colourless, naturally coloured, and purple glass allows for a conclusion that all the glass found at Frontovoe 3 comes from the Egyptian and Levantine glassmaking centres, and the Egyptian glass predominates at all stages of the cemetery. Nevertheless, the chronology of the groups of glass, singled out according to the chemical composition, sometimes differs from their time of distribution in the European provinces of the Roman Empire and the Mediterranean area. In this study the groups have been dated according to the archaeological context (i. e. considering the chronology of the burials with the glass vessels). In the early part of the cemetery four groups have been singled out: Roman blue-green (group 1, late first and second (mostly its first half) centuries); Roman colourless (group 2, second to the mid-third centuries); glass decoloured with antimony (group 3, second and third centuries); “mixed” Sb-Mn glass (group 4, second and third centuries). The colourless glass close to the Levantine I group by composition (group 5, from the mid-third (or slightly earlier) to the mid-fourth century) concentrated in the “transition” zone of the cemetery. The changes in the raw glass supply to the south-western Crimea took place in the fourth, similarly to what happened in the European provinces of the Roman Empire. In the late area of Frontovoe 3, there are glass finds showing the composition close to the series Foy-3.2, Foy 2.1, and HIMT group (groups 6-8), with very few pieces of the HIMT glass. These groups become widespread in the fourth century (possibly, excluding its early period) and existed to the abandonment of the site. The group 9, likely of the “mixed” composition due to the extensive glass recycling, dates from the same period. The selection of forms made of glass of group 4 and their serial occurrence in the burials of Frontovoe 3 implies the extensive use of recycled Mn-Sb glass in the local production (in Chersonese?) from the period synchronous to the early stage of the cemetery. Later on, raw glass of the Levantine (group 5) and Egyptian (groups 6, 7) origin was possibly supplied to Chersonese for the local glass working. In the latest period of the cemetery, the proportion of recycled glass was possibly high, although it is less evident due to the limitations of the SEM-EDS technique.

Keywords: south-western Crimea, Roman Period, chemical composition of glass, SEM-EDS technique, Roman glass, antimony, manganese, Egypt, Levant, Foy-3.2, Foy-2.1, HIMT

Acknowledgments: This study was funded by the Russian Science Foundation, project no. 20-18-00396 “Barbarians and Rome in the South-Western Crimea: The Interaction of Cultures.”

Введение. Химический состав стекла – важнейший источник, позволяющий судить о его происхождении и ремесленных практиках древних мастеров. Для первой половины I тыс. н.э. – периода, к которому относятся материалы могильника Фронтное 3 – состав стекла с высокой степенью достоверности позволяет говорить о географии центров, его производивших. В то же время, необходимо учитывать, что место или регион производства сосудов и стекла, из которого они изготовлены, в большинстве случаев не совпадают: в рассмотренный период стекло варилось

в ограниченном числе крупных стекловаренных центров, преимущественно ближневосточных, откуда в виде сырца распространялось по мастерским неполного цикла («вторичным»), в т.ч. европейским, производившим из полуфабрикатов готовую посуду [обзор литературы см.: 1].

Материалы могильника Фронтное 3 конца I – начала V в. н.э., расположенного недалеко от Херсонеса и полностью раскопанного экспедицией ИА РАН под руководством А. Н. Свиридова и С. В. Язикова [2], позволяют на представительном массиве материала изучить динамику поступления стекла в Юго-Западный Крым и поставить вопрос о характере и особенностях местного стеклоделательного производства, очевидно – херсонесского, и распространения стеклянных изделий у варварского населения данного региона.

Методика исследования. В данной работе рассматриваются результаты анализа 144 образцов стеклянных сосудов, представленных бесцветным (намеренно обесцвеченным), естественно окрашенным (без красителей и обесцвечивателей в составе) или окрашенным только марганцем (фиолетовым прозрачным) стеклом; в одном случае легкий оттенок стеклу придан при помощи меди (см. ниже, группа 7). Именно они наиболее перспективны для изучения происхождения стекла: состав такого материала лучше всего отражает характеристики песка, использованного в качестве сырья древними стеклоделами [3, р. 79]. Стекло прочих цветов будет рассмотрено в отдельной публикации. Состав изучался методом сканирующей электронной микроскопии с энергодисперсионной спектроскопией (СЭМ-ЭДС). Анализ выполнялся на электронном микроскопе Tescan Mira LMU с анализатором Oxford Instruments X-Max 50 в научном центре «Износостойкость» Московского энергетического института (технического университета) на образцах, залитых эпоксидной смолой, отшлифованных и отполированных при помощи алмазной суспензии. Значения управляющих параметров микроскопа: ток пучка – 1.7 нА, ускоряющее напряжение – 20 кВ, «живое» время накопления сигнала – 140 секунд. Использовалось программное обеспечение INCA Oxford Instruments. Аналитическая сумма полученных измерений находилась в пределах 98–102%; за результат анализа принималось среднее значение 4–5 однородных измерений. Кислород рассчитывался по стехиометрии. Воспроизводимость и погрешность результатов оценивалась при помощи эталонов Corning Museum of Glass A и NIST 620 при каждом сеансе съемки (табл. 1).

Обсуждение результатов. Все изученное стекло относится к натриево-кальциево-кремнеземному (тип $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$). Лишь один образец (табл. 2, Фр-46) представляет собой стекло, изготовленное на основе золы солончаковых растений (содержание оксидов магния (2,23%) и калия (2,64%) в нем превышает 1,5%) [4; 5]. Он принадлежит фрагменту сосуда из погребения 91, форма которого не реконструируется. Погребение расположено в поздней части могильника, в ареале краснолаковой керамики КЛ-2А второй половины III – середины IV в. [6, рис. 1]. Присутствие здесь стекла подобного состава заслуживает особого внимания, т.к. на европейской территории Римской империи и в Восточном

Средиземноморье в рассматриваемый период абсолютно преобладало стекло на основе природной соды.

Стекло всех прочих сосудов изготовлено на основе природной соды, содержание оксидов магния и калия в них – менее 1,5% (табл. 2). Его состав идентичен составу стекла сиро-палестинского или египетского происхождения, распространенного в первой половине I тыс. н.э. в Европе и Восточном Средиземноморье, относимого исследователями к различным группам по содержанию элементов, характеризующих состав песка, использовавшегося при его варке [3; 7–10 и многие другие]. На плане могильника (рис. 1) стекло каждой из групп занимает определенный участок, что указывает на ограниченный период бытования.

На памятнике можно выделить две зоны распространения стекла разных составов. Ранняя, датируемая концом I – III в., представлена четырьмя группами стекла: 1) «римское» зелено-голубое; 2) «римское» бесцветное; 3) обесцвеченное сурьмой; 4) «смешанного» состава, содержащее два обесцвечивателя – марганец и сурьму.

Группа 1. «Римское» зелено-голубое стекло представлено 9 образцами сосудов из 9 погребений (рис. 2), к которым относятся преимущественно бальзамарии (5 экз.); в одном случае из стекла данной группы изготовлен ритон, в одном – бутылка с муфтообразным венчиком; в двух случаях форма сосудов не определяется¹.

Состав «римского» зелено-голубого стекла позволяет предполагать его сиро-палестинское происхождение [8; 9; 11 и многие другие]. Его характеризует относительно низкое содержание натрия (в среднем 16,15% Na₂O), титана (менее 0,1% TiO₂), магния (около 0,5% MgO), калия (0,57% K₂O) и железа (0,37% Fe₂O₃). Отличительным признаком является также содержание оксида алюминия от 2,3 до 2,6%; среднее содержание оксида кальция составляет 7,93%. Стекло большинства образцов имеет выраженный естественный голубоватый оттенок, обусловленный наличием в песке естественной примеси железа и отсутствием намеренно добавленного обесцвечивателя – марганца или сурьмы. Незначительные, обычно не более 0,5%, содержания MnO обусловлены, как считается, применением в производстве обесцвеченного марганцем стеклосырья [12, р. 38–39]; лишь в одном случае концентрация MnO несколько выше (0,66%), однако тоже недостаточна для намеренного обесцвечивания.

Погребения с «римским» зелено-голубым стеклом сконцентрированы в самой ранней – северо-западной – части могильника (за исключением нескольких крайних рядов, в которых стеклянные сосуды вообще отсутствуют) (рис. 1). Сосуды из стекла группы 1 встречены преимущественно в погребениях, содержащих хроноиндикаторы конца I – начала / первой половины II в. Среди них – тарелка формы 4.1 по Д. В. Журавлеву [13] со штампом *planta pedis* на дне, относимая ко второй половине I – первой четверти II в. (погр. 316) [14, с. 219]; одночленные лучковые фибулы, отнесенные И. О. Гавритухиным к горизонтам ФЛ-1 (последние десятилетия I в.) и ФЛ-2 (конец I –

¹ Анализ морфологии стеклянных сосудов могильника Фронтное 3, разработка их типологии и хронологии в настоящее время ведется Л. А. Голофаст; в круг задач данной публикации они не входят.

середина II в.)² (погребения 299 и 315) [15]; эти же захоронения содержат керамику конца I – первой половины II в. [16, fig. 1С]. Стекланные бальзамарии типов I.2Б, В по системе Н. З. Куниной и И. П. Сорокиной, датирующиеся второй половиной I – началом II в., происходят из захоронений 299, 315 и 319 (рис. 2, 1–3) [17, с. 160–161]; бутылка с муфтообразно завернутым краем I – начала II в. – из погр. 263 (рис. 2, 6) [16, р. 100]. Наиболее вероятная дата могилы с выдутым в форму стеклянным кубком с надписью «одержи победу», полученная по сочетанию хроноиндикаторов – вторая четверть II в., хотя сам кубок датируется, скорее, в пределах I в. (погр. 319) [18]. Выдутый в форму амфориск, традиционно датирующийся второй половиной I – началом II в., происходит из погребения с хроноиндикаторами II в. (погр. 263) [18]. К позднейшим захоронениям с «римским» зелено-голубым стеклом относится могила 284 с одночленной лучковой фибулой типа 2-2-Б (горизонт ФЛ-4 второй половины / конца II – середины / третьей четверти III в.). Из «римского» зелено-голубого стекла изготовлен найденный в ней питьевой рог (рис. 2, 7) – тип сосудов, распространенных в III–IV вв., однако в некоторых случаях они встречаются во II в. [16, р. 102, fig. 7, 6]. Планиграфическая позиция содержащего его погребения в ранней части некрополя (рис. 1) говорит, скорее, о его ранней дате в рамках обозначенного периода.

Таким образом, время наибольшего распространения сосудов из «римского» зелено-голубого стекла приходится на конец I – II в. (преимущественно первую половину столетия). Лишь в одном случае бальзамарий из стекла данной группы происходит из более поздней части могильника – он встречен в погребении с краснолаковым кувшином типа 1, датирующимся по материалам могильника второй половиной III – серединой IV в. (погр. 88) [6, с. 449, 451–452]. Верхняя хронологическая граница распространения «римского» зелено-голубого стекла приходится на более раннее время, чем это происходит на территории Римской империи, где стекло подобного состава продолжало использоваться до III – первой половины IV в. включительно [9, р. 194].

На смену «римскому» стеклу, имеющему выраженный натуральный оттенок, во Фронтном приходит намеренно обесцвеченное, которое соответствует стеклу двух групп различного происхождения (рис. 1). Вероятно, это было связано с распространением в конце I – II в. на территории Римской империи моды на бесцветное стекло, которое приходит на смену стеклу ярких цветов, популярному в более ранний период [19, р. 763]. Судя по материалам могильника Фронтное, бесцветное стекло довольно быстро набирает популярность и среди варваров Юго-Западного Крыма.

Стекло **группы 2** близко по основному составу «римскому» зелено-голубому, принципиально отличаясь лишь более высокой концентрацией марганца, которым оно обесцвечивалось (0,87–1,79% MnO). В литературе оно получило название «римское бесцветное» [20, группа CL2; 10, группа 2b). Во Фронтном сосуды,

²Здесь и далее типология и периодизация лучковых фибул дана по работе И. О. Гавритухина [15].

изготовленные из стекла данной группы, все же имеют натуральный оттенок, в некоторых случаях довольно выраженный. Из «римского» бесцветного стекла изготовлены семь сосудов, происходящие из семи погребений. Среди них – бальзамарий, арибалл, кубки сферической и цилиндрической форм с оплавленным краем и слегка вогнутым дном; кувшинчик с биконическим туловом и обмоткой стеклянной нитью на горле (рис. 3,1,2,4–7); форма одного из сосудов не реконструируется. Основной состав амфориска (рис. 3,3) позволяет соотнести стекло, из которого он изготовлен, с данной группой, что предполагает его сиро-палестинское происхождение; однако марганец в нем использован не как обесцвечиватель, а как краситель: сосуд имеет фиолетовый цвет.

Большинство погребений с «римским» бесцветным стеклом по планиграфии относятся к периоду I могильника конца I – первой половины III в. [6, с. 442–443, рис. 1,1а], встречаясь как в восточном, так и в южном «лепестках» его ранней части. Самое раннее погребение с сосудом из «римского» бесцветного стекла содержит керамику конца I – первой половины II в. (погр. 246) [16, fig. 1С]. Погребение 269 содержит лучковую одночленную фибулу типа 2-1-Б и краснолаковую керамику «промежуточной» группы 2, что позволяет датировать его первой половиной – серединой II в. [15, период ФЛ-2; 14, с. 219]. Фибула типа 2-4-Д и стеклянные сосуды из погребения 202 – арибалл и цилиндрический кубок с оплавленным краем – указывают на вторую половину II в. как наиболее вероятную дату этого захоронения, не исключая также первую половину III в. [16, р. 102; fig. 7,10,17; 15, период ФЛ-4]. Наиболее поздние погребения с сосудами из «римского» бесцветного стекла относятся к «переходному периоду», приходящемуся на эпоху Скифских войн 232–275/276 г. [16, р. 90; 6, с. 443]. Погребение 5, планиграфически расположенное на границе периодов I и «переходного» [6, рис. 1,1а], содержит лучковую подвязную фибулу типа 2-2-В (период ФЛ-4, вторая половина II – середина / третья четверть III в.) [15]. Самое позднее погребение со стеклом данной группы – захоронение 3 середины / третьей четверти III в., из которого происходят монета 244–247 гг., лучковые фибулы – одночленная типа 2-4-а и двучленные типов 3-1-г и 3-2-Б (финал периода ФЛ-4 – начало ФЛ-5) [15]; стакан типа II по И. Н. Храпунову, датируемый второй четвертью III – IV в. [16, р. 102–103; 21, р. 56]. Однако происходящий из этой могилы бальзамарий, изготовленный из «римского» бесцветного стекла, относится к типу I.2Г по типологии Н. З. Куниной и Н. П. Сорокиной, его дата – не позднее первой половины II в. [17, с. 161]. Вероятно, нельзя исключить, что в погребение он попал значительно позже, чем был изготовлен. Из этого комплекса происходит еще серия находок более раннего горизонта – вероятно, довольно сильно «запаздывающих». Это краснолаковая керамика, отнесенная Е. В. Сухановым к «переходной» группе II в. [14, с. 219]. Для определения верхней хронологической границы распространения «римского» бесцветного стекла важно, что в погребениях с ним ни разу не встречена краснолаковая керамика групп КЛ-2(А, Б) [6], что позволяет, вероятно, ограничить ее верхнюю дату первой половиной / серединой III в.

Таким образом, время распространения стекла данной группы во Фронтном можно определить II – серединой III в. На территории Римской империи оно известно в синхронный период, хотя в большей степени характерно для позднеримского времени, массово встречаясь в некоторых регионах еще и на протяжении IV в. [10, группа 2b; 22]. При этом, однако, нужно учитывать, что стекло левантийского происхождения IV в. в целом занимает промежуточную позицию между римским бесцветным и стеклом левантийской I группы; на сегодня в качестве признака, помогающего их разделить, используется содержание Al_2O_3 ниже 2,69% («римское») или выше этой границы (левантийская группа) [22]; в данной работе я тоже ориентируюсь на эту весьма условную границу (рис. 4). Бесцветное стекло из Джаламе со стеклоделательной мастерской IV в. в Палестине содержит при этом в среднем «пограничные» 2,65–2,68% Al_2O_3 [23; 9].

Другая группа бесцветного стекла (**группа 3**) представлена 21 образцом сосуда из 20 погребений. Наряду с типом использованного обесцвечивателя – сурьмой – его характеризует высокое содержание натрия (в среднем 19,25% Na_2O) в сочетании с низкими концентрациями нежелательных примесей песка (1,75% Al_2O_3 , 0,4% Fe_2O_3 , менее 0,1% TiO_2) и кальция (5,6% CaO). Стекло из Фронтного, отнесенное к данной группе, идентично по составу очень однородной серии обесцвеченного сурьмой стекла, происходящего с территории Средиземноморья и европейских провинций Римской империи (группа 4 по: [7; 24]; группа CL1/1 по: [20]; colourless 1 по: [10]). Это самое высококачественное бесцветное стекло, известное в римское время. Его египетское происхождение подтверждается особенностями состава, широким распространением на территории Египта и данными об изотопах гафния [25, р. 62; 26; 27].

Изготовленные из обесцвеченного сурьмой стекла сосуды – абсолютно бесцветные, без естественного оттенка. Они представлены бальзамариями; цилиндрическими, сферическими и сфероконическими стаканами (возможно, также и чашами) с оплавленным краем, на поддоне или без него (рис. 5), в т.ч. одним стаканом типа П.2 по систематизации, разработанной для могильника Дружное (рис. 5,б), считающегося продукцией херсонесских мастерских [21, с. 56; 28], а также серией сосудов более редких форм. Отличительной особенностью данной группы стекла является то, что большинство изготовленных из него изделий представлены в погребениях скоплениями мелких фрагментов, которые не реконструируются в полную форму; в ряде случаев они могут состоять из мелких осколков стенок, без профильных частей. Такие скопления зафиксированы в 12 случаях из 22, т.е. ими представлено более половины образцов стекла, обесцвеченного сурьмой. Для стекла иного состава такие случаи фиксируются редко. Не исключено, что в подобных случаях речь может идти о каком-то элементе погребального обряда, связанного с особым отношением местного населения к этому исключительно высококачественному стеклу и посуде из него. Данная особенность заслуживает специального изучения.

Обесцвеченное сурьмой стекло преобладает в более позднем южном «лепестке» ранней части некрополя (17 сосудов в 16 захоронениях) и существенно реже (всего в 4 случаях) встречается в восточном (рис. 1). В самых ранних погребениях Фронтового такое стекло отсутствует: оно ни разу не зафиксировано в могилах с краснолаковыми сосудами конца I – первой половины II в. В одном погребении оно обнаружено в комплексе с краснолаковым сосудом II в. (погр. 183) [14, с. 216; 16, Fig. 2d]. В двух случаях из обесцвеченного сурьмой стекла изготовлены бальзамарии типов I-2Г и II-2, верхняя дата которых ограничивается по боспорским материалам соответственно первой половиной и серединой II в. (погр. 70 и 73) [17, с. 161, 166]. Погребение 59 содержит одночленные лучковые фибулы, характерные одновременно для периодов ФЛ-3 и ФЛ-4, что позволяет датировать его второй половиной / концом II в. Из большинства захоронений со стеклом данной группы происходят лучковые одночленные фибулы, характерные для периода ФЛ-4, т.е. для второй половины II – середины / третьей четверти III в. (погребения 5, 10, 65, 70, 73, 74, 75, 145, 152, 203, 230) [15]. При этом для могилы 65 по комплексу погребального инвентаря дата может быть ограничена концом II – серединой III в. [29]. К наиболее поздним захоронениям со стеклом, обесцвеченным сурьмой, относятся захоронения 27 и 94. Дата погребения 94 по комплексу погребального инвентаря может быть определена серединой – второй половиной III в. [30]. В погребении 27 встречены одночленные и двучленная лучковые фибулы, характерные для периодов ФЛ-4 и ФЛ-5, который по материалам Фронтового датируется серединой III – началом IV в. (типы 2-2-Б, 2-3-А, 3-1-Д) [15]. Из данного захоронения происходят также краснолаковый кувшин типа 1, датируемый второй половиной III – серединой / третьей четвертью IV в. [6, с. 450–451], и монета середины III в., что в целом позволяет отнести это захоронение к середине – третьей четверти III в. [16, fig. 2,f,g,l; 15].

Таким образом, время распространения стекла, обесцвеченного сурьмой, может быть определено в рамках II – III вв. Возможно, из этого диапазона можно исключить начало II и конец III столетия. На территории Римской империи такое стекло получило распространение преимущественно в конце I / II – III / первой половине IV в. [24; 10], однако «престижные» изделия производились из него и несколько позже, возможно, до рубежа IV–V вв. [31; 32, р. 65]. Примечательно, что в ареале черняховской культуры оно доживает до конца IV – начала V в.; из него делались позднейшие типы толстостенных «варварских» кубков со шлифованным декором, преимущественно Straume-VII и VIII [33].

Помимо перечисленных, в ранней части могильника Фронтовое 3 широко распространена еще одна группа стекла (**группа 4**). Это стекло, содержащее два обесцвечивателя одновременно, марганец и сурьму, и являющееся результатом вторичной переработки стеклобоя: два обесцвечивателя не характерны для стекла, происходящего из стекловаренных центров [34]. Основу стекла данной группы составляют «римское» бесцветное стекло левантийского происхождения и египетское, обесцвеченное сурьмой, смешанные между собой. Об этом говорит

наличие обратной зависимости между содержанием в образцах оксидов сурьмы и марганца, а также положительная корреляция между содержаниями оксидов марганца и кальция (рис. 6): концентрация оксида кальция выше в левантийском стекле, которое обесцвечивалось марганцем, чем в египетском, где в качестве обесцвечивателя использована сурьма [см.: 22; 34]. Очевидно, в его составе присутствует и доля естественно окрашенного стекла без обесцвечивателя (это, в первую очередь, образцы с низким содержанием обоих обесцвечивателей – на диаграмме они расположены ниже основной массы образцов – рис. 6). Определить пропорцию стекла-сырца и стеклобоя, использованного при производстве сосудов данной группы, на сегодня невозможно.

Группа стекла «смешанного» состава – самая многочисленная на могильнике; она включает 35 сосудов из 33 захоронений. Стекло этой группы содержит от 0,3% MnO и от 0,2% Sb₂O₅. В ходе дальнейших исследований к ней можно будет отнести еще серию сосудов с содержанием Sb₂O₅ ниже 0,2%, который считается пределом обнаружения для метода СЭМ-ЭДС. Еще в 16 образцах из 13 погребений анализ показал 0,1–0,2% оксида сурьмы, однако эти данные должны быть проверены при помощи иных аналитических техник.

Стекло «смешанного» состава также характерно для ранней части некрополя. Самые ранние захоронения, содержащие сосуды подобного состава, расположены в северо-восточной части раннего участка памятника (в восточном «лепестке»), в одном ряду с «римским» стеклом – зелено-голубым и обесцвеченным марганцем. Примечательно, что стекло «смешанного» состава, судя по планиграфии, появляется во Фронтном раньше, чем один из его компонентов – стекло, обесцвеченное сурьмой. Возможно, что к населению, оставившему могильник Фронтное, стекло из производственных центров, широко использующих в производстве стеклобой, начало поступать раньше, чем из тех, что работали на «чистом» сырце египетского происхождения. Нельзя, в то же время, полностью исключить, что это связано с особенностями выборки, сформированной исключительно на материалах могильника. В целом же, стекло «смешанного» состава в равной степени широко распространено и в восточном, и в южном «лепестках» ранней части некрополя (рис. 1).

Наиболее ранние захоронения с сосудами из «смешанного» стекла содержат: краснолаковый сосуд, типичный для «переходной» группы 2, в сочетании с монетой первой половины I в. н.э. с отверстием для подвешивания (погр. 245) [14, с. 219]; краснолаковые сосуды II в. н.э. (погр. 111) [14]; одночленные лучковые фибулы горизонтов ФЛ-3 (погр. 286), ФЛ-3 и ФЛ-4 (погр. 238, 250), ФЛ-4 (погр. 61, 65 (о его дате см. также выше), 70, 76, 110, 121, 128, 179, 184, 207, 221, 232) [15]. В трех захоронениях фибулы горизонта ФЛ-4 сочетаются с ранней краснолаковой керамикой хронологической группы 3 конца II – первой половины III в. (погр. 166, 203, 244) [14; 15]. К наиболее поздним захоронениям со стеклом «смешанной» группы Mn+Sb относятся: погребение 27, содержащее монету середины III в., краснолаковый кувшин типа 1 (хронологическая группа КЛ-2А), лучковые фибулы

– одночленные и двухчленная (горизонты ФЛ-4 и 5); погребение 85 с краснолаковой керамикой, относящейся к горизонту КЛ-2А (кувшин типа 1, миска типа 1 [6]); погребение 17 с двухчленной лучковой фибулой (горизонт ФЛ-5 [15]); погребение 104, планиграфически расположенное на стыке двух зон распространения поздней краснолаковой керамики КЛ-2А и КД-2Б и содержащее сосуды обеих групп (блюдо формы 1, миски типов 2, 3, 4 [6]). Таким образом, стекло «смешанного» состава было широко распространено у населения, оставившего могильник, во II – III вв. н.э., при этом в единичных случаях оно еще встречается в первой половине IV в. Анализ методом ЛА-ИСП-МС, более чувствительным к содержанию сурьмы, наверняка позволит выявить сосуды с меньшей ее концентрацией и в более поздних погребениях. Стекло проходило не один цикл переработки, и, следовательно, данный химический элемент может фиксироваться в составе сосудов, изготовленных существенно позже, чем обесцвеченное сурьмой стекло вышло из употребления. Концентрация ее в стекле будет при этом постепенно снижаться.

Стекло «смешанного» состава – единственная группа в ранней части могильника, представленная сериями однотипных или близких друг другу форм. Среди них – прежде всего, стаканы с цилиндрическим туловом, отогнутым наружу венчиком с оплавленным краем, дно вогнутое, реже – плоское или на кольцевом поддоне (рис. 7,1–5). Такие формы были популярны в Северном Причерноморье во второй половине II – первой половине III в. [16, р. 102]. Им близки по форме и технике исполнения более приземистые чаши с полусферическим туловом (рис. 7,6–8). Среди сосудов данной группы встречаются и формы, изготовленные в иной традиции – с необработанным краем, сбитым со стеклодувной трубки (рис. 7,9). Встречены и единичные экземпляры стаканов типов I и II.2, выделенных И. Н. Храпуновым на материалах могильника Дружное, которые принято считать продукцией местного (херсонесского?) производства (рис. 7,10,11) [21, с. 56; 16, р. 104]. Бальзамарии представлены сосудами типов I2Г-Е конца I – III в. [17, с. 164, рис. 1] и некоторых других форм (рис. 8), как правило, они отличаются невысоким качеством изготовления.

Наличие серийных форм, изготовленных из стекла однородного состава, позволяет с определенной долей вероятности предполагать их местное производство – вероятно, в мастерских Херсонеса. Широкое применение практики вторичного использования стекла характерно для мастерских, расположенных на периферии Римской империи и по этой причине, вероятно, недостаточно хорошо снабжавшихся «свежим» стеклом-сырцом из стекловаренных центров. В качестве примера можно привести римский лагерь Оденбург (Ауденбург) у северо-западной границы Империи, где «смешанное» стекло преобладает на всех этапах существования памятника с середины I по начало V в. [35]. В то же время, широкое распространение стекла «смешанного» состава в синхронных Фронтальному горизонтам отмечено не только на периферии, но и, например, на территории Италии [36]. Однако, как правило, в европейских провинциях Империи стекло «смешанного» состава в большей

степени характерно для более позднего периода, начиная со второй половины / конца III – IV в. [10; 37].

Очевидно, что не все сосуды из стекла «смешанного» состава были произведены в Юго-Западном Крыму. В данной группе встречено значительное число сосудов редких форм, не получивших широкого распространения в регионе. Среди них стоит особенно упомянуть кубок на ножке [16, fig. 7,21] и кубок с декором накладными «змеевидными» нитями, являющийся, очевидно, более далеким импортом; место его производства, однако, остается неизвестным [29].

Еще одна группа стекла левантийского происхождения (**группа 5**) выявлена в захоронениях финала раннего и начала позднего участков могильника. Она представлена 9 сосудами из 8 захоронений (рис. 9). Это стекло, обесцвеченное марганцем, по геохимическим характеристикам сырья близко по составу левантийской I группе, объединяющей продукцию нескольких разновременных стекловаренных центров Сиро-палестинского региона, функционировавших в IV–VII вв. [8]. Ее отличительными признаками являются низкое содержание оксидов натрия (в среднем 15,2%) и титана (до 0,1%), при высоком – кальция (8,5%) и алюминия (в среднем 2,9% и всегда более 2,69% [см.: 22]). Погребения со стеклом такого состава формируют компактную зону в южном секторе центральной части могильника, за исключением могилы 101, расположенной ближе к северо-востоку. Сосуд из данного захоронения отличает самое низкое в группе содержание кальция, более типичное для «римского» бесцветного стекла, при «пограничном» содержании алюминия (2,72%) (рис. 4); таким образом, этот образец фактически занимает промежуточное положение между «римским» бесцветным и стеклом, более близким по составу левантийской I группе.

В данной группе присутствуют стаканы типов I и II.2 (рис. 9,1,2, по одному экз. каждого типа), выделенные на материалах могильника Дружное [21, с. 56], которые специалисты связывают с локальным производством в Юго-Западном Крыму [16, р. 104, с литературой]; стаканы со сбитым со стеклодувной трубки и необработанным краем разных форм (рис. 9,3; 2 экз.); бальзамарий типа I.2E (рис. 9,5) [17]; колбообразные сосуды (рис. 9,6; 2 экз.); кувшинчик с грушевидным туловом и отогнутым наружу венчиком с оплавленным краем (рис. 9,4).

Время распространения сосудов из стекла группы 5 определяется следующими хроноиндикаторами. Могила 78, самая ранняя в данной группе, содержала краснолаковую керамику, характерную для конца II – первой половины III в. [14, с. 219]; планиграфическое расположение захоронения говорит о его поздней дате в пределах этого периода [6, рис. 1]. Из погребений со стеклом левантийской I группы происходят двучленные лучковые фибулы горизонта ФЛ-5 середины III – начала IV в. (погр. 13, 38, 94), при этом в одном из погребений (погр. 38) такая фибула встречена с монетой середины III в. [15]. Часть могил занимает планиграфическую позицию между ранней частью могильника конца I – первой половины III в. и ареалом краснолаковой керамики группы КЛ-2А (вторая половина III – середина IV в.;

погр. 13, 38, 94) [6, рис. 1, с. 441–443]. Дата могилы 94 по погребальному инвентарю определяется серединой – второй половиной III в. [30]. В трех захоронениях встречается краснолаковая керамика группы КЛ-2А – кувшины типа 1 (погр. 16, 22) и понтийское блюдо формы 2 по Т. М. Арсеньевой и К. Домжальскому (погр. 41), которое датируется не ранее первой половины – середины IV в. [6, с. 452]. В погребении 16 зафиксирован также керамический светильник конца III – IV в. [6, с. 451]. В зоне с краснолаковой керамикой КЛ-2Б, нижняя хронологическая граница которой определяется второй / третьей четвертями IV в., сосуды из стекла данной группы уже не встречаются. Более широкую дату имеют изготовленные из стекла данной группы стаканы типов I и II.2 по И. Н. Храпунову: первые появляются чуть ранее середины III в., вторые – во второй четверти III в.; в середине III – IV в. они сосуществуют [21, с. 56; 16, р. 102–103].

Таким образом, хронология стекла левантийской I группы определяется периодом не позднее середины III (возможно, чуть ранее) – серединой IV в. Это существенно раньше, чем распространение аналогичного стекла в большинстве регионов Римской империи, включая Сиро-палестинский регион, где оно встречается не ранее IV в. н.э. [см., напр.: 9; 22 и др.]. Мне известен лишь один пример более раннего применения в производстве посуды сиро-палестинского стекла с высоким содержанием оксида алюминия, типичным для левантийской I группы (в среднем 2,97%) – римский лагерь Оденбург в Бельгии [35]. Вероятно, существующая на сегодня картина во многом обусловлена неравномерным изучением распространения стекла в разных регионах Европы и будет корректироваться по мере пополнения базы данных.

В поздней части некрополя преобладают сосуды из стекла двух групп – 6 и 7, соответствующие сериям Foу-3.2 и 2.1; встречены также единичные сосуды группы НИМТ (группа 8). Представительная группа достаточно разнородного стекла (группа 9) сочетает признаки разных групп, являясь, вероятно, результатом вторичной переработки стеклобоя.

Химический состав стекла **группы 6** близок серии Foу-3.2, распространенной в Восточном Средиземноморье и в Европе, в т.ч. на Балканах и в ареале черняховской культуры [7; 32; 33]. По основному химическому составу серия Foу-3.2 очень близка более раннему стеклу, обесцвеченному сурьмой, но для обесцвечивания здесь использован марганец. Ее отличают высокое содержание оксида натрия (19,5%), при низком – оксидов кальция (6,1%), алюминия (2%), железа (0,7%), титана (0,11%); среднее содержание оксида марганца – 0,94%³. Считается, что стекло этих двух групп происходит из одного региона, т.к. при его варке использован песок с близкими геохимическими характеристиками. Его происхождение связывается с Египтом. Вероятно, постепенное сокращение и, в итоге, прекращение использования сурьмы на протяжении IV – не позднее начала V в. привело к ее постепенной замене в

³ Исследователи выделяют для стекла серии Foу-3.2 подгруппу с высоким содержанием магния [32]. В данной статье стекло с высоким содержанием магния рассматривается в рамках общей группы.

стекловарении на менее эффективный обесцвечиватель – марганец; как правило, это стекло имеет легкий зеленоватый оттенок [32, р. 57, 65].

Из 16 сосудов данной группы, происходящих из 13 захоронений, по меньшей мере 4 (а с учетом фрагментов – до 7) представлены стаканами типа I по И. Н. Храпунову (рис. 10,1,2) [21, с. 56]; встречен также один стакан со сбитым со стеклодувной трубки и необработанным краем (рис. 10,3), колбы (рис. 10,4; 2 экз.), кувшины поздних типов (рис. 10,5; 3 экз.); возможно, в одном случае – фрагменты бальзамария.

Время распространения группы определяют следующие хроноиндикаторы. Лишь одно захоронение расположено в ранней части некрополя (погр. 62); из него происходит сосуд, реперный для группы 3 ранней краснолаковой керамики конца II – первой половины III в. [14, рис 5]. Этот факт заслуживает специального рассмотрения; возможно, объяснение ему найдется после изучения состава стекла методом ЛА-ИСП-МС, позволяющим более объективно оценивать его происхождение и степень использования материала вторичной переработки. В остальных случаях сосуды из стекла серии Foу-3.2 происходят из поздней части могильника. Если принадлежность данного образца к серии Foу-3.2 подтвердится, то он станет едва ли не самой ранней находкой стекла данной серии на территории Европы (см. ниже). Показательно, что подобное стекло ни разу не зафиксировано в захоронениях с лучковыми фибулами (одночленными или двучленными), верхняя дата существования которых определена началом IV в. [15]; судя по плану могильника, эти фибулы занимают более раннюю планиграфическую позицию. Наиболее ранние захоронения данной группы (погр. 23, 45, 89, 140) попадают в зону распространения краснолаковой керамики КЛ-2А второй половины III – третьей четверти IV в. [6, рис. 1]. Для погребения 89 дата может быть уточнена по монете 314 г. Из погребения 140 происходит краснолаковая миска типа 1, популярного в первой половине – середине IV в. (и появившегося, вероятно, несколько ранее) [6, с. 452]. В четырех захоронениях встречены понтийские краснолаковые блюда – форм 1 или 2 по К. Домжалскому, что позволяет датировать их временем от середины IV в. н.э. или, возможно, немного ранее (погр. 89, 136, 155, 171) [6, с. 444; 38, с. 240]. Ряд погребений расположен на границе зон распространения краснолаковой керамики КЛ-2А и 2Б (погр. 100, 136, 154) и в зоне КЛ-2Б (вторая четверть IV – конец IV / начало V в. – погр. 51, 142, 155, 171) [6, рис. 1]. В двух из них встречены монеты – 320-х гг. и 351–355 гг. чеканки (погр. 142 и 171) [16, р. 91]. Захоронение 135, расположенное у «поздней» границы зоны КЛ-2А за ее пределами, содержит монету середины III в. [16, рис. 1], однако планиграфическое положение этой могилы позволяет предполагать ее запаздывание. Из погр. 136 происходит также пряжка с хоботковидным язычком, охватывающим переднюю рамку почти на всю ее высоту (тип П11а) [38, с. 238, рис. 2,30] и монета горизонта 306–337 гг. [16, fig. 1,m1]. Наиболее позднее захоронение 51 содержало хроноиндикаторы гуннского времени – пряжки типов П11а и П11б (с хоботковидным язычком, охватывающим

переднюю часть рамки на всю высоту, и стеклянный конический кубок с синими налечами) [38, с. 238].

Таким образом, распространение стекла серии Foy-3.2 совпадает с началом периода С3 центральноевропейской хронологии (300/320–350/370), т.е. это происходит в IV в., возможно, исключая начало столетия. Финал ограничивается верхней датой могильника – началом V в. [см.: 38]. На европейской территории Римской империи стекло данной серии также появляется в IV в., широко распространяясь также в более позднее время [сводку см.: 32].

Группа 7 наиболее близка по основному составу средиземноморской серии Foy-2.1 [3; 39] или HLMТ (high lime, iron, manganese, titanium) [40]. Она также близка серии Foy-3.2, отличаясь незначительно более высоким содержанием элементов, характеризующих состав песка, использовавшегося стеклоделами в качестве сырья – алюминия (в среднем 2,4% Na₂O), кальция (6,8% CaO), магния (0,85% MgO), титана (0,14% TiO₂) и железа (0,9% Fe₂O₃), находящихся в прямой зависимости между собой (рис. 11). Это стекло, вероятно, также происходит из Египта, но источник сырья для него располагался в иной локации, чем для стекла серии Foy-3.2 [32].

Стекло групп 6 и 7 близко не только по химическому составу, но также по набору форм, из него изготовленных, и времени распространения. В могильнике Фронтное 3 стекло группы 7 представлено 23 сосудами – полными формами и фрагментами, происходящими из 11 погребений поздней части некрополя. Среди них – конический кубок с декором синими каплями стекла (рис. 12,1) [16, fig. 7,1], чаши и стаканы со сбитым со стеклодувной трубки и необработанным краем (рис. 12,3; 4 экз.); 3 колбы (рис. 12,4); 6 кувшинов различных форм (рис. 12,5) и др. Характерные для Юго-Западного Крыма стаканы, многочисленные среди сосудов из стекла группы 6, здесь представлены лишь одной полной формой (и, возможно, одним фрагментом) типа I (рис. 12,2). Примечательно, что стекло конического кубка с синими каплями (рис. 12,1) слегка окрашено медью, что придает ему голубоватый оттенок, отличающийся от того зеленовато-оливкового, который типичен для стекла данной группы.

В 4 из 11 захоронений (погр. 51, 136, 142, 155, в т.ч. в 3 склепах) сосуды из стекла группы 7 совстречаются со стеклом группы 6, их хронология рассмотрена выше.

Лишь одно захоронение со стеклом группы 7 содержало лучковую фибулу – двучленную варианта 3-1-Г, датируемую не позже начала IV в. [15]. Могилы 22 и 37 расположены в ареале краснолаковой керамики КЛ-2А, в захоронении 22 встречено понтийское блюдо формы 2 по К. Домжальскому, датируемое не ранее середины IV в. [6, рис. 1]. Из погребения 141 происходит монета горизонта 306–337 гг. Погребение 86, наряду с могилой 51, относится к позднейшим на могильнике, датируясь гуннским временем [38, с. 240].

Учитывая отсутствие в группе находок, верхняя дата которых ограничивается III в., можно датировать стекло группы 7 в пределах IV – начала V в. Она синхронна погребениям со стеклом группы 6 (серии Foy-3.1) и периодам С3 – началу D2 центральноевропейской хронологии [см.: 38].

В Западной Европе, на Кипре и на территории Болгарии серия Foy-2.1 датируется более поздним временем, не ранее второй половины V в. [46]. Однако это, вполне возможно, связано с недостаточной изученностью состава более ранних материалов; в некоторых случаях серии Foy-3.2 и 2.1 рассматриваются совместно из-за близости их состава [см., напр.: 22]. Изучение стекла черняховской культуры показало, что на юго-западе Восточной Европы стекло, близкое данной серии по основному составу, было распространено уже в IV в., однако оно отличается от серии Foy-2.1 по содержанию и соотношению следовых элементов, что могло быть связано со сменой источника песка в период, разделяющий восточно- и западноевропейские материалы [33; 41].

Состав стекла **группы 8** соответствует т.н. группе НИМТ (high iron, manganese, titanium), впервые выделенной на материалах Карфагена [42]. Это стекло также имеет египетское происхождение [литературу по теме см.: 43]⁴. Группу 8 отличают характерные для египетского стекла высокая концентрация оксида натрия (19,5%), а также магния (1,1%), железа (1,5%) и титана (0,36%), при низком – кальция (4,8%). Стекло этой группы крайне малочисленно – оно представлено 5 сосудами из 5 погребений. Полные формы реконструируются в двух случаях – это кувшин с шаровидным туловом, украшенным накладной спиралевидной нитью, рельефным валиком на внешней стороне венчика и кольцевым поддоном, и цилиндрический стакан с оплавленным краем и дном на полом кольцевом поддоне (рис. 12,6,7). Еще один стакан, представленный фрагментами, имеет сбитый со стеклодувной трубки необработанный край. Для стекла данной группы характерен естественный желтовато-оливковый оттенок; в одном случае из стекла группы 8 сделан сосуд, окрашенный марганцем в фиолетовый цвет (от него сохранилось дно на кольцевом поддоне).

Наиболее раннее погребение 85 с сосудом из стекла группы НИМТ содержит краснолаковые сосуды группы КЛ-2А, позволяющие датировать его серединой III – серединой IV в. Два погребения (136 и 142), в которых встречены также сосуды из стекла серий Foy-2.1 и 3.2, связаны с горизонтом IV в. (см. выше). Захоронения 175 и 178 расположены в последнем, самом позднем ряду могильника. Склеп 178 содержит хроноиндикаторы гуннского времени, позднейшие вещи могут быть отнесены к периоду D2 центральноевропейской хронологии (380/400–440/450); склеп 175 относится к этому же времени или немного ранее [38, с. 240]. Таким образом, немногочисленные материалы Фронтного позволяют широко датировать распространение здесь стекла НИМТ серединой III / IV – началом V в. На территории европейских провинций Римской империи оно получило распространение не ранее IV в. [сводку см.: 43], а по данным, полученным для римской Британии – возможно, начиная с середины столетия [9, группа “strong” НИМТ]. Дату IV в. можно, вероятно, принять

⁴ На определенном этапе в группу НИМТ включались стекла разнородного состава, относимые сегодня к сериям Foy-2.1/НИМТ и Foy-3.2. Позже их различное происхождение (очевидно, в рамках общего широкого географического региона) было показано на основе анализа следовых элементов в стекле [39; 44].

как время появления посуды из стекла НІМТ и у населения, оставившего могильник Фронтное 3. Его распространение, очевидно, синхронно стеклу серий Fou-2.1 и 3.2. Примечательно, что в европейской части Римской империи это стекло с IV в. распространяется очень широко [43], включая Балканы и территорию Болгарии (здесь, правда, исследовались более поздние материалы) [47, р. 83]. Во Фронтном это стекло представлено единичными образцами. Возможно, это связано с наличием у стекла данной группы выраженного оливкового оттенка, вероятно, непопулярного у местного населения, предпочитавшего на всех этапах существования памятника бесцветное или близкое бесцветному стекло. Практически не встречается стекло НІМТ и в ареале черняховской культуры [33].

В группу 9 условно объединены 13 образцов стекла, сочетающие в себе признаки левантийского и египетского материала разных групп; атрибутировать их точнее можно будет по итогам анализа следовых элементов. Очевидно, они являются результатом интенсивного применения в производстве стеклобоя. В группе преобладают стаканы типа П.2 и их фрагменты (6 экз.), встречены также колбы (5 экз.) и стаканы с необработанным краем, сбитым со стеклодувной трубки (2 экз.), т.е. формы, серийно присутствующие в захоронениях могильника. Большинство из них сосредоточено в поздней части некрополя и в переходной зоне от ранней к поздней части. Их хронологию можно будет детально обсуждать после получения уточненных данных о составе.

Стекло, не вошедшее в группы 1–9. Помимо стекла на основе золы солончаковых растений, рассмотренного в начале статьи, в выборке присутствуют еще четыре образца сосудов. Два из них (табл. 2, Фр-125 и 130) по геохимическим характеристикам песка очень близки группам 3 (стекло, обесцвеченное сурьмой) и 6 (серия Fou-3.2), однако в них отсутствует намеренно добавленный обесцвечиватель. В одном из образцов содержится незначительная концентрация марганца (0,33% MnO), скорее всего, свидетельствующая о примеси стеклобоя. Эти сосуды происходят из погребений 232 и 325, расположенных в ранней части могильника, т.е. хронологически ближе группе стекла, обесцвеченного сурьмой.

Два образца имеют состав, типичный для стекла группы 5 (и левантийской I группы), однако их отличает повышенное содержание железа (1,13 и 1,38% Fe₂O₃) (табл. 2, Фр-42 и 45). Они расположены в поздней части могильника (рис. 1).

Итоги. Все стекло, из которого изготовлены сосуды могильника Фронтное 3, происходит из ближневосточных центров – сиро-палестинских и египетских, причем египетское стекло преобладает над левантийским на всех этапах существования памятника. Динамика его поступления реконструируется следующим образом. На самом раннем этапе, начиная с конца I в., в ходу у населения, оставившего могильник, были сосуды из сиро-палестинского стекла, имеющего естественный зелено-голубой оттенок, которое не обесцвечивалось намеренно. Судя по немногочисленности таких находок и их типологическому разнообразию можно предполагать, что это – дальние импорты. Однако такое стекло довольно быстро выходит из употребления. Уже в

первой половине II в. его начинает сменять намеренно обесцвеченное стекло. Это изменение отражает моду, распространившуюся с конца I – начала II в. на территории Римской империи, когда на смену стеклу ярких цветов приходит бесцветное, напоминающее, согласно данным письменных источников, горный хрусталь. Чуть ранее у населения, оставившего могильник Фронтное 3, появляется обесцвеченное марганцем сиро-палестинское стекло, однако оно так же немногочисленно, как и «римское» зелено-голубое: в могильнике найдены лишь единичные экземпляры изготовленных из него сосудов – очевидно, также далеких импортов. Лучше представлено египетское, обесцвеченное сурьмой, которое, судя по планиграфии, появляется несколько позже. Оно превосходит левантийское качеством, однако судить об ассортименте форм, из него изготовленных, сложно из-за того, что значительная часть таких находок представлена в погребениях скоплениями стенок без профильных частей. Самая многочисленная группа стекла в ранней части могильника – стекло «смешанного» состава с двумя обесцвечивателями, результат активного использования в производстве стеклобоя. Судя по тому, что «смешанное» Mn-Sb стекло, согласно данным планиграфии, появляется немного ранее обесцвеченного сурьмой (которое должно было быть одним из его компонентов), можно полагать, что на раннем этапе сосуды из него поступали к местному населению из отдаленных производственных центров, а не производились в регионе из собранного здесь же стеклобоя. Однако наличие серийных форм (цилиндрических кубков, сферических чаш, возможно, некоторых типов бальзамариев) позволяет предположить, что стекло вторичной переработки активно применялось в локальных стеклоделательных мастерских, вероятно, херсонесских, начиная со второй половины / конца II в. [см. также: 45]. Стекло перечисленных групп (обесцвеченное сурьмой египетское и «смешанного» состава) получает распространение вплоть до второй половины – конца III в.; обесцвеченное марганцем сиро-палестинское – вероятно, до середины III в.

Ситуация кардинально меняется, начиная с IV в. Единственная немногочисленная группа, связывающая раннюю и позднюю части могильника – левантийская I (также бесцветного стекла), получившая распространение в III – середине IV в. Судя по наличию в ней форм стаканов предположительно херсонесского производства, это стекло использовалось в локальных мастерских Юго-Западного Крыма в качестве сырья. На протяжении первой половины IV в. происходит полная смена стекловаренных центров, производивших стекло для сосудов, найденных в могильнике. Перечисленные выше ранние группы стекла в IV в. уже не встречаются. На смену их производителям приходят египетские стекловары, продукция которых абсолютно преобладает на позднем этапе. Наиболее массовые серии – Foу-3.2 и 2.1, и обе они, судя по всему, активно использовались в местном производстве, а значит, импортировались в Херсонес в виде стекла-сырца. При этом серия Foу-3.2 близка по составу более раннему стеклу, которое обесцвечивалось сурьмой, но здесь использован другой обесцвечиватель – марганец; в IV в. использование сурьмы в стеклоделательном производстве постепенно прекращается. Слегка меняется, вероятно, и локализация стеклоделательных центров, что отражают

незначительные различия в основном составе стекла, обесцвеченного сурьмой, и серии Foу-3.2. Широко распространенная в европейских провинциях Империи группа НІМТ представлена во Фронтвом лишь единичными сосудами. Это может быть связано с сохранением на позднем этапе у местного населения популярности бесцветного или почти бесцветного стекла. На позднем этапе, вероятно, в местном производстве также очень активно применялся стеклобой – практика, характерная для мастерских, расположенных на периферии Римской империи, однако признаки его сложнее выявляются ввиду ограничений использованного метода анализа.

Стекло могильника Фронтвое 3 принадлежит по химическому составу к группам, широко распространенным в Римской империи в первой половине – середине I тыс. н.э. Однако ритмы и хронология распространения этих групп отличаются от тех, что известны преимущественно по западноевропейским материалам. Оценить место Юго-Западного Крыма в международной системе торговых связей, по которым распространялось стекло, довольно сложно из-за неравномерной изученности разных регионов, входивших в состав Римской империи. Однако перелом в снабжении стеклом, наступивший повсеместно в IV в., хорошо выявляется и на материалах могильника Фронтвое 3, позволяя предельно точно установить его хронологию для Юго-Западного Крыма. На материалах Фронтвоего время этого перелома приходится на первую половину IV в., возможно, исключая самое начало столетия, или период СЗ центральноевропейской хронологии.

Таблица 1. Результаты анализа эталонов методом СЭМ-ЭДС (в масс. %) в лаборатории НЦ «Износостойкость» МЭИ (ТУ)

Table 1. SEM-EDS analyses of glass standards (wt %), compared with reported values

Эталон	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	CoO	CuO	SnO ₂	Sb ₂ O ₃	BaO	PbO	
Corning Museum of Glass A	сред. знач., 5 изм.	14,36	2,57	0,9	67,06	0,09	0,15	0,09	3,05	5,09	0,86	1,06	1,16	0,18	1,31	0,44	1,72	0,53	0,07
	станд. откл.	0,04	0,03	0,01	0,07	0,02	0,03	0,01	0,03	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,05	0,04	0,03	0,06
	Реко- менд. знач.	14,30	2,66	1,00	66,56	0,13	0,16	0,09	2,87	5,03	0,79	1,00	1,09	0,17	1,17	0,19	1,75	0,56	0,12
NIST 620	сред. знач., 5 изм.	14,34	3,6	1,79	72,55	-	0,26	-	0,38	7,3	0,02	-	0,05	-	-	-	-	-	-
	станд. откл.	0,08	0,04	0,01	0,31	-	0,02	-	0,01	0,02	0,02	-	0,01	-	-	-	-	-	-
	аттесто- ванное знач.	14,39	3,69	1,80	72,80	-	0,28	-	0,41	7,11	0,02	-	0,04	-	-	-	-	-	-

(-) ниже предела обнаружения / below detection limit

Таблица 2. Химический состав стекла могильника Фронтное 3, изученный методом СЭМ-ЭДС (в масс. %) / Table 2. Chemical composition of the glass from Frontovoe 3 studied with SEM-EDS technique (wt %)

Группа стекла	Обесцвечиватель	Шифр	Пор. / №	Форма	Отенок стекла	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₂	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	CoO	CuO	SnO ₂	Sb ₂ O ₃	V ₂ O ₅	PbO	
1		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
		Фр-113	263 / 3054	бутыл	голубой	15,99	0,57	2,38	70,79	0,14	0,16	0,97	0,55	7,8	<0,1	0,36	0,5	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	
		Фр-117	284 / 3393	ритон	светло-зеленый	15,66	0,54	2,4	70,27	0,11	0,1	1,09	0,61	8,5	<0,1	0,47	0,37	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	
		Фр-124	316 / 4300	сосуд	голубой	16,49	0,48	2,48	69,91	0,14	0,11	1,02	0,69	7,42	<0,1	0,66	0,38	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	
		Фр-129	погр.4	сосуд	голубой	16,46	0,53	2,57	71,11	0,10	0,13	1,11	0,54	8,17	<0,1	0,15	0,38	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	
		Фр-131	299 / 3800	бальза-марий	голубой	15,96	0,52	2,52	71,51	0,11	0,29	0,81	0,81	8,03	<0,1	0,21	0,39	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	
		Фр-134	315 / 3976	бальза-марий	голубой	16,57	0,46	2,49	72,18	0,13	0,06	1,13	0,59	7,16	<0,1	0,04	0,33	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	
		Фр-142	229 / 2776	бальза-марий	голубой	15,81	0,5	2,29	72,29	<0,1	0,12	1,09	0,44	8,04	<0,1	0,07	0,34	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	
		Фр-143	88 / 580	бальза-марий	зелено-голубой	16,02	0,46	2,41	72,62	<0,1	0,13	1,09	0,46	7,62	<0,1	0,12	0,3	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	
		Фр-144	319 / 4131	бальза-марий	светло-зеленый	16,47	0,54	2,33	70,39	0,11	0,12	1,16	0,51	8,65	<0,1	0,36	0,36	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	
			Среднее значение			16,16	0,51	2,43	71,23	-	0,14	1,05	0,58	0,793	7,93	<0,1	0,27	0,37	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
			Стандартное отклонение			0,34	0,04	0,09	0,98	-	0,06	0,11	0,12	0,49	-	-	0,21	0,06	-	-	-	-	-	-
		Фр-106	202 / 2786	арибалл	б/ц зеленоват.	15,97	0,55	2,39	69,60	0,13	0,17	1,04	0,56	8,12	<0,1	1,65	0,39	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	
		Фр-108	246 / 2872	стакан	голубой	16,56	0,53	2,61	69,37	0,11	0,15	1,10	0,54	7,96	<0,1	0,89	0,39	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	
		Фр-111	243 / 3018	чаша	б/ц зеленоват.	14,46	0,59	2,67	70,81	<0,1	0,10	1,00	0,61	8,34	<0,1	0,87	0,48	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	
		Фр-137	3 / 493	бальза-марий	голубой	16,07	0,92	2,33	69,56	0,30	0,14	0,93	0,83	7,76	<0,1	1,21	0,63	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	
		Фр-66	5 / 558	кувшин	зелено-голубой	17,84	0,62	2,53	67,69	<0,1	0,17	1,17	0,56	7,23	<0,1	1,06	0,49	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	
			Mn																					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Группа 2 («римское» бесцветное стекло)	Mn	Фр-54	102 / стенка сосуда	1256	6/ц	18,83	0,58	2,50	67,45	<0,1	0,19	1,13	0,47	7,53	<0,1	1,12	0,51	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	
		Фр-128	269 / амфо- рикс	4687	фиоле- товый	16,07	0,62	2,39	67,69	0,15	0,23	0,83	0,65	8,12	<0,1	2,87	0,46	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	
		Фр-74	55 / чаша	1540	б/цзеле- новат.	17,20	0,48	2,43	68,20	0,12	0,17	1,10	0,69	7,37	<0,1	1,79	0,41	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	
		Среднее значение		16,63	0,61	2,48	68,80	-	0,17	1,04	0,61	7,80	<0,1	1,43	0,47	<0,1	0,67	0,08	-	-	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1
		Стандартное отклонение		1,33	0,13	0,12	1,21	-	0,04	0,11	0,11	0,40	-	0,67	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Фр-14	5 / 441	стакан	6/ц	19,36	0,50	1,50	68,01	<0,1	0,29	1,34	0,35	7,79	<0,1	<0,1	0,51	<0,1	<0,1	<0,2	0,49	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		Фр-15	60 / 452	сосуда фр-ты	6/ц	19,05	0,45	1,89	71,49	<0,1	0,27	1,20	0,46	4,88	<0,1	<0,1	0,36	<0,1	<0,1	<0,2	0,37	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		Фр-16	10 / 550	кубок	6/ц	19,31	0,46	1,63	70,96	<0,1	0,26	1,26	0,40	5,22	<0,1	<0,1	0,35	<0,1	<0,1	<0,2	0,71	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		Фр-21	74 / 632	бальза- мария? фр-ты	6/ц	19,10	0,38	1,71	71,24	<0,1	0,18	1,34	0,43	5,18	<0,1	<0,1	0,28	<0,1	<0,1	<0,2	0,54	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		Фр-31	79 / 905	флакон	6/ц	16,52	0,30	1,66	72,24	<0,1	0,18	1,10	0,41	4,94	<0,1	<0,1	0,26	<0,1	<0,1	<0,2	1,03	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Группа 3 (стекло, обесцветен- ное сурьмой, Fou-4)	Sb	Фр-38	94 / 1004	стакан	6/ц	19,06	0,63	1,81	68,03	<0,1	0,31	1,24	0,36	6,62	<0,1	<0,1	0,43	<0,1	<0,1	<0,2	0,34	<0,1	<0,1	<0,1	
		Фр-40	75 / 1068	сосуда фр-ты	6/ц	19,23	0,38	1,70	68,83	<0,1	0,29	1,27	0,40	5,51	<0,1	<0,1	0,33	<0,1	<0,1	<0,2	0,72	<0,1	<0,1	<0,1	
		Фр-50	70 / 1216	сосуда фр-ты	6/ц	19,26	0,51	1,96	70,00	<0,1	0,27	1,23	0,45	5,52	<0,1	<0,1	0,45	<0,1	<0,1	<0,2	0,51	<0,1	<0,1	<0,1	
		Фр-51	70 / 1224	бальза- марий	6/ц зеле- новат.	19,78	0,39	1,63	69,54	<0,1	0,24	1,36	0,40	5,38	<0,1	<0,1	0,32	<0,1	<0,1	<0,2	0,62	<0,1	<0,1	<0,1	
		Фр-66	145 / 1389	стакан? фр-т	6/ц	20,53	0,72	1,79	68,46	<0,1	0,26	1,40	0,35	5,66	<0,1	<0,1	0,48	<0,1	<0,1	<0,2	0,57	<0,1	<0,1	<0,1	
		Фр-70	161 / 1439	сосуда	6/ц	18,43	0,46	2,02	70,37	<0,1	0,20	1,23	0,46	5,22	<0,1	<0,1	0,41	<0,1	<0,1	<0,2	0,70	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		Фр-71	152 / 1480	сосуда фр-ты	6/ц	19,59	0,46	1,59	68,73	<0,1	0,29	1,29	0,36	6,43	<0,1	<0,1	0,35	<0,1	<0,1	<0,2	0,63	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		Фр-87	65 / 1862	стакан	6/ц	18,90	0,58	1,92	69,60	<0,1	0,31	1,07	0,64	5,95	<0,1	<0,1	0,55	<0,1	<0,1	<0,2	0,99	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		Фр-99	191 / 2227	сосуда	6/ц	19,74	0,50	1,95	69,29	<0,1	0,29	1,22	0,51	5,49	<0,1	<0,1	0,43	<0,1	<0,1	<0,2	0,74	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
Группа 3 (стекло, обесцвечен- ное сурьмой, Fou-4)	Sb	Фр-101	203/ 2427	сосуда фр-ты	б/ц	19,68	0,45	1,54	69,34	<0,1	0,29	1,31	0,43	5,67	<0,1	<0,1	0,34	<0,1	<0,1	<0,2	0,82	<0,1	<0,1			
		Фр-105	209/ 2544	флако- на? фр- ты	б/ц	17,92	0,44	1,63	72,29	<0,1	0,22	1,18	0,37	5,66	<0,1	<0,1	0,31	<0,1	<0,1	<0,2	0,42	<0,1	<0,1	<0,1		
		Фр-107	213/ 2817	стакан	б/ц	18,58	0,56	1,90	70,50	<0,1	0,25	1,13	0,58	6,04	<0,1	<0,1	0,47	<0,1	<0,1	<0,2	0,67	<0,1	<0,1	<0,1		
		Фр-110	183/ 2945	бальза- мария горло	б/ц	19,64	0,38	1,65	69,58	<0,1	0,26	1,33	0,46	5,00	<0,1	<0,1	0,34	<0,1	<0,1	<0,2	0,85	<0,1	<0,1	<0,1		
		Фр-116	230/ 3288	чаша?	б/ц	18,84	0,45	1,76	70,67	<0,1	0,26	1,18	0,40	5,28	<0,1	<0,1	0,37	<0,1	<0,1	<0,2	0,47	<0,1	<0,1	<0,1		
		Фр-139	59/ 368	сосуда фр-ты	б/ц	21,69	0,43	1,50	68,09	<0,1	0,48	1,21	0,38	6,16	<0,1	<0,1	0,34	<0,1	<0,1	<0,2	0,53	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
		Фр-140	27/77	сосуда фр-ты	б/ц	20,77	0,82	2,07	67,85	<0,1	0,31	1,32	0,43	6,07	<0,1	<0,1	0,47	<0,1	<0,1	<0,2	0,53	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
				Среднее значение				19,28	0,49	1,75	69,77	<0,1	0,27	1,25	0,43	5,70	<0,1	<0,1	0,39	<0,1	0,01	<0,2	0,63	<0,1	<0,1	
				Стандартное отклонение				1,04	0,12	0,17	1,37	-	0,06	0,09	0,07	0,68	-	-	0,08	-	0,01	-	0,19	-	-	
		Группа 4 («смешан- ного» состава)	Mn +Sb	Фр-117	17/21	стакан	б/ц зеле- новат.	18,73	0,56	2,04	70,20	<0,1	0,25	1,17	0,53	6,76	<0,1	0,33	0,46	<0,1	<0,1	<0,2	0,36	<0,1	<0,1	
				Фр-227	56	чаша	б/ц зеле- новат.	18,60	0,51	2,10	69,67	<0,1	0,26	1,15	0,59	6,54	<0,1	0,46	0,46	<0,1	<0,1	<0,2	0,35	<0,1	<0,1	
				Фр-490	122	стакан?	б/ц	19,66	0,84	1,89	68,60	<0,1	0,30	1,22	0,42	6,13	0,10	0,35	0,57	<0,1	<0,1	<0,2	0,25	<0,1	<0,1	<0,1
				Фр-118	58/ 18	стакан	б/ц	18,43	0,46	2,02	69,69	<0,1	0,25	1,03	0,56	6,38	<0,1	0,40	0,44	<0,1	<0,1	<0,2	0,38	<0,1	<0,1	<0,1
				Фр-20	85/ 608	сосуд	б/ц зеле- новат.	18,35	1,22	2,37	67,13	<0,1	0,39	0,89	0,45	7,20	0,16	0,74	0,96	<0,1	<0,1	<0,2	0,29	<0,1	<0,1	<0,1
Фр-23	76/ 705			бальзам арий	зелено- голубой	17,79	0,52	2,12	69,27	<0,1	0,21	1,11	0,61	6,75	<0,1	0,54	0,49	<0,1	<0,1	<0,2	0,37	<0,1	<0,1	<0,1		
Фр-71	71/ 25			стакан	б/ц	17,95	0,44	1,99	69,19	<0,1	0,24	1,15	0,56	6,32	<0,1	0,37	0,40	<0,1	<0,1	<0,2	0,42	<0,1	<0,1	<0,1		
Фр-49	128/ 1175			бальзам арий	б/ц	18,18	0,58	2,30	68,68	<0,1	0,20	1,05	0,55	7,11	<0,1	0,64	0,53	<0,1	<0,1	<0,2	0,35	<0,1	<0,1	<0,1		
Фр-52	70/ 1225			стакан	светло- зеленый	18,30	0,53	2,26	68,37	<0,1	0,20	1,08	0,69	6,96	<0,1	0,58	0,55	<0,1	<0,1	<0,2	0,49	<0,1	<0,1	<0,1		
Фр-53	104/ 1239			стакан	зелено- голубой	18,87	0,48	1,99	69,25	<0,1	0,26	1,18	0,54	6,31	<0,1	0,40	0,43	<0,1	<0,1	<0,2	0,52	<0,1	<0,1	<0,1		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
Группа 4 («смешан- ного» состава)	Mn +5b	Фр- 72	121/ 1496	чаша с отглав. краем	б/ц зеле- новат.	17,61	0,53	2,07	69,46	<0,1	0,19	1,12	0,58	6,58	<0,1	0,55	0,48	<0,1	<0,1	<0,2	0,40	<0,1	<0,1	<0,1		
		Фр- 73	150/ 1500	стакан	светло- зеленый	17,63	0,53	2,03	69,54	<0,1	0,19	1,11	0,59	6,54	<0,1	0,51	0,46	<0,1	<0,1	<0,2	0,43	<0,1	<0,1	<0,1		
		Фр- 82	132/ 1740	стакан	б/ц зеле- новат.	18,14	0,50	2,02	69,09	<0,1	0,25	1,18	0,55	6,46	<0,1	0,40	0,45	<0,1	<0,1	<0,2	0,59	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
		Фр- 83	111/ 1784	сосуд	б/ц	18,28	0,48	1,95	69,19	<0,1	0,23	1,16	0,53	6,24	<0,1	0,39	0,42	<0,1	<0,1	<0,2	0,48	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
		Фр- 85	110/ 1822	чаша	б/ц зеле- новат.	17,99	0,47	2,04	69,64	<0,1	0,24	1,15	0,56	6,50	<0,1	0,47	0,45	<0,1	<0,1	<0,2	0,47	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
		Фр- 86	65/ 1851	кубок	б/ц зеле- новат.	17,68	0,52	2,04	70,28	<0,1	0,19	1,07	0,55	6,46	<0,1	0,43	0,44	<0,1	<0,1	<0,2	0,41	<0,2	0,41	<0,1	<0,1	<0,1
		Фр- 96	184/ 2052	бальза- марий	голубой	16,83	0,54	2,36	70,28	0,12	0,19	1,03	0,68	7,45	<0,1	0,82	0,47	<0,1	<0,1	<0,2	0,27	<0,2	0,27	<0,1	<0,1	<0,1
		Фр- 97	179/ 2130	стакан	б/ц	18,09	0,49	2,14	70,31	<0,1	0,23	1,14	0,58	6,61	<0,1	0,57	0,44	<0,1	<0,1	<0,2	0,46	<0,2	0,46	<0,1	<0,1	<0,1
		Фр- 98	207/ 2171	стакан?	светло- зеленый	18,50	0,48	2,01	69,87	<0,1	0,26	1,17	0,54	6,29	<0,1	0,40	0,43	<0,1	<0,1	<0,2	0,53	<0,2	0,53	<0,1	<0,1	<0,1
		Фр- 100	203/ 2420	чаша	б/ц	18,36	0,48	1,97	70,21	<0,1	0,26	1,16	0,57	6,26	<0,1	0,35	0,40	<0,1	<0,1	<0,2	0,52	<0,2	0,52	<0,1	<0,1	<0,1
		Фр- 102	196/ 2439	бальза- марий	б/ц	18,37	0,46	1,94	70,03	<0,1	0,25	1,16	0,54	6,18	<0,1	0,33	0,43	<0,1	<0,1	<0,2	0,52	<0,2	0,52	<0,1	<0,1	<0,1
		Фр- 104	166/ 2523	бальза- марий	б/ц	17,52	0,50	2,20	69,68	<0,1	0,22	1,07	0,61	6,82	<0,1	0,70	0,44	<0,1	<0,1	<0,2	0,40	<0,2	0,40	<0,1	<0,1	<0,1
		Фр- 109	221/ 2922	бальза- марий	б/ц	18,65	0,47	1,96	69,12	<0,1	0,23	1,17	0,54	6,00	<0,1	0,47	0,47	<0,1	<0,1	<0,2	0,64	<0,2	0,64	<0,1	<0,1	<0,1
		Фр- 112	245/ 3025	кувшин	светло- зеленый	18,00	0,58	2,06	68,76	<0,1	0,22	1,06	0,56	6,64	<0,1	0,46	0,53	<0,1	<0,1	<0,2	0,49	<0,2	0,49	<0,1	<0,1	<0,1
		Фр- 114	232/ 3183	стакан	б/ц зеле- новат.	18,77	0,47	1,98	68,50	<0,1	0,23	1,15	0,57	6,49	<0,1	0,53	0,44	<0,1	<0,1	<0,2	0,57	<0,2	0,57	<0,1	<0,1	<0,1
		Фр- 115	238/ 3198	бальза- марий	б/ц зеле- новат.	18,96	0,51	1,97	68,60	<0,1	0,26	1,17	0,51	6,10	<0,1	0,37	0,47	<0,1	<0,1	<0,2	0,52	<0,2	0,52	<0,1	<0,1	<0,1
		Фр- 118	286/ 3430	кувшин	голубой	17,65	0,51	2,23	69,69	<0,1	0,21	1,08	0,57	6,79	<0,1	0,36	0,48	<0,1	<0,1	<0,2	0,31	<0,2	0,31	<0,1	<0,1	<0,1
		Фр- 119	244/ 3490	стакан	б/ц зеле- новат.	18,13	0,53	2,05	68,92	<0,1	0,22	1,13	0,59	6,56	<0,1	0,66	0,49	<0,1	<0,1	<0,2	0,51	<0,2	0,51	<0,1	<0,1	<0,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Группа 4 («комшан- ного» состава)	Mn +Sb	Фр-120	247/ 3648	стакан	б/ц	16,92	0,54	2,20	69,51	<0,1	0,23	0,99	0,70	7,27	0,10	0,31	0,57	<0,1	<0,1	<0,2	0,53	<0,1	<0,1		
		Фр-121	321/ 3888	бальза- марий	б/ц	18,81	0,50	1,99	69,00	<0,1	0,23	1,14	0,57	6,17	<0,1	0,30	0,54	<0,1	<0,1	<0,2	0,62	<0,1	<0,1		
		Фр-122	288/ 3954	стакан	зелено- голубой	17,59	0,55	2,13	69,10	<0,1	0,21	1,07	0,64	6,83	0,10	0,57	0,53	<0,1	<0,1	<0,2	0,39	<0,1	<0,1		
		Фр-126	250/ 4603	стакан	светло- зеленый	17,93	0,50	2,08	69,00	<0,1	0,21	1,10	0,62	6,72	<0,1	0,61	0,46	<0,1	<0,1	<0,2	0,40	<0,1	<0,1		
		Фр-127	250/ 4623	стакан	голубой	17,61	0,53	2,10	68,88	<0,1	0,21	1,11	0,60	6,77	<0,1	0,59	0,51	<0,1	<0,1	<0,2	0,41	<0,1	<0,1		
		Фр-132	70/ 1233	кубок	б/ц	18,76	0,47	2,01	70,07	<0,1	0,26	1,18	0,54	6,32	<0,1	0,38	0,42	<0,1	<0,1	<0,2	0,58	<0,1	<0,1		
		Фр-16	61/ 475	бальза- марий	б/ц	18,21	0,48	2,00	69,76	<0,1	0,24	1,13	0,61	6,36	<0,1	0,34	0,45	<0,1	<0,1	<0,2	0,49	<0,1	<0,1		
		Среднее значение		18,17	0,54	2,07	69,33	<0,1	0,23	1,12	0,57	0,65	0,48	0,48	0,48	<0,1	0,13	0,09	-	-	<0,2	0,45	<0,1	<0,1	
		Стандартное отклонение		0,58	0,14	0,12	0,68	-	0,04	0,07	0,06	0,35	-	0,13	0,09	-	-	0,10	-	-	-	-	0,10	-	-
		Группа 5 (левантий- ская I)	Mn	Фр-6	13/ 155	стакан	голубой	15,30	0,60	3,22	68,51	0,10	<0,1	1,14	0,54	9,03	<0,1	1,50	0,60	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
				Фр-8	22/ 243	стакан	б/ц зеле- новат.	14,96	0,65	2,79	70,14	<0,1	0,17	0,85	0,61	8,47	<0,1	1,29	0,57	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
				Фр-11	16/ 291	стакан	светло- зеленый	15,49	1,00	3,00	68,41	0,12	0,18	0,92	0,75	8,92	0,12	1,22	0,74	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
				Фр-24	78/ 738	бальза- марий	зеленый	16,42	0,52	2,75	67,59	<0,1	0,15	1,08	0,61	8,39	<0,1	1,49	0,38	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
				Фр-29	41/ 817	колба	светло- оливк.	14,31	0,72	2,75	69,03	<0,1	0,25	0,76	0,60	8,66	0,11	1,99	0,57	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
Фр-30	41/ 818			колба	оливковый	14,30	0,73	2,75	69,11	<0,1	0,23	0,76	0,60	8,64	<0,1	1,95	0,59	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1		
Фр-39	94/ 1023			кувшин	оливковый	14,95	0,56	3,21	68,30	0,10	<0,1	1,18	0,52	8,35	<0,1	1,37	0,65	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1		
Фр-44	101/ 1124			стакан	б/ц	15,61	0,51	2,74	69,48	<0,1	0,23	0,97	0,59	7,73	<0,1	1,13	0,34	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1		
Фр-146	38/ 1166			стакан	голубой	15,56	0,57	2,99	69,75	<0,1	<0,1	1,25	0,47	8,49	<0,1	1,32	0,58	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1		
Среднее значение				15,21	0,65	2,91	68,92	-	0,16	0,99	0,59	0,52	-	1,47	0,56	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	
Стандартное отклонение				0,67	0,15	0,20	0,80	-	0,07	0,18	0,08	0,38	-	0,31	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
Группа 6 (серия Fоу-3.2)	Mn	Фр-45/ 12	45/ 310	венчик сосуда	б/ц	20,17	0,84	1,88	67,70	<0,1	0,24	1,32	0,34	5,93	0,11	0,73	0,86	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1			
		Фр-50/ 13	50/ 339	стакан стакан	светло- зеленый	19,72	0,78	2,25	67,85	<0,1	0,26	1,09	0,51	5,77	0,13	1,11	0,81	<0,1	0,15	<0,2	<0,2	<0,1	0,16			
		Фр-62 № 17	62 № 573	стакан	светло- зеленый	19,30	0,65	2,05	68,36	<0,1	0,25	1,15	0,54	6,46	0,08	0,74	0,62	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1		
		Фр-100/ 32	100/ 915	стакан	б/ц	18,63	0,55	1,91	68,53	<0,1	0,19	1,31	0,39	5,51	0,10	1,25	0,50	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1		
		Фр-89/ 36	89/ 951	кувшин	светло- зеленый	18,71	0,66	2,15	67,29	<0,1	0,21	1,19	0,59	6,55	0,1	0,96	0,64	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1		
		Фр-88/ 37	88/ 984	сосуда фр-ты	б/ц	19,77	0,70	1,90	66,49	<0,1	0,22	1,31	0,44	6,15	0,11	1,08	0,62	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
		Фр-140/ 58	140/ 1334	сосуда фр-ты	б/ц	20,79	0,86	1,84	66,99	<0,1	0,23	1,35	0,33	5,85	0,12	0,71	0,85	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	
		Фр-140/ 59	140/ 1335	колла	б/ц зеле- новат.	20,73	0,86	1,84	66,89	<0,1	0,24	1,35	0,34	5,84	0,12	0,73	0,86	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	
		Фр-142/ 61	142/ 1354	стакан	б/ц	19,71	0,64	1,94	68,35	<0,1	0,22	1,25	0,44	6,07	0,11	1,00	0,58	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	
		Фр-142/ 62/1	142/ 1358	стакан	св.-олив- новый	19,71	0,99	2	67,95	0,03	0,15	1,3	0,36	5,81	0,14	1,39	0,68	0,01	0,02	0,14	0,1	0,14	0,1	0,04	0,04	
		Фр-135/ 67	135/ 1397	стакан	б/ц голу- боват.	18,66	0,71	2,19	67,82	<0,1	0,21	1,15	0,62	6,70	0,11	1,02	0,74	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	
		Фр-154/ 75	154/ 1597	кувшин	оливковый	18,99	0,99	2,03	68,08	<0,1	0,17	1,28	0,39	5,78	0,15	1,38	0,74	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	
		Фр-136/ 81	136/ 1682	стакан	зелено- голубой	18,30	0,89	2,18	67,67	<0,1	0,22	1,16	0,61	6,60	0,11	1,25	0,66	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	
		Фр-171/ 84	171/ 1789	стакан	светло- зеленый	18,79	0,78	2,17	67,57	<0,1	0,20	1,12	0,64	6,57	0,11	1,12	0,81	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	
		Фр-155/ 90	155/ 1906	кувшин	оливковый	18,98	0,82	1,95	69,76	<0,1	0,19	1,24	0,41	6,22	0,11	0,70	0,71	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	
		Фр-51/ 141	51/ 394	бальза- марий?	светло- зеленый	20,23	0,72	2,08	67,90	<0,1	0,23	1,20	0,52	6,22	0,10	1,11	0,62	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	
				Среднее значение		19,45		0,78	2,02	67,83	<0,1	0,21	1,24	0,47	6,13	0,11	1,02	0,71	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	
				Стандартное отклонение		0,77		0,13	0,14	0,76	-	0,03	0,09	0,11	0,36	0,02	0,24	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-
		Группа 7 (серия Fоу-2.1 - 7)	Mn	Фр-3	37/ 114	стакан	б/ц	18,59	0,83	2,33	67,62	<0,1	0,28	1,00	0,59	7,39	0,11	0,64	0,75	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	
				Фр-9	22/ 250	колла	б/ц	19,59	0,86	2,39	68,52	<0,1	0,22	1,29	0,44	4,88	0,16	1,29	0,83	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Группа 7 (серия Фой- 2.1 - ?)	Min	Фр-19	86 / 588	сосуда фр-ты	б/ц	21,11	1,18	2,18	65,41	<0,1	0,23	1,45	0,39	6,20	0,13	1,29	0,76	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
		Фр-33	46 / 920	кувшин светлого-зеленый	светло-зеленый	18,42	0,85	2,48	66,60	<0,1	0,26	1,09	0,56	6,61	0,16	1,12	1,02	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
		Фр-34	46 / 922	сосуда светлого-зеленый	светло-зеленый	18,54	0,85	2,44	66,34	<0,1	0,25	1,10	0,52	6,54	0,16	1,08	0,95	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
		Фр-41а	92 / 1085/1	стакан светлого-зеленый	светло-зеленый	19,10	0,90	2,64	67,06	<0,1	0,29	0,97	0,73	6,62	0,19	0,82	1,10	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
		Фр-41б	92 / 1085/2	кувшин светлого-зеленый	светло-зеленый	19,36	0,90	2,51	67,69	<0,1	0,27	1,06	0,66	6,54	0,18	0,92	1,08	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
		Фр-57	141 / 1301	стакана фр-ты	б/ц	18,32	0,75	2,71	66,79	<0,1	0,21	0,88	0,98	7,68	0,12	0,96	0,94	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
		Фр-60	142 / 1349	сосуда светлого-зеленый	светло-зеленый	17,92	0,79	2,33	68,50	<0,1	0,17	0,79	0,85	7,03	0,13	1,11	0,69	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
		Фр-64	142 / 1375	донце сосуда светлого-зеленый	светло-зеленый	17,49	0,79	2,46	68,04	<0,1	0,19	1,06	1,02	7,37	0,12	1,11	0,77	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
		Фр-65	142 / 1376	стакана фр-ты	б/ц	17,95	0,79	2,51	68,23	<0,1	0,20	1,01	0,77	7,08	0,12	1,10	0,74	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
		Фр-76	136 / 1661	колба светлого-зеленый	светло-зеленый	18,01	0,80	2,33	67,81	<0,1	0,22	1,10	0,59	6,71	0,12	1,22	0,84	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
		Фр-77а	136 / 1668/1	колба светлого-зеленый	светло-зеленый	18,27	0,82	2,52	67,31	<0,1	0,22	1,02	0,78	6,44	0,16	1,27	0,90	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
		Фр-77б	136 / 1668/2	кувшин светлого-зеленый	светло-зеленый	17,08	0,74	2,52	68,24	<0,1	0,21	0,97	0,71	7,54	0,12	1,24	0,74	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
		Фр-78	136 / 1669	колба светлого-зеленый	светло-зеленый	19,38	0,81	2,26	66,99	<0,1	0,23	1,11	0,55	6,17	0,14	1,14	0,85	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
		Фр-88	155 / 1898	сосуд, один из двух светлого-зеленый	светло-зеленый	18,47	0,88	2,59	68,30	<0,1	0,22	0,99	0,64	6,98	0,15	1,11	0,92	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
		Фр-89	155 / 1902	сосуда фр-ты	б/ц	18,84	0,83	2,37	68,10	<0,1	0,23	1,02	0,66	6,93	0,12	1,10	0,81	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
		Фр-92	155 / 1927	стакана фр-ты	светлого-зеленый	19,51	0,93	2,41	66,57	<0,1	0,30	1,14	0,58	7,43	0,18	0,96	1,13	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
		Фр-93	155 / 1930	колба светлого-зеленый	светло-зеленый	18,49	0,86	2,40	67,94	<0,1	0,22	1,00	0,65	6,87	0,13	1,13	0,82	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
Группа 7 (серия Foу-2.1 - ?)	Mn	Фр-155/ 94	155/ 1934	стакана фр-ты	светло- зеленый	19,53	0,93	2,36	66,43	<0,1	0,29	1,15	0,58	7,42	0,17	0,95	1,15	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1		
		Фр-105/ 136	105/ 890	кувшин зеленый	светло- зеленый	18,53	0,80	2,31	68,75	<0,1	0,22	1,05	0,61	6,76	0,11	1,16	0,77	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1		
		Фр-51/ 26	51/ 393	стакан	б/ц	19,04	0,78	2,23	67,60	<0,1	0,31	1,05	0,42	6,53	0,14	1,13	0,77	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1		
		Фр-51/ 36	51/ 390	конн- ческий кубок	зелено- голубой	19,02	0,85	2,19	65,73	<0,1	0,21	1,17	0,59	6,57	0,13	1,00	1,03	<0,1	0,22	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1		
		Среднее значение				18,68	0,85	2,42	67,44	<0,1	0,24	1,06	0,65	6,81	0,14	1,08	0,88	<0,1	-	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
		Стандартное отклонение				0,84	0,09	0,14	0,91	-	0,04	0,13	0,16	0,59	0,02	0,15	0,14	-	-	-	-	-	-	0,01	0,18	0,18
		Группа 8 (НИМТ)	Mn	Фр-178/ 103	178/ 2444	стакан	оливковый	17,14	1,27	2,7	68,5	<0,1	0,14	1,09	0,46	5,12	0,47	2,05	1,43	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1
				Фр-142/ 62/2	142/ 1358/2	стакан	оливковый	19,78	0,98	2,58	66,14	<0,1	0,22	1,09	0,56	4,76	0,24	1,83	1,13	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1
				Фр-136/ 79	136/ 1680	кувшин	оливковый	19,03	0,98	2,35	68,47	<0,1	0,20	1,21	0,48	4,06	0,19	1,65	0,90	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1
				Фр-85/ 138	85/ 619	сосуда фр-ты	оливковый	21,96	1,03	2,9	65,76	<0,1	0,32	1,25	0,47	3,71	0,23	1,17	1,70	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1
Фр-175/ 145	175/ 1963			сосуда дно	фиолето- во-корич- невый	19,43	1,01	2,64	63,66	<0,1	0,26	1,08	0,50	6,40	0,67	2,68	2,36	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1		
Среднее значение						19,47	1,05	2,63	66,51	<0,1	0,23	1,14	0,49	4,81	0,36	1,88	1,50	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	
Стандартное отклонение						1,73	0,12	0,20	2,04	-	0,07	0,08	0,04	1,05	0,21	0,55	0,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Группа 9 («смешан- ного» состава)	Mn			Фр-5 13/	5/ 141	стакан	голубой	18,04	0,60	2,59	68,11	<0,1	0,17	1,20	0,55	7,32	<0,1	1,07	0,50	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1
				Фр-7 21/	7/ 223	стакан	зелено- голубой	19,62	0,60	2,63	65,07	<0,1	0,27	1,14	0,57	8,24	<0,1	1,02	1,15	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1
				Фр-31/ 10	31/ 275	стакан	светло- зеленый	19,31	0,56	2,59	65,95	<0,1	0,37	1,07	0,47	7,97	<0,1	1,22	0,51	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1
		Фр-41/ 27	41/ 812	стакан	светло- зеленый	18,55	0,49	2,56	66,76	<0,1	0,27	1,12	0,61	7,42	<0,1	0,82	0,44	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1		
		Фр-89/ 35	89/ 949	колла	голубой	17,86	0,69	2,36	67,38	<0,1	0,23	1,07	0,65	7,09	0,11	0,92	0,70	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1		
		Фр-86/ 43	86/ 1119	стакан	голубой	18,84	0,60	2,39	65,45	<0,1	0,30	1,16	0,40	8,14	<0,1	0,82	0,49	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
		Фр-91/ 47	91/ 1138	стакан	б/ц	18,73	0,58	2,51	67,04	<0,1	0,25	1,11	0,56	7,79	<0,1	0,83	0,72	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Группа 9 («смешан- ного» состава)	Mn	Фр- 48	38/ 1148	станан	голубой	17,19	0,60	2,12	70,47	<0,1	0,23	1,06	0,40	7,16	<0,1	0,53	0,46	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
		Фр- 55	106/ 1272	станан	голубой	18,93	0,58	2,46	67,57	<0,1	0,23	1,17	0,50	7,67	<0,1	0,80	0,42	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
		Фр- 56	133/ 1292	станан	зелено- голубой	19,78	0,54	2,65	66,00	<0,1	0,24	1,21	0,62	7,41	<0,1	1,27	0,51	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
		Фр- 68	99/ 1414	бутыл	светло- зеленый	17,67	0,89	2,55	64,33	<0,1	0,26	0,83	0,51	9,68	0,11	1,94	0,65	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
		Фр- 80	136/ 1681	сосуд (колба?)	светло- зеленый	17,10	0,71	2,47	68,08	<0,1	0,22	1,02	0,72	7,45	<0,1	1,26	0,69	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
		Фр- 133	23/ 232	сосуд	б/ц	16,56	0,64	1,92	72,62	<0,1	0,16	1,07	0,47	6,33	<0,1	0,84	0,52	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
		Фр- 125	325/ 4476	бальза- марий	голубой	16,65	0,31	1,86	73,37	0,10	0,10	1,11	0,44	5,93	<0,1	<0,1	0,29	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
		Фр- 130	232/ 2150	сосуд	голубой	17,73	0,45	1,96	73,10	0,10	0,22	1,01	0,52	5,48	<0,1	0,33	0,38	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
		Фр- 42	92/ 1088	станан	светло- зеленый	16,99	0,87	2,75	67,05	<0,1	0,25	0,98	0,75	7,05	0,18	0,92	1,13	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
		Фр- 45	91/ 1132	колба	светло- зеленый	17,33	0,54	2,65	67,44	<0,1	0,20	1,12	0,52	8,12	0,08	0,72	1,38	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1
Фр- 46	91/ 1135	стенки сосуда	зелено- голубой	16,16	2,23	1,85	64,47	0,92	0,24	1,00	2,64	8,69	0,16	0,26	1,22	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1		
На золе растений- галофитов																							

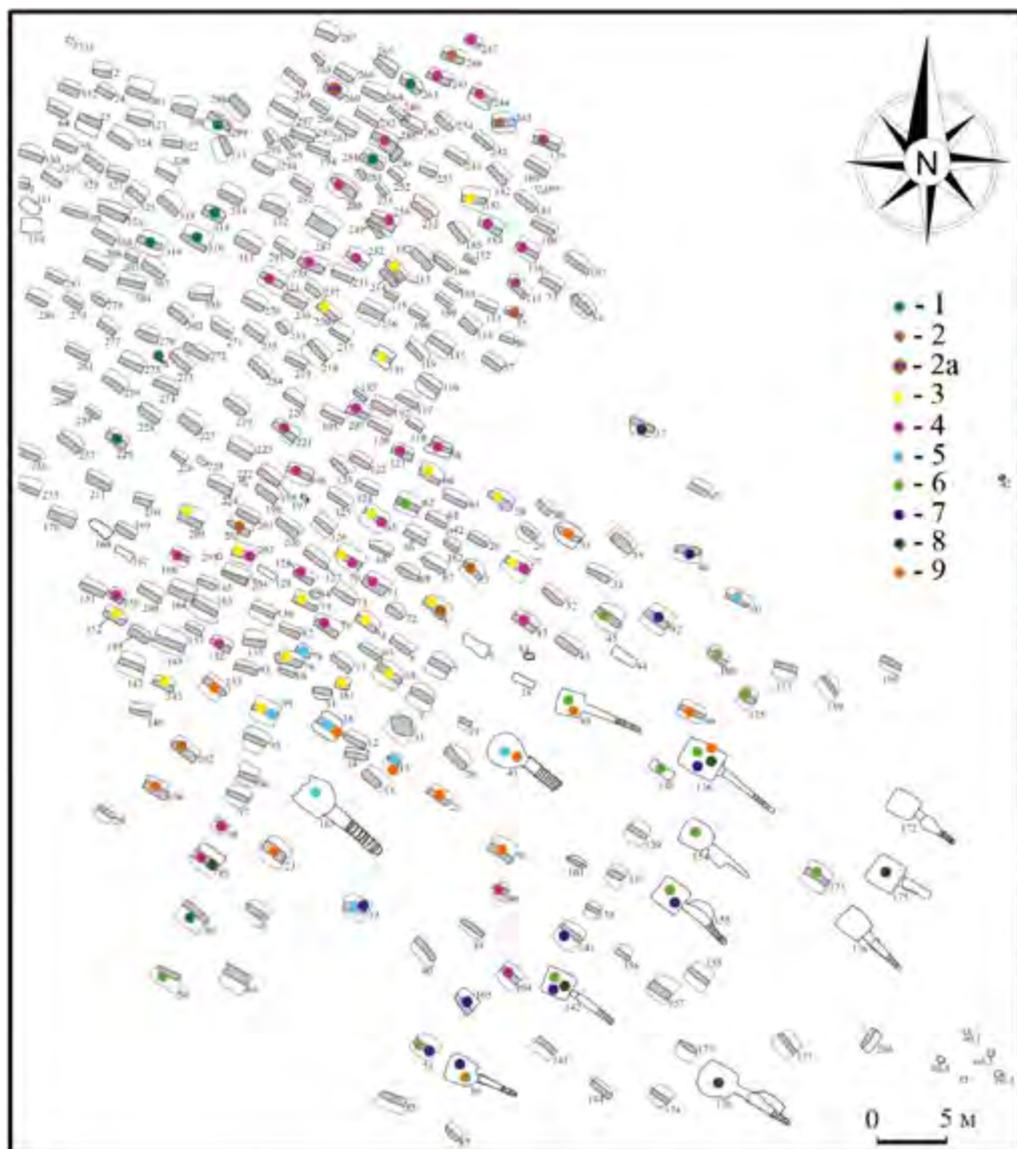


Рис. 1. Распределение стекла различных групп на плане могильника Фронтвое 3: 1 – группа 1 («римское» зелено-голубое); 2 – группа 2 («римское» бесцветное); 2a группа 2, фиолетовое прозрачное; 3 – группа 3 (обесцвеченное сурьмой); 4 – группа 4 («смешанное» Mn+Sb); 5 – группа 5 (левантйская I группа, бесцветное); 6 – группа 6 (близкое серии Foy-3.2); 7 – группа 7 (серия Foy-2.1); 8 – группа 8 (HIMT); 9 – группа 9 (результат вторичного использования - ?)

Fig. 1. The distribution of the glass groups at the Frontovoe 3 cemetery ground plan: 1 – group 1 (Roman blue-green); 2 – group 2 (Roman colourless); 2a – group 2, a vessel of purple translucent glass; 3 – group 3 (Sb-decoloured); 4 – group 4 (“mixed” Mn-Sb); 5 – group 5 (Levantine I group, colourless); 6 – group 6 (series Foy-3.2); 7 – group 7 (close to the series Foy-2.1); 8 – group 8 (HIMT); 9 – group 9 (the result of the extensive recycling - ?)

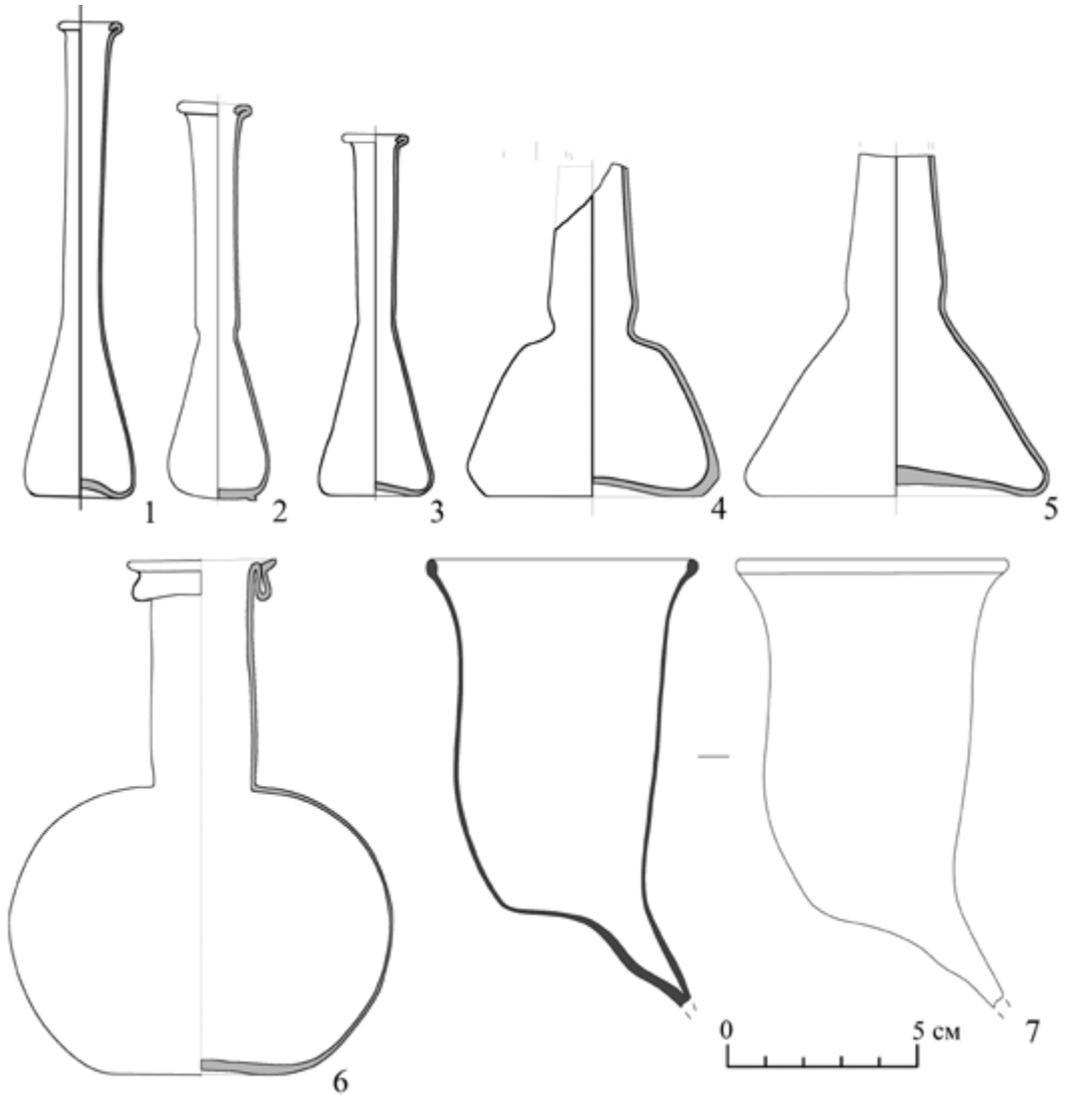


Рис. 2. Сосуды из стекла группы 1 («римского» зелено-голубого)

1 – п. 315, № 3976; 2 – п. 299, № 3800; 3 – п. 319, № 4131; 4 – п. 229, № 2776; 5 – п. 88, № 580; 6 – п. 263, № 3054; 7 – п. 284, № 3393

Fig. 2. Vessels of glass of group 1 (Roman blue-green)

1 – burial 315, no. 3976; 2 – burial 299, no. 3800; 3 – burial 319, no. 4131; 4 – burial 229, no. 2776; 5 – burial 88, no. 580; 6 – burial 263, no. 3054; 7 – burial 284, no. 3393

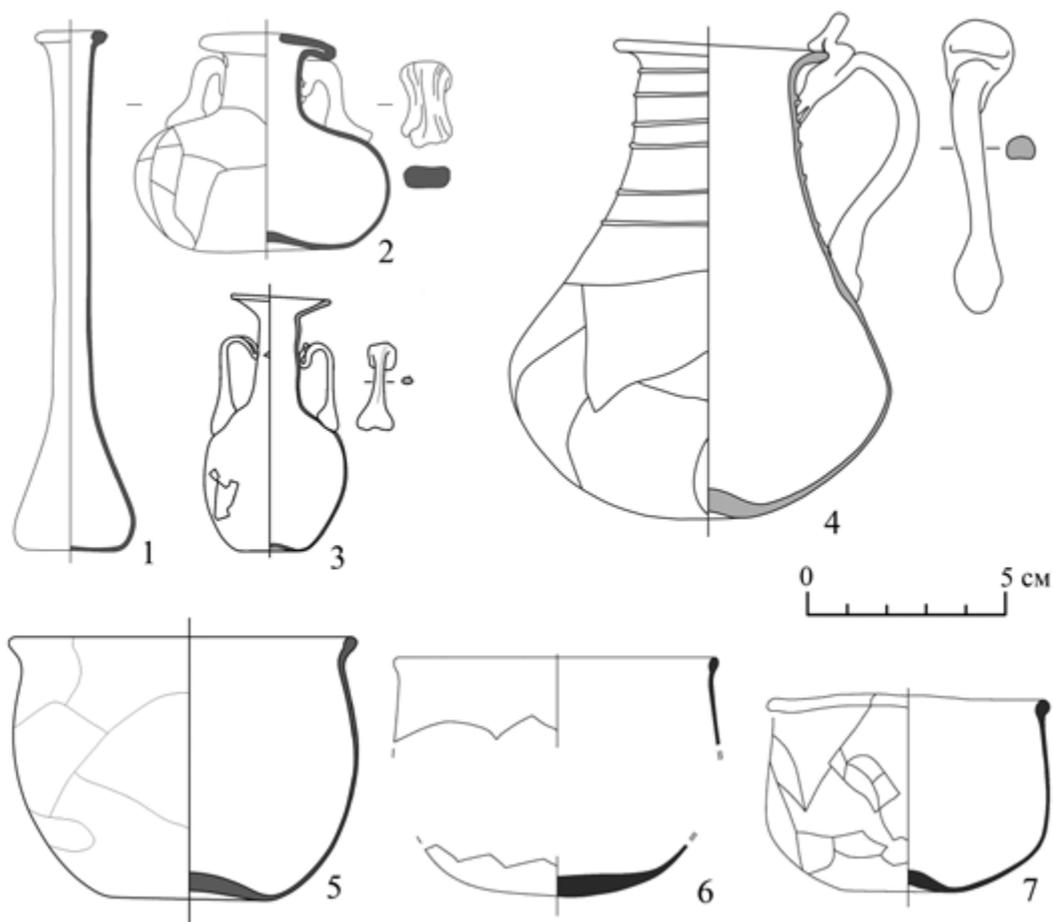


Рис. 3. Сосуды из стекла группы 2 («римского» бесцветного)

1 – п. 3, № 493; 2 – п. 202, № 2786; 3 – п. 269, № 4687; 4 – п. 5, № 558; 5 – п. 246, № 2872; 6 – п. 55, № 1540; 7 – п. 243, № 3018

Fig. 3. Vessels of glass of group 2 (Roman colourless Mn)

1 – burial 3, no. 493; 2 – burial 202, no. 2786; 3 – burial 269, no. 4687; 4 – burial 5, no. 558; 5 – burial 246, no. 2872; 6 – burial 55, no. 1540; 7 – burial 243, no. 3018

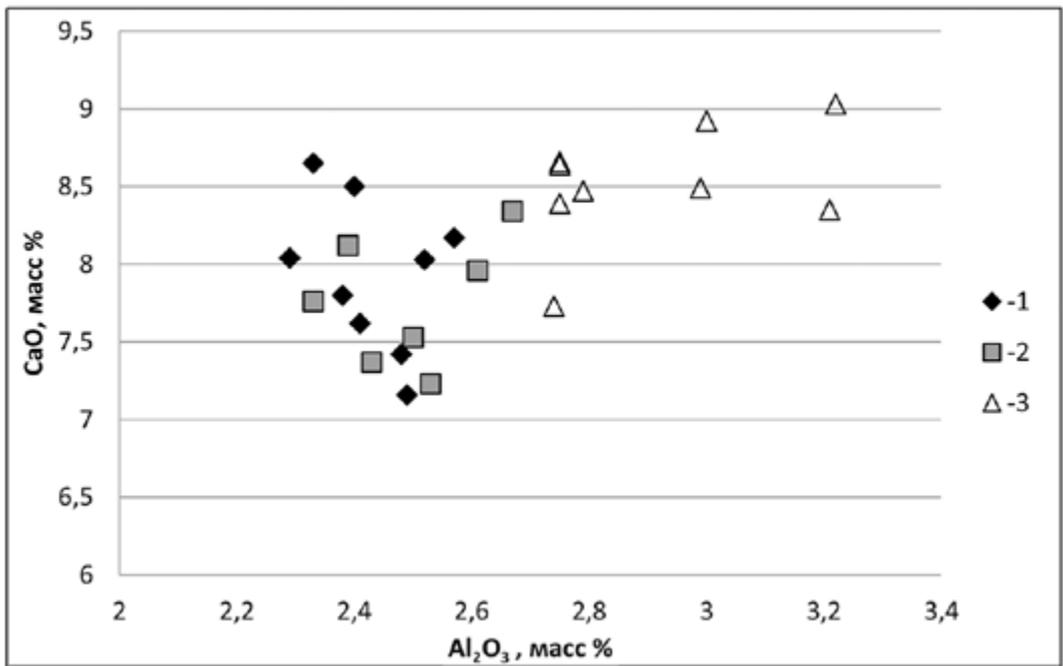


Рис. 4. Содержание оксидов кальция и алюминия в стекле левантийского происхождения
1 – «римское» зелено-голубое; 2 – «римское» бесцветное; 3 – левантийской I группы
Fig. 4. Aluminium and lime oxides ratio in the glass of Levantine origin from Frontovoe 3
1 – Roman blue-green; 2 – Roman colourless; 3 – Levantine I group

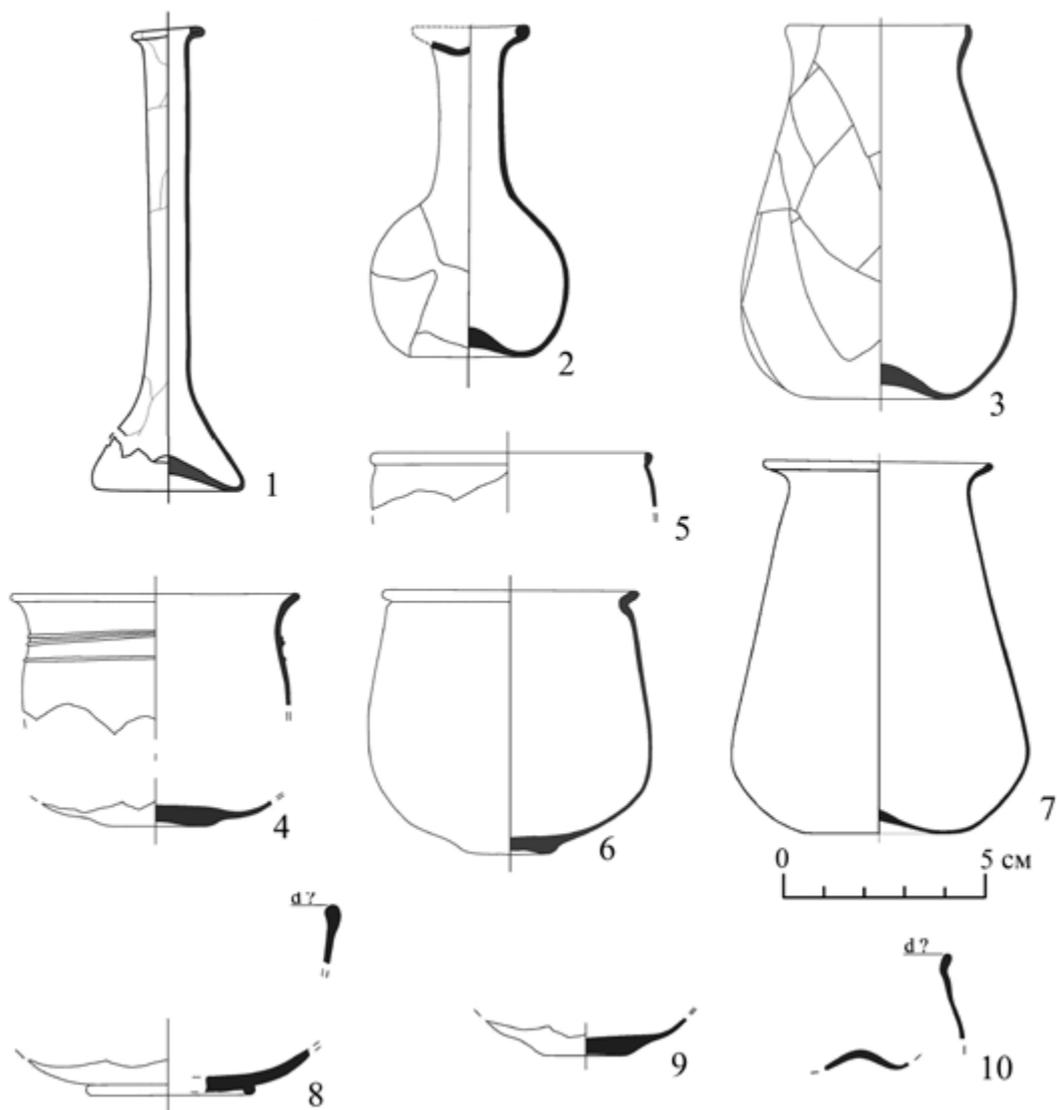


Рис. 5. Сосуды из стекла группы 3 (обесцвеченного сурьмой)

1 – п. 70, № 1224; 2 – п. 79, № 905; 3 – п. 213, № 2817; 4 – п. 94, № 1004; 5 – п. 145, № 1389; 6 – п. 5, № 441; 7 – п. 65, № 1862; 8 – п. 94, № 1004; 9 – п. 152, № 1480; 10 – п. 74, № 632

Fig. 5. Vessels of glass of group 3 (Sb-decoloured)

1 – burial 70, no. 1224; 2 – burial 79, no. 905; 3 – burial 213, no. 2817; 4 – burial 94, no. 1004; 5 – burial 145, no. 1389; 6 – burial 5, no. 441; 7 – burial 65, no. 1862; 8 – burial 94, no. 1004; 9 – burial 152, no. 1480; 10 – burial 74, no. 632

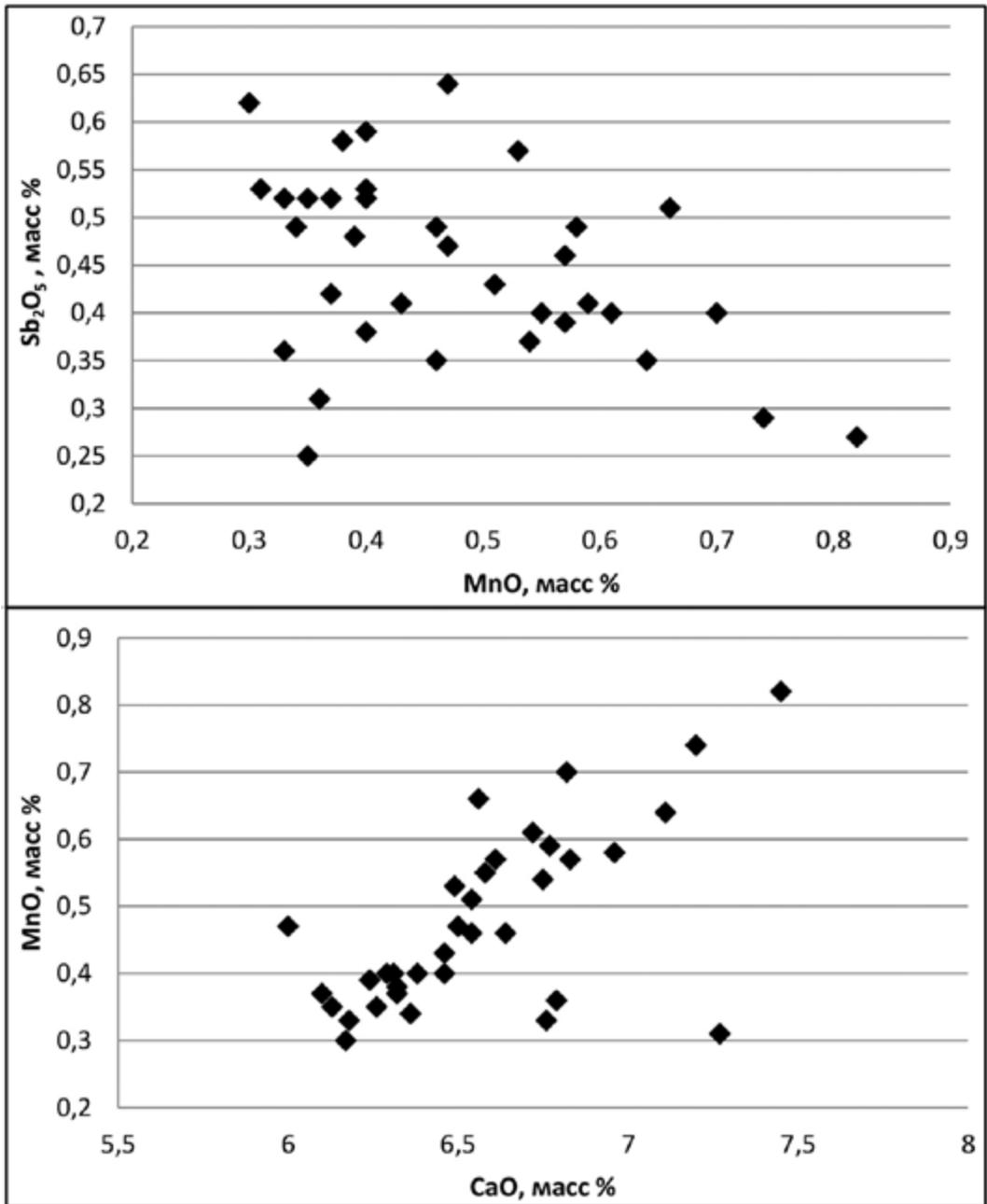


Рис. 6. Стекло группы 4 («смешанного» состава с марганцем и сурьмой). Соотношение оксидов марганца, сурьмы и кальция

Fig. 6. Glass of group 4 (“mixed” composition with Mn and Sb). Antimony, manganese, and calcium oxides ratios

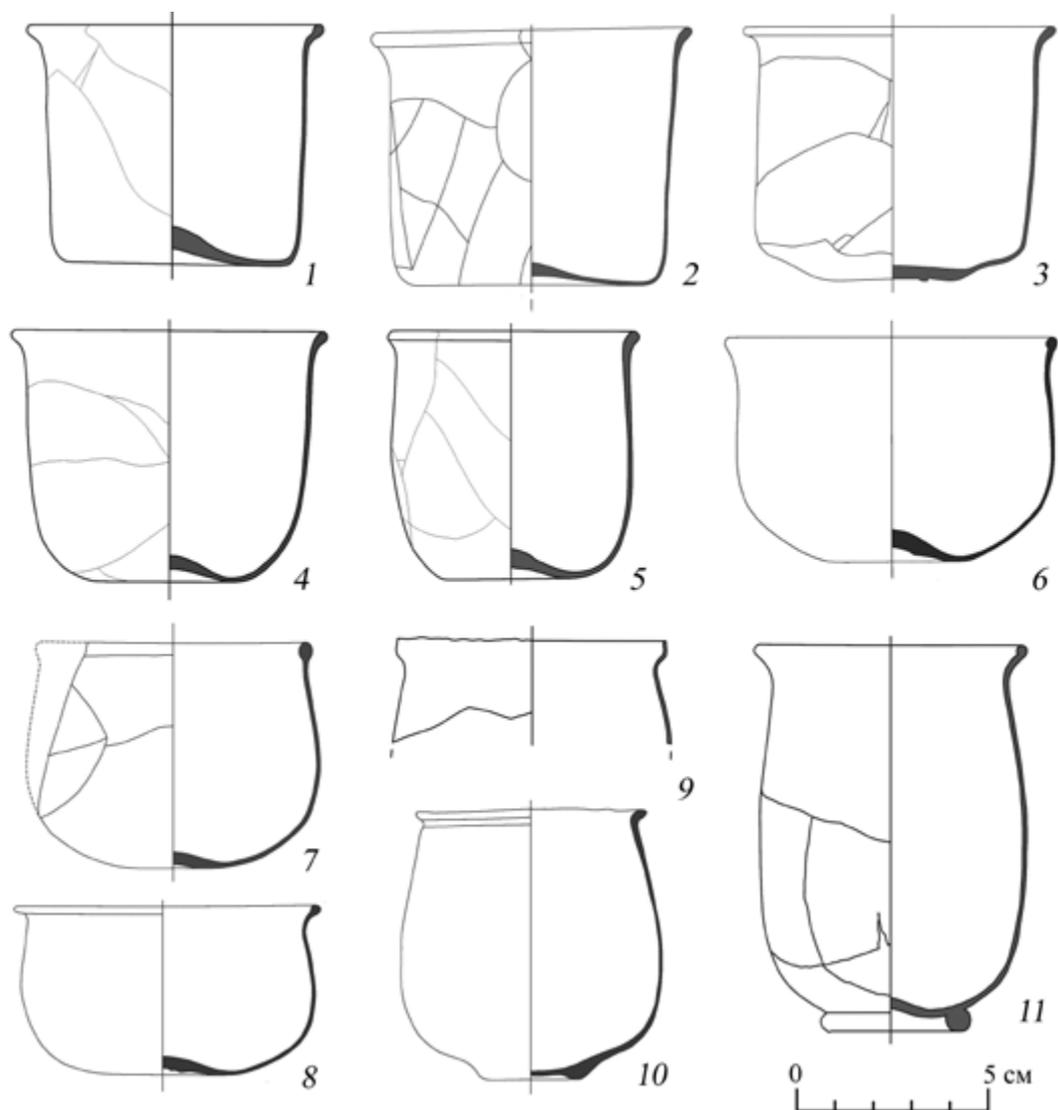


Рис. 7. Стаканы и чаши из стекла группы 4 («смешанного» состава с марганцем и сурьмой)
 1 – п. 150, № 1500; 2 – п. 71, № 766; 3 – п. 247, № 3648; 4, 6 – п. 250, №№ 4603, 4623; 5 – п. 288, № 3954; 7 – п. 58, № 584; 8 – п. 121, № 1496; 9 – п. 90, № 122; 10 – п. 17, № 21; 11 – п. 104, № 1239

Fig. 7. Beakers and bowls of glass of group 4 (“mixed” Mn-Sb composition)
 1 – burial 150, no. 1500; 2 – burial 71, no. 766; 3 – burial 247, no. 3648; 4, 6 – burial 250, nos. 4603 and 4623; 5 – burial 288, no. 3954; 7 – burial 58, no. 584; 8 – burial 121, no. 1496; 9 – burial 90, no. 122; 10 – burial 17, no. 21; 11 – burial 104, no. 1239

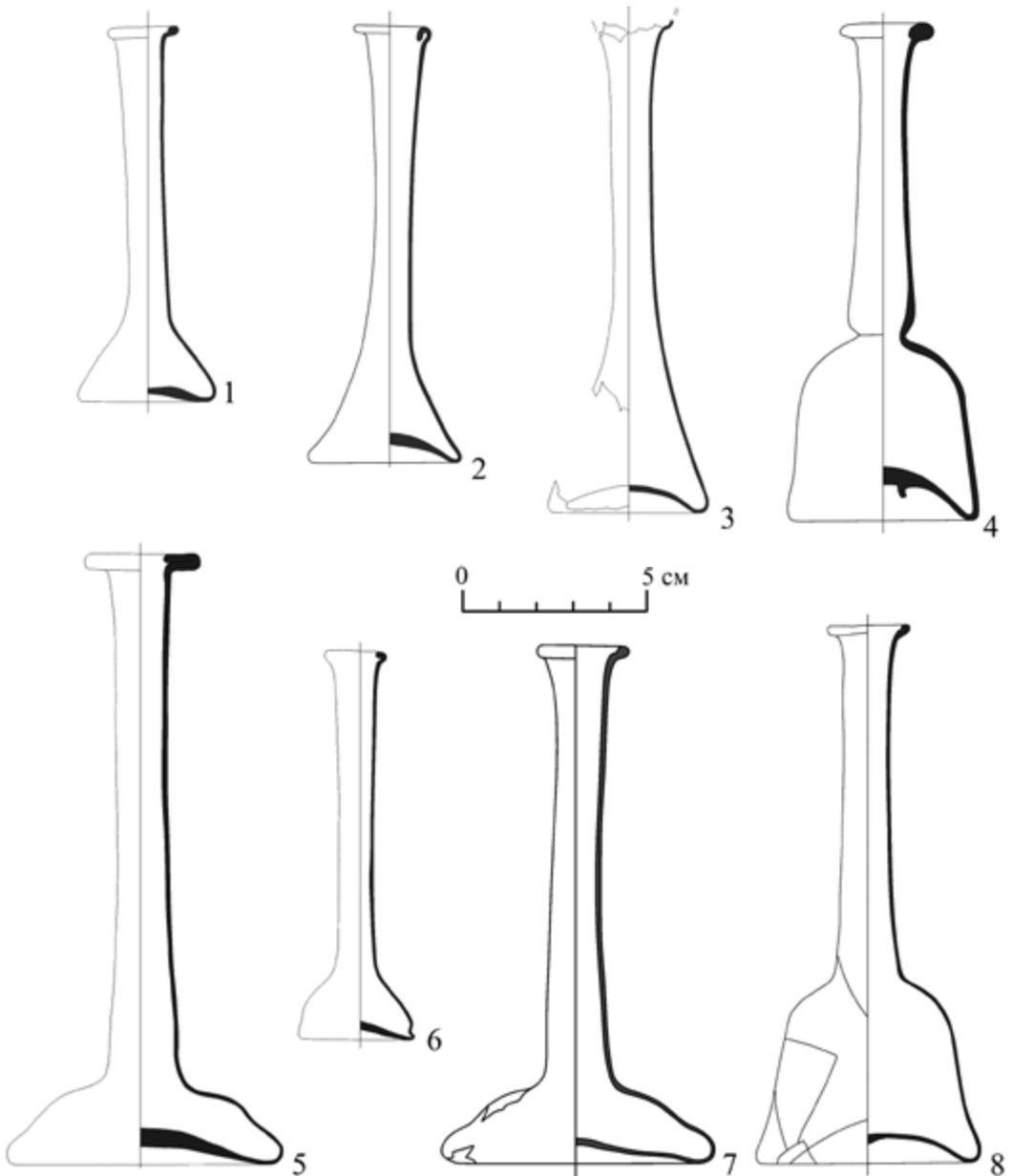


Рис. 8. Бальзамарии из стекла группы 4 («смешанного» состава с марганцем и сурьмой)
1 – п. 184, № 2052; 2 – п. 321, № 3888; 3 – п. 221, № 2922; 4 – п. 61, № 475; 5 – п. 238, № 3198;
6 – п. 196, № 2439; 7 – п. 128, № 1175; 8 – п. 76, № 705

Fig. 8. Balsamaria of glass of group 4 (“mixed” Mn-Sb composition)

1 – burial 184, no. 2052; 2 – burial 321, no. 3888; 3 – burial 221, no. 2922; 4 – burial 61, no. 475;
5 – burial 238, no. 3198; 6 – burial 196, no. 2439; 7 – burial 128, no. 1175; 8 – burial 76, no. 705

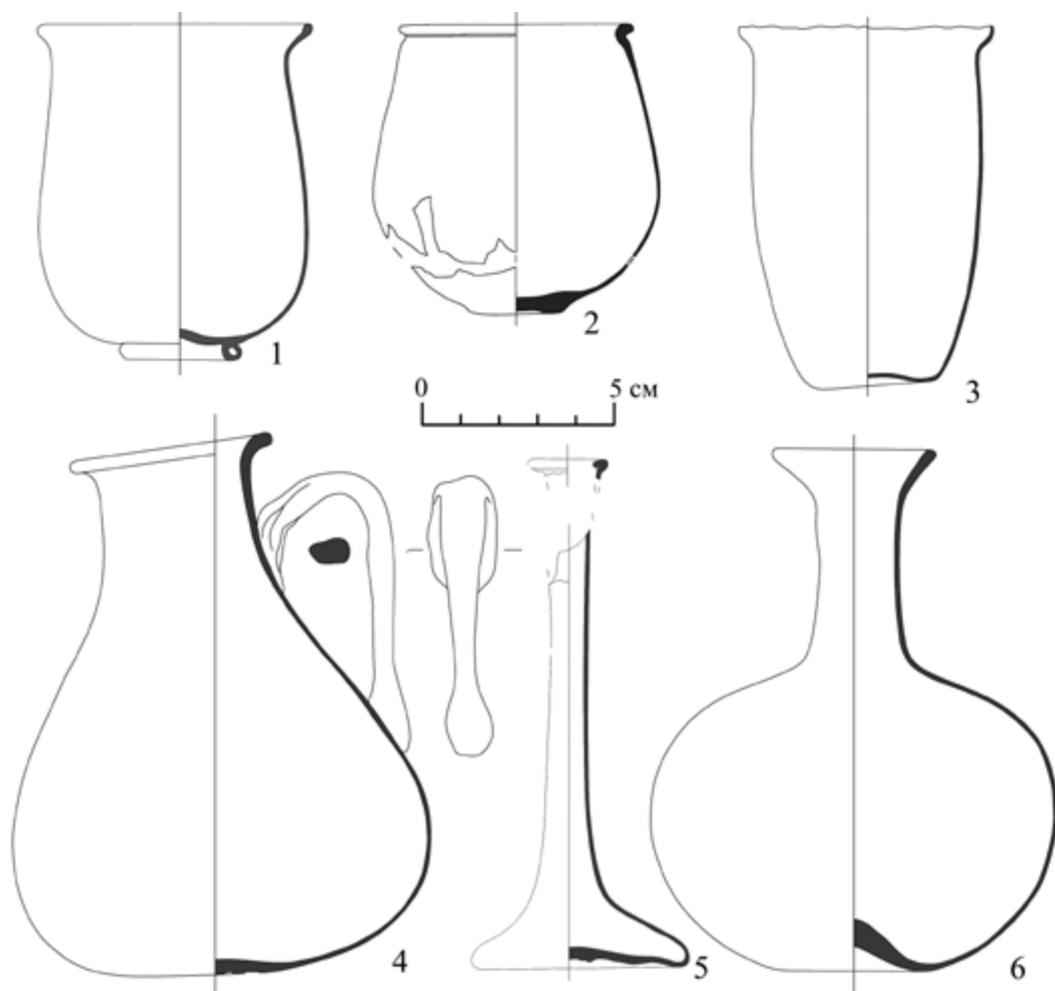


Рис. 9. Сосуды из стекла группы 5 (близкого левантйской I группе)

1 – п. 101, № 1124; 2 – п. 13, № 141; 3 – п. 22, № 243; 4 – п. 94, № 1023; 5 – п. 78, № 738;
6 – п. 41, № 817

Fig. 9. Vessels of glass of group 5 (close to the Levantine I group)

1 – burial 101, no. 1124; 2 – burial 13, no. 141; 3 – burial 22, no. 243; 4 – burial 94, no. 1023;
5 – burial 78, no. 738; 6 – burial 41, no. 817

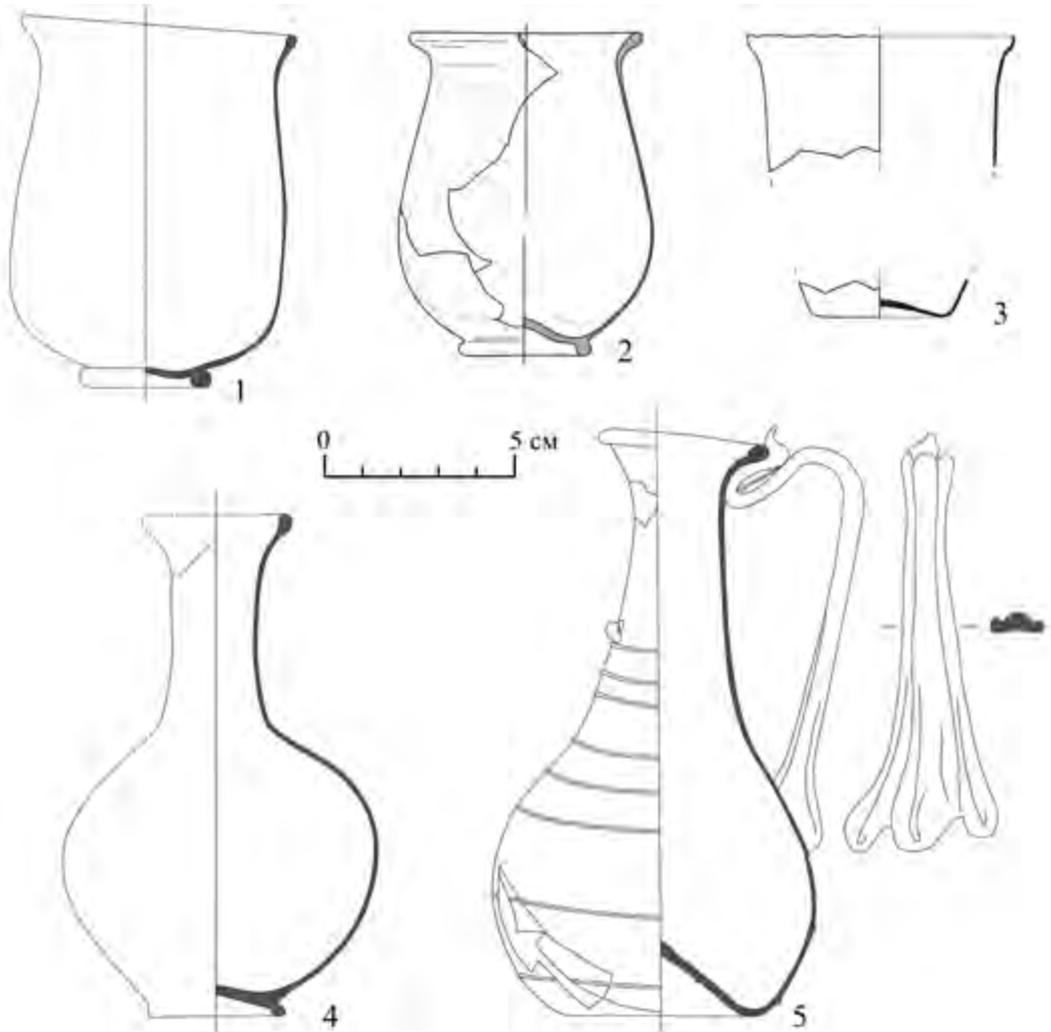


Рис. 10. Сосуды из стекла группы 6 (серии Foy-3.2)

1 – п. 50, № 339; 2 – п. 136, № 1682; 3 – п. 62, № 573; 4 – п. 140, № 1335; 5 – п. 154, № 1597

Fig. 10. Vessels of glass of the group 6 (series Foy-3.2)

1 – burial 50, no. 339; 2 – burial 136, no. 1682; 3 – burial 62, no. 573; 4 – burial 140, no. 1335; 5 – burial 154, no. 1597

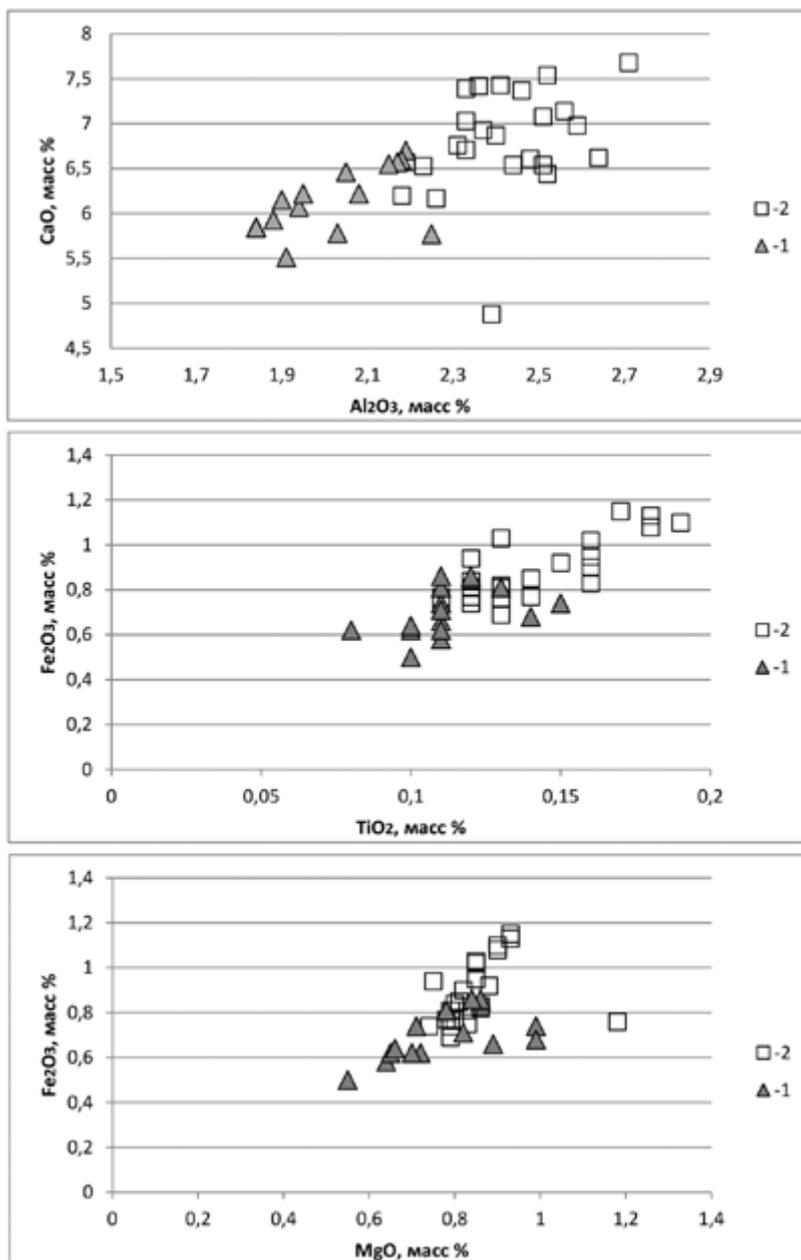


Рис. 11. Сосуды из стекла групп 6 и 7 (серий Foy-3.2 и 2.1).

Соотношение оксидов алюминия, кальция, магния, титана и железа.

Условные обозначения: 1 – группа 6 (серия Foy-3.2); 2 – группа 7 (серия Foy-2.1)

Fig. 11. Vessels of glass of groups 6 and 7 (series Foy-3.2 and Foy-2.1).

Aluminium, lime, magnesium, titanium, and iron oxides ratios.

Legend: 1 – group 6 (series Foy-3.2); 2 – group 7 – (close to series Foy-2.1)

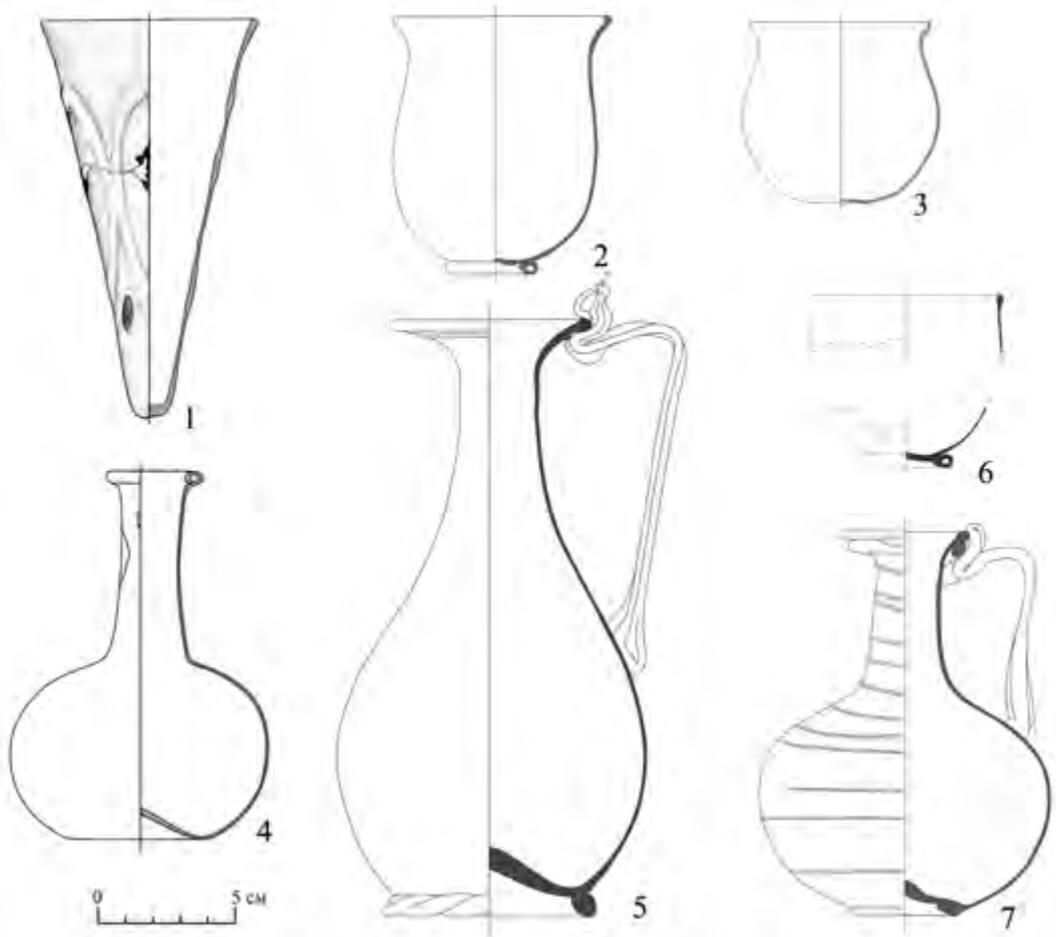


Рис. 12. Сосуды из стекла группы 7, близкого серии Фой-2.1 (1–5) и группы 8, близкого группе НИМТ (6, 7)

1 – п. 51, № 390; 2 – п. 51, № 393; 3 – п. 37, № 114; 4 – п. 136, № 1668; 5 – п. 105, № 890; 6 – п. 178, № 2444; 7 – п. 136, № 1680

Fig. 12. Vessels of glass of groups 7 (close to the series Foy-2.1) (1–5) and 8 (НИМТ) (6, 7)

1 – burial 51, no. 390; 2 – burial 51, no. 393; 3 – burial 37, no. 114; 4 – burial 136, no. 1668; 5 – burial 105, no. 890; 6 – burial 178, no. 2444; 7 – burial 136, no. 1680

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Румянцева О.С. Стекло I тыс. н.э.: происхождение и распространение по данным химического состава и изотопного анализа // КСИА. 2015. Вып. 237. С. 20–49.
2. Гавритухин И.О., Свиридов А.Н., Язиков С.В. Могильник римского времени Фронтвое 3 в Юго-Западном Крыму (предварительное сообщение) // РА. 2020. № 2. С. 91–110. DOI: 10.31857/S086960630009075-1.
3. Foy D., Picon M., Vichy M., Thirion-Merle V. Caractérisation des verres de la fin de l'Antiquité en Méditerranée occidentale: l'émergence de nouveaux courants commerciaux // Échanges et commerce du verre dans le monde antique. Actes du colloque de l'AFAV. Aix-en-Provence et Marseille, 7–9 juin 2001 / eds. D. Foy, M.-D. Nenna. Montagnac: Éditions Monique Mergoïl, 2003. P. 41–85.
4. Sayre E.V., Smith R.W. Compositional categories of ancient glass // Science. 1961. Vol. 133. P. 1824–1826.
5. Brill, R. H. The chemical interpretation of the texts // Oppenheim A.L., Brill R.H., Barag D., von Saldern A. Glass and Glassmaking in Ancient Mesopotamia. New York: Corning Museum of Glass, 1970. P. 105–128.
6. Суханов Е.В., Гавритухин И.О., Нессель В.А. Краснолаковая керамика второй половины III – начала V в. из могильника Фронтвое 3 // КСИА. 2021. Вып. 263. С. 441–456. DOI: 10.25681/IAR-AS.0130-2620.263.441-456.
7. Foy D., Thirion-Merle V., Vichy M. Contribution à l'étude des verres antiques décolorés à l'antimoine // Revue d'Archéométrie. 2004. Vol. 28. P. 169–177.
8. Freestone I.C. Apollonia glass and its markets: An analytical perspective // Tal O. Apollonia-Arsuf. Final report of the excavations. Vol. II. Excavations outside the Medieval Town Walls. Tel Aviv: Tel Aviv University, 2020. P. 341–348.
9. Foster H.E., Jackson C.M. The composition of “naturally coloured” late Roman vessel glass from Britain and the implications for models of glass production and supply // JAS. 2009. Vol. 36. P. 189–204. DOI: 10.1016/j.jas.2008.08.008.
10. Foster H.E., Jackson C.M. The composition of late Romano-British colourless vessel glass: glass production and consumption // JAS. 2010. Vol. 37. P. 3068–3080. DOI: 10.1016/j.jas.2010.07.007.
11. Freestone I. C. The Provenance of Ancient Glass through Compositional Analysis // Materials Issues in Art and Archaeology VII / Eds. P.B. Vandiver, J.L. Mass, A. Murray. Warrendale: Cambridge University Press, 2005. P. 008.1.1–008.1.13.
12. Glass Making in the Greco-Roman World / Ed. P. Degryse. Leuven: Leuven University Press, 2014. 189 p. (Studies in Archaeological Sciences, 4).
13. Журавлев Д.В. Краснолаковая керамика Юго-Западного Крыма первых веков н.э. (по материалам позднескифских некрополей Бельбекской долины). Симферополь, 2010. 320 с.
14. Суханов Е.В. Краснолаковая керамика конца I – первой половины III в. из могильника Фронтвое 3 (хронологический и планиграфический анализ) // Stratum Plus. 2021. № 4. P. 211–220. DOI: 10.55086/sp214211220.
15. Гавритухин И.О. Подвязные лучковые фибулы из могильника Фронтвое 3 (типология и хронология) // Могильник римского времени Фронтвое-3: варвары на границах Империи / Ред. А.В. Мастыкова, Э.А. Хайрединова. М.: ИА РАН, 2022. С. 22–42.
16. Gavritukhin I., Golofast L., Mastykova A., Sukhanov E., Sviridov A., Yazikov S. The cemetery of Frontovoe 3: New data on the culture of the Crimea in the Roman and Early Great Migration Periods // Študijné zvesti Archeologického ústavu Slovenskej akadémie vied. 2021. Vol. 68 (1). S. 87–118. DOI: 10.31577/szsausv.2021.68.4.
17. Кунина Н.З., Сорокина Н.П. Стекланные бальзамарии Боспора // ТГЭ. 1972. Вып. 13. С. 146–177.
18. Голофаст Л.А. Выдутые в форму стеклянные сосуды из могильника Фронтвое 3 // Могильник римского времени Фронтвое-3: варвары на границах Империи / Ред. А.В. Мастыкова, Э.А. Хайрединова. М.: ИА РАН, 2022. С. 43–53.

19. Jackson C.M. Making colourless glass in the Roman period // *Archaeometry*. 2005. Vol. 47(4). P. 763–780. DOI: 10.1111/j.1475-4754.2005.00231.x.
20. Silvestri A., Molin G., Salviolo G. The colourless glass of Iulia Felix // *JAS*. 2008. Vol. 35. P. 331–341. DOI: 10.1016/j.jas.2007.03.010.
21. Храпунов И.Н. Могильник Дружное (III–IV вв. н.э.). Lublin: Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Sklodowskiej, 2002. 313 с.
22. Schibille N., Sterrett-Krause A., Freestone I.C. Glass groups, glass supply and recycling in late Roman Carthage // *Archaeological and Anthropological Sciences*. 2017. Vol. 9 (6). P. 1223–1241. DOI: 10.1007/s12520-016-0316-1.
23. Brill R.H. Scientific Investigations of the Jalame Glass and Related Finds // *Excavations at Jalame: Site of a Glass Factory in Late Roman Palestine* / Ed. G.D. Weinberg. Columbia: University of Missouri, 1988. P. 257–294.
24. Foy D., Vichy M., Picon M. Les matières premières du verre et la question des produits semi-finis. Antiquité et Moyen Age // *Arts du feu et productions artisanales. XXe Rencontres internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes* (21–23 octobre 1999). Antibes: APDCA, 2000. P. 419–433.
25. Nenna M.-D., Picon M., Thirion-Merle V., Vichy M. Ateliers primaires du Wadi Natrun: nouvelles découvertes // *Annales du 16e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre* (Londres, 2003). Nottingham: AIHV, 2005. P. 56–63.
26. Rosenow D., Rehren Th. Herding cats – Roman to Late Antique glass groups from Bubastis, northern Egypt // *JAS*. 2014. Vol. 49. P. 170–184. DOI: 10.1016/j.jas.2014.04.025.
27. Barfod G.H., Freestone I.C., Leshner C.E., Lichtenberger R.R. 'Alexandrian' glass confirmed by hafnium isotopes // *Scientific Reports*. 2020. Vol. 10 (1). DOI: 10.1038/s41598-020-68089-w.
28. Сорокина Н.П., Гушина И.Н. Стекланные изделия из могильников первых веков н.э. Юго-Западного Крыма // *История и культура Евразии по археологическим данным*. М.: ГИМ, 1980. С. 89–100. (Труды ГИМ. Вып. 51).
29. Голофац Л.А., Свиридов А.Н. Стекланный кубок с орнаментом накладными «змеевидными» нитями из могильника Фронтное-3 // *КСИА*. 2022. Вып. 266. С. 107–126.
30. Мастыкова А.В., Свиридов А.Н. Двурогие пластинчатые лунницы римского времени в Крыму: распространение, датировка (по материалам могильника Фронтное 3) // *Stratum Plus*. 2021. № 4. С. 231–245. DOI: 10.55086/sp214231243.
31. Meek A. Gold Glass in Late Antiquity: Scientific Analysis of the British Museum Collection // *New Light on Old Glass: Recent Research on Byzantine Glass and Mosaics* / Eds. by C. Entwistle, L. James. London: British Museum, 2013. P. 121–30. (British Museum Research Publication, 179).
32. Cholakova A., Rehren T. A Late Antique manganese-decoloured glass composition: Interpreting patterns and mechanisms of distribution // *Things that Travelled: Mediterranean Glass in the First Millennium CE* / Eds. D. Rosenow, M. Phelps, A. Meek, I. Freestone. London: UCL Press, 2018. P. 46–71.
33. Rumyantseva O., Lyubichev M., Petrauskas O., Chervyakovskaya M., Khanin D., Trifonov A. 'Barbarian' beakers with facet cut decoration: composition, origin, social and cultural context // *Annales du 21ème Congrès de l'Association Internationale pour l'Archéologie du Verre* / Ed. U. Ozgumus. Istanbul: AIHV, 2021. P. 333–338.
34. Freestone I.C. The Recycling and Reuse of Roman Glass: Analytical Approaches // *Journal of Glass Studies*. 2015. Vol. 57. P. 29–40.
35. Bidegaray A.-I., Cosyns P., Gratuzze B., Terryn H., Godet S., Nys K., Ceglia A. On the making, mixing and trading of glass from the Roman military fort at Oudenburg (Belgium) // *Archaeological and Anthropological Sciences*. 2019. Vol. 11 (6). P. 2385–2405. DOI: 10.1007/s12520-018-0680-0.
36. Gliozzo E., Lepri B., Sagui L., Turbanti Memmi I. Colourless glass from the Palatine and Esquiline hills in Rome (Italy). New data on antimony- and manganese-decoloured glass in the Roman period // *Archaeological and Anthropological Sciences*. 2015. Vol. 9, no. 2. P. 165–180. DOI: 10.1007/s12520-015-0264-1.

37. Grünewald M., Hartmann S. Überlegungen zum Glasrecycling in der Antike im Bereich des heutigen Deutschland // *Non solum ... sed etiam: Festschrift für Thomas Fischer zum 65. Geburtstag* / Eds. I.P. Henrich, Ch. Miks, J. Obmann, M. Wieland. Rahden, 2015. S. 153–164.
38. Гавритухин И.О., Мастыкова А.В., Свиридов А.Н., Суханов Е.В., Языков С.В. Финал могильника Фронтвое 3 (к изучению миграций в Юго-Западном Крыму на закате античности) // *Stratum Plus*. 2020. № 4. С. 235–247.
39. Cholakova A., Rehren T., Freestone I.C. Compositional identification of 6th c. AD glass from the Lower Danube // *JAS: Reports*. 2016. Vol. 7. P. 625–632. DOI: 10.1016/j.jasrep.2015.08.009.
40. Ceglia A., Cosyns P., Nys K., Terryn H., Thienpont H., Meulebroeck W. Late Antique Glass Distribution and Consumption in Cyprus: A Chemical Study // *JAS*. 2015. Vol. 61. P. 213–222. DOI: 10.1016/j.jas.2015.06.009.
41. Румянцева О.С., Трифонов А.А., Ханин Д.А., Червяковская М.В., Червяковский В.С. Стекло-сырец из Комарова: происхождение, хронология, практики стеклоделов // *Эпоха всадников на Северном Кавказе: К 90-летию Веры Борисовны Ковалевской* / Ред. З.Х. Албегова, Д.С. Коробов, А.В. Мастыкова. М.: ИА РАН, 2021. С. 299–324. DOI: 10.25681/IARAS.2021.978-5-94375-377-0.299-324
42. Freestone I.C. Appendix: chemical analysis of “raw” glass fragments // Hurst H.R. *Excavations at Carthage*. Vol II, 1. The Circular Harbour, North Side. The Site and Finds Other than Pottery. Oxford: University Press, 1994. P. 290. (British Academy Monographs in Archaeology, 4).
43. Nenna M.-D. Egyptian glass abroad: HIMT glass and its markets // *Neighbours and successors of Rome. Traditions of glass production and use in Europe and the Middle East in the later 1st millennium AD* / Eds. D. Keller, J. Price, C. Jackson. Oxford, Philadelphia, 2014. P. 177–193.
44. Freestone I.C., Degryse P., Lankton J., Gratuze B., Schneider J. HIMT glass composition and commodity branding in the primary glass industry // *Things that Travelled: Mediterranean Glass in the First Millennium CE* / Eds. D. Rosenow, M. Phelps, A. Meek, I. Freestone. London: UCL Press, 2018. P. 159–190.
45. Румянцева О.С. Состав стекла из могильника Фронтвое 3 и локальное стеклоделательное производство в Юго-Западном Крыму // *Могильник римского времени Фронтвое-3: варвары на границах Империи* / Ред. А.В. Мастыкова, Э.А. Хайрединова. М.: ИА РАН, 2022. С. 54–62.
46. De Huan Ares J., Vigil-Escalera Guirada A., Cáceres Gutiérrez Y., Schibille N. 2019. Changes in the supply of eastern Mediterranean glasses to Visigothic Spain // *JAS*. 2019. Vol. 107. P. 23–31.
47. Rehren T., Cholakova A. Glass supply and consumption in the late Roman and early Byzantine site Dichin, northern Bulgaria // *Neighbours and successors of Rome. Traditions of glass production and use in Europe and the Middle East in the later 1st millennium AD* / eds. D. Keller, J. Price, C. Jackson. Oxford, Philadelphia, 2014. P. 83–94.

REFERENCES

1. Rumyantseva O.S. Glass of the 1st Millennium AD: Composition, Origin and Distribution. *Kratkiye Soobshcheniya Instituta arheologii* [Brief Communications of the Institute of Archaeology], 2015, vol. 237, pp. 20–49.
2. Gavritukhin I.O., Sviridov A.N., Yazykov S.V. The Roman Period Cemetery Frontovoye 3 in Southwestern Crimea (Preliminary Publication). *Rossiyskaya Arheologiya* [Russian Archaeology], 2020, No. 2, pp. 91–110. DOI: 10.31857/S086960630009075-1.
3. Foy D., Picon M., Vichy M., Thirion-Merle V. Caractérisation des verres de la fin de l’Antiquité en Méditerranée occidentale: l’émergence de nouveaux courants commerciaux. D. Foy, M.-D. Nenna (eds.), *Échanges et commerce du verre dans le monde antique. Actes du colloque de l’AFAV. Aix-en-Provence et Marseille, 7–9 juin 2001*, Montagnac, Éditions Monique Mergoïl, 2003, pp. 41–85.
4. Sayre E.V., Smith R.W. Compositional categories of ancient glass. *Science*, 1961, vol. 133, pp. 1824–1826.
5. Brill R.H. The chemical interpretation of the texts. Oppenheim A.L., Brill R.H., Barag D., von Saldern A. *Glass and Glassmaking in Ancient Mesopotamia*, New York, Corning Museum of Glass, 1970, pp. 105–128.

6. Sukhanov E.V., Gavritukhin I.O., Nessel V.A. Red-slip Ware Ceramics of the Second Half of the 3rd – early 5th Centuries from the Frontovoye 3 Cemetery. *Kratkiye Soobshcheniya Instituta arkheologii* [Brief Communications of the Institute of Archaeology], 2021, vol. 263, pp. 441–456. DOI: 10.25681/IARAS.0130-2620.263.441-456.
7. Foy D., Thirion-Merle V., Vichy M. Contribution à l'étude des verres antiques décolorés à l'antimoine. *Revue d'Archéométrie*, 2004, vol. 28, pp. 169–177.
8. Freestone I.C. Apollonia glass and its markets: An analytical perspective. Tal O. *Apollonia-Arsuf. Final report of the excavations. Vol. II. Excavations outside the Medieval Town Walls*, Tel Aviv, University Press, 2020, pp. 341–348.
9. Foster H.E., Jackson C.M. The composition of “naturally coloured” late Roman vessel glass from Britain and the implications for models of glass production and supply. *Journal of Archaeological Science*, 2009, vol. 36, pp. 189–204. DOI: 10.1016/j.jas.2008.08.008.
10. Foster H.E., Jackson C.M. The composition of late Romano-British colourless vessel glass: glass production and consumption. *Journal of Archaeological Science*, 2010, vol. 37, pp. 3068–3080. DOI: 10.1016/j.jas.2010.07.007.
11. Freestone I.C. The Provenance of Ancient Glass through Compositional Analysis. Vandiver P.B., Mass J.L., Murray A. (eds.), *Materials Issues in Art and Archaeology VII*, Warrendale, Cambridge University Press, 2005, pp. 008.1.1–008.1.13.
12. Degryse P. (ed.), *Glass Making in the Greco-Roman World*. Leuven, University Press, 2014, 189 p. (Studies in Archaeological Sciences, 4).
13. Zhuravlev D.V. *Red Glazed Pottery of the Southwestern Crimea in the First Centuries AD: by Materials on Late Scythian Necropolises in the Belbek Valley*. Simferopol, 2010, 320 p.
14. Sukhanov E.V. Red-Slip Ware Ceramics of the End of the 1st – First Half of the 3rd Centuries from Frontovoe 3 Burial Ground (Chronological and Planigraphic Analysis). *Stratum Plus*, 2021, no. 4, pp. 211–220. DOI: 10.55086/sp214211220.
15. Gavritukhin I.O. The Bow-shaped Brooches with Returned Foot from the Cemetery of Frontovoe 3 (Typology and Chronology). Mastykova A.V., Khairedinova E.A. (eds.), *Mogil'nik rimskogo vremeni Frontovoe-3: varvary na granitsakh Imperii* [The Roman Period Cemetery of Frontovoe 3: The Barbarians on the Borders of the Empire], Moscow, IA RAS Publ., 2022, pp. 22–42.
16. Gavritukhin I., Golofast L., Mastykova A., Sukhanov E., Sviridov A., Yazikov S. The cemetery of Frontovoe 3: New data on the culture of the Crimea in the Roman and Early Great Migration Periods. *Študijné zvesti Archeologického ústavu Slovenskej akadémie vied*, 2021, vol. 68 (1), pp. 87–118. DOI: 10.31577/szausav.2021.68.4.
17. Kunina N.Z., Sorokina N.P. Glass Balsamaria of Bosphorus. *Trudy Gosudarstvennogo Ermitazha* [Proceedings of the State Hermitage], 1972, vol. 13, pp. 146–177.
18. Golofast L.A. Mould-blown Glass Vessels from the Cemetery of Frontovoe 3. Mastykova A.V., Khairedinova E.A. (eds.), *Mogil'nik rimskogo vremeni Frontovoe-3: varvary na granitsakh Imperii* [The Roman Period Cemetery of Frontovoe 3: The Barbarians on the Borders of the Empire], Moscow, IA RAS Publ., 2022, pp. 43–53.
19. Jackson C.M. Making colourless glass in the Roman period. *Archaeometry*, 2005, vol. 47 (4), pp. 763–780. DOI: 10.1111/j.1475-4754.2005.00231.x.
20. Silvestri A., Molin G., Salviulo G. The colourless glass of Iulia Felix. *Journal of Archaeological Science*, 2008, vol. 35, pp. 331–341. DOI: 10.1016/j.jas.2007.03.010.
21. Khrapunov I.N. *Mogil'nik Druzhnoe (III–IV vv. n.e.)* [The Cemetery of Druzhnoe (3rd–4th cc. AD)], Lublin, Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, 2002, 313 p.
22. Schibille N., Sterrett-Krause A., Freestone I.C. Glass groups, glass supply and recycling in late Roman Carthage. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 2017, vol. 9 (6), pp. 1223–1241. DOI: 10.1007/s12520-016-0316-1.
23. Brill R.H. Scientific Investigations of the Jalame Glass and Related Finds. Weinberg G.D. (ed.), *Excavations at Jalame: Site of a Glass Factory in Late Roman Palestine*, Columbia, University of Missouri, 1988, pp. 257–294.

24. Foy D., Vichy M., Picon M. Les matières premières du verre et la question des produits semi-finis. Antiquité et Moyen Age. *Arts du feu et productions artisanales. XXe Rencontres internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes (21–23 octobre 1999)*, Antibes, APDCA, 2000, pp. 419–433.
25. Nenna M.-D., Picon M., Thirion-Merle V., Vichy M. Ateliers primaires du Wadi Natrun: nouvelles découvertes. *Annales du 16e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre (Londres, 2003)*, Nottingham, AIHV, 2005, pp. 56–63.
26. Rosenow D., Rehren Th. Herding cats – Roman to Late Antique glass groups from Bubastis, northern Egypt. *Journal of Archaeological Science*, 2014, vol. 49, pp. 170–184. DOI: 10.1016/j.jas.2014.04.025.
27. Barford G.H., Freestone I.C., Leshner C.E., Lichtenberger R.R. 'Alexandrian' glass confirmed by hafnium isotopes. *Scientific Reports*, 2020, vol. 10 (1). DOI: 10.1038/s41598-020-68089-w.
28. Sorokina N.P., Guchshina I.N. Glass Objects from the Cemeteries of the First Centuries AD from the Southwestern Crimea. *Istoriia i kul'tura Evrazii po arkheologicheskim dannym* [History and Culture of Eurasia according to the Archaeological Data], Moscow, State Historical Museum Publ., 1980, pp. 89–100. (Trudy GIM [Proceedings of the State Historical Museum], vol. 51).
29. Golofast L.A., Sviridov A.N. A Glass Snake-Thread Beaker from the Cemetery of Frontovoe 3. *Kratkiye Soobshcheniya Instituta arkheologii* [Brief Communications of the Institute of Archaeology], 2022, vol. 266, pp. 107–126.
30. Mastykova A.V., Sviridov A.N. Two-horned Lamellar Lunulas of the Roman Period in the Crimea: distribution, dating (by materials from the Frontovoye 3 Burial Ground). *Stratum Plus*, 2021, no. 4, pp. 231–245. DOI: 10.55086/sp214231243.
31. Meek A. Gold Glass in Late Antiquity: Scientific Analysis of the British Museum Collection. Entwistle C., James L. (eds.), *New Light on Old Glass: Recent Research on Byzantine Glass and Mosaics*, London, British Museum Publ., 2013, pp. 121–30. (British Museum Research Publication, 179).
32. Cholakova A., Rehren T. A Late Antique manganese-decoloured glass composition: Interpreting patterns and mechanisms of distribution. Rosenow D., Phelps M., Meek A., Freestone I. (eds.), *Things that Travelled: Mediterranean Glass in the First Millennium CE*, London, UCL Press, 2018, pp. 46–71.
33. Romyantseva O., Lyubichev M., Petrauskas O., Chervyakovskaya M., Khanin D., Trifonov A. 'Barbarian' beakers with facet cut decoration: composition, origin, social and cultural context. Ozgumus U. (ed.), *Annales du 21ème Congrès de l'Association Internationale pour l'Archéologie du Verre*, Istanbul, AIHV, 2021, pp. 333–338.
34. Freestone I.C. The Recycling and Reuse of Roman Glass: Analytical Approaches. *Journal of Glass Studies*, 2015, vol. 57, pp. 29–40.
35. Bidegaray A.-I., Cosyns P., Gratuze B., Terryn H., Godet S., Nys K., Ceglia A. On the making, mixing and trading of glass from the Roman military fort at Oudenburg (Belgium). *Archaeological and Anthropological Sciences*, 2019, vol. 11 (6), pp. 2385–2405. DOI: 10.1007/s12520-018-0680-0.
36. Gliozzo E., Lepri B., Sagui L., Turbanti Memmi I. Colourless glass from the Palatine and Esquiline hills in Rome (Italy). New data on antimony- and manganese-decoloured glass in the Roman period. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 2015, vol. 9, no. 2, pp. 165–180. DOI: 10.1007/s12520-015-0264-1.
37. Grünwald M., Hartmann S. Überlegungen zum Glasrecycling in der Antike im Bereich des heutigen Deutschland. Henrich I. P., Miks Ch., Obmann J., Wieland M. (eds.), *Non solum ... sed etiam: Festschrift für Thomas Fischer zum 65. Geburtstag*, Rahden, 2015, pp. 153–164.
38. Gavritukhin I.O., Mastykova A.V., Sviridov A.N., Sukhanov E.V., Yazykov S.V. The Final of Frontovoe 3 Burial Ground (on the Study of Migrations in the South-Western Crimeain the Demise of Antiquity). *Stratum Plus*, 2020, no. 4, pp. 235–247.
39. Cholakova A., Rehren T., Freestone I.C. Compositional identification of 6th c. AD glass from the Lower Danube. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 2016, vol. 7, pp. 625–632. DOI: 10.1016/j.jas-rep.2015.08.009.
40. Ceglia A., Cosyns P., Nys K., Terryn H., Thienpont H., Meulebroeck W. Late Antique Glass Distribution and Consumption in Cyprus: A Chemical Study. *Journal of Archaeological Science*, 2015, vol. 61, pp. 213–222. DOI: 10.1016/j.jas.2015.06.009.

41. Rumyantseva O.S., Trifonov A.A., Khanin D.A., Cherviakovskaya M.V., Cherviakovsky V.S. Roman Glass from Komarov: origin, chronology, glassworking practices. Albegova Z.Kh., Korobov D.S., Mastykova A.V. (eds.), *Epokha vsadnikov na Severnom Kavkaze. K iubileiu Very Borisovny Kovalevskoi* [The Time of Horsemen in the North Caucasus: To the 90th anniversary of Vera Borisovna Kovalevskaia], Moscow, IA RAS Publ., 2021, pp. 299–324. DOI: 10.25681/IARAS.2021.978-5-94375-377-0.299-324.
42. Freestone I.C. Appendix: chemical analysis of “raw” glass fragments. Hurst H. *Excavations at Carthage, Vol II, 1. The Circular Harbour, North Side*, Oxford, University Press, 1994, p. 290.
43. Nenna M.-D. Egyptian glass abroad: HIMT glass and its markets. Keller D., Price J., Jackson C. (eds.), *Neighbours and successors of Rome. Traditions of glass production and use in Europe and the Middle East in the later 1st millennium AD*, Oxford, Philadelphia, 2014, pp. 177–193.
44. Freestone I.C., Degryse P., Lankton J., Gratuze B., Schneider J. HIMT glass composition and commodity branding in the primary glass industry. Rosenow D., Phelps M., Meek A., Freestone I. (eds.), *Things that Travelled: Mediterranean Glass in the First Millennium CE*, London, UCL Press, 2018, pp. 159–190.
45. Rumyantseva O.S. The Composition of Glass from the Cemetery of Frontovoe 3 and the Local Glass Working in the South-Western Crimea. Mastykova A.V., Khairedinova E.A. (eds.), *Mogil'nik rimskogo vremeni Frontovoe-3: varvary na granitsakh Imperii* [The Roman Period Cemetery of Frontovoe 3: The Barbarians on the Borders of the Empire], Moscow, IA RAS Publ., 2022, pp. 54–62.
46. De Huan Ares J., Vigil-Escalera Guirada A., Cáceres Gutiérrez Y., Schibille N. Changes in the supply of eastern Mediterranean glasses to Visigothic Spain. *Journal of Archaeological Science*, 2019, vol. 107, pp. 23–31.
47. Rehren T., Cholakova A. Glass supply and consumption in the late Roman and early Byzantine site Dichin, northern Bulgaria. Keller D., Price J., Jackson C. (eds.). *Neighbours and successors of Rome. Traditions of glass production and use in Europe and the Middle East in the later 1st millennium AD*, Oxford, Philadelphia, 2014, pp. 83–94.

Сведения об авторе

Румянцева О. С. – кандидат исторических наук, старший научный сотрудник Отдела археологии эпохи Великого переселения народов и раннего Средневековья Института археологии Российской академии наук, Researcher ID: ABF-6234-2021.

Author information

Rumyantseva O. S. – Candidate of Science (History), Senior Researcher of the Department of Great Migration and Early Medieval archaeology of the Institute of Archaeology RAS, Researcher ID: ABF-6234-2021.