

Научная статья
УДК 903.05:930
doi: 10.17223/2312461X/40/5

Археометаллография: историографический очерк

Владимир Игоревич Завьялов¹
Наталья Николаевна Терехова²

^{1, 2} *Институт археологии РАН, Москва, Россия*
¹ *v_zavyalov@list.ru*

Аннотация. Проблемам становления железообрабатывающего производства в различных регионах Евразии уделяется большое внимание как со стороны специалистов по археометаллургии, так и археологов. В статье рассмотрены исследования, положившие начало новому направлению в исследовании металлов. Основное внимание уделено истории изучения основных проблем, связанных с историей кузнечного ремесла и использования археометаллографии как основного метода для решения поставленных задач. Историографический обзор работ по археологической металлографии имеет ключевое значение для постановки целей и задач дальнейших исследований истории развития металлургии и металлообработки. В результате анализа имеющихся на сегодняшний день данных установлено, что целый ряд проблем еще требует своего разрешения.

Ключевые слова: кузнечное ремесло, железные изделия, археометаллография, исследователи

Благодарности: статья подготовлена при финансовой поддержке РНФ, проект 19-18-00144-П.

Для цитирования: Завьялов В.И., Терехова Н.Н. Археометаллография: историографический очерк // Сибирские исторические исследования. 2023. № 2. С. 106–124. doi: 10.17223/2312461X/40/5

Original article
doi: 10.17223/2312461X/40/5

Archaeometallography: historiographical notes

Vladimir Igorevich Zavialov¹
Natalia Nikolaevna Terekhova²

^{1, 2} *Institute of Archaeology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*
¹ *v_zavyalov@list.ru*

Abstract. The problems of the formation of iron-working production in various regions of Eurasia are given great attention both by specialists in archaeometallurgy and archaeologists. The article discusses the research that initiated a new direction in the study of metals. The main attention is paid to the history of the study of the main

problems associated with the history of blacksmithing and the use of archaeometallography as the main method for solving the tasks. A historiographical review of works on archaeological metallography is of key importance for setting goals and objectives for further research into the history of the development of metallurgy and metalworking. As a result of the analysis of the data available to date, it has been established that a number of problems still need to be resolved.

Keywords: blacksmithing, iron products, archeometallography, researchers

Acknowledgements: The article was prepared with the financial support of the Russian Science Foundation, project 19-18-00144-P.

For citation: Zavialov, V.I. & Terekhova, N.N. (2023) Archaeometallography: historiographical notes. *Sibirskie Istoricheskie Issledovaniia – Siberian Historical Research*. 2. pp. 106–124. (In Russian). doi: 10.17223/2312461X/40/5

Процесс открытия и освоения черного металла давно привлекает внимание ученых как в историко-техническом, так и в социально-экономическом аспектах. Проблемам становления железообрабатывающего производства в различных регионах Евразии уделяется большое внимание и со стороны специалистов по археометаллургии, и со стороны археологов.

Интерес к свойствам железа возник у человека едва ли не с самого знакомства с этим материалом.

Создатели науки о железе

Уже в начале раннего железного века описания способов обработки черного металла встречаются в литературных памятниках. Применение одного из основных приемов улучшения свойств железа – закалка – образно описана **Гомером** в «Одиссее»:

Так же, как если кузнец топор иль большую секиру
Сунет в холодную воду, они же шипят, закаляясь,
И от холодной воды становится крепче железо
(Гомер. Одиссея, IX, 391–393 (пер. В.В. Вересаева)).

Среди первых ученых, которые обратили внимание на свойства железа, принято называть **Аристотеля**, упоминавшего в книге «О чудесных слухах» (Латышев 1890: 380) способ добычи железной руды халибами – слово, по мнению В.В. Иванова, заимствованное из языка малоазиатского народа хатти (*hapalki*), в стране которых и зарождается металлургия железа (Иванов 1983: 100). По одной из версий, от этого термина происходит греческое название железа и меди – *халкос*, которое ряд исследователей считает основой русского слова *железо*. В древнерусском языке термин *железо* впервые зафиксирован в XI в. в Повести временных лет под 992 г. в рассказе о поединке кожемяки с печенегом (ПВЛ 2014: 144)¹. Некоторые исследователи указывают на

¹ Благодарим за информацию А.А. Гиппиуса.

возможность образования русского слова от общеславянской основы *gel* с обобщенным значением «твердый».

В эпоху Средневековья появился труд монаха-бенедиктинца **Теофила** (1070–1125), который является автором практического руководства по нескольким ремеслам (Theophilus Presbyter 1986). В книге «О различных искусствах» приводится описание опытов по определению пластичности (ковкости) железа, связываемой с его качеством, а также процессы термической (закалка) и химико-термической (цементация) обработки черных металлов.

Способы обработки железа и стали описывает арабский автор середины XI в. **Ал-Бируни**. В 1038 г. Бируни написал труд «Минералогия, или Книга сводок для познания драгоценностей», в котором определен удельный вес многих минералов и даны подробные сведения о более чем пятидесяти минералах, рудах, металлах, сплавах и др. Примечательно, что именно глава «О железе» минералогического трактата Бируни вышла в русском переводе (Беленицкий 1948). Этот перевод сопровождал подробный комментарий Б.А. Колчина (Колчин 1948).

В эпоху ренессанса окончательно утвердился научный подход к изучению металлургических процессов. И первым, кого необходимо назвать среди ученых этого времени был итальянец **Ванноччо Бирингуччо** (1480–1539). Главным научным сочинением Бирингуччо стал его десяти томный труд «Пиротехния» (от греч. *Pirotechnia* – «огонь» и «искусство», «ремесло»; пиротехния – описание ремесел, связанных с использованием огня), в котором рассмотрены многие вопросы химической технологии начала XVI в. В этом сочинении, опубликованном в 1540 г. в Венеции, Бирингуччо привел множество практически важных сведений о металлургии, горном и литейном деле. К сожалению, труд Бирингуччо на русский язык до настоящего времени не переведен.

Младшим современником Бирингуччо был **Георгий Агрикола** (1494–1555) (латинизированная форма нем. фамилии Бауэр – «крестьянин»). Результатом его двадцатилетних исследований является 12-томная монография «*De Re Metallica Libri XII*», появившаяся на латинском языке в 1556 г. в Базеле спустя год после смерти автора. В русском переводе трактат получил название «О горном деле и металлургии» (Агрикола 1962). В отличие от Бирингуччо, бывшего инженером-практиком и написавшего свой труд по-итальянски, Агрикола сделал первое систематическое исследование технологических процессов горного дела и металлургии. Труд Агриколы, написанный по-латыни, сразу привлек внимание европейских ученых. Описание руд можно найти в седьмой книге, процесс их подготовки – в восьмой. Процесс плавления и извлечения металлов, как и руководство по использованию плавильных печей, занимает девятую книгу.

В XVII в. для изучения свойств металлов начинает применяться микроскоп. В 1664 г. английский врач и экспериментатор **Генри Пауэр** (1623–1668) заметил, что полированные поверхности металлов были полны трещин, полостей и неровностей.

Но начало научной металлографии принято связывать с именем **Рене Антуана Реомюра** (1683–1757). В 1715 г. Реомюр начал заниматься металлургией железа. Результаты первых исследований черного металла были опубликованы ученым в нескольких работах. Из них получили известность такие, как «Искусство превращения ковкого железа в сталь» и «Искусство умягчения литого чугуна» (Réaumur 1722). В указанных работах впервые даны научные основы термической обработки чугуна и стали. Путем травления разнообразными кислотами Реомюр стремился распознать различные сорта стали. Определение макроструктур исследователь осуществлял под микроскопом по окраске образца. Кроме того, он был первым, кто выступил за применение тестов на твердость, используя как тесты на вдавливание скрещенных призм, так и тесты на твердость при царапании.

В России первые металлографические исследования железа и его сплавов были проведены **Павлом Петровичем Аносовым** (1796–1851). Работая на Златоустовском металлургическом заводе (1830–1835 гг.), П.П. Аносов применил микроскоп для изучения структуры стали и ее изменений послековки и термообработки и установил существование связи между строением и свойствами стали. Вершиной научного творчества П.П. Аносова стали его исследования булатной стали. Монография «О булатах», изданная в 1841 г. и переизданная в 1954 г. (Аносов 1954: 118–151), получила мировое признание и была переведена на многие европейские языки. Значителен вклад П.П. Аносова и в становление новой технической дисциплины – металлографии: он был первым, кто приступил к изучению с помощью микроскопа полированной поверхности металла, протравленной кислотой.

Основы научного металловедения, в рамках которого существует металлография, были заложены русским металлургом **Дмитрием Константиновичем Черновым** (1839–1921), который открыл зависимость свойств стали от температуры нагрева и охлаждения, выявил взаимосвязь структуры и свойств стали.

Так зарождались основы металлографии – научной дисциплины, которая изучает структуру металла, определяющую его свойства.

Металлография на службе археологии

Первые попытки использования металлографии в применении к археологическим предметам связаны с изделиями из бронзы. В 1911 г. итальянский металловед **Федерико Джиолитти** (1880–1946) опублико-

вал результаты микроструктурного анализа нескольких бронзовых топоров и тем самым показал возможность приложения металлографии к археологическому цветному металлу. В 1913 г. английский металловед **Х. Гарланд** (1880–1921) обратился к анализу древнеегипетских медных и бронзовых орудий в связи с изучением физических изменений, которые происходят в металлах и сплавах при атмосферных условиях. Он пришел к важному для изучения археологических артефактов выводу, что длительное пребывание изделий в окислительной среде культурного слоя существенно не влияет на их структуру (Garland 1913). Это заключение открыло широкие перспективы для использования металлографии при изучении археологических предметов из металла.

В 1932 г. в советской археологической литературе появилась первая статья об использовании металлографии в археологии. Металловед **П.Я. Сальдау** и археолог **А.Ф. Гущина** опубликовали результаты микроструктурного изучения бронзовой фигурной кавказской булавки II тыс. до н.э. и на основе анализа описали технологию ее изготовления (Сальдау, Гущина 1932).

Впервые использование металлографии применительно к черному металлу относится к 1935 г. Металлографический анализ четырех железных предметов (мотыга, лемех плуга, кузнечный керн и клинообразное орудие) из Чуберской долины в Сванетии был опубликован **Б.Е. Деген-Ковалевским**. Исследования проведены на заводе «Красный металлист» инженером Е.Э. Гофманом. На основании аналитических данных была предложена реконструкция технологии их изготовления и приведены фотографии микроструктур (Иессен, Деген-Ковалевский 1935: 295).

В это же время металлографический анализ при изучении средневекового оружия активно использовал **Всеволод Викторович Арендт** (1887–1937). В.В. Арендт наметил основные принципы археометаллографического анализа: «Взятие шлифа, изучение его макроструктуры... исследование микроструктуры, химический и рентгеноанализ металла, – вот основные приемы технологического исследования железа и стали. Только с применением этой методики можно считать обеспеченной полную научную обработку соответствующего археологического материала, обработку, которая выявит ряд новых моментов и поставит новые вопросы в интересующей нас области» (1936: 188).

Необходимость широкого применения специального естественно-научного метода при изучении древнего ремесла была обоснована **Борисом Александровичем Рыбаковым** (1908–2001) (1948: 228).

В конце 40-х – начале 50-х гг. XX в. **Борис Александрович Колчин** (1914–1984) сформулировал основные принципы применения металлографического метода к археологическому материалу. В 1949 г. была опубликована его первая статья «Опыт металлографического исследо-

вания древнерусских железных вещей». Обобщение результатов проведенных исследований позволило перейти к построению историко-технологических концепций с выходом на социально-экономические проблемы. Таким образом, металлические артефакты стали полноценным историческим источником. Возможности метода археологической металлографии в решении исторических задач Б.А. Колчин блестяще продемонстрировал в своих фундаментальных трудах по истории черной металлургии и металлообработки Древней Руси (1953, 1959). Полученные Б.А. Колчиным результаты по истории древнерусского кузнечества не утратили своей актуальности и сегодня. Его работы стали началом широкомасштабных исследований истории кузнечного ремесла, основные направления которых были намечены ученым. Были очерчены возможности метода и круг вопросов, которые можно решать с его помощью. Именно Б.А. Колчин явился основателем нового направления в исследовании истории кузнечного ремесла – археологической металлографии (археометаллографии).

Основополагающей работой по изучению кузнечного ремесла на основе результатов металлографического анализа является монография «Черная металлургия и металлообработка в древней Руси» (Колчин 1953). Борис Александрович подчеркивал, что для исторических исследований важен *массовый* металлографический анализ большого количества орудий труда, оружия, ремесленного инструмента, утвари и т.д. Такой подход позволяет делать обобщение отдельных технологических характеристик, на основе которых возможно построение уже более широких историко-технических и исторических выводов (1953: 11–12). Существенно то, что с самого начала применения археометаллографии Б.А. Колчин рассматривал этот метод как инструмент именно исторического исследования.

Почти одновременно с Б.А. Колчиным систематическое изучение древнего металла с помощью металлографии начинает английский ученый **Рональд Тайлекот** (Tylecote) (1916–1990), которого в западной литературе принято считать основателем нового метода. Он участвовал в своих первых археологических раскопках в 1939 г. Тайлекот исследовал ранние места добычи и плавки руды по всему миру, включая Тимну в Израиле и римские серебряные рудники Рио-Тинто в Испании. Он также проводил раскопки в Судане, Нигерии, Турции, Иране и Афганистане.

Первая монография Р. Тайлекота «Металлургия в археологии: предыстория металлургии на Британских островах» была опубликована в 1962 г. До сих пор она является востребованным справочным изданием (Tylecote 1962). В 1987 г. выходит «Ранняя история металлургии в Европе». А в 1976 г. он опубликовал, пожалуй, свой главный труд – «История металлургии», второе, исправленное, издание которого вышло в 1992 г.

В 1962 г. вместе с Г.Р. Мортонем Тайлекот основал Группу исторической металлургии, первоначально как отдельную структуру в рамках британского Института чугуна и стали, и редактировал ее первый бюллетень, опубликованный в апреле 1963 г. Он оставался редактором издания до конца своей жизни. Позднее группа стала называться Обществом исторической металлургии (*Historical Metallurgy Society*), а «Бюллетень» стал журналом «Историческая металлургия». В настоящее время HMS является общепризнанным международным форумом для обмена информацией и исследованиями в области исторической металлургии.

Значительный вклад в изучение древней металлургии внес **Герберт Генри Коглен** (Coghlan) (1896–1981). Большой опыт, приобретенный Когленом при работе инженером, пригодился, когда его заинтересовали проблемы, связанные с древней металлургией. Во время пребывания в Бирме Г.Г. Коглен имел возможность наблюдать примитивные металлургические процессы. В течение ряда лет он возглавлял Комитет по древнему горному делу и металлургии при Королевском антропологическом институте (Лондон), являлся сотрудником Музея Бороу (Нью-Бери) и Питт Риверз музея (Оксфорд). Результаты его научных изысканий по технологии обработки черного металла в древности нашли отражение в монографии «Заметки по доисторическому и раннему железу в Старом Свете» (Coghlan 1956). В этой работе подробно рассмотрены добыча железной руды в древности, сыродутный процесс получения железа, типы сыродутных горнов, кузнечный инструментарий и технология изготовления древних орудий из железа и стали. Результаты металлургических анализов сопровождаются фотографиями наиболее характерных структур.

В ряду исследователей, которые стоят у истоков археометаллографии, особое значение имеет имя чешского ученого **Радомира Плейнера** (Pleiner) (1929–2015). В трудах Р. Плейнера органично соединяются результаты аналитических исследований и исторические факты. Историк по образованию, он оценил ведущее значение метода металлографии при изучении древних предметов из металла. Начиная с первой монографии «Древнеевропейское кузнечное ремесло» (1962) Р. Плейнер основное внимание в своих работах уделял именно историческому подходу к результатам естественнонаучных исследований. Несомненная заслуга Р. Плейнера в налаживании международных и интердисциплинарных контактов между специалистами в области древней металлургии и археологами. Круг интересов Р. Плейнера настолько широк, что он смог рассмотреть вопросы становления и развития железной индустрии в Иране (1967), Греции (1969), Индии (1971), у кельтов (1993). Прекрасное владение Р. Плейнером литературой по истории металлургии (в том числе и русскоязычной) позволило исследователю подвести итоги изучения древнего металла в обобщающих монографиях «Железо

в археологии: европейские металлурги» (2000) и «Железо в археологии: древнеевропейские кузнецы» (2006).

История черной металлургии на территории Польши представлена в трудах **Ежи Пяковского** (Piaskowski) (1923–2013), металловеда по специальности. Большое внимание в своих работах исследователь уделил Свентокшискому металлургическому комплексу поздне римского времени (Piaskowski 1963). Средневековому кузнечному ремеслу посвящена другая работа Е. Пяковского – «Техника гданьской черной металлургии и кузнечного ремесла X–XIV вв. на основе металлографических исследований» (1960). В серии статей исследователь рассмотрел методические вопросы проведения металлографических анализов древних артефактов и интерпретации полученных данных (1965, 1966, 1972, 1980).

В настоящее время в Европе наблюдается заметное сокращение археометаллографических исследований. Во многом это связано с разрушающим характером метода и трудоемкостью пробоподготовки. Широкое распространение неразрушающих методов исследования металла (РФА, СЭМ, рентгеноскопия и др.) позволило сосредоточить основное внимание европейских коллег на химическом составе металлургических шлаков и интерпретации полученных данных для поиска рудопроявлений, эксплуатировавшихся древними металлургами.

Из последних работ европейских археометаллографов следует упомянуть исследования **А. Вильямса** (Williams). Результаты анализов средневековых мечей позволили ученому сделать вывод о том, что знаменитые средневековые мечи с клеймом «+VLFBERN+T» имели наварные лезвия из тигельной стали, производившейся в Иране или Индии и поступавшей по Великому Волжскому пути в Европу (Williams 2012).

Говоря о металлографических исследованиях средневекового оружия, невозможно не упомянуть монографии чешских коллег, посвященные мечам с территории Чехии (Košta, Hošek 2014; Hošek, Košta, Žákovský 2019, 2021). В книге **И. Кошты** и **И. Гошека** приведен анализ мечей из знаменитого великоморавского города Микульчицы, а двухтомник И. Гошека, И. Кошты и П. Жаковского представляет полную сводку мечей, происходящих с территории Чешской Республики. Аналитические исследования отличаются комплексным подходом: при исследовании применялся как металлографический метод, так и рентгено съемка и РФА.

В 60-х гг. XX в. в Советском Союзе резко возрастает интерес археологического сообщества к естественно-научным методам и к металлографии в частности. В немалой степени этому способствовало создание по инициативе Б.А. Колчина в Институте археологии АН СССР Лаборатории естественно-научных методов и проведение ряда совещаний и конференций по применению новых методов в археологии. Металло-

графические исследования археологических предметов из железа и стали проводятся в лабораториях Москвы, Киева, Минска, Риги, Вильнюса, Сухуми, Владивостока, Кемерово, Екатеринбурга, Ульяновска, Пскова. Это нашло отражение в многочисленных публикациях, список которых в настоящее время насчитывает около 800 наименований.

Значительная часть работ имеет отношение к важной проблеме истории кузнечества – зарождению черной металлургии и металлообработки в Восточной Европе. Во многом эти вопросы остаются до сих пор дискуссионными. Тем не менее, благодаря исследованиям **Н.Н. Тереховой**, **Г.А. Вознесенской**, **Л.С. Розановой**, **Б.А. Шрамко**, можно констатировать, что Восточная Европа являлась вторичной зоной освоения железа по отношению к Малой Азии и Закавказью. Хотя единичные железные орудия (из метеоритного железа) появляются у восточноевропейских племен в последней четверти III тысячелетия до н.э. (Шрамко и др. 1965; Терехова и др. 1997: 35–39), но опыты по обработке железных метеоритов никак не были увязаны с возможностью получения железа металлургическим путем, поскольку речь идет лишь о трансформации формы (Терехова и др. 1997: 39).

В 60–90-х гг. XX в. отечественные исследования кузнечного ремесла велись по двум основным направлениям. Уже в своей монографии «Черная металлургия и металлообработка в Древней Руси» Б.А. Колчин наметил необходимость исследования железных изделий раннего железного века. В рамках этой проблемы изучались материалы из кавказских, северо-причерноморских и финно-угорских памятников. Плодотворная работа велась по изучению железообрабатывающего производства Сибири и Дальнего Востока (подробную библиографию см.: Завьялов 2004).

Итогом многолетнего изучения кузнечного ремесла финно-угорских народов Приуралья стала монография «История кузнечного ремесла пермян. Археометаллографическое исследование» (Завьялов 2005). В ней отмечено, что на рубеже IX–X вв. пермские кузнецы под влиянием мощного технико-технологического импульса, охватившего северную зону Восточной Европы, осваивают технологию трехслойного пакета, но изготавливают изделия преимущественно по восточноевропейскому варианту этой технологии.

Вторая линия развития археометаллографических исследований была направлена на углубленное изучение кузнечного ремесла в отдельных городах и регионах Древней Руси. Здесь, прежде всего, следует отметить труд Б.А. Колчина «Железообрабатывающее ремесло Новгорода Великого» (Колчин 1959), ставший эталонной работой не только для историков древнего ремесла, но и для широкого круга медиевистов. Выдвинутые в этой работе положения по развитию железообрабатывающего ремесла в Новгороде нашли отражение в исследованиях

Л.С. Розановой и В.И. Завьялова (Завьялов, Розанова 1990, 1992, 2004). Заметный вклад в историю древнерусского кузнечного ремесла внесли исследования материалов Киева, Пскова, Суздаля, Рязани, Полоцка, Серенска, Ярополча Залесского (подробную библиографию см.: Завьялов, 2004).

Существенные изменения за последние десятилетия произошли в оценке технико-технологического строя древнерусского кузнечного ремесла. В результате первых исследований древнерусской кузнечной продукции Б.А. Колчин пришел к выводу о том, что и на юге, и на севере Руси встречаются одни и те же технические приемы и одна и та же закономерность их применения (Колчин 1953: 184). Однако в дальнейшем при накоплении аналитического материала этот вывод был скорректирован. В 80-е гг. XX в. Г.А. Вознесенская и Л.С. Розанова приходят к заключению о различии технологических традиций в кузнечном производстве северных и южных земель древней Руси (Вознесенская, Коваленко 1985: 107; Вознесенская 1990: 83; Пушкина, Розанова 1992: 218; Розанова 1990). Тем не менее в настоящее время мы склоняемся к мнению Б.А. Колчина о том, что различия в технологических особенностях кузнечного ремесла различных регионов Древней Руси не носили принципиального характера, а имело место скорее хронологическое различие в исследованном материале: преобладание изделий, изготовленных по технологии трехслойного пакета в X–XII вв. и изделий с наварными лезвиями в последующее время (Завьялов, Розанова, Терехова 2012: 255–257).

Важным этапом в изучении древнего кузнечества стала коллективная монография «Очерки по истории древней железообработки в Восточной Европе» (Терехова и др. 1997). В ней подводятся итоги многолетних металлографических исследований восточноевропейских материалов. Одним из основных итогов работы стало выявление основных рубежей в истории кузнечного производства. Намечены этапы развития техники обработки черного металла со времени первого знакомства населения с железом, освоения металлургических способов получения черного металла вплоть до развитого Средневековья. В работе дан сравнительный анализ техники железообработки в хронологическом и культурно-этническом аспектах, прослежены закономерности развития кузнечества в различных регионах. Достоверность выводов базируется на экспериментальных данных, позволивших получить эталонные образцы для каждой стадии металлургического и технологического процессов. В результате детального анализа накопленного к тому времени материала был сделан основополагающий вывод о том, что развитие восточноевропейского кузнечества являлось составной частью общесоциально-исторического процесса становления ремесла. На отдельных этапах оно испытывало определенное влияние извне. Взаимодействие внешних

импульсов и местных традиций обуславливало специфические черты железообрабатывающего ремесла Восточной Европы.

Знаменательным итогом изучения черной металлургии и металлообработки у населения лесостепной зоны Восточной Европы стала серия коллективных монографий украинских коллег (Бидзиля и др. 1983; Вознесенська, Недопако, Паньков 1996; Паньков 2012). Рассмотрев значительный аналитический материал, авторы приходят к выводу о том, что кузнечная техника раннеславянских племен испытывала влияние скифской среды, кельтов и провинциально-римского мира. Накануне образования древнерусского государства в ней появляются региональные различия. Наиболее заметны эти различия в государственный период.

В настоящее время археометаллографические исследования изделий из черного металла в России продолжаются в Лаборатории естественно-научных методов Института археологии РАН (В.И. Завьялов и Н.Н. Терехова). Основные итоги этих работ отражены в четырех коллективных монографиях. Базой для решения многих исторических проблем, рассмотренных в этих монографиях, является накопленный в лаборатории аналитический материал (свыше 14 000 анализов).

В работе «Русское кузнечное ремесло в золотоордынский период и эпоху Московского государства» (Завьялов, Розанова, Терехова 2007) основное внимание уделено проблемам развития железообработки в деструктивный период золотоордынского ига. Техничко-технологическая база железообрабатывающего производства, сформировавшаяся в древнерусском кузнечестве в предшествующий период, не утрачивает своего потенциала вплоть до петровского времени, когда производство и обработка черных металлов переходят на мануфактурный уровень. Как только были созданы благоприятные условия для развития промышленности, Россия смогла реализовать свой технологический потенциал и сделать рывок в развитии черной металлургии.

Большое значение в истории восточноевропейской железообработки имеет изучение кузнечного ремесла финно-угорских народов. Эта проблема рассмотрена в монографии «История кузнечного ремесла финно-угорских народов Поволжья и Предуралья» (Завьялов, Розанова, Терехова 2009). Являясь одним из древнейших этносов на территории Восточной Европы, эти народы на протяжении тысячелетий сохраняют свои этнические черты, несмотря на проникновение на территорию их проживания других этносов: индоиранцев, угров, тюрок, скандинавов, славян. Широкий хронологический диапазон археометаллографических данных (VIII в. до н.э. – XV в. н.э.) позволил выявить технико-технологический стереотип, характерный для кузнечного производства финно-угров. Археологически установлено, что в среде финно-угров первые железные предметы появляются в конце VIII–VI вв. до н.э. на

территории Среднего Поволжья. Эти изделия находят прямые аналогии в материалах памятников Северного Кавказа. Авторам удалось показать, что и технологически они имеют соответствия в кавказских материалах. Однако кавказские кузнечные традиции не вошли в систему местной железообработки.

Принципиальным вопросам взаимосвязи традиций и инноваций в древнерусском кузнечном ремесле посвящена отдельная монография (Завьялов и др. 2012). Со времени выхода работ Б.А. Колчина накоплен огромный массив аналитических данных по железообработке Древней Руси, которые позволяют скорректировать некоторые положения, высказанные исследователем. Так, установлено, что смена производственных традиций в кузнечном ремесле происходила под влиянием разных технологических инноваций. Одна из них связана со скандинавской традицией, т.е. с использованием особой технологической схемы – трехслойного пакета. Эта схема предполагает сварку двух железных полос и стальной между ними. Подобная схема была известна в Скандинавии в VII в. В связи с экспансией скандинавов в Восточную Европу в IX–X вв. подобная технология распространяется на древнерусские памятники и становится основой древнерусского городского ремесла. Распространение этой технологии носило взрывной характер. Но с исчезновением скандинавского фактора эта технология исчезает, не оказав существенного влияния на дальнейшее развитие древнерусской железообработки.

Другая технологическая инновация – наварка стального лезвия на железную основу – имела западнославянские корни. На восточноевропейских памятниках она появляется не позднее VII–VIII вв. Она внедрялась в кузнечное ремесло постепенно, но оказалась более устойчивой по сравнению со скандинавской традицией, просуществовав вплоть до промышленного производства железных изделий.

Одной из задач, стоящих перед исследователями истории кузнечного производства, было изучение специфики развития кузнечного ремесла в отдельных древнерусских княжествах. Для ее решения было необходимо проследить особенности формирования традиций и возможное взаимовлияние и взаимодействие в производственной сфере. Одной из первых таких работ стала монография **М.Ф. Гурина** «Кузнечное ремесло Полоцкой земли в IX–XIII вв.». На основании комплексного археометаллографического анализа 600 железных предметов автор приходит к выводу о том, что кузнечное ремесло в Полоцкой земле развивалось динамично: если в IX–XI вв. значительна доля изделий, откованных в простых технологиях (целиком из железа или сырцовый стали), то в XII–XIII вв. распространяются сложные технологические приемы, основанные на сварке железа со сталью (Гурин 1987: 111–112).

Технологические особенности кузнечной продукции еще одного древнерусского княжества нашли отражение в монографии «Кузнечное ремесло Великого княжества Рязанского» (Завьялов, Терехова 2013). Являясь одним из крупнейших древнерусских княжеств, Рязанская земля располагалась на пограничье со степным миром. Большое значение Рязани в истории Древней Руси определил международный торговый путь, проходившей по Оке.

Как установлено, в своем развитии рязанское кузнечное ремесло проходит все те этапы, которые известны по материалам других древнерусских земель. Основой кузнечества Рязанского княжества послужили традиции, сформировавшиеся в южнорусских землях. Это обусловлено тем, что главным потоком переселенцев в Поочье были выходцы из черниговских земель. В то же время в кузнечном ремесле рязанской земли прослеживается влияние северорусских традиций, выразившееся в заметной доле трехслойных изделий среди материалов X – первой половины XII в.

В заключении следует отметить, что историографический обзор работ по археологической металлографии имеет ключевое значение для постановки целей и задач дальнейших исследований истории развития металлургии и металлообработки. В результате анализа имеющихся на сегодняшний день данных установлено, что целый ряд проблем еще требует своего разрешения. Например, даже такая богатая культурно-историческая эпоха, как Античность, не нашла должного отражения в контексте развития кузнечного ремесла. Очень слабо освещен аналитическими данными период перехода от бронзовой индустрии к железной. К такому же кругу проблем относится и период Великого переселения народов. Внедрение в последнее время новейших методов исследования археологических материалов (рентгенофлуорисцентный анализ, электронная микроскопия и т.д.) выдвигает на первый план вопросы, связанные с локализацией изготовления кузнечной продукции, поиском рудопоявлений и их связи с производящими и обрабатывающими центрами. Остается надеяться, что с накоплением новых аналитических данных указанные проблемы найдут достойное освещение.

Список источников

- Аносов П.П. Собрание сочинений / под ред. А.М. Самарина. М.: Изд-во АН СССР, 1954.
- Арендт В.В. О технике древнего клинкового производства // Архив истории науки и техники. 1936. Вып. 8. С. 161–188.
- Агрикола Г. О горном деле и металлургии / пер. с лат. В.А. Гальминаса, А.И. Дробинского; под ред. С.В. Шухардина. М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1962.
- Беленицкий А.М. Глава «О железе» минералогического трактата Бируни // КСИИМК. 1948. Вып. XXXIII. С. 139–144.
- Бидзиля В.И., Вознесенская Г.А., Недопако Д.П., Паньков С.В. История черной металлургии и металлообработки на территории УССР (III в. до н.э. – III в. н.э.). Киев: Наукова думка, 1983.

- Вознесенская Г.А. Технология производства древнерусских ножей в первой половине XIII в. // Проблемы археологии Южной Руси. Киев: Наукова думка, 1990. С. 83–91.
- Вознесенская Г.А., Коваленко В.П. О технике кузнечного производства в городах Чернигово-Северской земли // Земли Южной Руси в IX–XI вв. Киев: Наукова думка, 1985. С. 95–109.
- Вознесенська Г.О., Недопако Д.П., Паньков С.В. Чорна металургія та металообробка населення східноєвропейського лісостепу за доби ранніх слов'ян і Київської Русі. Київ: Інститут археології НАНУ, 1996.
- Гурин М.Ф. Кузнечное ремесло Полоцкой земли IX–XIII вв. Минск: Наука и техника, 1987.
- Завьялов В.И. Археологическая металлография: историографические заметки // Восточная Европа в Средневековье. М.: Наука, 2004. С. 164–171.
- Завьялов В.И. История кузнечного ремесла пермьян: археометаллографическое исследование. Ижевск: УИИЯЛ УрО РАН, 2005.
- Завьялов В.И., Розанова Л.С. К вопросу о производственной технологии ножей в древнем Новгороде (по материалам Троицкого раскопа) // Материалы по археологии Новгорода. 1988. М.: Новгород. археол. экспедиция, 1990. С. 154–186.
- Завьялов В.И., Розанова Л.С. Технологическая характеристика ножей Нутного раскопа // Гайдуков П.Г. Славенский конец средневекового Новгорода (Нутный раскоп). М., 1992. С. 122–129, 188–190.
- Завьялов В.И., Розанова Л.С. Кузнечное ремесло Новгорода Великого: 50 лет исследований // Новгородские археологические чтения – 2 / ред. В.Л. Янин и др. Великий Новгород: Новгород. музей-заповедник, 2004. С. 160–163.
- Завьялов В.И., Розанова Л.С., Терехова Н.Н. Русское кузнечное ремесло в золотоордынский период и эпоху Московского государства. М.: Знак, 2007.
- Завьялов В.И., Розанова Л.С., Терехова Н.Н. История кузнечного ремесла финно-угорских народов Поволжья и Предуралья. К проблеме этнокультурных взаимодействий. М.: Знак, 2009.
- Завьялов В.И., Розанова Л.С., Терехова Н.Н. Традиции и инновации в производственной культуре Северной Руси. М.: Анкил, 2012.
- Завьялов В.И., Терехова Н.Н. Кузнечное ремесло Великого княжества Рязанского. М.: ИА РАН, 2013.
- Иванов В.В. История славянских и балканских названий металлов. М.: Наука, 1983.
- Иессен А.А., Деген-Ковалевский Б.Е. Из истории древней металлургии Кавказа. М.; Л.: Соцэкгиз, 1935. С. 7–237 (Известия ГАИМК. Вып. 120).
- Колчин Б.А. Несколько замечаний к главе «О железе» минералогического трактата Бирюни // КСИИМК. Вып. XXXIII. 1948. С. 145–151.
- Колчин Б.А. Опыт металлографического исследования древнерусских железных вещей // КСИИМК. 1949. XXX. С. 42–53.
- Колчин Б.А. Черная металлургия и металлообработка в древней Руси (домонгольский период). М.: АН СССР, 1953. (МИА № 32).
- Колчин Б.А. Железообрабатывающее ремесло Новгорода Великого // Труды Новгородской археологической экспедиции. М.: АН СССР, 1959. Т. II. С. 7–122 (МИА № 65).
- Латышев В.В. Известия древних писателей греческих и латинских о Скифии и Кавказе. СПб.: Императорская академия наук, 1890. Т. 1.
- Паньков С.В. Залізвидубувне і ковальське виробництво давньоруського Києва та його околиць. Київ: ІА НАН України, 2012.
- Повесть временных лет (ПВЛ). М.: Институт русской цивилизации, 2014.
- Пушкина Т.А., Розанова Л.С. Кузнечные изделия из Гнёздова // Российская археология. 1992. № 2. С. 200–220.
- Розанова Л.С. Своеобразие технологии кузнечного производства Южной и Северной Руси в домонгольский период // Проблемы археологии Южной Руси. Киев: Наукова думка, 1990. С. 92–96.

- Рыбаков Б.А. Ремесло Древней Руси. М.: АН СССР, 1948.
- Сальдау П.Я., Гущина А.Ф. Применение металлографии в археологии // Сообщения ГАИМК. 1932. Вып. 3–4. С. 49–51.
- Терехова Н.Н., Розанова Л.С., Завьялов В.И., Толмачёва М.М. Очерки по истории древней железообработки в Восточной Европе. М.: Металлургия, 1997.
- Шрамко Б.А., Фомин Л.Д., Солнцев Л.А. Первая находка изделия из метеоритного железа в Восточной Европе // Советская археология. 1965. № 4. С. 199–204.
- Coghlan H.H. Notes on the Prehistoric and Early Iron in the Old World. Oxford: Pitt-Rivers Museum. Occasional Papers on Technology, 1956. No. 8.
- Garland H. Egyptian Metal Antiquities // The Journal of the Institute of Metals. 1913. Vol. X. P. 329–343.
- Hošek J., Košta J., Žákovský P. Ninth to Mid-Sixteenth Century Swords from the Czech Republic in their European Context. Prague; Brno: The Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, 2019. Pt I.
- Hošek J., Košta J., Žákovský P. Ninth to Mid-Sixteenth Century Swords from the Czech Republic in their European Context. Prague; Brno: The Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology, 2021. Pt II.
- Košta J., Hošek J. Early Medieval Swords from Mikulčice. Brno: Archeologický ústav AV ČR, Brno, 2014.
- Piaskowski J. Technika gdańskiego hutnictwa i kowalstwa żelaznego X–XIV w. na podstawie badań metaloznawczych // Gdańsk wczesnośredniowieczny. Gdańsk: Gdańskie Towarzystwo Naukowe, 1960. T. II.
- Piaskowski J. Cechy charakterystyczne wyrobów żelaznych produkowanych przez starożytnych hutników w Górach Świętokrzyskich w okresie wpływów rzymskich (I–IV w. n.e.) // Studia z dziejów górnictwa i hutnictwa. Wrocław; Warszawa; Kraków, 1963. S. 9–85. T. VI.
- Piaskowski J. Correlation between the phosphorus content in ore and slag and that in bloomery iron // Archaeologia Polona. 1965. No. 7. P. 83–103.
- Piaskowski J. Rozwój metaloznawczych badań dawnych przedmiotów żelaznych w Polsce i ich zastosowanie w archeologii // Archeologia Polski. 1966. T. X/2. P. 726–750.
- Piaskowski J. Kryteria określania technologii wyrobów z żelaza dymarskiego // Archeologia Polski. 1972. T. XVII, P. 1. S. 7–45.
- Piaskowski J. W sprawie żelaza “meteorytowego” i możliwości jego wytopienia przez człowieka // Kwartalnik Historii Kultury Materialnej. 1980. No. 38/3. S. 3–13.
- Pleiner R. Staré evropské kovářství. Praha: Publishing House of the Czechoslovak Academy of Sciences, 1962.
- Pleiner R. The Beginning of the Iron Age in Ancient Persia // Annals of the Náprstek Museum. 1967. No. 6. P. 9–72.
- Pleiner R. Ironworking in Ancient Greece. Praha: National Technical Museum, 1969.
- Pleiner R. The problem of the Beginning Iron Age in India // Acta Praehistory and Archaeology. 1971. No. 2. P. 5–36.
- Pleiner R. The Celtic Swords. Oxford: Clarendon Press, 1993.
- Pleiner R. Iron in Archaeology. The European Bloomery Smelters. Praha: Archeologický Ústav Akademie věd České Republiky, 2000.
- Pleiner R. Iron in Archaeology. Earle European Blacksmiths. Praha: Archeologický Ústav Akademie věd České Republiky, 2006.
- Réaumur R.A.F. L'art de convertir le fer forgé en acier et l'art d'adoucir le fer fondu. Paris, 1722.
- Theophilus Presbyter. De Diversis Artibus. Oxford: Clarendon Press, 1986.
- Tylecote R.F. Metallurgy in Archaeology. A prehistory of metallurgy in the British Isles. London: Edward Arnold, 1962.
- Tylecote R.F. A History of Metallurgy. London: Metal Society, 1976 (Second edition. 1992).
- Tylecote R.F. The early history of metallurgy in Europe. London; New York: Longman, 1987.

Williams A. Crucible steel in medieval swords // A History of the Metallurgy of European Swords up to the 16th Century. Leiden; Boston, 2012. P. 233–241.

References

- Agrikola G. (1962) *O gornom dele i metallurgii* [De re metallica libri XII] / translated from Latin by V.A. Gal'minas and A.I. Drobinskii, ed. by S.V. Shukhardin. Moscow: Izd-vo Akad. nauk SSSR.
- Anosov P.P. (1954) *Sobranie sochinenii* [Collected Works] / Ed. by A.M. Samarin. Moscow: Izdatel'stvo AN SSSR.
- Arendt V.V. (1936) O tekhnike drevnego klinkovogo proizvodstva [About the technique of ancient blade production], *Arkhiv istorii nauki i tekhniki*, Vol. 8, pp. 161–188.
- Belenitskii A.M. (1948) Glava «O zheleze» mineralogicheskogo traktata Biruni [The Chapter "On Iron" from the Mineralogical Essay of Biruni], *Kratkie soobshcheniia Instituta istorii material'noi kul'tury*, Vol. XXXIII, pp. 139–144.
- Bidzilia V.I., Voznesenskaia G.A., Nedopako D.P., Pan'kov S.V. (1983) *Istoriia chernoii metallurgii i metalloobrabotki na territorii USSR (III v. do n.e. – III v. n.e.)* [History of ferrous metallurgy and metalworking on the territory of the Ukrainian SSR (3rd century BC – 3rd century AD)]. Kiev: Naukova dumka.
- Coghlan H.H. (1956) *Notes on the Prehistoric and Early Iron in the Old World*. Oxford: Pitt-Rivers Museum. Occasional Papers on Technology. No. 8.
- Garland H. (1913) Egyptian Metal Antiquities, *The Journal of the Institute of Metals*. London. Vol. X, pp. 329–343.
- Gurin M.F. (1987) *Kuznechnoe remeslo Polotskoi zemli IX–XIII vv.* [Blacksmith craft of the Polotsk land of the 9th–13th centuries]. Minsk: Nauka i tekhnika.
- Hošek J., Košta J., Žákovský P. (2019) *Ninth to Mid-Sixteenth Century Swords from the Czech Republic in their European Context*. Prague-Brno: The Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology. Part I.
- Hošek J., Košta J., Žákovský P. (2021) *Ninth to Mid-Sixteenth Century Swords from the Czech Republic in their European Context*. Prague-Brno: The Czech Academy of Sciences, Institute of Archaeology. Part II.
- Iessen A. A., Degen-Kovalevskii B.E. (1935) *Iz istorii drevnei metallurgii Kavkaza* [From the history of ancient metallurgy of the Caucasus]. Moscow; Leningrad: Sotsekgiz, pp. 7–237.
- Ivanov V.V. (1983) *Istoriia slavianskikh i balkanskikh nazvanii metallov* [History of Slavic and Balkan metal names]. Moscow: Nauka.
- Kolchin B.A. (1948) Neskol'ko zamechanii k glave «O zheleze» mineralogicheskogo traktata Biruni [Several remarks to the chapter "On iron" of the mineralogical essay of Biruni], *Kratkie soobshcheniia Instituta istorii material'noi kul'tury*, Vol. XXXIII, pp. 145–151.
- Kolchin B.A. (1949) Opyt metallograficheskogo issledovaniia drevnerusskikh zheleznykh veshchei [The experience of metallographic research of ancient Russian iron objects], *Kratkie soobshcheniia Instituta istorii material'noi kul'tury*, Vol. XXX, pp. 42–53.
- Kolchin B.A. (1953) *Chernaia metallurgii i metalloobrabotka v drevnei Rusi (domongol'skii period)* [Ferrous metallurgy and metalworking in ancient Rus' (pre-Mongolian period)]. Moscow: AN SSSR.
- Kolchin B.A. (1959) Zhelezoobratyvaushchee remeslo Novgoroda Velikogo [Ironworking craft of Veliky Novgorod]. In: *Trudy Novgorodskoi arkheologicheskoi ekspeditsii* [Proceedings of the Novgorod archaeological expedition]. Vol. II. Moscow: AN SSSR, 1959, pp. 7–122. (MIA № 65).
- Košta J., Hošek J. (2014) *Early Medieval Swords from Mikulčice*. Brno: Archeologický ústav AV ČR, Brno.

- Latyshev V.V. (1890) *Izvestiia drevnikh pisatelei grecheskikh i latinskikh o Skifii i Kavkaze* [Information of Ancient Greek and Latin Writers about Scythia and the Caucasus]. St. Petersburg: Imperatorskaia akademiia nauk. Vol. 1.
- Pan'kov S.V. (2012) *Zalيزovidubuvne i koval's'ke virobnytstvo davn'orus'kogo Kieva ta iogo okolits'* [Iron mining and blacksmith production of ancient Russian Kyiv and its surroundings]. Kyiv: IA NAN Ukraïni.
- Piaskowski J. (1960) Technika gdańskiego hutnictwa i kowalstwa żelaznego X–XIV w. na podstawie badań metaloznawczych, *Gdańsk wczesnośredniowieczny*. Vol. II. Gdańsk: Gdańskie Towarzystwo Naukowe.
- Piaskowski J. (1963) Cechy charakterystyczne wyrobów żelaznych produkowanych przez starożytnych hutników w Górach Świętokrzyskich w okresie wpływów rzymskich (I–IV w. n.e.). In: *Studia z dziejów górnictwa i hutnictwa*. Vol. VI. Wrocław–Warszawa–Kraków, pp. 9–85.
- Piaskowski J. (1965) Correlation between the phosphorus content in ore and slag and that in bloomery iron, *Archaeologia Polona*, no. 7, pp. 83–103.
- Piaskowski J. (1966) Rozwój metaloznawczych badań dawnych przedmiotów żelaznych w Polsce i ich zastosowanie w archeologii, *Archeologia Polski*, Vol. X/2, pp. 726–750.
- Piaskowski J. (1972) Kryteria określania technologii wyrobów z żelaza dymarskiego, *Archeologia Polski*, Vol. XVII, pp. 1. S. 7–45.
- Piaskowski J. (1980) W sprawie żelaza “meteoritowego” i możliwości jego wytapiania przez człowieka, *Kwartalnik Historii Kultury Materialnej*, no. 38/3, pp. 3–13.
- Pleiner R. (1962) *Staré evropské kovárství*. Praha: Publishing House of the Czechoslovak Academy of Sciences.
- Pleiner R. (1967) The Beginning of the Iron Age in Ancient Persia, *Annals of the Náprstek Museum*, no. 6, pp. 9–72.
- Pleiner R. (1969) *Ironworking in Ancient Greece*. Praha: National Technical Museum.
- Pleiner R. (1971) The problem of the Beginning Iron Age in India, *Acta Praehistory and Archaeology*, no. 2, pp. 5–36.
- Pleiner R. (1993) *The Celtic Swords*. Oxford: Clarendon Press.
- Pleiner R. (2000) *Iron in Archaeology. The European Bloomery Smelters*. Praha: Archeologický Ústav Akademie věd České Republiky.
- Pleiner R. (2006) *Iron in Archaeology. Earle European Blacksmiths*. Praha: Archeologický Ústav Akademie věd České Republiky.
- Povest' vremennykh let (PVL)* [Russian Primary Chronicle]. Moscow: Institut russkoi tsivilizatsii, 2014.
- Pushkina T.A., Rozanova L.S. (1992) Kuznechnye izdeliia iz Gnezdova [Blacksmith objects from Gnezdovo], *Rossiyskaya arkheologia*, no. 2, pp. 200–220.
- Réaumur R. A. F. (1722) *L'art de convertir le fer forgé en acier et l'art d'adoucir le fer fondu*. Paris.
- Rozanova L.S. (1990) Svoeobrazie tekhnologii kuznechnogo proizvodstva Iuzhnoi i Severnoi Rusi v domongol'skii period [The originality of the technology of blacksmith's production in Southern and Northern Rus' in the pre-Mongolian period]. In: *Problemy arkheologii Iuzhnoi Rusi* [Issues of Archaeology of Southern Rus']. Kiev: Naukova dumka, pp. 92–96.
- Rybakov B.A. (1948) *Remeslo Drevnei Rusi* [Craftsmanship of Ancient Rus']. Moscow: AN SSSR.
- Sal'dau P.Ia., Gushchina A.F. (1932) Primenenie metallografii v arkheologii [Application of metallography in archaeology], *Soobshcheniia GAIMK*, Vol. 3–4, pp. 49–51.
- Shramko B.A., Fomin L.D., Solntsev L.A. (1965) Pervaia nakhodka izdeliia iz meteoritnogo zheleza v Vostochnoi Evrope [The first find of meteorite iron in Eastern Europe], *Sovetskaia Arkheologia*, no. 4, pp. 199–204.
- Terekhova N.N., Rozanova L.S., Zav'ialov V.I., Tolmacheva M.M. (1997) *Ocherki po istorii drevnei zhelezooorabotki v Vostochnoi Evrope* [Essays on the history of ancient ironworking in Eastern Europe]. Moscow: Metallurgii.

- Theophilus Presbyter (1986) *De Diversis Artibus*. Oxford: Clarendon Press.
- Tylecote R.F. (1962) *Metallurgy in Archaeology. A prehistory of metallurgy in the British Isles*. London: Edward Arnold.
- Tylecote R.F. (1976) *A History of Metallurgy*. London: Metal Society. (Second edition - 1992).
- Tylecote R.F. (1987) *The early history of metallurgy in Europe*. London. New York: Longman.
- Voznesenska G.O., Nedopako D.P., Pan'kov S.V. (1996) *Chorna metalurgii ta metaloobrobka naselennia skhidnoevropeiskogo lisostepu za dobi rannikh slov'ian i Kiivs'koi Rusi* [Ferrous metallurgy and metalworking of the population of the Eastern European forest-steppe during the times of the early Slavs and Kyivan Rus']. Kiiv: Institut arkhologii NANU.
- Voznesenskaia G.A. (1990) Tekhnologiiia proizvodstva drevnerusskikh nozhei v pervoi polovine XIII v. [Production technology of ancient Russian knives in the first half of the 13th century.]. In: *Problemy arkheologii luzhnoi Rusi* [Issues of Archaeology of Southern Rus']. Kiev: Naukova dumka, pp. 83-91.
- Voznesenskaia G.A., Kovalenko V.P. (1985) O tekhnike kuznechnogo proizvodstva v gorodakh Chernigovo-Severskoi zemli [On the technology of blacksmithing in the cities of Chernihiv-Seversk land]. In: *Zemli luzhnoi Rusi v IX-XI vv.* [Territories of the South Rus' in 9th–11th centuries]. Kiev: Naukova dumka. S. 95-109.
- Williams A. (2012) Crucible steel in medieval swords. In: *A History of the Metallurgy of European Swords up to the 16th Century*. Leiden-Boston, pp. 233-241.
- Zav'ialov V.I. (2004) Arkheologicheskaiia metallografiia: istoriograficheskie zametki [Archaeological metallography: historiographic notes]. In: *Vostochnaia Evropa v Srednevekov'e* [Eastern Europe in the Middle Ages]. Moscow: Nauka, pp. 164-171.
- Zav'ialov V.I. (2005) *Istoriia kuznechnogo remesla permian: arkheometallograficheskoe issledovanie* [The history of blacksmithing in Perm: an archaeometallographic study]. Izhevsk, Ullal UrO RAN.
- Zav'ialov V.I., Rozanova L.S. (1990) K voprosu o proizvodstvennoi tekhnologii nozhei v drevnem Novgorode (po materialam Troitskogo raskopa) [On the question of the production technology of knives in ancient Novgorod (based on the materials of the Troitskiy excavation site)]. In: *Materialy po arkheologii Novgoroda, 1988* [Proceedings on the Archaeology of Novgorod, 1988]. Moscow: Novgorod. arkheol. ekspeditsiia, pp. 154–186.
- Zav'ialov, V.I., Rozanova. L.S. (1992) Tekhnologicheskaiia kharakteristika nozhei Nutnogo raskopa [Technological characteristics of the knives of Nutny excavation]. In: Gaidukov P.G. *Slavenskii konets srednevekovogo Novgoroda (Nutnyi raskop)* [Slavensky end of medieval Novgorod (Nutny excavation)]. Moscow, pp. 122–129, 188–190.
- Zav'ialov V.I., Rozanova L.S. (2004) Kuznechnoe remeslo Novgoroda Velikogo: 50 let issledovaniia [Blacksmith craft of Veliky Novgorod: 50 years of research]. In: *Novgorodskie arkheologicheskie chteniia – 2* [Novgorod Archeological Readings – 2] / ed. by V.L. Ianin et al. Velikii Novgorod: Novgorod. muzei-zapovednik, pp. 160–163.
- Zav'ialov V.I., Rozanova L.S., Terekhova N.N. (2007) *Russkoe kuznechnoe remeslo v zolotoordynskii period i epokhu Moskovskogo gosudarstva* [Russian blacksmith craft during the Golden Horde period and the era of the Moscow State]. Moscow: Znaki.
- Zav'ialov V.I., Rozanova L.S., Terekhova N.N. (2009) *Istoriia kuznechnogo remesla finno-ugorskikh narodov Povolzh'ia i Predural'ia. K probleme etnokul'turnykh vzaimodeistvii* [History of the blacksmith craft of the Finno-Hungarian peoples of the Volga region and Pre-Ural region. To the problem of ethnocultural interactions]. Moscow: Znaki.
- Zav'ialov V.I., Rozanova L.S., Terekhova N.N. (2012) *Traditsii i innovatsii v proizvodstvennoi kul'ture Severnoi Rusi* [Traditions and innovations in the production culture of Northern Rus']. Moscow: Ankil.
- Zav'ialov V.I., Terekhova N.N. (2013) *Kuznechnoe remeslo Velikogo kniazhestva Riazanskogo* [Blacksmith Craft in the Grand Principality of Ryazan]. Moscow: IA RAN.

Сведения об авторах:

ЗАВЬЯЛОВ Владимир Игоревич – доктор исторических наук, ведущий научный сотрудник, Институт археологии РАН (Москва, Россия). E-mail: v_zavyalov@list.ru

ТЕРЕХОВА Наталия Николаевна – кандидат исторических наук, старший научный сотрудник, Институт археологии РАН (Москва, Россия).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about the authors:

Vladimir I. Zavyalov, Institute of Archaeology, Russian Academy of Sciences (Moscow, Russian Federation). E-mail: v_zavyalov@list.ru

Natalia N. Terekhova, Institute of Archaeology, Russian Academy of Sciences (Moscow, Russian Federation).

The authors declare no conflict of interests.

*Статья поступила в редакцию 03 февраля 2022 г.;
принята к публикации 07 июня 2023 г.*

*The article was submitted 03.02.2022;
accepted for publication 07.06.2023.*