

СВИНЦОВЫЕ СЛИТКИ XIV ВЕКА ИЗ ВЕЛИКОГО НОВГОРОДА В КОНТЕКСТЕ ВВОЗА НА РУСЬ СВИНЦА ИЗ СИЛЕЗСКО-КРАКОВСКИХ Pb-Zn МЕСТОРОЖДЕНИЙ

© 2025 г. О.М. Олейников^{1,*}, А.В. Чугаев^{2,**}

¹Институт археологии РАН, Москва, Россия

²Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, Москва, Россия

*E-mail: olejnikov1960@yandex.ru

**E-mail: vassachav@mail.ru

Поступила в редакцию 05.04.2025 г.

После доработки 08.04.2025 г.

Принята к публикации 22.04.2025 г.

В статье представлены доказательства распространения продукции Силезско-Краковского горнорудного района (Польша) на русских землях. Объекты исследования — фрагмент полусферического массивного свинцового слитка и скопление натечков свинца, обнаруженные на Торговой стороне Великого Новгорода, вблизи церкви Спаса Преображения и Знаменского собора. Находки происходят из слоев середины XIV в. и представляют высококачественное свинцовое сырье (более 99% Pb). По химическому составу и изотопному составу Pb они идентичны двум целым массивным полусферическим свинцовым слиткам первой половины XIII — первой половины XIV в., обнаруженным во Вроцлаве и Кракове. Основываясь на сходстве изотопного состава Pb новгородских находок и польских слитков, с одной стороны, и на их идентичности по этому параметру материала из свинцово-цинковых месторождений Олькушского рудного поля, входившего в старейший Силезско-Краковский горнодобывающий район Европы, с другой, можно сделать вывод о поступлении свинцового сырья на Русь в Средние века из Восточной Европы. Материалы, представленные в статье, существенно расширяют географию торговли свинцом в XIII–XIV вв. и подтверждают тезис В.Л. Янина о том, что Ганза не владела монополией на ввоз в Русь свинца, поскольку он мог ввозиться другим контрагентом Новгорода — Польшей.

Ключевые слова: средневековый Новгород, Олькуш, Силезско-Краковский Pb-Zn район, свинцовые слитки, изотопный анализ свинца, рудные источники.

DOI: 10.31857/S0869606325030188

Новгород был центром международной торговли и важнейшим звеном в системе европейских торговых и культурных связей. Занимая выгодное географическое положение, он играл ключевую роль в международной и внутренней торговле цветными металлами, осуществляя связи между Русью, Западной Европой, Византией и мусульманским Востоком.

Горнорудные области Европы и Малой Азии, где в период Средневековья велась разработка свинцовых руд (рис. 1), хорошо известны (Хорошкевич, 1963. С. 307–315; Агрикола, 1972. С. 56, 57; Nriagu, 1983; Niederschlag et al., 2003; Durali-Mueller et al., 2007; Ениосова и др., 2008. С. 162). Теоретически все они являются районами, из которых свинец в виде сырьевых продуктов (слитков) мог поступать на Русь¹. Однако установление конкрет-

ных рудных источников и центров производства свинцового сырья до сих пор представляет непростою задачу. Связано это главным образом с отсутствием как прямых торговых контактов Руси с горнорудными районами, так и письменных свидетельств такого рода. Археологические материалы восполняют недостаток этой информации.

В последние десятилетия в отечественной науке для установления источников и путей поступления металлов на Русь успешно используется комплексный подход, включающий изотопный анализ свинца археологических предметов. Его основные принципы и интерпретационные подходы изложены в статье (Чугаев, Сапрыкина, 2022). Наибольший интерес при таком подходе представляет материал, не подверженный многократным переплавкам, в частности массивные сырьевые слитки, полученные непосредственно при переработке руд.

¹ На территории средневековой Руси свинец не добывался. Развитие свинцовой промышленности России связано с выплавкой серебра и относится к началу XVIII в. (Горная энциклопедия, 1989. С. 470).

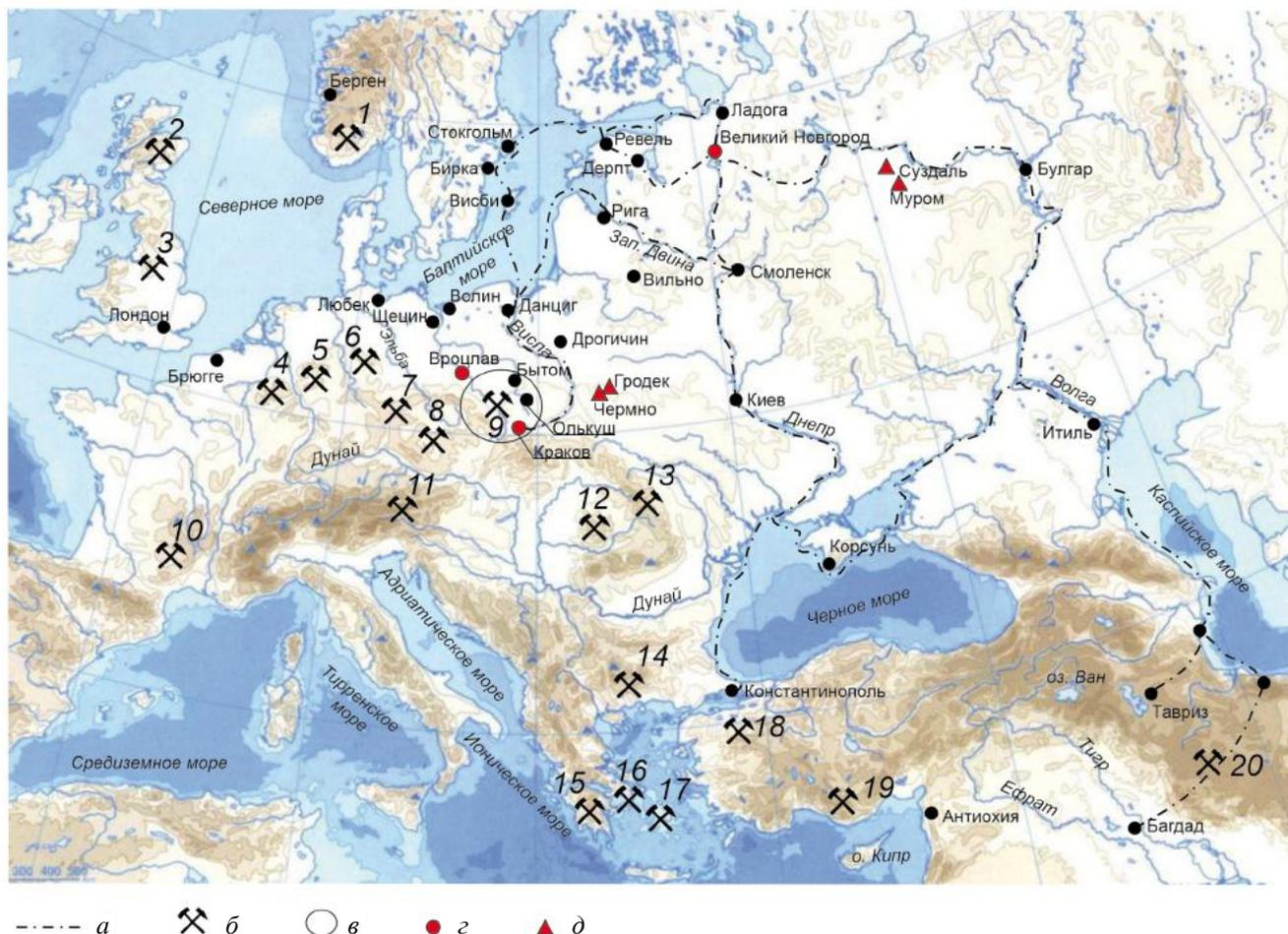


Рис. 1. Разработка свинцовых руд в Средневековье. 1 – Телемарк, Норвегия; 2 – Южный Ланаркшир, Шотландия; 3 – Дербишир, Англия; 4 – Гессен, 5 – Раммельсберг, Рейнские сланцевые горы; 6 – Гарц; 7 – Рудные горы (Германия); 8 – Богемия; 9 – Силезко-Краковский горнорудный район; 10 – Центральный французский горный массив; 11 – свинцово-цинковое месторождение Блайберг, Каринтия (Южные Известняковые Альпы, Австрия); 12 – горы Апусени (Румыния); 13 – Западные Румынские Карпаты (Дакия); 14 – Родопские горы (Фракия); 15 – полуостров Пелопоннес; 16 – Лаврион (Аттика, Греция); 17 – архипелаг Киклады (Греция); 18 – Балья (Турция); 19 – Таврские горы (Южная Турция); 20 – Загрская горная область (Иран). Условные обозначения: а – основные торговые пути; б – районы средневековой добычи свинца; в – регион происхождения металла свинцовых слитков, найденных в Новгороде, Вроцлаве и Кракове, свинцовых печатей, пломб и нательных крестов из Чермно, Грудеке, Суздальского Ополья и селищ округа г. Муром; z – места обнаружения массивных свинцовых слитков; d – места обнаружения артефактов, источником металла которых установлен Силезко-Краковский район.

Fig. 1. Lead ore mining in the Middle Ages

Находки сырья такого типа в культурном слое единичны². К настоящему времени для изучения доступно три полусферических слитка, обнаруженных в Новгороде, Вроцлаве и Кракове. Они представляют стандартный тип свинцового

сырья, получаемого на горнорудных предприятиях (плавильнях) и перевозимого на большие расстояния³.

²Информация о первых находках полусферических слитков относится к концу XVIII в. В 1786 г. прусский горный инженер описал слитки, поступающие из Бытома и Гливице. Однако сами слитки уже недоступны для дальнейших исследований (датировка их также не известна), сохранился лишь рисунок, который опубликован в ряде работ (Molenda, 2001. Fig. 2; Miazga et al., 2022. Fig. 2).

³Полусферическая форма была стандартной и определялась технологическими процессами переработки руд и рафинирования металла – слитки повторяли форму резервуара, в котором металл застывал после слива из печи или обжига. В средневековой Европе такая форма была характерна как для свинцового, так и для медного сырья; по внешнему виду слитки напоминали огромные караваи, поэтому в польских землях такие слитки называли «буханки», «пирог», «капы» (bochnami, unum bancum alias lead art, frustum, pecia, кара, bania), а сырье в кусках по-немецки – «штуки» (Stück) (Molenda, 2001. S. 21).



Рис. 2. Целый полусферический массивный слиток. Вроцлав, ул. Святой Катаржины, 4. *a* – слиток *in situ*; *b* – вид сверху (плоская поверхность); *c* – вид снизу (выпуклая поверхность); *d*, *e* – маркировка на нижней поверхности слитка (по: Miazga et al., 2022. Fig. 4).

Fig. 2. A whole hemispherical massive ingot. Wroclaw, 4 Świąta Katarzyny Street (after Miazga et al., 2022. Fig. 4)

Слитки, происходящие с территории Польши, имеют полную форму. Первый (215 кг) найден в 1997 г. во Вроцлаве на ул. Святой Катаржины, 4 в слое первой половины XIII в. (рис. 2) (Chorowska et al., 2018). Второй слиток (693 кг) датируется первой половиной XIV в. (рис. 3), он обнаружен в Кракове недалеко от Палаты Больших весов при раскопках в 2005–2006 гг. Рыночной площади (Wardas-Lasoń, Garbacz-Klempka, 2016). По результатам изучения изотопного состава свинца показано, что металл слитков из Вроцлава и Кракова происходит из Краковского-Силезского горнорудного района, а именно из полиметаллических месторождений Олькушского рудного района (Варыньский рудник (Waryński) и Матильда (Matylda)), разработка которых велась с XII в. (Miazga et al., 2022).

Новгородская находка (156 кг) представляет собой четверть массивного полусферического слитка – *кусок* (рис. 4). Он обнаружен в 1965 г. Новгородской археологической экспедицией МГУ им. М.В. Ломоносова на Ильинском раскопе в слое середины XIV в. (Колчин, Черных, 1978.

С. 57, 58, 103, 104) (рис. 5, 1). На слитке сохранились два круглых клейма (рис. 4, *a*, *e*). В.Л. Янин показал, что изображение орла на одном из клейм прослеживается на польских грошах Казимира Великого (1333–1370 гг.), а литера К под короной, изображенная на другом частично затертом клейме, присутствует на монетах (русских полугрошах из высокопробного серебра и медных денариях), чеканенных при Казимире Великом для Червоной (Галицкой) Руси на Львовском монетном дворе с 1351/1354 по 1370 г. (Котляр, 1965. С. 172; Янин, 1966. С. 325, 326). Таким образом, по аналогиям с нумизматическим материалом почти 60 лет назад доказано польское происхождение новгородского слитка.

В 2021 г. в стратиграфическом шурфе № 1, заложенном у Святых ворот Знаменского собора, в непосредственной близости от находки 1965 г. обнаружено компактное скопление свинца, состоящее из 44 подтеков общим весом 3.778 кг (Олейников и др., 2023) (рис. 5, 6). Это скопление имеет характерную текстуру оползания, из

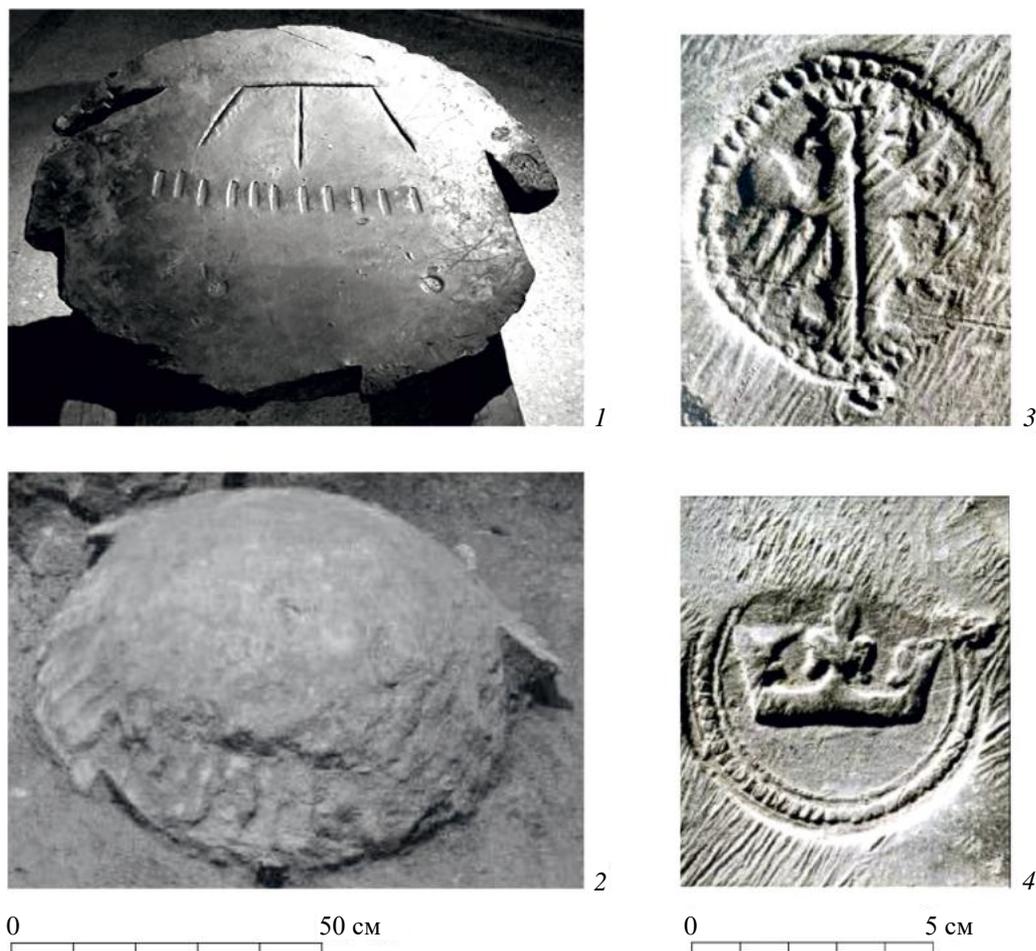


Рис. 3. Целый полусферический массивный слиток. Краков, Рыночная площадь. 1 – плоская поверхность с маркировкой; 2 – выпуклая поверхность; 3 – клеймо «полуорел-полулев под короной»; 4 – клеймо с изображением короны. 1 – по: Sypień, 2015. S. 70; 2–4 – по: Głowa et al., 2010. Rys. 5, a; b.

Fig. 3. A whole hemispherical massive ingot. Krakow, Market Square. 1 – after Sypień, 2015. S. 70; 2–4 – after Głowa et al., 2010. Fig. 5, a; b

чего следует, что оно образовалось в культурном слое вследствие пожара: свинец стекал с некоторой высоты, застывая на земле отдельными бесформенными каплями.

Металл находился в стратиграфическом пласте –750/–760 см внутри сгоревшей жилой постройки, от которой сохранились нижний венец и обгоревший дощатый пол. Постройка примыкала к частокольной ограде, прослеженной вдоль северной стороны мостовой Ильиной улицы (рис. 5, 2). Дендродата яруса, в котором обнаружена эта сгоревшая постройка, – 1356/1387 гг.⁴

С целью уточнения информации о регионе происхождения металла свинцового слитка и

натечного скопления, обнаруженных в Новгороде, проведены исследования, направленные на определение их химического состава, а также на получение высокоточных Pb-изотопных характеристик. Эти результаты представлены и обсуждаются в настоящей работе в сравнении с данными аналогичных исследований польских слитков и свинцовых предметов XI–XIII вв. Западной и Северо-Восточной Руси.

Содержания основных элементов и некоторых микроэлементов определены методом рентгенофлуоресцентного анализа (XRF) по методике NSAM ВИМС 439-РС на вакуумном спектрометре последовательного действия с дисперсией по длине волны (модель Axios mAX производства PANalytical, Нидерланды) в лаборатории анализа минерального вещества Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и

⁴ Изучение спилов деревянных сооружений проведено И.И. Демидовой в лаборатории дендрохронологии Новгородской археологической экспедиции ИА РАН.

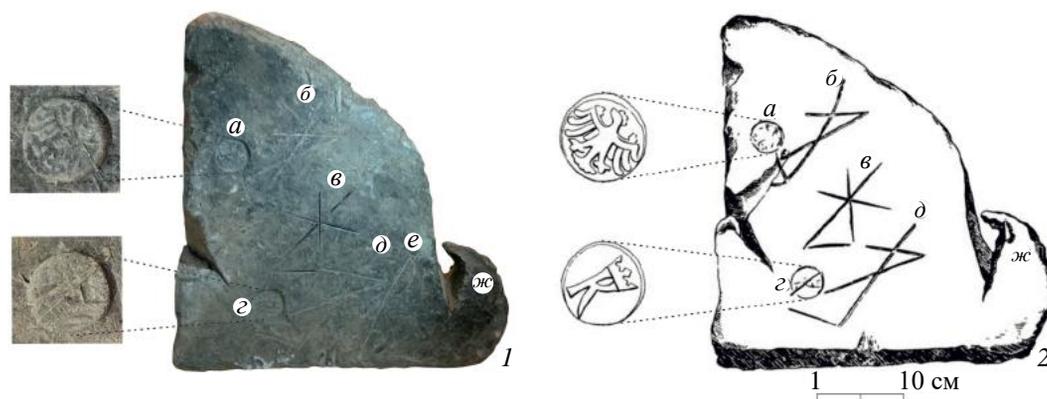


Рис. 4. Четверть полусферического массивного свинцового слитка. Великий Новгород. 1 – плоская (верхняя) поверхность слитка с двумя круглыми клеймами (а, з), штриховыми знаками (б, в, д, е) и вырубленным крюком-зацепом (ж); 2 – прорисовка плоской поверхности слитка. 1 – фото О.М. Олейникова; 2 – прорисовка слитка и круглых клейм по: Янин, 1966. Рис. 2, 3. (В настоящее время слиток находится в постоянной экспозиции ГИМ, зал 9.)

Fig. 4. A quarter of a hemispherical massive lead ingot. Veliky Novgorod. 1 – photo by O.M. Oleynikov; 2 – drawing of the ingot and round stamps after Yanin, 1966. Fig. 2, 3. (The ingot is currently on permanent display at the State Historical Museum, hall 9.)

Таблица 1. Результаты анализов химического состава свинцовых слитков, обнаруженных в Великом Новгороде (в масс. %)

Table 1. Results of chemical composition analysis of lead ingots found in Veliky Novgorod (in wt. %)

Элемент	Фрагмент слитка, Новгород, Ильинский раскоп, середина XIV в.		Скопление свинца, Новгород, ул. Ильина, середина XIV в.		Слиток, Краков, Рыночная площадь, первая половина XIII в. (Głowa et al. 2010. Tab. 2)	Слиток, Вроцлав, ул. Св. Катаржины, 4, первая половина XIV в. (Miazga et al., 2022. Tab. 1)
	РФА	ICP-AES	РФА	ICP-AES	ICP-OES	ICP-OES
Pb	99.76		99.73		99.9613	99.98
Ag		0.0142	0.02	0.0316	0.0103	0.0084
Fe	0.17	0.0057		0.0002	0.0162	0.0003
Cu	0.06	0.0397	0.09	0.0437	0.0022	<0.0001
Zn	0.01	0.0007	0.04	0.0004	0.0009	0.0003
Ni		0.0025	0.02	0.0003	0.0009	0.0008
Sb		0.0042	0.03	0.0261	0.0052	0.0021
Sn		<0.0002	0.01	<0.0002	0.0001	0.1540
Cd		<0.0001		<0.0001	0.0001	0.0004
As		0.0008		0.0021	0.0004	<0.0001
Bi		<0.0001		<0.0001	0.0020	<0.0001
Al		0.0013		<0.0001		0.0008
Mn		0.0015		<0.0001		0.0001
Mg		0.0014		<0.0001		–
Метод	РФА	ICP-AES	РФА	ICP-AES	ICP-OES	ICP-OES

геохимии (ИГЕМ) РАН (аналитик А.И. Якушев). Полученные данные представлены в табл. 1, в которой для сравнения приведены результаты аналогичного исследования польских слитков. Определение концентрации микроэлементов выполнены методом атомно-эмиссионной спектроскопии

с индуктивно связанной плазмой (ICP-AES) на спектрометре Thermo Fisher Scientific (Германия) в Центре коллективного пользования «Исследовательский химико-аналитический центр Научно-исследовательского центра “Курчатовский институт”» (аналитик А.М. Исмагулов).

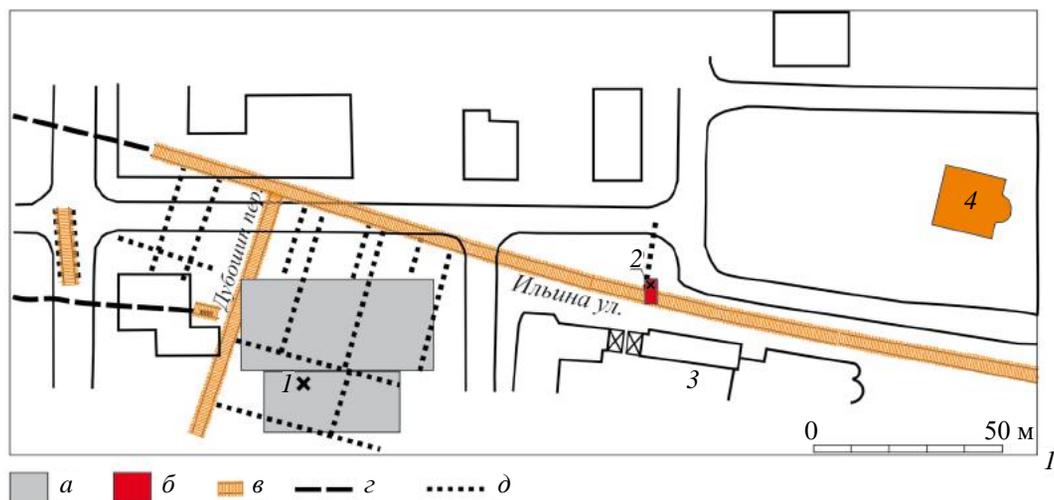


Рис. 5. Места обнаружения свинцовых слитков в Великом Новгороде. 1 – ситуационный план средневековой уличной сети в районе Знаменского собора: 1 – место обнаружения четверти массивного свинцового слитка; 2 – место обнаружения натечного свинца; 3 – ансамбль Знаменского собора; 4 – церковь Спаса Преображения. Условные обозначения: а – Ильинский раскоп (1965 г.); б – стратиграфический шурф 1 на ул. Ильиной (2021 г.); в – реконструкция трасс средневековых улиц по археологическим данным; г – предполагаемые трассы средневековых улиц; д – усадебные частоколы; 2 – фрагмент усадебной застройки, вскрытой в стратиграфическом шурфе 1, вид с запада: а – обгоревший дощатый пол; б – нижний венец дома; в – частокол. Крестом показано место обнаружения натечного свинца.

Fig. 5. Locations of finding lead ingots in Veliky Novgorod

Изучение изотопного состава свинца проведено в лаборатории изотопной геохимии и геохронологии ИГЕМ РАН с помощью многоколлекторной масс-спектрометрии с ионизацией вещества в индуктивно связанной плазме (MC-ICP-MS). Анализ

выполнен одним из авторов на многоколлекторном масс-спектрометре NEPTUNE согласно методике (Чернышев и др., 2007), предполагающей трассирование раствора образца Pb. Результаты анализа приведены в табл. 2.



Рис. 6. Фрагмент натечного свинца с текстурой оползания металла в виде отдельных подтеков. Великий Новгород, Ильина улица. Фото О.М. Олейникова.

Fig. 6. A fragment of drip lead with the texture of metal slumping in the form of individual drips. Veliky Novgorod, Pyina Street. Photo by O.M. Oleynikov

Изучение химического состава новгородского слитка и натечного скопления показало высокую чистоту свинца (~99.7 масс.%). По степени чистоты новгородские артефакты оказались сходны с польскими слитками. Однако в первых отмечается повышенное содержания меди, кроме того, скопление натечного свинца выделяется повышенными значениями серебра и сурьмы (табл. 1).

По изотопному составу Pb новгородские артефакты оказались также близки между собой (табл. 2). Фиксируются небольшие отличия по величинам изотопных отношений $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ и $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, которые не превышают 0.1%. Еще меньшего масштаба различия в изотопном составе Pb устанавливаются при сравнении новгородских находок и слитков, обнаруженных на территории Польши. Для них наблюдается

хорошее согласие в пределах аналитической погрешности ($\pm 2\text{SD}$) по величинам изотопных отношений $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ и $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$. Исключением является только отношение $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, для которого в случае новгородских слитков получено несколько более низкое значение (приблизительно на 0.1%). Тем не менее имеющиеся Pb-Pb данные позволяют сделать вывод о сходстве изотопного состава Pb новгородских и польских слитков. Для польских слитков показано, что источником металла были полиметаллические месторождения Силезско-Краковского региона (Верхняя Силезия и западная часть Малой Польши), а именно месторождения Олькуш, Славков, Бытом, Тшебиня, Хшанув (Miazga et al., 2022).

Этот же сырьевой источник ранее установлен для некоторых изделий (древнерусские пломбы и перстни XI–XIII вв.), найденных в Суздальском Ополье и на селищах округи г. Муром (Меркель и др., 2024), а также для пяти древнерусских княжеских вислых печатей XI–XII вв. и шести древнерусских пломб XI–XIII вв., обнаруженных вне археологического контекста на западной границе Древнерусского государства, на территории древних Червенских градов (Логинов, 1885. С. 1, 2, 11–13, 171–174) – Червень и крепости Волянь (совр. Чермно и Гродек, Польша) (Merkel et al., 2024).

Сопоставление изотопного состава Pb новгородских артефактов, а также польских слитков и перечисленных выше предметов из свинца приведено на изотопных диаграммах (рис. 7). На этих же диаграммах показаны Pb-Pb данные для полиметаллических месторождений Силезско-Краковского региона (Польша) и Рейнских гор (Германия) – двух наиболее крупных горнодобывающих регионов, бывших в средневековой Европе источниками различных металлов, включая свинец (Church, Vaughn, 1992; Durali-Mueller et al., 2007).

Таблица 2. Результаты изучения методом MC-ICP-MS изотопного состава Pb свинцовых слитков, найденных на территории раскопок в Великом Новгороде

Table 2. Results of MC-ICP-MS studies on the Pb isotopic composition of the lead ingots found in the excavation area in Veliky Novgorod

Объект	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$
Четверть слитка, Новгород, Ильинский раскоп	18.4106	15.6244	38.3799	0.84866	2.08466
Скопление свинца, Новгород, ул. Ильина (стратиграфический шурф 1)	18.3881	15.6128	38.3459	0.84907	2.08536

Примечание. Погрешность измерения изотопных отношений Pb не превышала 0.02% ($\pm 2\text{SD}$).

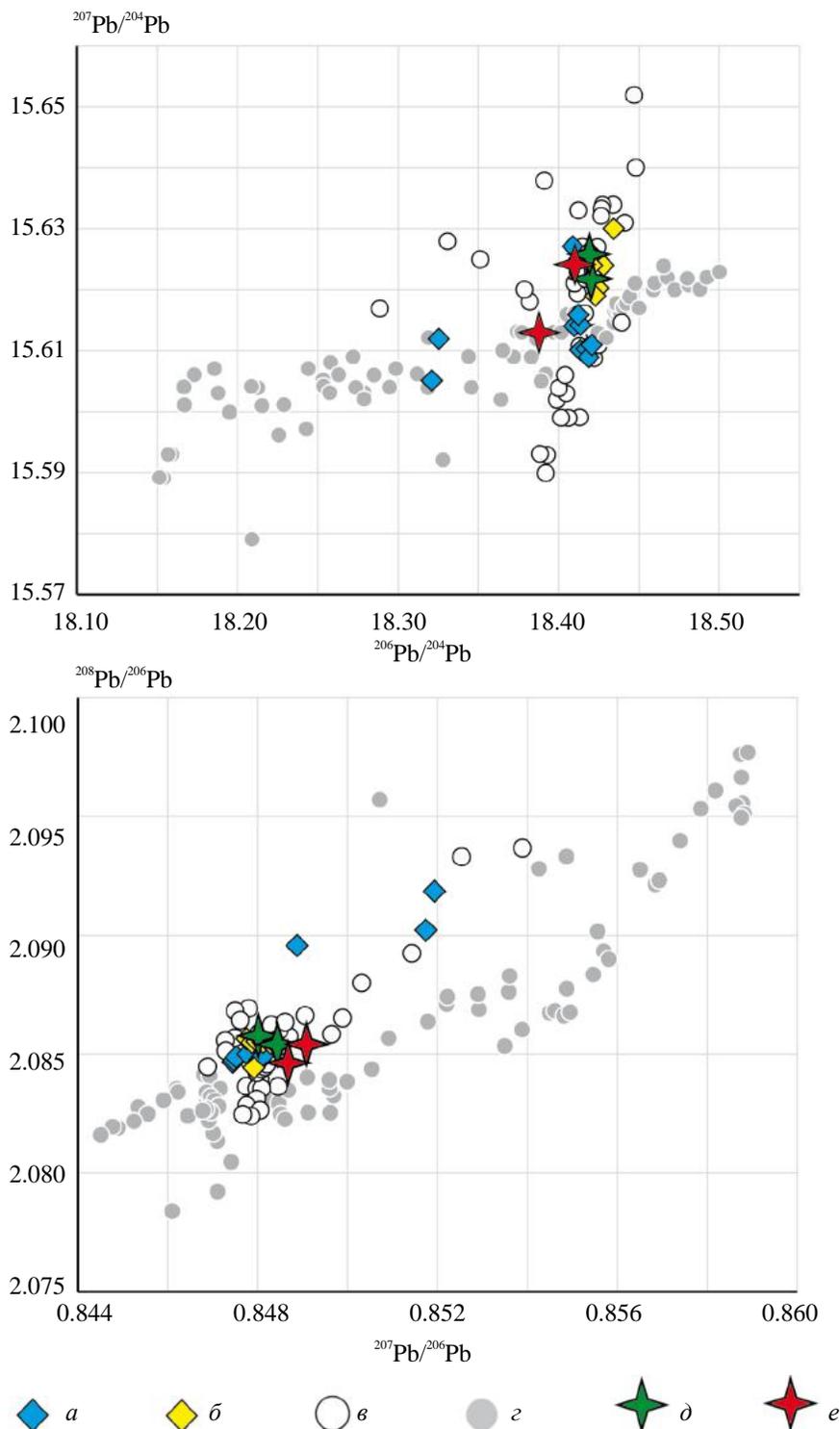


Рис. 7. Сопоставление изотопного состава свинца слитков из Новгорода, Вроцлава, Кракова и горнорудных районов добычи свинца. Условные обозначения: *a* – древнерусские княжеские вислые печати XI–XII вв. и древнерусские пломбы XI–XIII вв., обнаруженные на территории современной Польши; *b* – предметы из цветных металлов XI–XIII вв. из сельских памятников Суздальского Ополья и селищ округи г. Муром (Меркель и др., 2024); *v* – полиметаллические месторождения Южной Польши, Силезии (Church, Vaughn, 1992); *z* – полиметаллические месторождения Германии, Рейнские горы (Durali-Mueller et al., 2007); *d* – свинцовые слитки первой половины XIII в. – первой половины XIV в., обнаруженные в Польше (Miazda et al., 2022); *e* – свинцовый слиток и натечный свинец середины XIV в., обнаруженные в Новгороде (настоящая работа).

Fig. 7. Comparison of the isotopic composition of lead ingots from Novgorod, Wroclaw, Krakow and lead mining regions. Sources: *b* – Merkel et al., 2024; *v* – Church, Vaughn, 1992; *z* – Durali-Mueller et al., 2007; *d* – Miazda et al., 2022

На представленных изотопных диаграммах видно, что точки изотопного состава Pb новгородских артефактов лежат в поле изотопного состава Pb полиметаллических месторождений Силезско-Краковского горнопромышленного района. Соответствие изотопного состава Pb новгородских артефактов и месторождений этого района указывает на последние как на рудный источник металла. Этот вывод весьма важен, поскольку из западноевропейских письменных источников известно, что в средние века свинец из Силезско-Краковского района экспортировался в основном в Центральную и Восточную Европу (Merkel et al., 2024). Тогда как новгородские и суздальские находки служат доказательством того, что металл, происходящий из Олькушского рудника, имел распространение и на древнерусских землях.

Силезско-Краковский регион — один из старейших горнодобывающих районов Европы. Первое письменное упоминание о нем относится ко второй половине XII в. (Гнезненская (папская) булла *Ex Commisso Nobis a Deo*, изданная 7 июля 1136 г. в Пизе), а самый ранний документ, в котором упоминаются «старый шахтерский поселок» Олькуш и производство свинца из галенита, датируется XIII в. (1257 г.) (Godzik, Woch, 2015. P. 29, 30). Однако раскопки, проведенные в Старом Олькуше, свидетельствуют о добыче свинца и серебра здесь не позднее второй половины XI в. (Boroń, Rozmus, 2014. P. 52, 54; Rosmus, 2014. P. 78, 99, 101, 102).

В начале XV в. свинец, выплавленный в Олькуше, клеймился по крайней мере двумя различными знаками: клеймом королевского сборщика налогов и клеймом-знаком (gmerk) владельца. Иногда ставились также название города (Pkus), королевский герб и специальные знаки, указывавшие на вес слитка или *куска* свинца (Suriel, 2015. S. 74–76). Вся маркировка наносилась на плоскую (верхнюю) поверхность слитков.

На слитке из Вроцлава (первая половина XIII в.) проставлены только штампованные метки в виде окружностей, линий и треугольников (рис. 2, г, д). Они четко пробиты по меньшей мере тремя различными инструментами (в одном случае не менее трех раз одним и тем же инструментом). Назначение меток неясно, возможно, это закодированная информация о весе. Авторы публикации считают, что нахождение слитка на участке возле Нового рынка может свидетельствовать о том, что это было сырье,

предназначенное для обеспечения местных ремесел (Miazga et al., 2022. S. 5, 12).

На слитке из Кракова (первая половина XIV в.) в центре размещен четкий знак из четырех прямых линий, две из которых взаимно перпендикулярны, а крайние наклонны; под этим знаком более широким инструментом/приспособлением нанесено 11 коротких параллельных прямых линий, несущих информацию о весе слитка — 11 центнеров⁵ (рис. 3, I).

Ближе к краям проставлено пять круглых клейм — корона (рис. 3, I, 4), изображение которой находит аналогии со знаками олькушских горняков на базилике св. Андрея в Олькуше (рис. 8, 5), и четыре клейма с изображением «полуорла-полульва» под короной (рис. 3, I, 3) — герб князей династии Пястов из Куявской линии.

Краковскими правителями, использовавшими этот герб, были сыновья герцога Казимира I Куявского — сводные братья Лешек II Черный (1279–1288 гг.) и Владислав I Локоток (1320–1333 гг.) (Głowa et al., 2010. P. 33. Rys. 5, 6).

По мнению польских исследователей, маркировка слитка также позволяет связать его с королевской шахтой в Олькуше и датировать предмет временем правления короля Владислава I Короткого (1320–1333 гг.) (Miazga et al., 2022. P. 4), хотя нельзя исключать и несколько более раннюю хронологию, отнеся его изготовление к последнему десятилетию XIII в. (Głowa et al., 2010. P. 33).

На новгородском слитке кроме двух круглых клейм, принадлежащих представителю династии Пястов — королю Казимиру III Великому (1333–1370 гг.) (Янин, 1966. С. 325, 326), присутствуют графические знаки.

Три метки, представляющие комбинации прямых линий, аналогичны маркам (gmerk) горняков XVI–XVII в., сохранившимся в элементах отделки приходского костела св. Андрея в Олькуше (Molenda, 2001. Rys. 8). Средний знак на новгородском слитке (Rys. 4, в) вырублен короткими глубокими линиями острым инструментом и напоминает знак олькушских горняков на гербовом щите так называемой немецкой формы (рис. 8, I). Два крайних знака прочерчены неглубокими и более широкими линиями, возможно, подручным предметом (рис. 4, б, д).

⁵В средневековой Европе масса центнера свинца составляла от 40 до 60 кг. Подробный комментарий см. Molenda, 2001. S. 25–27.

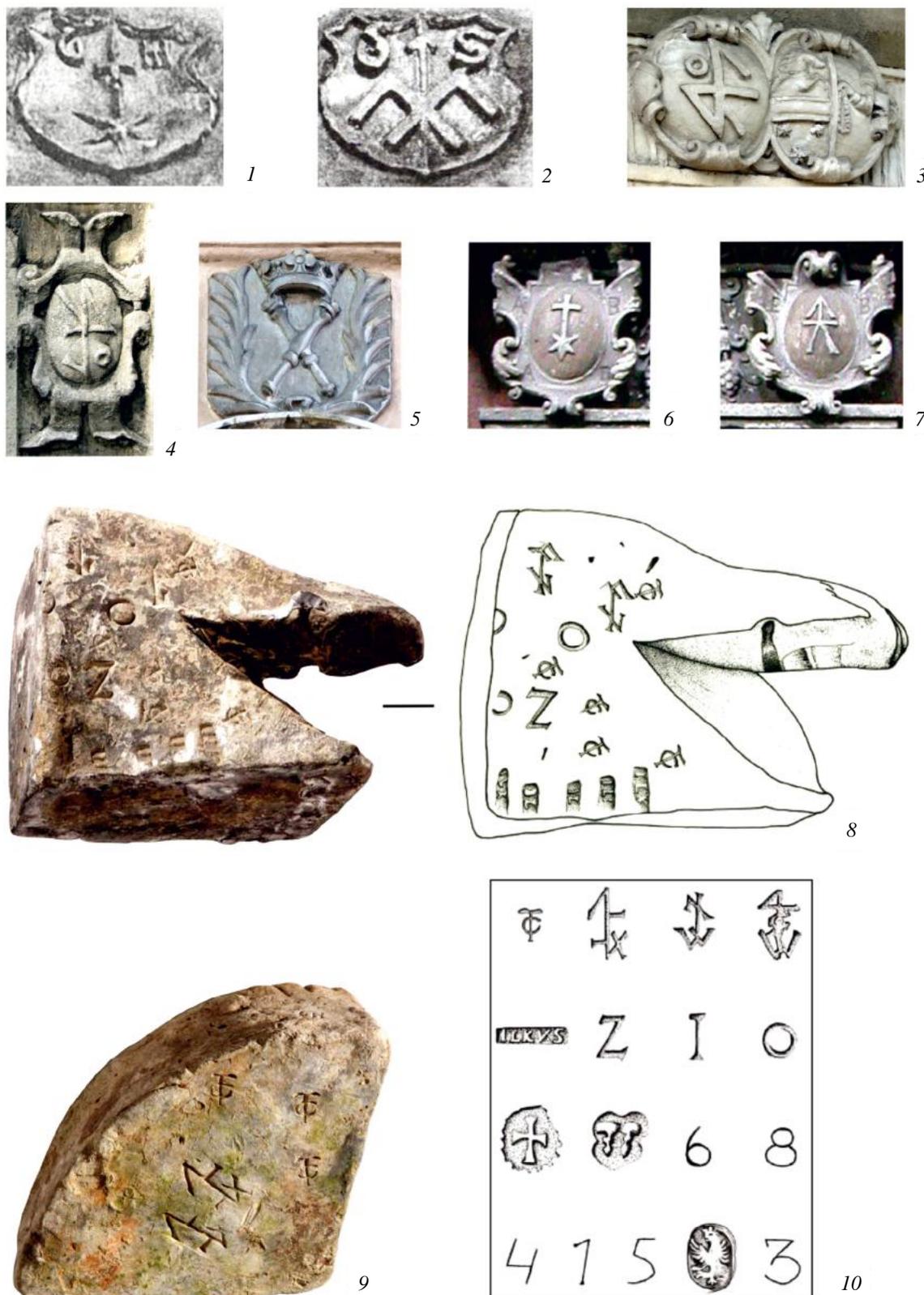


Рис. 8. Знаки олькушских горняков (без масштаба). 1–7 – на базилике св. Андрея в Олькуше; 8–10 – на свинцовых слитках торгового судна «Aanloop Molengat», затонувшего в первой половине XVII в. (после 1635 г.) у берегов Голландии к западу от о. Тексель. 1, 2 – по: Molenda, 2001. S. 37; 3–7 – по: Basilica...; 8–10 – по: Maarleveld et al., 2012. Fig. 18.

Fig. 8. Olkusz miners' signs (not to scale). 1, 2 – after Molenda, 2001. S. 37; 3–7 – after Basilica...; 8–10 – after Maarleveld, et al., 2012. Fig. 18

Эти знаки напоминают марки олькушских горняков в овальных барельефах базилики и знаки на свинцовых слитках торгового судна «Aanloop Molengat», затонувшего в первой половине XVII в. у берегов Голландии к западу от о. Тексель (рис. 8, 3, 4, 8–10). Ближе к краю слитка, у выступа-крюка, находится еще один знак в виде процарапанной литеры P (рис. 4, e); назначение его не ясно. На прориси в публикации 1966 г. этот знак не отмечен (Янин, 1966. Рис. 2).

На массивных слитках, обнаруженных в Новгороде и Кракове, сохранился характерный конструктивный элемент – вырубленное углубление – транспортировочный крюк-зацеп (рис. 3, 1, 2; 4, ж). Аналогичные крюки присутствуют на полусферическом слитке, найденном в Бытоме (Molenda, 2001. Rys. 2), и на части слитков судна «Aanloop Molengat», затонувшего у о. Тексель (Maarleveld et al., 2012) (рис. 8, 8).

Польские исследователи считают, что небольшие клинья отламывались от края слитка для корректировки его веса. При этом углубления, оставшиеся после раскалывания, использовались при транспортировке слитков (Miazga et al., 2022. S. 3).

Основными производственными центрами начиная с XIII в. были Бытом, Славкув, а с XIV в. – Олькуш и Тшебиня. В XIV в. Олькуш был зарегистрирован как автономный шахтерский город и оставался основным центром по добыче свинцовой руды до XVII в. Сырье получали из более чем 70 действовавших шахт на площади около 7 га, граничивших с Олькушем (Kamieński, 1975).

В XIII–XV вв. свинец продавался из Бытома и Олькуша в соседние страны – Саксонию, Богемию, Северную Венгрию, а также во Фландрию (Molenda, 1984). Сырье поступало в продажу вплоть до середины XVII в., о чем свидетельствует груз корабля, затонувшего у о. Тексель (Северная Голландия). На кусках-фрагментах весом от 57 до 156 кг зафиксированы марки олькушских мешан, полное название города Ilkus, а также монограммы «I» (Ilkus) и «O» (Olkusz) и графические знаки (крест и цифры), вероятно, обозначающие вес отдельных кусков свинца в центнерах (Vos, 1993. S. 76; Maarleveld et al., 2012) (рис. 8, 8–10).

Главные торговые пути поступления свинца в Центральной и Восточной Европе. В XIII–XIV вв. основные рынки сбыта свинца в Центральной и Восточной Европе располагались в Верхней

Венгрии⁶ (совр. Словакия), в городах Нидерландов, в Богемии и в металлургических центрах Германии (Франкфурт-на-Майне, Нюрнберг, Бамберг, Лейпциг). Часть свинца перевозилась в Краков, Вроцлав и Гданьск. Важными пунктами торговли были также города-рынки: Люблин – для торговли с Литвой, и Познань – для дальних перевозок (Molenda, 2001. S. 42).

Крупные экземпляры свинцовых слитков поступали в оптовую продажу и предназначались для металлургических предприятий. Для розничной торговли слитки делили на две, шесть, но чаще всего на четыре части – *куска*. Такой способ дробления в европейских источниках назывался *secatio plumbi*, а в случае крупного дробления – *szrotowanie*. Краковские весы начиная с XVI в. различали крупное и мелкое измельчение. Мелкое называлось «рубить на бигос» (*rabanien na bigos*) (Molenda, 2001. S. 21, 130; Sypień, 2015. S. 75).

Масштабы торговли свинцом из горнорудных районов Центральной и Восточной Европы были значительны. Об этом свидетельствуют материалы, полученные при исследовании груза торгового судна, затонувшего в период XI–XIII вв. вблизи города-порта Ашкелона (побережье Средиземного моря, в 70 км от Иерусалима). Общий груз свинцовых слитков, перевозимых судном, составлял около 4 т (57 слитков) (Baron et al., 2006; Galili et al., 2019).

О торговле с Русскими землями информации немного (Хорошкевич, 1963. С. 310). В средневековой Руси потребности в свинце не были связаны с металлургией. Но спрос на этот металл был значителен. Низкая температура плавления (327.5 °C) позволяла легко обрабатывать и многократно перерабатывать свинцовые изделия, а хорошая текучесть сделали свинец незаменимым металлом при производстве разнообразных изделий, в которых легко моделировались различные сложные формы и тонкий детальный рисунок. Мягкие свинцовые пластинки во вторичном

⁶В 1342 г. в венгерском королевстве был запрещен вывоз за границу драгоценных металлов, но допускалось одно исключение – если они будут обмениваться на свинец, который был необходим для металлургии. В 1496 г. Владислав II предоставил Баньской-Штявнице право свободной закупки свинца внутри страны и за рубежом, определив его как металл, «без которого они не могли ни выплавлять золото, ни серебро, ни делать какую-либо работу или труд в тех наших горах» (*sine quo neque aurum, neque argentum conflare nec quicumque operiis aut laboris in illis montanis nostris facere et exercere possent*). В 1541 г. король Венгрии Фердинанд освободил торговцев медью и свинцом от всех пошлин (Molenda, 2001. S. 38).

использовании служили удобным материалом для письма⁷.

В течение нескольких веков этот пластичный металл оставался идеальным материалом для изготовления литых свинцовых заготовок и оттискивания на них печатей и пломб посредством буллотириев. Значительное количество металлического свинца использовалось в храмовом строительстве.

В.Л. Янин предположил, что кусок слитка весом 156 кг, обнаруженный на Ильинском раскопе в Новгороде, представлял остаток запаса свинца, предназначенного для устройства свинцовой кровли Знаменской церкви, выстроенной в камне в 1354 г. специально для хранения главной новгородской реликвии — иконы Божией Матери «Знамение» (Янин, 1966. С. 328). находка локального скопления натексов свинца косвенно подтверждает эту мысль. Оба предмета обнаружены в слоях XIV в. В этот период Новгород находился на пике политического, экономического и культурного расцвета, когда практически ежегодно возводили новые церковные постройки. Свинец был основным кровельным материалом в новгородской архитектуре домонгольского времени, и в XIV—XV вв., судя по летописным известиям, традиция устройства свинцовых покрытий сохранялась (Гладенко и др., 1964. С. 189, 193, 219; Петров, 1993; Раппопорт, 1994. С. 98—101; Антипов, 2015).

В контексте динамики ввоза свинца в Новгород заслуживает внимания следующий факт. Свинцовые кровли, безусловно, должны были заменяться часто — такое покрытие не выдерживало воздействия высоких температур и легко плавилось при пожаре. Это требовало не только узкоспециализированных мастеров, но и значительных количеств этого металла.

В первой половине XV в. археологически зафиксирован факт прекращения ввоза свинца в Новгород. В течение короткого периода, с 1408 по 1421 г. восковые печати преобладали над свинцовыми. Воск использовался на печати Симеона (1416—1421 гг.) при грамоте в Ригу, на печатях посадника Александра Игнатьевича и

тысяцкого Кузьмы Терентьевича (Янин, 1953. С. 376; Порфиридов, 1959. С. 87, 91). Примечательно, что именно в этот период в Новгороде не оказалось также и специалиста по отливу *кровельных свинцовых досок*. Псковская вторая летопись сообщает, что в 1420 г. мастер-кровельщик Федор должен был «побивати церковь святая Троица свинцомъ новыми досками», но делать их не умел. Более того, мастера такого профиля не нашлись ни в Пскове, ни в Новгороде. «А к Немцам слаша в Юрьев, и погании не даша мастера». Поэтому мастер по изготовлению свинцовых досок приехал из Москвы от митрополита Фотия «и научи Федора мастера Святыя Троици...» (Псковские летописи, 1955. С. 37. Л. 187об.).

Таким образом, учитывая сходство изотопного состава свинца в древнерусских и польских находках (слитки, нательные кресты, вислые печати, пломбы дрогичинского типа), можно уверенно говорить о том, что эти артефакты образуют общий кластер, характеризующий металлургическую деятельность, оптовую и розничную торговлю свинцом, добываемым в первой половине XIII — второй половине XIV в. в королевских шахтах Олькуша, принадлежавших представителям могущественной королевской династии Пястов.

Рассмотренные материалы существенно расширяют представления о торговле польским свинцом в XIII—XIV вв. и подтверждают тезис В.Л. Янина о том, что «Ганза отнюдь не владела монополией на ввоз в Русь свинца, поскольку он мог ввозиться другим контрагентом Новгорода — Польшей» (Янин, 1966. С. 326).

Авторы выражают сердечную благодарность сотрудникам Государственного исторического музея (ГИМ) и лично зав. сектором средневековой археологии отдела археологических памятников В.В. Мурашевой и художнику-реставратору Е.В. Белькевич за предоставленную возможность исследования свинцового слитка и помощь в отборе материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агрикола Г.* О месторождениях и рудниках в старое и новое время. М.: Недра, 1972. 79 с.
- Антипов И.В.* Кровли памятников новгородской архитектуры домонгольского времени // Вестник Православного Свято-Тихоновского гуманитарного университета. Серия V: Вопросы истории и теории христианского искусства. 2015. Вып. 4 (20). С. 54—64.

⁷Известно два таких документа. Свинцовая грамота № 1 (конец XI — первая треть XII в.) найдена на Неревском раскопе и представляет частное письмо от Носка к Местяте о денежных делах (Арциховский, Борковский, 1963. С. 154, 155; Гиппиус, Сичинава, 2021. С. 238). Свинцовая грамота № 2 (предположительно, вторая половина XII в.) найдена в 1997 г. на Федоровском раскопе вне стратиграфического слоя — целый документ, на котором начертаны первые 12 букв азбуки (Янин и др., 2004. С. 146).

- Арциховский А.В., Борковский В.И.* Новгородские грамоты на бересте (из раскопок 1956–1957 гг.). М.: Изд-во АН СССР, 1963. 328 с.
- Гиппиус А.А., Сичинава Д.В.* Поправки и замечания к чтению ранее опубликованных берестяных грамот [XIII]: предварительная публикация // Русский язык в научном освещении. 2021. № 2. С. 178–259.
- Гладенко Т.В., Красноречьев Л.Е., Штендер Г.М., Шуляк Л.М.* Архитектура Новгорода в свете последних исследований // Новгород: к 1100-летию города. М.: Наука, 1964. С. 183–263.
- Горная энциклопедия. Т. 4. М.: Сов. энциклопедия, 1989. 623 с.
- Енисова Н.В., Митоян Р.А., Сарачева Т.Г.* Химический состав ювелирного сырья эпохи средневековья и пути его поступления на территорию Древней Руси // Цветные и драгоценные металлы и их сплавы на территории Восточной Европы в эпоху средневековья. М.: Вост. литература, 2008. С. 107–162.
- Колчин Б.А., Черных Н.Б.* Ильинский раскоп (стратиграфия и хронология) // Археологическое изучение Новгорода. М.: Наука, 1978. С. 57–116.
- Котляр Н.Ф.* Монеты Червоной Руси в денежном обращении Польского государства в конце XIV и в XV в. // Нумизматика и эпиграфика. Т. V. М.: Наука, 1965. С. 172–178.
- Логинов А.В.* Червенские города: Исторический очерк, в связи с этнографией и топографией Червоной Руси. Варшава: Тип. Варшавского учеб. окр., 1885. 368 с.
- Меркель С.У., Зайцева И.Е., Чугаев А.В.* Источники цветных металлов в Северо-Восточной Руси в XI–XIII вв. по результатам изотопного анализа свинца // Российская археология. 2024. № 4. С. 78–95.
- Олейников О.М., Гайдуков П.Г., Усольцев П.В. и др.* Археологические работы при реконструкции ул. Ильиной в 2021 г. в Великом Новгороде // Новгород и Новгородская земля. История и археология. Вып. 36. СПб.: Первый изд.-полиграф. холдинг, 2023. С. 43–50.
- Петров Д.А.* Летописи об устройстве свинцовых покрытий в Новгороде и Пскове в XII–XV вв. // Проблемы истории и культуры. Ростов, 1993. С. 124–128.
- Порфиридов Н.Г.* Очерки памятников новгородской сфрагистики. Печати владык Великого Новгорода // Новгородский исторический сборник. Вып. 9. Новгород, 1959. С. 81–91.
- Псковские летописи. Вып. 2. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 363 с.
- Раннопорт П.А.* Строительное производство Древней Руси (X–XIII вв.). СПб.: Санкт-Петербургская тип. № 1 РАН, 1994. 157 с.
- Хорошкевич А.Л.* Торговля Великого Новгорода с Прибалтикой и Западной Европой в XIV–XV веках. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 368 с.
- Чернышев И.В., Чугаев А.В., Шатагин К.Н.* Высокоточный изотопный анализ Pb методом многоколлекторной ИСР-масс-спектрометрии с нормированием по $^{205}\text{Tl}/^{203}\text{Tl}$: оптимизация и калибровка метода для изучения вариаций изотопного состава Pb // Геохимия. 2007. № 11. С. 1155–1168.
- Чугаев А.В., Сапрыкина И.А.* Эволюция источников монетного серебра на Боспоре в V–IV вв. до н.э. – II–III вв. н.э. по данным изотопного анализа Pb // Материалы по археологии, истории и этнографии Таврии. Вып. XXVII. Симферополь, 2022. С. 467–490.
- Янин В.Л.* Печати из новгородских раскопок 1951 г. // Советская археология. 1953. Т. XVIII. С. 372–385.
- Янин В.Л.* Находка польского свинца в Новгороде // Советская археология. 1966. № 2. С. 324–328.
- Янин В.Л., Зализняк А.А., Гиппиус А.А.* Новгородские грамоты на бересте. Т. XI. Из раскопок 1997–2000 гг. М.: Русские словари, 2004. 288 с.
- Basilica of Saint Andrew in Olkusz [Электронный ресурс]. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Basilica_of_Saint_Andrew_in_Olkusz (дата обращения: 10.05.2025).
- Baron S., Carignan J., Ploquin A., Laurent S.* Medieval lead making on Mont-Lozère Massif (Cévennes-France): Tracing ore sources using Pb isotopes // Applied Geochemistry. 2006. Vol. 21, № 2. P. 241–252.
- Boroń P., Rozmus D.* Silver and lead production centre in southern Poland – between Bytom, Olkusz and Tarnowskie Góry in the Middle Ages. Research Problems // Acta rerum naturalium. 2014. 16. P. 51–60.
- Chorowska M., Caban M., Duma P. et al.* W cieniu pałacu Hatzfeldtów I kościoła Św. Wojciecha. Wstępne wyniki badań kwartału między pl. Nowy Targ a ul. Wita Stwosza we Wrocławiu // Śląskie Sprawozdania Archeologiczne. 2018. T. 60, 2. S. 241–263.
- Church S.E., Vaughn R.B.* Lead-isotopic characteristics of the Cracow-Silesia Zn-Pb ores, southern Poland. US Geological Survey, 1992 (Open File Report; 92–393). 16 p.
- Durali-Mueller S., Brey G.P., Wigg-Wolf D., Lahaye Y.* Roman lead mining in Germany: its origin and development through time deduced from lead isotope provenance studies // Journal of Archaeological Science. 2007. Vol. 34, iss. 10. P. 1555–1567.
- Galili E., Rosen B., Arenson S. et al.* A cargo of lead ingots from a shipwreck off Ashkelon, Israel 11th–13th centuries AD // International Journal of Nautical Archaeology Society. 2019. T. 48, № 2. P. 453–465.
- Głowa W., Garbacz-Klempka A., Rozmus D.* Olkuski ołów na Rynku Głównym w Krakowie // Ilcusiana. 2010. № 3. P. 17–40.
- Godzik B., Woch M.W.* History of mining in the Olkusz region // Natural and historical values of the Olkusz Ore-bearing Region. Przyrodnicza i historyczna wartość Olkuskiego Okręgu Rudnego. Cracow: W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, 2015. P. 29–36.
- Kamiński M.* Surowce mineralne regionu krakowskiego. Warszawa: Wydawnictwa Geologiczne, 1975. 308 s.
- Maarleveld T.J., Overmeer A., Brinkkemper O. et al.* Aanloop Molengat – Maritime archaeology and

- intermediate trade during the Thirty Years' War // *Journal of Archaeology in the Low Countries*. Vol. 4, № 1. 2012. P. 95–149.
- Merkel S.W., Florkiewicz I., Jansen M. et al. Evidence for Slavic lead mining and trade: Early Rus' lead seals from Czeremo and Gródec on the Polish Rus' border // *Journal of Archaeological Science: Reports*. 2024. Vol. 56. 104539.
- Miazga B., Duma P., Cembrzyński P. et al. Analytical studies on medieval lead ingots from Wrocław and Kraków (Poland): a step towards understanding bulk trade of lead from Kraków and Silesia Upland Pb–Zn deposits // *Heritage Science*. 2022. Vol. 10. 184.
- Molenda D. Der polnische Bleibergbau und seine Bedeutung für europäischen Markt vom 12. bis 17. Jh. // *Montanwirtschaft Mitteleuropas vom 12. bis 17. Jahrhundert*. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum, 1984 (Der Anschnitt; Beiheft 2). S. 187–198.
- Molenda D. Polski ołów na rynkach Europy Środkowej w XII–XVII wieku. Warszawa: Instytut Archeologii i Etnologii, 2001 (Studia i materiały z historii kultury materialnej; t. 69). 226 s.
- Niederschlag E., Pernicka E., Seifert T., Bartelheim M. The Determination of Lead Isotope Ratios by Multiple Collector ICP-MS: A Case Study of Early Bronze Age Artefacts and their Possible Relation with Ore Deposits of the Erzgebirge // *Archaeometry*. 2003. Vol. 45, № 1. P. 61–100.
- Nriagu J.O. Lead and lead poisoning in antiquity. New York: J. Wiley, 1983. 437 p.
- Rozmus D. Wczesnośredniowieczne zagłębie hutnictwa srebra i ołowiu na obszarach obecnego pogranicza Śląska i Małopolski (druga połowa XI–XII/XIII wiek). Kraków, 2014. 321 s.
- Sypień J. Zagadka ołowianej tablicy // *Ilcusiana*. 2015. № 13. P. 69–77.
- Vos A.D. Ein Schiffswrack mit Schwerer Ladung im Westen von Texel // *Das Logbuch*. 1993. Bd. 2. S. 73–78.
- Wardas-Lasoń M., Garbacz-Klempka A. Historical metallurgical activities and environment pollution at the substratum level of the Main Market Square in Krakow // *Geochronometria*. 2016. T. 43. Politechnika Śląska. P. 59–73.

LEAD INGOTS OF THE 14TH CENTURY AD FROM VELIKY NOVGOROD IN THE CONTEXT OF THE LEAD IMPORT FROM THE SILESIAN-KRAKOW PB-ZN DEPOSITS TO RUS

Oleg M. Oleynikov^{1,*} and Andrey V. Chugaev^{2,**}

¹*Institute of Archaeology RAS, Moscow, Russia*

²*Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry RAS, Moscow, Russia*

*E-mail: olejnikov1960@yandex.ru

**E-mail: vassachav@mail.ru

The article presents evidence of the spread of products from the Silesian-Krakow mining region (Poland) in Russian lands. The objects of the study included a fragment of a hemispherical massive lead ingot and a cluster of lead drops found in Trade District of Veliky Novgorod, near the Church of the Transfiguration of the Savior and the Znamensky Cathedral. The finds come from layers of the mid-14th century AD and represent high-quality lead raw materials (over 99% Pb). Their chemical composition and Pb isotope composition are identical to two intact massive hemispherical lead ingots of the first half of the 13th – first half of the 14th century AD found in Wrocław and Krakow. Based on the similarity of the Pb isotope composition of the Novgorod finds and Polish ingots, on the one hand, and on their identity in this parameter with the lead-zinc deposits of the Olkusz ore field, a part of the oldest Silesian-Krakow mining region of Europe, on the other hand, it can be concluded that lead raw materials arrived in Rus in the Middle Ages from Eastern Europe. The materials presented in the article significantly expand the geography of lead trade in the 13th–14th centuries AD and confirm V.L. Yanin's statement that the Hansa did not have a monopoly on the import of lead to Rus, since it could be imported by another Novgorod counterparty – Poland.

Keywords: medieval Novgorod, Olkusz, Silesian-Krakow Pb-Zn region, lead ingots, lead isotope analysis, ore sources.

REFERENCES

- Agrikola G., 1972. O mestorozhdeniyakh i rudnikakh v staroe i novoe vremya [On deposits and mines in the old and modern periods]. Moscow: Nedra. 79 p.
- Antipov I.V., 2015. Roofs of the monuments of Novgorod architecture from the pre-Mongol period. *Vestnik Pravoslavnogo Svyato-Tikhonovskogo gumanitarnogo universiteta. Seriya V: Voprosy istorii i teorii khristianskogo iskusstva* [Bulletin of St. Tikhon's Orthodox University for

- the Humanities. Series V: Questions of History and Theory of Christian Art*], 4 (20), pp. 54–64. (In Russ.)
- Artsikhovskiy A.V., Borkovskiy V.I., 1963. Novgorodskie gramoty na bereste (iz raskopok 1956–1957 gg.) [Novgorod letters on birchbark (from the excavations in 1956–1957)]. Moscow: Izdatel'stvo Akademii nauk SSSR. 328 p.
- Baron S., Carignan J., Ploquin A., Laurent S., 2006. Medieval lead making on Mont-Lozère Massif (Cévennes-France): Tracing ore sources using Pb isotopes. *Applied Geochemistry*, vol. 21, no. 2, pp. 241–252.
- Basilica of Saint Andrew in Olkusz (Electronic resource). URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Basilica_of_Saint_Andrew_in_Olkusz.
- Boroń P., Rozmus D., 2014. Silver and lead production centre in southern Poland – between Bytom, Olkusz and Tarnowskie Góry in the Middle Ages. *Research Problems. Acta rerum naturalium*, 16, pp. 51–60.
- Chernyshev I.V., Chugaev A.V., Shatagin K.N., 2007. High-precision Pb isotope analysis by multicollector-ICP-mass-spectrometry using $^{205}\text{Tl}/^{203}\text{Tl}$ Normalization: Optimization and calibration of the method for the studies of Pb isotope variations. *Geokhimiya [Geochemistry International]*, 11, pp. 1155–1168. (In Russ.)
- Chorowska M., Caban M., Duma P. et al., 2018. W cieniu pałacu Hatzfeldtów I kościoła Św. Wojciecha. Wstępne wyniki badań kwartału między pl. Nowy Targ a ul. Wita Stwosza we Wrocławiu. *Śląskie Sprawozdania Archeologiczne*, 60, 2, pp. 241–263.
- Chugaev A.V., Saprykina I.A., 2022. Evolution of sources of coin silver in the Bosphorus in the 5th–4th centuries BC – 2nd–3rd centuries AD according to lead isotope analysis. *Materialy po arkheologii, istorii i etnografii Tavrii [Materials on the archaeology, history and ethnography of Taurica]*, XXVII. Simferopol', pp. 467–490. (In Russ.)
- Church S.E., Vaughn R.B., 1992. Lead-isotopic characteristics of the Cracow-Silesia Zn-Pb ores, southern Poland. US Geological Survey. 16 p. (Open File Report, 92–393).
- Durali-Mueller S., Brey G.P., Wigg-Wolf D., Lahaye Y., 2007. Roman lead mining in Germany: its origin and development through time deduced from lead isotope provenance studies. *Journal of Archaeological Science*, vol. 34, iss. 10, pp. 1555–1567.
- Eniosova N.V., Mitoyan R.A., Saracheva T.G., 2008. Chemical composition of jewellery raw materials during the Middle Ages and the routes of its arrival to Rus. *Tsvetnye i dragotsennye metally i ikh splavy na territorii Vostochnoy Evropy v epokhu srednevekov'ya [Non-ferrous and precious metals and their alloys in Eastern Europe during the Middle Ages]*. Moscow: Vostochnaya literatura, pp. 107–162. (In Russ.)
- Galili E., Rosen B., Arenson S. et al., 2019. A cargo of lead ingots from a shipwreck off Ashkelon, Israel 11th–13th centuries AD. *International Journal of Nautical Archaeology Society*, vol. 48, no. 2, pp. 453–465.
- Gippius A.A., Sichinava D.V., 2021. Revisions and comments on the reading of previously published birchbark letters [XIII]: preliminary publication. *Russkiy yazyk v nauchnom osveshchenii [Russian Language and linguistic theory]*, 2, pp. 178–259. (In Russ.)
- Gladenko T.V., Krasnorech'ev L.E., Shtender G.M., Shulyak L.M., 1964. Novgorod architecture in light of recent research. *Novgorod: k 1100-letiyu goroda [Novgorod: to the 1100th anniversary of the city]*. Moscow: Nauka, pp. 183–263. (In Russ.)
- Głowa W., Garbacz-Klempka A., Rozmus D., 2010. Olkuszki ołów na Rynku Głównym w Krakowie. *Ilcusiana*, 3, pp. 17–40.
- Godzik B., Woch M.W., 2015. History of mining in the Olkusz region. *Natural and historical values of the Olkusz Ore-bearing Region. Przyrodnicza I historyczna wartość Olkuskiego Okręgu Rudnego*. Cracow: W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, pp. 29–36.
- Gornaya entsiklopediya [Encyclopaedia of mining], 4. Moscow: Sovetskaya entsiklopediya, 1989. 623 p.
- Kamiński M., 1975. Surowce mineralne regionu krakowskiego. Warszawa: Wydawnictwa Geologiczne. 308 s.
- Khoroshkevich A.L., 1963. Torgovlya Velikogo Novgoroda s Pribaltikoy i Zapadnoy Evropoy v XIV–XV vekakh [Trade of Veliky Novgorod with the Baltics and Western Europe in the 14th–15th centuries AD]. Moscow: Izdatel'stvo Akademii nauk SSSR. 368 p.
- Kolchin B.A., Chernykh N.B., 1978. Ilyinsky excavation area (stratigraphy and chronology). *Arkheologicheskoe izuchenie Novgoroda [Archaeological study of Novgorod]*. Moscow: Nauka, pp. 57–116. (In Russ.)
- Kotlyar N.F., 1965. Coins of Red Rus in monetary circulation of the Polish state in the late 14th–15th century. *Numizmatika i epigrafika [Numismatics and epigraphy]*, V. Moscow: Nauka, pp. 172–178. (In Russ.)
- Loginov A.V., 1885. Chervenskie goroda: Istoricheskiy ocherk, v svyazi s etnografiei i topografiei Chervonnoy Rusi [Towns of Ruthenia: a historical essay regarding the ethnography and topography of Red Rus]. Varshava: Tipografiya Varshavskogo uchebnogo okruga. 368 p.
- Maarleveld T.J., Overmeer A., Brinkkemper O. et al., 2012. Aanloop Molengat – Maritime archaeology and intermediate trade during the Thirty Years' War. *Journal of Archaeology in the Low Countries*, vol. 4, no. 1, pp. 95–149.
- Merkel' S.U., Zaytseva I.E., Chugaev A.V., 2024. Sources of non-ferrous metals in North-Eastern Rus in the 11th–13th centuries AD based on the results of lead isotopic analysis. *Rossiyskaya arkheologiya [Russian archaeology]*, 4, pp. 78–95. (In Russ.)
- Merkel S.W., Florkiewicz I., Jansen M. et al., 2024. Evidence for Slavic lead mining and trade: Early Rus' lead seals from Czermno and Gródec on the Polish Rus' border. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 56, 104539.
- Miazga B., Duma P., Cembrzyński P. et al., 2022. Analytical studies on medieval lead ingots from Wrocław and Kraków (Poland): a step towards understanding bulk

- trade of lead from Kraków and Silesia Upland Pb–Zn deposits. *Heritage Science*, 10, 184.
- Molenda D., 1984. Der polnische Bleibergbau und seine Bedeutung für europäischen Markt vom 12. bis 17. Jh. *Montanwirtschaft Mitteleuropas vom 12. bis 17. Jahrhundert*. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum, pp. 187–198. (Der Anschnitt, 2).
- Molenda D., 2001. Polski ołów na rynkach Europy Środkowej w XII–XVII wieku. Warszawa: Instytut Archeologii i Etnologii. 226 p. (Studia i materiały z historii kultury materialnej, 69).
- Niederschlag E., Pernicka E., Seifert T., Bartelheim M., 2003. The Determination of Lead Isotope Ratios by Multiple Collector ICP-MS: A Case Study of Early Bronze Age Artefacts and their Possible Relation with Ore Deposits of the Erzgebirge. *Archaeometry*, vol. 45, no. 1, pp. 61–100.
- Nriagu J.O., 1983. Lead and lead poisoning in antiquity. New York: J. Wiley. 437 p.
- Oleynikov O.M., Gaydukov P.G., Usol'tsev P.V. et al., 2023. Archaeological works during the reconstruction of Ilyina Street in Veliky Novgorod in 2021. *Novgorod i Novgorodskaya zemlya. Istoriya i arkeologiya [Novgorod and the Novgorod land. History and archaeology]*, 36. St. Petersburg: Pervyy izdatel'sko-poligraficheskiy kholding, pp. 43–50. (In Russ.)
- Petrov D.A., 1993. Chronicle evidence on the device of lead coverings in Novgorod and Pskov of the 12th–15th centuries. *Problemy istorii i kul'tury [Issues of history and culture]*. Rostov, pp. 124–128. (In Russ.)
- Porfiridov N.G., 1959. Essays on the monuments of Novgorod sphragistics. *Novgorodskiy istoricheskiy sbornik [Novgorod historical collection of articles]*, 9. Novgorod, pp. 81–91. (In Russ.)
- Pskovskie letopisi [Pskov chronicles], 2. Moscow: Izdatel'stvo Akademii nauk SSSR, 1955. 363 p.
- Rappoport P.A., 1994. Stroitel'noe proizvodstvo Drevney Rusi (X–XIII vv.) [Construction manufacturing in Rus (10th–13th centuries AD)]. St. Petersburg: Sankt-Peterburgskaya tipografiya № 1 Rossiyskoy akademii nauk. 157 p.
- Rozmus D., 2014. Wczesnośredniowieczne zagłębienie hutnictwa srebra i ołowiu na obszarach obecnego pogranicza Śląska i Małopolski (druga połowa XI–XII/XIII wiek). Kraków. 321 p.
- Sypień J., 2015. Zagadka ołowianej tablicy. *Ilcusiana*, 13, pp. 69–77.
- Vos A.D., 1993. Ein Schiffswrack mit Schwerer Ladung im Westen von Texel. *Das Logbuch*, 2, pp. 73–78.
- Wardas-Lasoń M., Garbacz-Klempka A., 2016. Historical metallurgical activities and environment pollution at the substratum level of the Main Market Square in Krakow. *Geocronometria*, 43. Politechnika Slaska, pp. 59–73.
- Yanin V.L., 1953. Seals from Novgorod excavations in 1951. *Sovetskaya arkeologiya [Soviet archaeology]*, XVIII, pp. 372–385. (In Russ.)
- Yanin V.L., 1966. Find of Polish lead in Novgorod. *Sovetskaya arkeologiya [Soviet archaeology]*, 2, pp. 324–328. (In Russ.)
- Yanin V.L., Zaliznyak A.A., Gippius A.A., 2004. Novgorodskie gramoty na bereste [Novgorod letters on birch-bark], XI. Iz raskopok 1997–2000 gg. [From the excavations in 1997–2000]. Moscow: Russkie slovari. 288 p.