

АНАЛИЗ ПЕРСТНЕЙ ИЗ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И МЕТАЛЛИЧЕСКИХ УКРАШЕНИЙ СЕЛИЩА ВЁЖИ

Алибеков Сергей Якубович, доктор технических наук, профессор, Поволжский государственный технический университет, Йошкар-Ола, Республика Марий Эл, Россия, AlibekovSY@volgatech.net, <https://orcid.org/0009-0009-8994-4481>

Кабатов Сергей Александрович, кандидат исторических наук, доцент, Костромской государственной университет, Кострома, Россия, kabatov74@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8529-0470>

Кабатова Елена Анатольевна, инженер лаборатории археолого-этнологических исследований, Костромской государственной университет, Кострома, Россия, kabatova@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0007-7359-7134>

Курочкина Светлана Александровна, кандидат исторических наук, доцент, Национальный музей Республики Марий Эл имени Тимофея Евсеева, Йошкар-Ола, Республики Марий Эл, Россия, kurochkina-sveta@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0003-8898-447X>

Аннотация. При изучении ювелирного ремесла технологические наблюдения становятся полноценным источником. В последние десятилетия активизировались работы по изучению химического состава ювелирных изделий, изготовленных из сплавов цветных металлов. Изучение уже одной только серии украшений дает возможность выявить вероятную связь между техникой изготовления перстней и составом сплава. Кроме того, мы пытаемся на основании имеющихся на данный момент исследований материалов ответить на вопрос: «Могло ли на селище Вёжи быть организовано свое металлургическое или ювелирное дело по изготовлению перстней?» Время существования селища Вёжи – с учетом материалов последних лет исследования – вряд ли ранее XII в. до XX в. включительно. Поселение, скорее всего, основано новгородским населением в мерянских землях в результате колонизационной политики Новгорода Великого в южном направлении, и здесь, в районе впадения р. Костромы в р. Волгу, оно, вероятно, останавливается, сталкиваясь с подобным процессом освоения финно-угорских территорий населением ростово-суздальских земель. В золотоордынское и постзолотоордынское время здесь проходили миграционные движения, связанные с внутренней (сельской) и церковной колонизацией края, а также активным вовлечением Костромской земли в политическую, экономическую жизнь молодого Московского государства. Появление и бытование ювелирных изделий, найденных на селище, скорее всего, так или иначе связано с этими процессами.

Ключевые слова: Костромское Поволжье, селище Вёжи, украшения, перстни, рентгенофлуоресцентный анализ, сплав, состав металла.

Для цитирования: Алибеков С.Я., Кабатов С.А., Кабатова Е.А., Курочкина С.А. Анализ перстней из цветных металлов и металлических украшений селища Вёжи // Вестник Костромского государственного университета. 2023. Т. 29, № 1. С. 34–48. <https://doi.org/10.34216/1998-0817-2023-29-1-34-48>

Research Article

ANALYSIS OF RINGS MADE OF NON-FERROUS METALS AND METAL ORNAMENTS OF THE VILLAGE OF VEZHA

Sergey Y. Alibekov, доктор технических наук, профессор, Volga State Technical University, Йошкар-Ола, Республика Марий Эл, Россия, email, <https://orcid.org/0000>

Sergey A. Kabatov, кандидат исторических наук, доцент, Kostroma State University, Кострома, Россия, kabatov74@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8529-0470>

Elena A. Kabatova, инженер лаборатории археолого-этнологических исследований, Kostroma State University, Кострома, Россия, kabatova@bk.ru, <https://orcid.org/0000>

Svetlana A. Kurochkina, кандидат исторических наук, доцент, National Museum of the Republic of Mari El named after Timofey Evseev, Йошкар-Ола, Республики Марий Эл, Россия, kurochkina-sveta@bk.ru, <https://orcid.org/0000>

Abstract. When studying jewelry craft, technological observations become a full-fledged source. In recent decades, work has intensified on the study of the chemical composition of jewelry made from non-ferrous metal alloys. The study of the jewelry

series alone makes it possible to identify a possible connection between the technique of making rings and the composition of the alloy. In addition, we raise a question and try to answer on the basis of the materials available at the moment: could the village of Vezha have organized its own metallurgical or jewelry business for the manufacture of rings. The time of existence of the village of Vezhi – taking into account the materials of the last years of the study, it is unlikely earlier than the XII century to the XX century inclusive. The settlement was most likely founded by the Novgorod population in the Meryan lands as a result of the colonization policy of Novgorod the Great in the southern direction, and here, in the area of the confluence of the Kostroma River with the Volga River, it probably stops when faced with a similar process of development of Finno-Ugric territories by the population of Rostov-Suzdal lands. In the Golden Horde and post-Golden Horde times, migration movements related to the internal (rural) and ecclesiastical colonization of the region took place here; and the active involvement of the Kostya land in the political and economic life of the young Moscow state. The appearance and existence of jewelry found in the village, most likely, in one way or another, is connected with these processes.

Keywords: Kostroma Volga region, village of Vezhi, jewelry, per-stni, X-ray fluorescence analysis, alloy, metal composition.

For citation: Alibekov S.Y., Kabatov S.A., Kabatova Ye.A., Kurochkina S.A. Analysis of rings made of non-ferrous metals and metal ornaments of the village of Vezha. Vestnik of Kostroma State University, 2023, vol. 29, No. 1, pp. 34–48. (In Russ.). <https://doi.org/10.34216/1998-0817-2023-29-1-34-48>

В конце XX – первых десятилетий XXI в. активизировались работы по изучению химического состава ювелирных изделий, изготовленных из сплавов цветных металлов. Исследователями получены серии данных для изделий X–XVI вв. [Королева 1996: 229–300; Королева 2014: 155–159; Зайцева: 116–138; Ениосова 2016: 724–733 и др.].

Использование только традиционных археологических методов, а именно: создание типологии изделий, определение их хронологии на основе аналогий – не всегда дает полную информацию о предмете исследования. Поэтому для более полного исследования ювелирных украшений любого археологического памятника необходимо применять комплексный подход. Особенно это важно в изучении цветной металлообработки. Технологические наблюдения становятся источником при изучении ювелирного ремесла благодаря получению данных о химическом составе металлов и их сплавов, использованных при изготовлении изделий.

В данной работе мы рассматриваем только одну категорию украшений селища Вёжи (Костромское Поволжье) – перстни из цветных металлов.

За все годы исследований (1999–2017) на селище было найдено 56 перстней, из них спектральному анализу было подвергнуто 37 образцов, что составляет 66 % от общего числа находок (табл. 1).

Изучение одной серии украшений дает нам возможность рассмотреть возможную связь или ее отсутствие между техникой изготовления перстней и составом сплава. Также мы можем ответить на вопрос, изготовлено изделие на месте из готовой заготовки или это готовое привозное изделие, то есть было ли на месте (в данном случае – на селище Вёжи) организовано свое металлургическое и/или ювелирное производство либо нет.

В целом перстни из цветных металлов, найденные на селище Вёжи, укладываются в типологическую схему, разработанную М.В. Седовой и Н.В. Рын-

диной для древнерусских ювелирных изделий X–XV вв. [Седова 1981: 121–143; Седова 1997: 63–78; Рындина: 235–241].

Славяно-русское население, основавшее селище, пришло из новгородско-псковских и ростово-суздальских (владимирских) земель. Поэтому в материальной культуре селища четко прослеживаются новгородско-псковские элементы, соседствующие с местным (мерянским) и финно-угорским компонентами [Кабатов, 2013ж: 34].

Мы поставили задачу классифицировать сплавы, из которых изготовлены перстни, по химическому составу и определить технологию их изготовления. Также мы рассмотрели соотношение между отдельными видами перстней, составом сплавов и способом изготовления.

Обработывая данные спектрального анализа цветных металлов средневековых ювелирных изделий, можно выделить «чистые» металлы, типы используемых сплавов (двойные или многокомпонентные) и их рецептуры [Королева 1996: 229].

Исходя из поставленных задач, для определения химического состава сплавов был применен неразрушающий рентгенофлуоресцентный анализ (РФА). Метод РФА позволяет быстро исследовать большое количество предметов, определяя одновременно более 30 элементов [Ениосова, Митоян 2014: 146].

Анализ распределения основных компонентов сплавов вёжских перстней выполнен в лаборатории кафедры машиностроения и материаловедения Института механики и машиностроения Поволжского государственного технического университета.

Для достоверности полученных результатов каждый предмет подвергался трехкратному анализу, на трех разных участках были взяты средние значения. Это обусловлено тем, что на поверхности изделий имеются различные отложения. Металл изделия (литого и кованого) по химическому составу неоднороден из-за «ликвации».

Таблица 1

Спектральный анализ перстней и накладок селнца Вёжи

№ п/п	Место-нахождение	Изделие	Перстни, изготовленные из сплавов на основе меди																
			Cu	Sn	Si	Pb	Zn	Ni	Ti	Mg	Fe	Al	Cr	Bi	Ag	Mn			
11	п/м 2017 № 373	Узкопластинчатый гладкий	78,00	9,13	3,70	4,57	4,37	0,13	0,09										
19	п/м 2017 № 350	Узкопластинчатый гладкий	44,91	14,15		2,33	2,19	0,61	0,48		14,62	3,30	5,56						
23	Р II, кв. 3-23 № 482	Узкопластинчатый рифленый	68,22	4,28	4,04	3,30	12,66	0,49	0,05		6,61								
16	п/м/2017	Узкопластинчатый гладкий	75,78	1,85	1,64			18,46			2,19	0,06							
2	п/м/2017	Спиральный	95,48	0,75	2,22	0,12		0,16	0,04				1,21						
14	п/м 2017 № 375	Круглощитковый неорнаментированный	85,08	5,10	1,65	7,39	0,20	0,27											
13	п/м 2017 № 376	Круглощитковый орнаментированный	82,93	6,50	1,47	1,61						0,58							
10	п/м 2017	Овальнощитковый орнаментированный	70,17	16,85	3,82	2,00	0,22		0,06		3,50	0,20	3,17						
30	п/м/2014	Круглощитковый орнаментированный	69,94	22,54	3,62	1,10	0,10	0,17	0,06		1,55	0,62			0,16	0,04			
9	п/м/2017	Перстень со вставкой	66,02	13,02	13,11		4,10	2,50				1,07							
3	п/м/2017	Круглощитковый орнаментированный	65,10	22,52	2,16	8,38		0,08			1,25	0,08							
27	п/м/2014, № 332	Овальнощитковый неорнаментированный	62,97	24,71	4,03	2,87	0,09		0,16		2,37	1,25	1,52					0,04	
33	п/м 2014, № 206	Овальнощитковый орнаментированный	60,71	30,97	1,70	5,20	0,11	0,12	0,03			0,88							0,03
36	п/м/2014	Круглощитковый неорнаментированный	59,55	20,74	3,60	7,61	0,19	0,22	0,1		5,30	2,20			0,05	0,40			
12	п/м/2017	Овальнощитковый неорнаментированный	58,99	21,78	1,85	5,53	0,17					7,90							
15	п/м 2017 № 374	Овальнощитковый орнаментированный	56,72	29,34	2,22	10,63	0,11	0,15	0,05			0,29							
37	п/м/2014, № 207	Овальнощитковый орнаментированный	54,82	32,88	3,32	1,80	0,18	0,18	0,06		3,37	1,22	1,68						0,09
34	п/м/2014, № 333	Овальнощитковый неорнаментированный	46,39	41,58	4,25	0,34	0,12	0,20	0,11		3,29	2,80			0,07				
7	п/м 2017	Овальнощитковый орнаментированный	44,41	28,61	4,54	12,38	0,14	0,10			3,21	4,18	1,14						
28	п/м/2014, № 208	Овальнощитковый неорнаментированный	41,55	44,53	1,73	7,16	0,09	0,07	0,07		1,83	2,29			0,06	0,58			0,11
29	п/м/2014, № 209	Овальнощитковый орнаментированный	30,0	39,73	1,70	22,04	0,09		0,10			4,28				1,09	0,06		0,21

Окончание таблицы 1

№ п/п	Место-нахождение	Изделие	Cu	Sn	Si	Pb	Zn	Ni	Ti	Mg	Fe	Al	Cr	Bi	Ag	Mn
35	п/м/2014, № 306	Перстень со вставкой	29,57	29,91	5,16	12,53	5,71		0,19	6,32	10,16		0,17	0,58		
32	п/м/2014	Ромбошлицтовый неорнаментированный	12,50	34,97	9,60		0,61	0,30	0,45	23,66	9,71		0,76		7,11	
8	п/м/2017	Круглошлицтовый орнаментированный	73,52	2,31	2,56	16,03	4,69	0,15	0,04		0,11					
31	п/м, 2003, № 72	Овальношлицтовый орнаментированный	79,07	1,1	2,20	5,05	7,60	0,23	0,09	2,49		2,09		0,17		
24	п/м, 2003, № 69	Овальношлицтовый орнаментированный	79,03	5,27	3,17	4,62	5,11	0,19	0,07	2,33				0,19		
25	п/м/2014, № 334	Ромбошлицтовый орнаментированный	69,20	5,89	2,32	8,53	9,90		0,14	3,44	0,28			0,28		
<i>Перстни, изготовленные из сплавов на основе олова</i>																
18	п/м/2017, № 439	Овальношлицтовый орнаментированный	0,37	67,70		29,35		0,09			1,55					
26	п/м/2014, № 205	Овальношлицтовый орнаментированный	0,21	93,17	1,27	0,54	0,05		0,09	2,48	1,40	0,64				0,19
6	п/м/2017	Овальношлицтовый орнаментированный	0,28	92,3	1,48	2,83				1,91	0,81					
5	п/м/2017	Овальношлицтовый орнаментированный	0,64	92,22	1,58	0,43	0,08		0,04	2,29	2,04					
1	п/м/2017	Овальношлицтовый орнаментированный	0,24	92,21	3,56	0,28	0,04		0,12	1,27	1,12	0,95				
22	Р II, кв. 3-23	Ложновитой	0,97	92,04	2,39	0,36	0,1	0,04	0,2	2,01	1,07	0,57				
4	п/м/2017	Овальношлицтовый орнаментированный	0,35	91,57	3,32	0,30	0,05		0,13	2,03	0,96	1,17				
<i>Накладки (украшения), изготовленные из сплавов на основе железа</i>																
21	п/м 2017 № 351	Овальношлицтовый неорнаментированный	0,52	0,03	0,57				0,04		98,13					
20	п/м 2017 № 348	Овальношлицтовый неорнаментированный	0,56	0,04	1,95				0,13		96,96					
17	п/м 2017 № 395	Овальношлицтовый неорнаментированный	0,64	3,12	2,17	0,38	0,08		0,67	2,80	89,40					
всего	37															

Также, анализируя украшения, нами определялось: изготовлено оно из одного сплава или в сплавы при плавке добавлялись части от других украшений.

Проанализировав полученные данные, мы выделили в анализируемом массиве «чистые металлы» (основу металлургического состава сплава), двойные и тройные сплавы (где Cu от 0,20 до 96 %, Sn от 0,03 до 93 %, Fe от 0,10 до 98 %).

Все остальные элементы мы рассматриваем как легирующие добавки, внесенные в сплав древними мастерами для придания ему определенных свойств или как сопутствующие примеси, используемые при металлургическом производстве: Si 0,57 до 13 %, Pb от 0,30 до 22 %, Zn от 0,04 до 13 %, Ni от 0,04 до 19 %, Al от 0,57 до 5,60 %, Ag 0,04 до 7,11 %, Cr от 0,05 до 0,78 %.

Легирующим является любой элемент сплава, если его содержание превышает 1,000%.

Исходя из полученных результатов химического анализа перстней, мы разделили сплавы на три группы:

- 1) на основе меди – 26 предметов;
- 2) на основе олова – 8 предметов;
- 3) на основе железа – 3 предмета.

Однако в сплавах на основе меди и олова мы не принимаем во внимание содержание Fe. Такое решение обусловлено тем, что при изготовлении украшений из цветных металлов Fe – это случайная примесь. В данном случае концентрация Fe не зависит от типа используемой руды. Известно, что медные сульфитные руды (пирит, халькопирит) содержат Fe.

В металлургическом процессе при получении меди значительное количество железа растворяется в ней во время контакта с медью либо очистка меди от железа происходит во время плавки в тигле. Поэтому концентрация Fe в меди и медных сплавах не может быть использована в качестве критерия граничной концентрации при выделении как химических, так и металлургических групп медных сплавов.

В определенных случаях можно отметить повышенное содержание Ni, Ag и Bi, равное 1–1,5 к спла-

вам. Поэтому мы не рассматриваем их как возможно легирующие добавки.

Исходя из вышесказанного, по химическому составу все исследованные предметы были разделены на сплавы на медной основе, на оловянной основе и на основе железа:

1. Сплавы на медной основе – это бронза и латунь, а именно: двойная (оловянистая Cu-Sn), тройная (оловянно-свинцовая Cu-Sn-Pb), латунь (с добавлением свинца Cu-Zn-Pb), а также мельхиор (Cu-Ni).

2. Сплавы на оловянной основе: чистое олово и группа припоев.

3. Сплавы на основе железа: сталь.

Рассмотрим каждую из выделенных групп в отдельности (здесь и далее см. рис. 1).

Двойная бронза (оловянистая бронза) (Cu-Sn) (рис. 1, 1–4, 9).

К данной группе отнесено 9 перстней (№ 11, 19, 2, 13, 10, 30, 37, 34, 32¹). Их доля составляет 24,32 % от общего числа перстней, подвергнутых спектральному анализу (табл. 2).

В данной бронзе главный легирующий элемент Sn: содержание олова в сплаве находится в интервале от 6 до 42 %. На этом основании мы выделили данную группу.

Также в этом сплаве содержатся Pb в концентрации от 0,34 до 4,57% и Zn в концентрации от 0,10 до 4,37 %.

Тройная бронза (оловянно-свинцовая) (Cu-Sn-Pb) (рис. 1, 5–8).

В данную группу отнесено 12 перстней (№ 14, 9, 3, 27, 33, 36, 12, 15, 7, 28, 29, 35). Их доля составляет 32,43 % от общего числа перстней, подвергнутых спектральному анализу (табл. 3). В данной бронзе содержание Sn находится в интервале от 5,10 до 44,53 %, Pb – в концентрации от 2,87 до 22,04 %.

По нашему мнению, в сплавах двойной и тройной бронзы высокое содержание олова можно объяснить следующими причинами:

1) при плавке медной руды в нее добавляли руду, содержащую Sn;

Таблица 2

Данные спектрального анализа перстней, изготовленных из сплава двойной бронзы

№	Изделие	Cu	Sn	Si	Pb	Zn	Ni
11	Узкопластинчатый гладкий	78,00	9,13	3,70	4,57	4,37	0,13
19	Узкопластинчатый гладкий	44,91	14,15		2,33	2,19	0,61
2	Спиральный	95,48	0,75	2,22	0,12		0,16
13	Круглощитковый орнаментированный	82,93	6,50	1,47	1,61		
10	Овальнощитковый орнаментированный	70,17	16,85	3,82	2,00	0,22	
30	Круглощитковый орнаментированный	69,94	22,54	3,62	1,10	0,10	0,17
37	Овальнощитковый орнаментированный	54,82	32,88	3,32	1,80	0,18	0,18
34	Овальнощитковый неорнаментированный	46,39	41,58	4,25	0,34	0,12	0,20
32	Ромбощитковый неорнаментированный	12,50	34,97	9,60		0,61	0,30



Рис. 1. Перстни селища Вёжи, изготовленные из сплавов цветных металлов: 1–4, 9 – двойная бронза, 5–8 – тройная бронза, 10–12 – латунь (с добавлением свинца), 13 – мельхиор, 14–15 – сплавы на оловянной основе, 16 – сплавы на основе железа (накладка)

Таблица 3

Данные спектрального анализа перстней, изготовленных из сплава тройной бронзы

№	Изделие	Cu	Sn	Si	Pb
14	Круглощитковый неорнаментированный	85,08	5,10	1,65	7,39
9	Перстень со вставкой	66,02	13,02	13,11	
3	Круглощитковый орнаментированный	65,10	22,52	2,16	8,38
27	Овальнощитковый неорнаментированный	62,97	24,71	4,03	2,87
33	Овальнощитковый орнаментированный	60,71	30,97	1,70	5,20
36	Круглощитковый неорнаментированный	59,55	20,74	3,60	7,61
12	Овальнощитковый неорнаментированный	58,99	21,78	1,85	5,53
15	Овальнощитковый орнаментированный	56,72	29,34	2,22	10,63
7	Овальнощитковый орнаментированный	44,41	28,61	4,54	12,38
28	Овальнощитковый неорнаментированный	41,55	44,53	1,73	7,16
29	Овальнощитковый орнаментированный	30,0	39,73	1,70	22,04
35	Перстень со вставкой	29,57	29,91	5,16	12,53

Таблица 4

Данные спектрального анализа в перстнях, изготовленных из сплава латуни с добавлением свинца

№	Изделие	Cu	Sn	Si	Pb	Zn
31	Овальнощитковый орнаментированный	79,07	1,1	2,20	5,05	7,60
24	Овальнощитковый орнаментированный	79,03	5,27	3,17	4,62	5,11
8	Круглощитковый орнаментированный	73,52	2,31	2,56	16,03	4,69
25	Ромбощитковый орнаментированный	69,20	5,89	2,32	8,53	9,90
23	Узкопластинчатый рифленный	68,22	4,28	4,04	3,30	12,66

Таблица 5

Данные спектрального анализа перстней, изготовленных из сплавов на оловянной основе

№	Изделие	Cu	Sn	Si	Pb	Zn
26	Овальнощитковый орнаментированный	0,21	93,17	1,27	0,54	0,05
18	Овальнощитковый орнаментированный	0,37	67,70		29,35	
6	Овальнощитковый орнаментированный	0,28	92,3	1,48	2,83	
5	Овальнощитковый орнаментированный	0,64	92,22	1,58	0,43	0,08
1	Овальнощитковый орнаментированный	0,24	92,21	3,56	0,28	0,04
22	Ложновитой	0,97	92,04	2,39	0,36	0,1
4	Овальнощитковый орнаментированный	0,35	91,57	3,32	0,30	0,05

2) в сплавы при плавке могли быть добавлены части украшений, содержащих свинцовую бронзу.

Добавление Pb и Zn повышало пластичность сплава, улучшало его цвет, а также уменьшало температуру плавления сплава, что облегчало дальнейший технологический процесс изготовления самого украшения.

Латунь (с добавлением свинца) (иногда данный сплав называют свинцовая латунь) Cu-Zn-Pb (рис. 1, 10–12).

В данную группу отнесено 5 перстней (№ 8, 23–25, 31). Их доля составляет 13,51 % от общего числа перстней, подвергнутых спектральному анализу (табл. 4).

В данном сплаве содержание Zn находится в интервале от 4,69 до 12,66 %, Pb – от 3,30 до 16,03 %.

Пробы этой группы относятся к сплавам со средней концентрацией легирующих компонентов: цинк не превышает 13 %, а свинец достигает 16 %. Возможно, при производстве латуни использовали загрязненную свинцом медь или медь, легированную свинцом.

Сплавы на оловянной основе: чистое олово и группа припоев Sn (рис. 1, 14–15).

В данную группу отнесено 7 перстней (№ 1, 4–6, 18, 22, 26). Их доля составляет 18,91 % от общего числа перстней, подвергнутых спектральному анализу (табл. 5).

Перстни под № 26, 6, 5 можно отнести к чистому металлу олову, так как содержание Sn составляет 91–92 %, а остальные элементы – это случайные примеси, попавшие при плавке. Перстень № 18 (Sn-Pb)

можно отнести к группе припоев, так как этот сплав по химическому составу соответствует современному припою ПОС 30, который имеет низкую температуру плавления и легко подвергается механической обработке.

Сплавы на основе железа (сталь) (Fe) (рис. 1, 1б).

Данные металлические предметы, также являясь украшениями, только кожаных изделий (одежда, сбруя, другие предметы), рассматриваются нами совместно с перстнями.

В данную группу отнесено 3 накладки (№ 17, 20, 21). Их доля составляет 8,10 % от общего числа перстней, подвергнутых спектральному анализу (табл. 6).

Как видно, данный сплав – это практически чистое железо с содержанием 89–98 %, остальные элементы – это примеси.

Рассмотрев каждую из выделенных групп сплавов и обобщив полученные результаты, мы пришли к выводу, что жесткого соотношения «сплав – вид перстня» не устанавливается ни в одной из групп (диаграмма 1):

1 – тройная бронза – 32,43 %;

2 – двойная бронза – 24,32 %;

3 – сплавы на основе олова – 18,91 %;

4 – латунь (с добавлением свинца) – 13,51 %;

5 – сплавы на основе железа – 8,1 %;

6 – мельхиор – 2,7 %.

Хотя нужно отметить, что основная масса перстней, найденных на селище Вёжи, изготовлена из сплавов на медной и оловянной основах.

Определив сплавы, из которых изготовлены перстни, мы перешли к рассмотрению вопроса о технологии изготовления данных перстней.

По результатам металлографического и макроскопического анализов мы пришли к выводу о способах изготовления (литье или механическая обработка). Причем нами установлено, что «внутри» каждого способа выделяется несколько технологических приемов.

Прежде чем перейти к технологической характеристике перстней, отметим следующее. Морфологический анализ иногда позволяет определить, каким приемом воспользовался мастер, чтобы изготовить ювелирное изделие. Но морфологическое изучение предмета не всегда дает успешные результаты. Оно

Таблица 6

Данные спектрального анализа накладок, изготовленных из сплава железа

№	Изделие	Cu	Si	Fe
21	Овальнощитковый неорнаментированный	0,52	0,57	98,13
20	Овальнощитковый неорнаментированный	0,56	1,95	96,96
17	Овальнощитковый неорнаментированный	0,64	2,17	89,40

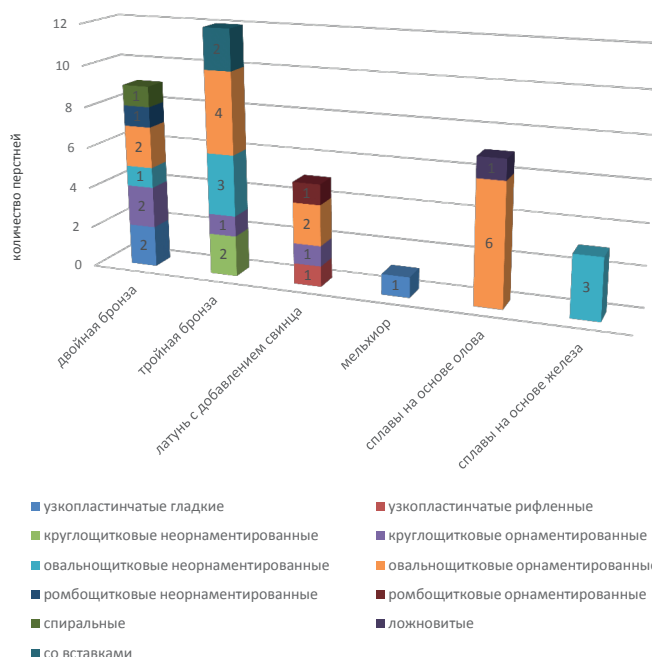


Диаграмма 1. Количественное соотношение «тип – сплав» перстней из цветных металлов, найденных на селище Вёжи

только намечает общие черты технологии изделия, но не позволяет распознать все тонкости приемов его обработки. Поэтому четкие технологические схемы могут быть получены только с помощью металлографических исследований. Поэтому мы, объясняя технологию изделий из цветных металлов, воспользовались результатами микроструктурных методов исследования.

Для микроструктурного анализа на определенном участке перстня выбиралось место для шлифа. Затем нами, не разрушая изделие, изготавливался шлиф на определенном участке перстня. Для достоверного анализа необходимо вырезать участок изделия и изготовить микрошлиф. Однако, так как перед нами стояла задача сохранности целостности изделия, мы изготавливали шлифы на определенных участках перстней. Далее производилось шлифование выбранного участка и его полирование. Затем зеркальная поверхность изготовленного шлифа рассматривалась под микроскопом для выявления неметаллических включений. Для определения самой микроструктуры данные участки подвергали травлению различными реактивами в зависимости от того, из какого металла изготовлено изучаемое изделие. В результате под микроскопом обнаруживаются разные структурные области, воссоздающие технологическую схему изучаемого изделия. Дендритные структуры указывают на то, что изделие было изготовлено литьем. А деформированные кристаллы, вытянутые в одном направлении, указывают на то, что изделие изготовлено механообработкой (рис. 2, б; 6, 4а). На некоторых изделиях нами обнаружены паяные соединения. Пайка указывает, что изделие подвергалось «ремонту» (восстановлению целостности), или же исходное изделие, изготовленное литьем или ковкой, для придания определенного размера (диаметра), подвергалось пайке (рис. 2, а).

Таким образом, изучение технологии перстей, найденных на селище, велось на основе сочетания результатов внешнего наблюдения с результатами металлографического анализа. Причем металлографическому исследованию отдавалось первостепенное значение, так как этот метод точно указывает на способ переработки металла.

Результаты технологического изучения перстей позволили выделить два основных способа их изготовления: литье и механообработка (ковка). Причем «внутри» каждого способа выделяется несколько технологических приемов (операций).

Рассмотрим каждый из выделенных способов в отдельности.

Литье – один из наиболее распространенных в древности приемов обработки цветных металлов. Древнерусские литейщики пользовались разными способами литья: в жесткие литейные формы; в формы, полученные с помощью оттиска в глине готовых изделий; по восковой модели и др. [Рындина: 201].

Данным способом изготовлено 29 вёжских перстей, что составляет 78,38 % от общего числа исследованных перстей. Из них:

26 перстей – щитковые, изготовленные из сплавов «двойная бронза» (№ 13, 10, 30, 37, 34, 32), «тройная бронза» (№ 14, 3, 27, 33, 36, 12, 15, 7, 28, 29), «латунь (с добавлением свинца)» (№ 8, 31, 24, 25), «оловянистые» (№ 18, 26, 6, 5, 1, 4);

2 – перстни со вставками, изготовленные из сплава «тройная бронза» (№ 9, 35),

1 – ложновитой, изготовленный из оловянно-кремниевый сплава (№ 22).

Как видим, способом литья изготовлены перстни из сплавов на медной (75,8 %) и оловянной (24,2 %) основах.

Для точного определения, каким именно способом изготовлен перстень, необходимо подвергнуть

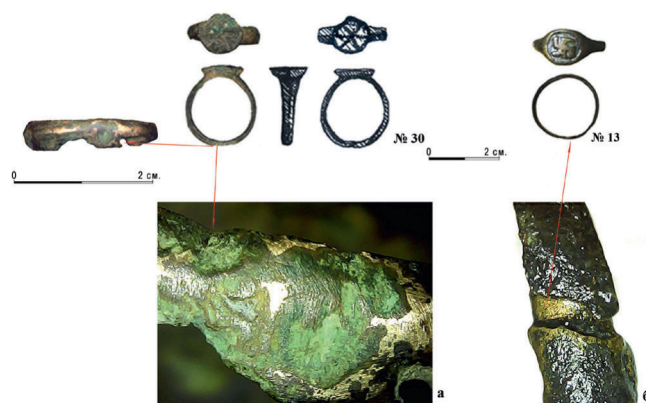


Рис. 2. Перстень литой: а – микрофотографии литейного шва на дужке перстня; б – дендритная структура (увеличение в 100^х) (стрелкой указано место съемки)

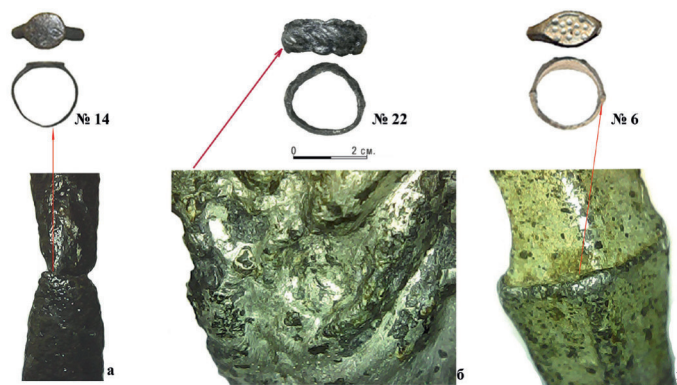


Рис. 3. Перстни литые: а–б: микрофотографии паянных швов на дужке перстней (увеличение в 100^х) (стрелкой указано место съемки)

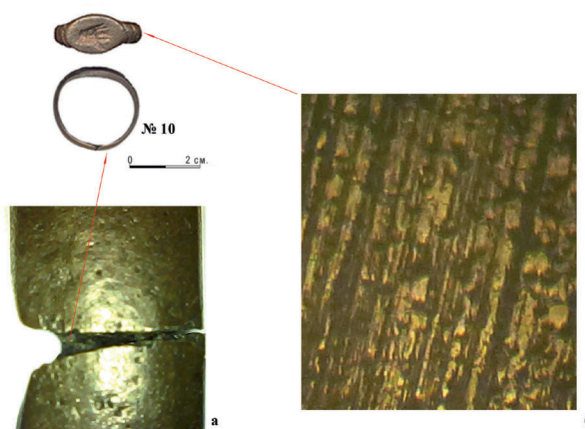


Рис. 4. Перстни литые: а, в – микрофотографии паянных швов на дужке перстней; б – литье по восковой модели (увеличение в 100^х) (стрелкой указано место съемки)

металлографическому исследованию все изделия коллекции. Нами сделано допущение по макроскопическому анализу, что перстни, не подвергнутые металлографическому исследованию, аналогичны тем, что были подвергнуты металлографическому анализу.

Металлографический анализ показал, что изделия из сплавов на медной и оловянной основах могли отливаться в плоской каменной литейной форме. Причем температура плавления могла достигать примерно 900 °С. Дужки некоторых изделий (№ 30) после отливки методомковки делали тоньше. Затем дужка готового перстня изгибалась и паялась (сваривалась). Об этом свидетельствуют паянные (сварные) швы, хорошо видные на внутренней стороне дужек перстней (рис. 2, а; 3, б; 4, а). Также можно отметить, что внутренняя сторона дужек перстней шероховатая, негладкая.

Особого внимания заслуживают два круглощитковых перстня, найденных на селище: № 13 и № 3 (рис. 1; 2, б).

М.В. Седова и Н.В. Рындина среди новгородских изделий отметили группу из десяти перстней

с круглыми щитками, на которых помещен солярный знак (свастика). Все перстни отлиты из меди в одно-сторонней литейной (каменной) форме. На щитках законченных перстней, которым придана форма кольца (пальца), сохранились следы эмали, окружающей рельеф свастики. Эмаль принадлежит к группе свинцовых бесщелочных стекол. Все перстни найдены в комплексе ювелирной мастерской 6-го яруса (1380–90-е гг.) [Седова 1981: 134; Рындина: 241, рис. 16].

Два перстня, найденных на селище, аналогичны вышеупомянутым новгородским перстням со свастикой. Причем вокруг свастики, правда очень плохо, сохранились следы эмали. Из-за плохой сохранности эмали сказать что-либо определенное о ее цвете невозможно.

Часть перстней, найденных на селище, могли отлить в глиняной форме, в которой сделан рисунок для щитка или дужки перстня, или по восковой модели (рис. 1, 3, 7, 10, 14).

Однако в настоящее время утверждать, как именно изготавливали форму для отливки, практически не представляется возможным. Если бы на селище

Вёжи были найдены литейные формы, это подтвердило бы конкретный способ изготовления изделия.

На готовых изделиях могли резцом нанести орнаментальный мотив, например гравированный узор в виде зигзагообразных линий (рис. 3, а).

По мнению Н.В. Рындиной, появление литья в каменную или глиняную форму обусловлено тем, что с XII в. ювелиры, работавшие на рынок, стараются дать массовую продукцию. Поэтому они выработали приемы, требующие наименьшей затраты труда. Данный способ изготовления перстней просуществовал до XIV в. [Рындина: 259].

Но, по нашему мнению, небольшие мастерские или отдельные мастера могли изготовить единичные предметы или мелкие серии определенных видов украшений. Мастера также могли брать готовые заготовки и вносить в них свои изменения (орнамент, рисунок), изменять «толщину» изделия, увеличивая или уменьшая его размеры.

С конца XI в. до XIV в. включительно существовал еще один способ литья: литье в формы, полученные путем оттиска в глине готовых изделий. В данном случае отливалась плоская заготовка, которой затем придавалась форма пальца [Рындина: 230].

Подобным способом отлит ложновитой перстень из оловянно-кремниевого сплава (№ 22). Скорее всего, отливка была низкого качества; выпуклый орнамент получился нечетким, смазанным. Дужка готового перстня изогнута и спаяна (на внутренней стороне хорошо виден сварной (паяный) шов) (рис. 1, 15; 4, б).

Для 6 щитковых перстней, изготовленных из сплавов на оловянной основе (№ 18, 26, 6, 5, 1, 4), характерна следующая особенность. На внешней боковой поверхности дужки перстня, недалеко от щитка, четко видны следы поперечных литейных швов. Верхняя часть таких перстней вместе со щитком отливается в форме. Причем в форме был сделан рисунок для щитка. Вторая половинка дужки перстня могла

отливаться или коваться. Затем обе половинки перстня паялись (рис. 1, 14; 4, в).

Интересен способ изготовления перстней со вставками, где сочетаются литье и пайка – это перстни № 9 и № 35, изготовленные из оловянно-свинцовой бронзы.

Перстень № 9 с синим камнем имеет пластинчатый ободок с двумя круглыми гнездами для вставок из стекла синего цвета (одна вставка не сохранилась). Для этого перстня были отлиты две самостоятельные ячейки, которые затем припаяли к отлитому жгуту дужки. Вставки для камней зажимались лапками, выпиленными тонкой пилой по верхней части ячейки («крапановый» способ) (рис. 1, 9; 5, а–б).

Подобный способ существовал в X–XIV вв. [Рындина: 240].

Для перстня № 35 характерен другой способ крепления вставки (она не сохранилась) – «глухая» заклепка вставки паялась прямо в тело перстня, при этом край металла кантом обжимал вставку.

Ковка – второй по распространенности в древности прием обработки цветных металлов, но признаки кованых изделий менее четки: плохо выраженный паянный шов, неравномерность сечения, отсутствие литого орнамента.

Данным способом изготовлено 8 перстней, что составляет 21,62 % от общего числа исследованных изделий. Из них:

4 перстня – узкопластинчатые, изготовленные из сплавов «двойная бронза» (№ 11, 19), «латунь (с добавлением свинца)» (№ 23), «мельхиор» (№ 16);

3 – щитковые, изготовленные из сплава на основе железа (сталь) (№ 21, 20, 17);

1 – спиральный проволочный, изготовленный из сплава «двойной бронзы» (№ 2).

Как видим, способомковки изготовлены перстни, сделанные из сплавов на медной (62,5 %) и железной (37,5 %) основах.

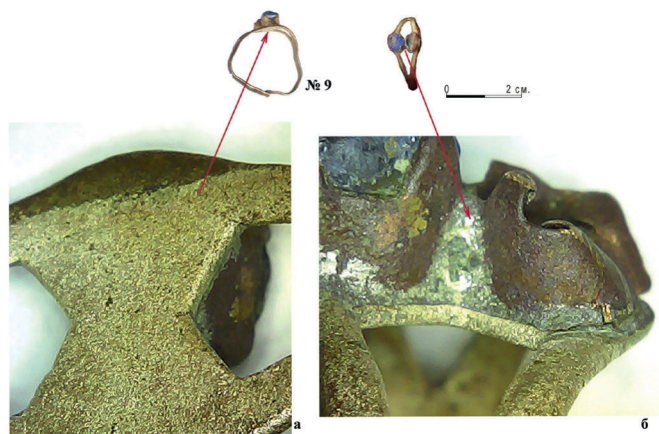


Рис. 5. Перстень со вставкой: а – микрофотография литой поверхности на внутренней поверхности дужки перстня; б – место припоя к дужке перстня ячейки для камня вставки (стрелкой указано место съемки)

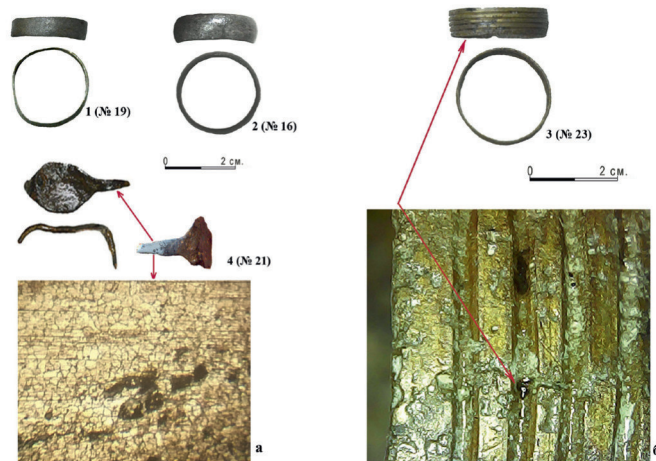


Рис. 6. Перстни и накладки (4; 21) кованые: 1–4 – внешний вид; 3б – микрофотография паянного шва на дужке перстня и линии врезного орнамента; 4а – структура кованого металла (увеличение в 100^х) (стрелкой указано место съемки)

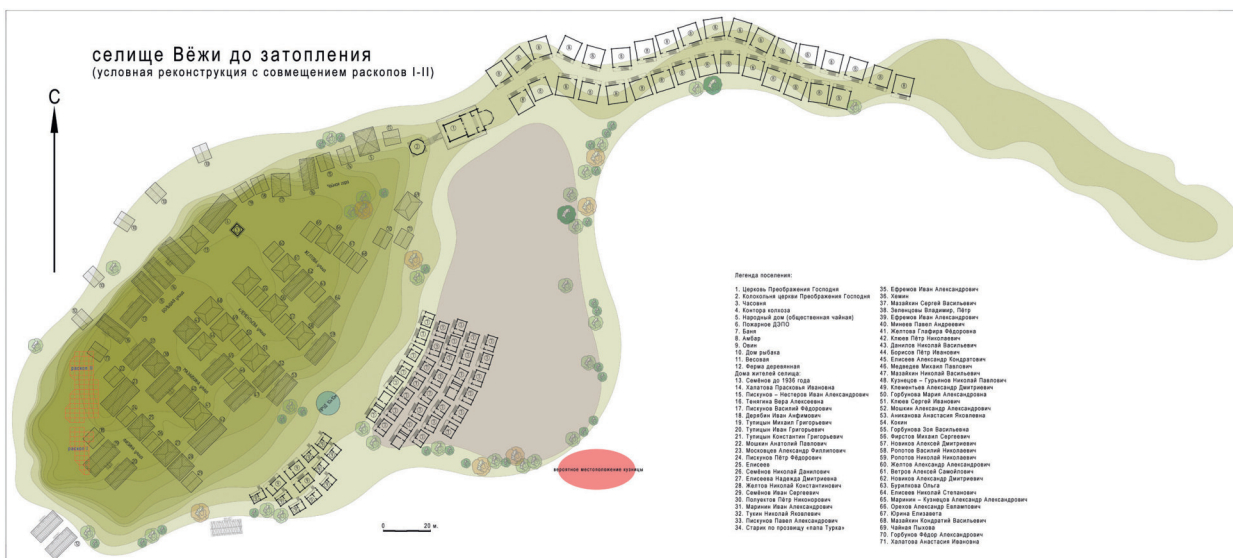


Рис. 7. Селище Вёжи до затопления (условная реконструкция с совмещением раскопов I–II)

Заготовки для пластинчатых перстней изготавливали из тонко прокованной пластины, которую затем изгибали по форме пальца и паяли. Об этом свидетельствуют паяные швы на внутренней стороне дужек перстней (рис. 1, 1; 6, 1–3).

На внешней стороне одного из узкопластинчатых перстней нанесены тонкие врезные линии (рис. 6, 3б).

Три стальных щитковых перстня, сделанные из практически чистого железа, – кованые, с последующим отжигом (для придания изделию большей пластичности). Макросъемка показала деформацию кристаллов в одну сторону (рис. 6, 4а).

На дужке всех трех перстней нет следов пайки (возможно, они относятся к незамкнутым перстням). Также мы предполагаем, что их щиток мог быть покрыт тонким слоем латуни. Но это только предположение, так как перстни плохо сохранились

и сильно прокорродированы (рис. 1, 16; 6, 4).

К кованым изделиям мы также отнесли спиральный проволочный перстень, изготовленный из сплава «двойной бронзы» (№ 2). Основа перстня – округлая в сечении проволока – была сделана путемковки. Результаты визуального наблюдения показали бугри-тость поверхности проволоки, неравномерность ее сечения (диаметр колеблется от 1,0 до 1,5 мм), отсутствие продольных бороздок от неровностей глазка волочильной доски. Это свидетельствует о том, что проволока ковалась на специальной наковальне с желобком. Далее кованую проволоку, предварительно нагретую, намотали на болванку округлого профиля, затем концы проволоки скрутили и обрезали (рис. 1, 4). По мнению Н.В. Рындиной, в Новгороде кованая проволока существовала до последних десятилетий XIV в. [Рындина: 210].



Индивидуальный материал

№ по описи	Наименование	Количество	Материал	Сохранность	Размер (см)	Горизонтальный пласт / строительный период (ярус)	Отметка	Местонахождение	Примечание	№ на рисунке
491	Пинцет	1	металл	фрагмент	4,5×0,5	IX Г.П./7	-215	кв. Ж-15	конец XIV – 2/3 XV в.	2
601	Щипцы ювелирные (пинцет)	1	металл	целые	5,2×0,6	X Г.П./8	-240	кв. Ж-20	XII–XIV вв. Тип. 2 по Б.А. Колчину вторая половина XIII – конец XIV в.	3
706	Набор ювелирных инструментов	1	металл	фрагмент	6,7×2,4	XI Г.П./8	-265	кв. К-25 объект № 90, постройка № 93	вторая половина XIII – конец XIV в.	4

Подъемный материал

№ по описи	Наименование	Памятник	Место нахождения	Материал	Год нахождения	Сохранность	Описание находки	Год включения в научный отчет	Датировка	№ на рисунке
394	Пинцет	с. Вёжи	ЗСЗ береговая линия	металл	2017	целый	5,5×1,4	2018		1

Рис. 8. Ювелирный инструмент, выявленный на селище Вёжи

Итак, проделанная нами работа позволяет сделать вывод, что перстни, найденные на селище Вёжи, являются продуктом древнерусского городского ремесла. Причем все перстни являются привозными. В ходе археологических исследований до сегодняшнего дня на селище не найдены следы, связанные с ювелирным производством. При этом на поселении известно точное местоположение кузницы (рис. 7), в слоях XIV–XVII вв. встречается ювелирный инструмент (рис. 8).

Исходя из морфологических признаков (внешней формы, орнаментальных мотивов), время бытования подобных перстней в русских городах – с XI по XV вв.

В результате проведенных анализов (РФА, металлография) мы получили более подробную информацию о химическом составе данных перстней.

Круг технических приемов включает: литье в каменные или глиняные формы, свободную ковку, ков-

ка проволоки на наковальне с желобком, наматывание проволоки на болванку, пайка, гравировка изделий.

Основная масса изделий изготовлена из сплавов на медной основе (бронза и латунь). Жидкотекучие и пластичные сплавы на медной основе одинаково пригодны для литья и холоднойковки. Скорее всего, золотистый цвет сплава придавал изделиям особую привлекательность.

Известно, что в XI–XV вв. древнерусские мастера отдавали предпочтение сплавам на медной основе: оловянным бронзам и латуням [Рындина; Королева 1996; Ениосова 2016].

Проведенный металлографический анализ показал, что многие перстни изготовлены литьем, так как в них обнаружена дендритная структура, характерная только для литых изделий. Некоторые перстни изготовлены механической обработкой (ковкой), так как кристаллы структуры имеют вытянутую форму в направленииковки.

Нами также установлено, что для повышения механических свойств некоторые сплавы на основе олова подвергали дополнительному легированию. Добавление в медные сплавы олова и свинца, имеющих серебристо-белый цвет, приводит к изменению цветовой гаммы получаемых изделий. Скорее всего, древние мастера хорошо владели этим приемом.

Примечания

¹ Нумерация изделий дается согласно п/п по таблице 1.

Список литературы

Ениосова Н.В., Митоян Р.А. Рентгеноспектральный метод анализа археологического металла: преимущества, ограничения и ловушки в процессе измерения и интерпретации // Труды IV (XX) Всероссийского археологического съезда в Казани / отв. ред. А.Г. Ситдииков, Н.А. Макаров, А.П. Деревянко. Казань: Отечество, 2014. Т. 4. С. 146–149.

Ениосова Н.В. Химический состав цветного металла из Гнёздова // Исторический журнал: Научные исследования / МГУ. 2016. № 6 (36). С. 724–733. <https://doi.org/10.7256/2222-1972.2016.6.19186>.

Зайцева И.Е. Цветной металл Волжской Болгарии (предварительный анализ) // Русь и Восток в IX–XVI веках: новые археологические исследования / отв. ред. Н.А. Макаров, В.Ю. Коваль. Москва: Наука, 2010. С. 116–138.

Кабатов С.А. Отчет об археологических раскопках селища Вёжи (раскоп II) Костромского района, Костромской области. Т. 3. Кострома, 2008 г. Кострома: КГУ имени Н.А. Некрасова, 2008. 141 с.

Кабатов С.А. Отчет об археологических исследованиях на селище Вёжи в 2009 г. Т. 1–2. Кострома, 2009 г. / сост. С.А. Кабатов. Кострома: КГУ им. Н.А. Некрасова, 2009. 124 с.

Кабатов С.А. Этнокультурная история сельского населения Костромского края золотоордынского времени // Вестник Костромского государственного университета имени Н.А. Некрасова: науч.-метод. журнал. Кострома: КГУ им. Н.А. Некрасова, 2013ж. Т. 19, № 2. С. 34–39.

Кабатов С.А. Отчет по итогам археологических исследований, направленных на сохранение объекта археологического наследия «селище Вёжи», эпоха бронзы, железный век, средневековье, II тыс. до н. э. – XVIII в. 2013 г. / сост. С.А. Кабатов. Кострома: КГУ имени Н.А. Некрасова, 2013н. 108 с.

Кабатов С.А. Научный отчет по итогам археологических исследований (раскопок) объекта археологического наследия «селище Вёжи», расположенного по адресу: Костромская область, Костромской район, Шунгенская с/а, 2014 г. Кострома: КГУ имени Н.А. Некрасова, 2014. 220 с.

Кабатов С.А. Научный отчет по итогам археологических исследований (раскопок) в 2015 г. объекта археологического наследия «селище Вёжи», расположенного по адресу: Костромская область, Костромской район, Шунгенская с/а, остров Вёжи, 2015 г. Кострома: Историко-археологическое общество «Кострома», 2015. 259 с.

Королева Э.В. Результаты спектрального анализа ювелирных изделий средневекового Пскова // Археологическое изучение Пскова. Вып. 3. Т. 1. Раскопки в древней части Среднего города (1967–1991): материалы и исследования. Псков: Псковский археологический центр, 1996. С. 229–300.

Королева Э.В. Цветные металлы и их сплавы в средневековом городе // Труды IV (XX) Всероссийского археологического съезда в Казани. Казань: Отечество, 2014. Т. 4. С. 155–159.

Рындина Н.В. Технология производства новгородских ювелиров X–XV вв. // МИА. № 117. Новые методы в археологии. Труды Новгородской археологической экспедиции. Москва: Изд-во АН СССР, 1963. Т. 3. С. 200–263.

Седова М.В. Ювелирные изделия древнего Новгорода (X–XV вв.) / отв. ред. Б.А. Колчин. Москва: Наука, 1981. 194 с.

Седова М.В. Украшения из меди и сплавов // Археология. Древняя Русь. Быт и культура. Гл. 3. Украшения из драгоценных металлов, сплавов, стекла / под общ. ред. Б.А. Рыбакова; отв. ред. Б.А. Колчин, Т.И. Макарова. Москва: Наука, 1997. С. 63–78.

References

Eniosova N.V., Mitoyan R.A. *Rentgenospektralnyi metod analiza arkheologicheskogo metalla: preimushhestva, ogranicheniya i lovushki v protsesse izmereniya i interpretatsii* [X-ray spectral method of analysis of archaeological metal: advantages, limitations and traps in the process of measurement and interpretation]. *Trudy IV (XX) Vserossiiskogo arkheologicheskogo s"ezda v Kazani* [Proceedings of the IV (XX) All-Russian Archaeological Congress in Kazan], ed. A.G. Sitdikov, N.A. Makarov, A.P. Derevyanko. Kazan, Fatherland Publ., 2014, vol. 4, pp. 146-149. (In Russ.)

Eniosova N.V. *Himicheskii sostav tsvetnogo metalla iz Gnyozdova* [Chemical composition of non-ferrous metal from Gnezdovo]. *Istoricheskii zhurnal: Nauchnye issledovaniia* [Historical Journal: Scientific Research], 2016, No. 6 (36), pp. 724-733. <https://doi.org/10.7256/2222-1972.2016.6.19186> (In Russ.)

Zaitseva I.E. *Tsvetnoy metal Volzhskoy Bolgarii (predvoritel'nyj analiz)* [Non-ferrous metal of Volga Bulgaria (preliminary analysis)]. *Rus' i Vostok v IX–XVI vekakh: novye arkheologicheskie issledovaniia* [Rus and the East in the IX-XVI centuries: new archaeological research], ed. by N.A. Makarov, V.Y. Koval. Moscow, Nauka Publ., 2010, pp. 116-138. (In Russ.)

Kabatov S.A. *Otchyot ob arkheologicheskikh raskopkah selishcha Vyozy (raskop II) Kostromskogo rayona Kostromskoy oblasti, 2008* [Report on the archaeological excavations of the village of Vezhi (excavation II) of the Kostroma district, Kostroma region, 2008]. Kostroma, KSU named after N.A. Nekrasov Publ., 2008, vol. 3, 141 p. (In Russ.)

Kabatov S.A. *Otchyot ob arkheologicheskikh raskopkah selishcha Vyozy v 2009 g.* [Report on archaeological research at the village of Vezhi in 2009]. Kostroma, KSU named after N.A. Nekrasov Publ., 2009, vol. 1-2, 124 p. (In Russ.)

Kabatov S.A. *Etnokuljturnaya istoriya seljskogo naseleniya Kostromskogo Povolzhya zolotoordynskogo vremeni* [Ethnocultural history of the rural population of the Kostromsky region of the Golden Horde time]. Vestnik of Kostroma State University, 2013, vol. 19, No. 2, pp. 34-39. (In Russ.)

Kabatov S.A. *Otchyot po itogam arkheologicheskikh issledovaniy, Napravlennykh na sohranenie objekta arkheologicheskogo naslediya «selishcha Vyozy», epoha bronzy, zheleznyy vek, sredneekovje, II tysyacheletije do n. e. – XVIII v, 2013* [Report on the results of archaeological research aimed at preserving the archaeological heritage site «the village of Vezhi», the Bronze Age, the Iron Age, the Middle Ages, II thousand BC – XVIII century, 2013]. Kostroma, KSU named after N.A. Nekrasov Publ., 2013, 108 p. (In Russ.)

Kabatov S.A. *Nauchnyy otchyot po itogam arkheologicheskikh issledovaniy (raskopok) objekta arkheologicheskogo naslediya «selishcha Vyozy», raspolozhenno po adresu: Kostromskaya oblastj, Kostromskoj rayon, Shungenskaya s/a, 2014* [Scientific report on the results of archaeological research (excavations) of the archaeological heritage site “the village of Vezhi”, located at the address: Kostroma region, Kostroma district, Shungen village, 2014]. Kostroma, KSU named after N.A. Nekrasov Publ., 2014, 220 p. (In Russ.)

Kabatov S.A. *Nauchnyy otchyot po itogam arkheologicheskikh issledovaniy (raskopok) v 2015 g. objekta arkheologicheskogo naslediya «selishcha Vyozy», raspolozhenno po adresu: Kostromskaya oblastj, Kostromskoj rayon, ostrov Vyozy, 2015* [Scientific report on the results of archaeological research (excavations) in 2015 of the archaeological heritage site “village of Vezhi”, located at the address: Kostroma region, Kostroma

district, Shungen village, Vezhi Island, 2015]. Kostroma, Historical and Archaeological Society “Kostroma” Publ., 2015, 259 p. (In Russ.)

Koroleva E.V. *Rezultaty spektral'nogo analiza yuvelirnykh izdeliy srednevekovogo Pskova* [Results of spectral analysis of jewelry of medieval Pskov]. *Arkheologicheskoe izuchenie Pskova. Vyp. 3. T. 1. Raskopki v drevnei chasti Srednego goroda (1967–1991): materialy i issledovaniia* [Archaeological study of Pskov. Issue 3. Vol. 1. Excavations in the ancient part of the Middle City (1967–1991): Materials and research]. Pskov, Pskov Archaeological Center Publ., 1996, pp. 229-300. (In Russ.)

Koroleva E.V. *Tsvetnye metally I ih splavy v srednevekovom gorode* [Non-ferrous metals and their alloys in a medieval city]. *Trudy IV (XX) Vserossiiskogo arkheologicheskogo s'ezda v Kazani* [Proceedings of the IV (XX) All-Russian Archaeological Congress in Kazan]. Kazan, Fatherland Publ., 2014, vol. 4, pp. 155-159. (In Russ.)

Ryndina N.V. *Tehnologiya proizvodstva novgorodskikh yuvelirov X–XV vv.* [Production technology of Novgorod jewelers of the X–XV centuries]. *MIA. № 117. Novye metody v arkheologii. Trudy Novgorodskoi arkheologicheskoi ekspeditsii* [New methods in archaeology. Proceedings of the Novgorod Archaeological expedition]. Moscow, USSR Academy of Sciences Publ., 1963, vol. 3, pp. 200-263. (In Russ.)

Sedova M.V. *Yuvelirnye izdeliya drevnego Novgoroda X–XV vv.* [Jewelry of ancient Novgorod (X–XV centuries)], ed. B.A. Kolchin. Moscow, Science Publ., 1981, 194 p. (In Russ.)

Sedova M.V. *Ukrasheniya iz medi I splavov* [Jewelry made of copper and alloys]. *Arkheologiya. Drevniaia Rus'. Byt i kul'tura. Gl. 3. Ukrasheniia iz dragotsennykh metallov, splavov, stekla* [Archeology. Ancient Russia. Life and culture. Part 3. Jewelry made of precious metals, alloys, glass], ed. by B.A. Rybakov, B.A. Kolchin, T.I. Makarova. Moscow, Nauka Publ., 1997, pp. 63-78. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 14.02.2023; принята к публикации 06.03.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 14.02.2023; accepted for publication 06.03.2023.