

Державний торговельно-економічний університет
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису

ВОВК ЮЛІЯ РУСЛАНІВНА

УДК 658.62:005.52]:623.444

ДИСЕРТАЦІЯ
ТОВАРОЗНАВЧА ЕКСПЕРТИЗА ХОЛОДНОЇ ЗБРОЇ

07 – Управління та адміністрування

076 – Підприємництво, торгівля та біржова діяльність

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають
посилання на відповідне джерело _____ Ю. Р. Вовк

Науковий керівник:

Індутний Володимир Васильович,
доктор геолого-мінералогічних наук, доцент.

Київ – 2023

АНОТАЦІЯ

Вовк Ю. Р. Товарознавча експертиза холодної зброї. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 076 – Підприємництво, торгівля та біржова діяльність. – Державний торговельно-економічний університет, Київ, 2023.

Дисертаційна робота Вовк Ю. Р. присвячена науково-теоретичному обґрунтуванню та проведенню товарознавчої експертизи клинкової холодної зброї для встановлення її автентичності, а також прогнозуванню вартості в завданнях оцінювання рівня можливих збитків національної культури у разі її втрати.

Холодна зброя – це один з найдавніших винаходів людства, який з'явився ще сім тисячоліть тому в бронзову добу (ранній енеоліт), коли були вперше виготовлені предмети з металів – міді, бронзи, свинцю. Зброя, посуд, ужиткові речі, які сьогодні вивчають археологи, історики, мистецтвознавці та товарознавці, є джерелом об'єктивної інформації про давній світ, розвиток технологій, мистецтва та культури загалом. Вони становлять вагому частину на антикварному ринку світу. За інформативністю та видовим розмаїттям зброя посідає чільне місце серед артефактів минулого і є специфічним товаром.

Об'єктом дослідження є клинкова холодна зброя, виготовлена зі сплавів заліза різних історичних періодів, що має матеріальну, художню та історико-культурну цінність і зберігається в музейних фондах й приватних колекціях України та реалізується на аукціонах.

Для досліджень було залучено зразки холодної зброї з колекцій Національного військово-історичного музею України, приватних колекцій та фондів державних та недержавних форм власності.

Предметом дослідження є критерії, показники якості, автентичність та вартість клинкової холодної зброї.

Були поставлені та виконані такі завдання: обґрунтовано вибір зразків

клинкової холодної зброї, представленої в українських музеях та приватних колекціях, яка належить до певних історичних періодів та має різне призначення; запропоновано необхідну і достатню сукупність критеріїв і показників якості для встановлення автентичності та прогнозування вартості клинкової холодної зброї; визначено критерії для ідентифікації та встановлення еталонного виду клинкової холодної зброї на основі її морфометричних параметрів та показників спорідненості Рассела-Рао. Було удосконалено методи визначення хімічного складу поверхні клинкової холодної зброї щодо встановлення її автентичності та вікової приналежності; також виявлено вплив термічної обробки на хімічний склад поверхні та процес природного самоочищення клинкової холодної зброї; розроблено регламент для проведення товарознавчої експертизи клинкової холодної зброї для встановлення її автентичності; розроблено математичну модель прогнозування вартості клинкової холодної зброї, зокрема для визначення збитків, нанесених музейному фонду України внаслідок збройної агресії російської федерації; впроваджено результати досліджень у практику проведення товарознавчих судових експертиз та професійної оціночної діяльності.

У ході виконання поставлених завдань досліджено тенденції і проблеми, пов'язані з розвитком товарознавчої експертизи холодної зброї в Україні та світі. Вивчено закономірності ціноутворення на історичну клинкову холодну зброю та особливості її реалізації, побудовано математичну модель, яка дозволяє здійснювати обґрунтоване прогнозування вартості на основі обліку корисної інформації про неї – відомостей про її вік, спосіб виготовлення, причетність до історичних подій, стан збереження та інше. Результати цієї роботи будуть корисними для товарознавчого оцінювання рівня збитків національної та світової культури, нанесеними військовими діями.

У роботі описано результати досліджень хімічного складу поверхні клинкової холодної зброї, що отримані на основі стандартних методів досліджень: органолептичного, морфометричного, рентгенофлуоресцентного

аналізів, емісійного аналізу за допомогою електронного мікроскопа та методів математичного моделювання. Також використані методи дослідження, розроблені автором, а саме: методику встановлення автентичності клинкової холодної зброї із використанням результатів дослідження хімічного складу елімінованих домішкових елементів на поверхні клинкової холодної зброї. Подано та удосконалено автором методику прогнозування вартості холодної зброї на основі регресійного аналізу даних статистичних показників відкритого ринку. Авторська розробка має особливу актуальність для розвитку експертної справи, боротьби з фальсифікацією артефактів історії та прогнозування втрат, завданих національній культурі внаслідок збройної агресії російської федерації.

Для виконання завдання автором використано комплексний підхід для вирішення найбільш нагальних питань товарознавчої експертизи, базований на використанні добре атрибутованих еталонних зразків холодної зброї, які зберігаються в музейних колекціях різних форм власності. Він передбачає поєднання традиційних методів наукової атрибуції й результатів застосування авторської методики аналітичного підтвердження автентичності.

Наукова новизна роботи полягає у розробленні регламенту проведення товарознавчої експертизи, який включає встановлення автентичності клинкової холодної зброї, а також прогнозування її вікової приналежності та вартості, зокрема в завданнях оцінки фінансових збитків унаслідок збройної агресії російської федерації. Уперше обґрунтовано сукупність критеріїв, показників якості та методів дослідження клинкової холодної зброї в експертній справі та доведено можливість застосування розробленого алгоритму встановлення автентичності та вікової приналежності клинкової холодної зброї з використанням удосконаленої методики дослідження хімічного складу її поверхні та впливу термічної обробки.

Набуло подальшого розвитку удосконалення методів дослідження хімічного складу поверхні клинкової холодної зброї та прогнозування вартості клинкової холодної зброї з урахуванням видової специфіки.

Удосконалено метод визначення хімічного складу поверхні клинкової холодної зброї для встановлення її автентичності, який полягає у натиранні усієї поверхні досліджуваного зразка беззольним папером або бавовняним тампоном із подальшим дослідженням емісійного спектра поверхні клинкової холодної зброї за допомогою електронного мікроскопа та якісного і кількісного складу домішок елімінованих хімічних елементів за допомогою РФА.

Показано вплив параметрів термообробки (температура та тривалість) на процес елімінації домішкових елементів. Доведено, що термічна обробка поверхні металу при температурі, вищій за 300°C сприяє руйнуванню кристалічної ґратки та стрімкій елімінації домішкових хімічних елементів з великими розмірами іонів (K, Na, Ca). Зазначені хімічні елементи можуть свідчити про сучасне виробництво досліджуваних зразків.

Розроблено математичну модель прогнозування вартості клинкової холодної зброї, в основу якої покладено вивчення вартісних та якісних показників на основі регресійного рівняння. Застосування моделі дозволило виявити відхилення прогнозованої вартості на прикладі короткої шаблі із Сіная, шаблі унтерофіцерської з Пруссії та ритуального меча Дха від їх стартових цін реалізації на аукціонах. Модель прогнозування вартості клинкової холодної зброї може бути застосована для розрахунку втрат та збитків, зокрема, внаслідок збройної агресії російської федерації.

Робота виконувалася у лабораторії кафедри товарознавства та митної справи Державного торговельно-економічного університету й у співпраці з лабораторіями Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка Національної академії наук України, Національного науково-дослідного реставраційного центру України, Спеціалізованої лабораторії з питань експертизи та досліджень Держмитслужби України.

За результатами виробничого впровадження встановлено, що не зважаючи на те, що для виготовлення сучасної холодної зброї використовується той самий метал, виплавлений з руд тих самих родовищ, що

і десятки й сотні років тому, у процесі побутування його хімічний склад упродовж тривалого побутування змінюється. Поверхня історичної холодної зброї самоочищується, у той час як на поверхню сучасних металів постійно елімінують різні хімічні домішки. Тому, хімічний склад поверхні металу холодної зброї є одним з критеріїв автентичності, а визначення хімічного складу проводилось авторською методикою.

Ключові слова: експертиза, товарознавча експертиза, ідентифікаційна експертиза, атрибуція, холодна зброя, історична холодна зброя, РФА, афінаж металів, критерії, класифікація, якість, прогнозована вартість, обробка металу.

SUMMARY

Vovk Y. R. Commodity expertise of cold weapons. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Dissertation for obtaining the degree of Doctor of Philosophy in specialty 076 – Entrepreneurship and trade – State University of Trade and Economics, Kyiv, 2023.

Yu.R. Vovk's dissertation is devoted to the scientific and theoretical substantiation and conducting a commodity expert examination of bladed cold weapons to establish their authenticity, as well as forecasting the value in the tasks of assessing the level of possible damage to national culture in the event of its loss.

Cold weapons are one of the most ancient inventions of mankind, which appeared seven thousand years ago in the Bronze Age (early Neolithic) when objects were first made of metals - copper, bronze, and lead. Weapons, dishes, and useful things, which are studied today by archaeologists, historians, art historians, and commodity experts, are a source of objective information about the ancient world, the development of technology, art, and culture in general. They make up a significant part of the world's antique market. In terms of informativeness and species diversity, weapons occupy a prominent place among the artifacts of the past and are a specific product.

The object of the study is a bladed cold weapon made of iron alloys of different historical periods, which has material, artistic and historical and cultural

value and is kept in museum funds and private collections of Ukraine and is sold at auctions.

Samples of cold weapons from the collections of the National Military-Historical Museum of Ukraine, private collections and funds of state and non-state forms of ownership were involved for research.

The subject of the study is the criteria, quality indicators, authenticity, and cost of bladed cold weapons.

The following tasks were set and fulfilled: the selection of samples of bladed cold weapons presented in Ukrainian museums and private collections, which belong to certain historical periods and have different purposes, was substantiated; the necessary and sufficient set of criteria and quality indicators for establishing the authenticity and forecasting the value of edged cold weapons is proposed; criteria for identification and establishment of a reference type of bladed cold weapon based on its morphometric parameters and Russell-Rao affinity indicators are defined. The methods of determining the chemical composition of the surface of bladed cold weapons was improved to establish its authenticity and age; the effect of thermal treatment of cold weapons on the chemical composition of its surface and the process of natural self-cleaning of bladed cold weapons was also revealed; a regulation has been developed for the commodity examination of edged cold weapons to establish their authenticity; a mathematical model for forecasting the cost of bladed cold weapons was developed, in particular, to determine the damage caused to the museum fund of Ukraine as a result of the armed aggression of the Russian Federation; the results of the research were implemented into the practice of conducting commercial forensic examinations and professional evaluation activities.

While carrying out the assigned tasks, the trends and problems related to the development of commodity expert examination of cold weapons in Ukraine and the world were investigated. The regularities of pricing of historical bladed melee weapons and the peculiarities of their implementation have been studied, a mathematical model has been built, which allows for reasonable forecasting of the value based on the accounting of useful information about it - information about its

age, method of manufacture, involvement in historical events, state of preservation, etc. The results of this work will be useful for the commercial assessment of the damage to national and world culture caused by military actions.

The paper describes the research results into the chemical composition of the surface of bladed cold weapons obtained based on standard research methods: organoleptic, morphometric, X-ray fluorescence analysis, emission analysis using an electron microscope, and mathematical modeling methods. The research methods developed by the author were also used, namely: the method of establishing the authenticity of bladed cold weapons using the results of research on the chemical composition of the eliminated impurity elements on the surface of bladed cold weapons. The author presented and improved the method of forecasting the cost of cold weapons based on the regression analysis of data of statistical indicators of the open market. The author's development is of particular relevance for the development of the expert case, the fight against the falsification of historical artifacts, and the forecasting of the losses caused to the national culture as a result of the armed aggression of the Russian Federation.

To fulfill the task, the author used a complex approach to solving the most urgent issues of commodity examination, based on the use of well-attributed reference samples of cold weapons, which are stored in museum collections of various forms of ownership. It involves a combination of traditional methods of scientific attribution and the results of applying the author's method of analytical confirmation of authenticity.

The scientific novelty of the work consists in the development of the regulations for conducting commodity examination, which includes establishing the authenticity of bladed cold weapons, as well as forecasting their age and value, in particular, in the tasks of assessing financial losses as a result of the armed aggression of the Russian Federation. For the first time, the set of criteria, quality indicators, and methods of research of bladed cold weapons were substantiated in an expert case, and the possibility of applying the developed algorithm for establishing the authenticity and age of cold-bladed weapons using the improved methodology

of researching the chemical composition of its surface and the effect of heat treatment was proved.

There was further development improvement of methods of the research of the chemical composition of the surface of bladed cold weapons and forecasting of the cost of bladed cold weapons taking into account species specificity.

The method of determining the chemical composition of the surface of a bladed cold weapon to establish its authenticity has been improved, which consists of rubbing the entire surface of the sample with ashless paper or a cotton swab, followed by a study of the emission spectrum of the surface of a cold bladed weapon using an electron microscope and the qualitative and quantitative composition of impurities of eliminated chemical elements according to with RFA.

The influence of heat treatment parameters (temperature and duration) on the process of elimination of impurity elements is shown. It has been proven that the heat treatment of the metal surface at a temperature higher than 300°C contributes to the destruction of the crystal lattice and the rapid elimination of impurity chemical elements with large ion sizes (K, Na, Ca). The specified chemical elements may indicate the modern production of the studied samples.

A mathematical model for forecasting the cost of edged weapons has been developed, which is based on the study of cost and quality indicators based on a regression equation. The application of the model made it possible to detect the deviation of the predicted value on the example of a short saber from Sinai, a non-commissioned officer's saber from Prussia, and a Dha ritual sword from their starting prices at auctions. The model of forecasting the cost of edged cold weapons can be applied to calculate losses and damages, in particular, as a result of the armed aggression of the Russian Federation.

The work was carried out in the laboratory of the Department of Commodity Science and Customs Affairs of the State University of Trade and Economics and in cooperation with the laboratories of the Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation named after M.P. Semenenko of the National Academy of Sciences

of Ukraine, the National Research Restoration Center of Ukraine, the Specialized Laboratory for Expertise and Research of the State Customs Service of Ukraine.

According to the results of production implementation, it was established that despite the fact that the same metal is used for the manufacture of modern cold weapons, smelted from the ores of the same deposits as tens and hundreds of years ago, in the process of aging, its chemical composition changes over a long period of age. The surface of historical cold weapons is self-cleaning, while various chemical impurities are constantly eliminated from the surface of modern metals. Therefore, the chemical composition of the metal surface of cold weapons is one of the criteria of authenticity, and the determination of the chemical composition was carried out by the author's method.

Key words: examination, commodity examination, identification examination, attribution, melee weapon, historical melee weapon, X-Ray, refining of metals, criteria, classification, quality, projected value, metal processing.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Наукові праці, у яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Вовк Ю. Р., Індутний В.В., Кравець А.В. Прогнозування вартості антикварної холодної зброї порівняльним методом. *Вісник оцінки*. 2019. № 4 (57). С. 59 – 68. (Особистий внесок здобувача – визначено досліджувані зразки та проведено попередній аналіз вартості).

2. Vovk Y. Predicting the cost of antique cold weapons by a comparative method. *Товари і ринки*. 2020. №2 (34). С. 46 –58 (Особистий внесок здобувача – відбір зразків, визначення прогнозованої вартості зразків методом математичного моделювання).

3. Vovk Y., Merezhko N., Indutnyi V., Pirkovich K., Davydiuk V., Andreiev O. Devising criteria for the authenticity of historical cold weapons based on x-ray fluorescence analysis of their surface. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. № 6/12 (114). P. 6–11. (Особистий внесок здобувача – відбір зразків, проведення дослідження РФА).

4. Вовк Ю. Р., Індутний В.В. Морфометричні характеристики історичної холодної зброї в завданнях товарознавчої оцінки. *Товари і ринки*. 2022. №3. С. 75 – 86. (Особистий внесок здобувача – визначено досліджувані зразки та проведено морфометричний аналіз).

5. Vovk Y., Merezhko N., Indutnyi V., Pirkovich K., Lytvynenko Y. Determining dangerous chemicals on the surface of metallic historical artefacts. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. № 6/12 (120). P. 6-12. (Особистий внесок здобувача – досліджено емісійний спектр за допомогою електронного мікроскопу на власноруч відібраних зразках холодної зброї).

6. Vovk Y., Indutnyi V., Merezhko N., Pirkovich K., Dyshlova V. Determining the sequence of elimination of impurity ions from the surface of historical cold iron weapons. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*.

2023. №3/12 (123). Р. 24-29. (*Особистий внесок здобувача – проведено експертизу за допомогою РФА на власноруч відібраних зразках холодної зброї*).

Наукові праці, у яких апробовано основні наукові результати дисертації

1. Вовк Ю. Р. Диференціація хімічного складу на поверхні металевих пам'яток культур. *Об'єднані наукою: перспективи міждисциплінарних досліджень*: матер. IV всеукр. наук.-практ. конф. м. Київ, КНУ ім. Шевченка, 12 –13 листоп. 2020 р. Київ. 2020. С.111–113 (*Особистий внесок здобувача – проведено РФА на основі обраних зразків*).

2. Вовк Ю. Р., Індутний В.В., Піркович К.А. Пам'ятки культури: природні зміни хімічного складу та структури сплавів металів. *Підприємництво, торгівля, маркетинг: стратегії, технології та інновації*: матер. III міжнар. наук.-практ. Інтер.-конф. м. Київ, КНТЕУ, 27 травня 2020 р. Київ. 2020. С. 186–190. (*Особистий внесок здобувача – проведено РФА на основі обраних зразків*).

3. Вовк Ю.Р. Рентгенофлуоресцентний аналіз поверхні холодної зброї XIX століття. *Глобалізаційні виклики розвитку національних економік*: матер. III міжнар. наук.-практ. конф. м.Київ, КНТЕУ, 19 жовтня 2021 р. Київ. 2021. С. 383–386. (*Особистий внесок здобувача – проведено РФА на основі відібраних зразків*).

4. Вовк Ю.Р. Експертиза та атрибуція холодної зброї. *Альманах науки*. №1 (46) 2021. С.29-32. (*Особистий внесок здобувача – проведення атрибутивної експертизи*).

5. Вовк Ю.Р. Рентгенофлуоресцентний аналіз як метод дослідження предметів холодної зброї з чорних металів. *Підприємництво, торгівля, маркетинг: стратегії, технології та інновації*: матер. IV міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. м. Київ, КНТЕУ, 27 травня 2021 р. Київ. 2021. С.137–140. (*Особистий внесок здобувача – проведення РФА на основі обраних зразків*).

6. Vovk Y., Merezhko N., Indutnyi V., Pirkovich K., Andreiev O. A new method of studying the chemical composition of the surface of historical melee

weapons in the context of the question of its authenticity. *Scientific goals and purposes in XXI century: 2 nd International Scientific and Practical Conference*. Seattle, USA 19–20. 01. 2022. Seattle. 2022. № 95, P. 662–671. (Особистий внесок здобувача – відбір та попередній аналіз зразків, проведення РФА на основі обраних зразків).

7. Vovk Y. Unification of experimental research of cold weapons. *Science, innovations and education: problems and prospects: XIV International Scientific and Practical Conference*. Tokio, Japan, 25–27.08. 2022. Tokio. 2022. P. 81–86. (Особистий внесок здобувача – проведення експертизи власноруч відібраних зразків холодної зброї).

8. Vovk Y. Determination of dangerous impurities on the surface of historical and authentic cold weapons. *Latest directions of modern science: the III International Scientific and Practical Conference*. Vancouver, Canada, 23–25. 01.2023. P. 256–258. (Особистий внесок здобувача – проведено експертизу власноруч відібраних зразків холодної зброї).

9. Vovk Y. The Rao - Russell index for determining the affinities of samples cold weapons of the blade type. *Scientific Collection «InterConf»: the 2nd International Scientific and Practical Conference*. Warsaw, Poland, 26-28. 01. 2023. P. 607-616. (Особистий внесок здобувача – дослідження з використанням алгоритму Рассела-Рао для визначення спорідненостей власноруч відібраних зразків холодної зброї).

10. Vovk Y., Merezhko N., Indutnyi V., Pirkovich K. Andreiev O. *Changes in the chemical Composition of the Metal Surface during Heating*: матер. міжнар. мультидисцип. наук. інтернет-конф. м. Тернопіль, Україна – м. Переворськ, Польща, 20–21 червня 2023 р. Тернопіль-Переворськ. 2023. С. 222-232. (Особистий внесок здобувача – проведено експертизу за допомогою РФА на власноруч відібраних зразках холодної зброї).

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	15
ВСТУП.....	16
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ ХОЛОДНОЇ ЗБРОЇ.....	22
1.1 Поняття, властивості та якість холодної зброї.....	22
1.2 Чинники формування якості холодної зброї.....	31
1.3 Видова класифікація холодної зброї.....	36
1.4 Методологія експертного оцінювання холодної зброї.....	42
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1.....	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	52
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	57
2.1 Обґрунтування вибору об'єктів та загальна схема досліджень.....	57
2.2 Вибір критеріїв експертного оцінювання холодної зброї.....	64
2.3 Обґрунтування методів дослідження.....	69
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2.....	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	75
РОЗДІЛ 3. ТОВАРОЗНАВЧА ЕКСПЕРТИЗА ХОЛОДНОЇ ЗБРОЇ.....	79
3.1 Морфометрична спорідненість холодної зброї.....	79
3.2 Розробка регламенту експертизи холодної зброї.....	87
3.3 Дослідження хімічного складу поверхні холодної зброї.....	90
3.4 Вплив термічної обробки на хімічний склад поверхні холодної зброї.....	94
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3.....	113
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	115
РОЗДІЛ 4. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОГНОЗОВАНОЇ ВАРТОСТІ ДЛЯ ЕКСПЕРТИЗИ ХОЛОДНОЇ ЗБРОЇ.....	118
4.1 Розробка моделі прогнозування вартості холодної зброї.....	118

4.2 Застосування моделі і розрахунок прогнозованої вартості холодної зброї.....	128
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4.....	134
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	135
ВИСНОВКИ.....	136
ДОДАТКИ.....	139

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

РФА – рентгенофлуоресцентний аналіз.

ХЗ – холодна зброя.

КХЗ – клинкова холодна зброя.

ПХЗ – предмети холодної зброї.

МНК – метод найменших квадратів.

ВСТУП

Холодна зброя – це один з найдавніших винаходів людства, який з’явився ще сім тисячоліть тому в бронзову добу (ранній енеоліт), коли були вперше виготовлені предмети з металів – міді, бронзи, свинцю. Зброя, посуд, ужиткові речі, які сьогодні вивчають археологи, історики, мистецтвознавці та товарознавці, є джерелом об’єктивної інформації про давній світ, розвиток технологій, мистецтва та культури в загалом. Вони становлять вагомую частину на антикварному ринку світу. За інформативністю та видовим розмаїттям зброя посідає чільне місце серед артефактів минулого і є специфічним товаром.

Нині вивчення холодної зброї здійснюється за такими загальними напрямками (в алфавітному порядку, а не за порядком важливості для дисертаційного дослідження):

- джерелознавчі методи;
- дослідження хімічного, фазового та ізотопного складу металів, а також речовин, з яких було виготовлено холодну зброю;
- математичні методи обробки аналітичних та емпіричних видів даних;
- мистецтвознавчі дослідження;
- морфометричні й стилістичні методи дослідження;
- трасологічні методи.

Зазначені напрями дослідження формують значний комплекс інформації, який не може бути повною мірою врахованим для вирішення прикладних завдань товарознавства. Тому під час проведення товарознавчого оцінювання холодної зброї, експерт має значні труднощі в пошуках споріднених предметів на світових ринках, адже без спеціальних знань та застосування уніфікованих алгоритмів неможливо ідентифікувати ознаки, які свідчать про походження зброї, її автентичність, вік та призначення – бойове, церемоніальне або декоративне тощо.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана відповідно до планів науково-дослідних робіт Державного торговельно-економічного університету за держбюджетними темами: «Формування властивостей непродовольчих товарів» (I кв. 2019 – IV кв. 2021), «Експертиза непродовольчих товарів» (I кв. 2021 – I кв. 2023), «Дослідження якості та безпечності непродовольчих товарів» (I кв. 2022 – IV кв. 2027), «Товарознавча оцінка ювелірних виробів та антикваріату» (I кв. 2022 – I кв. 2023).

Мета і завдання дослідження. Мета роботи – науково-теоретичне обґрунтування та проведення товарознавчої експертизи клинкової холодної зброї для встановлення її автентичності, а також прогнозування вартості для оцінювання рівня можливих збитків національної культури у разі її втрати.

Досягнення зазначеної мети здійснювалося шляхом вирішення таких завдань:

- обґрунтувати вибір зразків клинкової холодної зброї, представленої в українських музеях та приватних колекціях, яка належить до певних історичних періодів та має різне призначення з метою проведення товарознавчої експертизи;
- запропонувати необхідну і достатню сукупність критеріїв і показників якості для встановлення автентичності та прогнозування вартості клинкової холодної зброї;
- визначити критерії для ідентифікації та встановлення еталонного виду клинкової холодної зброї на основі її морфометричних параметрів та показників спорідненості Рассела-Рао;
- розробити регламент товарознавчої експертизи клинкової холодної зброї;
- удосконалити методи визначення хімічного складу поверхні клинкової холодної для встановлення її автентичності та вікової приналежності;
- виявити вплив термічної обробки на хімічний склад поверхні та

- процес природного самоочищення клинкової холодної зброї;
- розробити математичну модель прогнозування вартості клинкової холодної зброї, зокрема для встановлення збитків, нанесених національній культурній спадщині України внаслідок збройної агресії російської федерації (рф);
 - впровадити результати досліджень у практику проведення товарознавчих судових експертиз та професійної оціночної діяльності.

Об’єкт дослідження – клинкова холодна зброя, виготовлена зі сплавів заліза різних історичних періодів, що має матеріальну, художню та історико-культурну цінність і зберігається в музейних фондах й приватних колекціях України та реалізується на аукціонах.

Предмет дослідження – критерії, показники якості, автентичність та вартість клинкової холодної зброї.

Методи дослідження. Виконання поставлених у дисертаційній роботі завдань реалізовано з використанням стандартних методів досліджень: органолептичного, морфометричного, рентгенофлуоресцентного аналізів, емісійного аналізу за допомогою електронного мікроскопа та методів математичного моделювання.

У роботі також використані методи дослідження, розроблені автором, а саме: встановлення автентичності клинкової холодної зброї на основі результатів хімічного дослідження її поверхні. Запропонована також удосконалена автором методика прогнозування вартості холодної зброї на основі регресійного аналізу даних ринку.

Актуальність теми пояснюється відсутністю ефективних та в достатній мірі формалізованих регламентів визначення показників якості холодної зброї та критеріїв для доведення її автентичності, а також придатних для здійснення комплексної товарознавчої експертизи й прогнозування її вартості на основі даних відкритого антикварного ринку. Особливу актуальність робота має для

виконання завдань оцінки збитків національної культури, нанесених збройною агресією російської федерації проти України.

Наукова новизна роботи полягає у розробленні регламенту проведення товарознавчої експертизи, який включає встановлення автентичності клинкової холодної зброї, а також прогнозування її вікової приналежності та вартості, зокрема в завданнях оцінки фінансових збитків унаслідок збройної агресії російської федерації.

Уперше:

- обґрунтовано сукупність критеріїв, показників якості та методів дослідження клинкової холодної зброї в експертній справі;
- доведено можливість застосування розробленого алгоритму встановлення автентичності та вікової приналежності клинкової холодної зброї з використанням удосконаленого методу дослідження хімічного складу її поверхні та впливу термічної обробки.

Набуло подальшого розвитку:

- удосконалення методів дослідження хімічного складу поверхні клинкової холодної зброї;
- удосконалення прогнозування вартості клинкової холодної зброї з урахуванням видової специфіки.

Практична значимість результатів дослідження полягає у:

- розширенні науково-технічної бази досліджень щодо встановлення автентичності та прогнозованої вартості холодної зброї;
- впровадженні в дослідницький процес методики встановлення автентичності холодної зброї в лабораторії Незалежного Інституту Судових Експертиз;
- впровадженні в дослідницький процес методики встановлення автентичності холодної зброї в лабораторії кафедри мистецтвознавчої експертизи Національної академії керівних кадрів культури і мистецтв при Національному заповіднику «Києво-Печерська лавра»;
- впровадженні в дослідницький процес методики встановлення

автентичності холодної зброї в лабораторії електронної мікроскопії Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка Національної академії наук України.

Особистий внесок здобувача полягає у виборі теми дисертації, обґрунтуванні та визначенні мети, об'єкта, методів досліджень, визначення обсягів корисної інформації, що становлять практичну цінність, постановці наукових завдань, проведенні експериментальних досліджень, інтерпретації одержаних даних, апробації та впровадженні результатів досліджень, формулюванні висновків.

Експериментальні дослідження проводились у лабораторіях кафедри товарознавства та митної справи Державного торговельно-економічного університету; лабораторії Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка Національної академії наук України, Національного науково-дослідного реставраційного центру України, Спеціалізованої лабораторії з питань експертизи та досліджень Держмитслужби України. У наукових працях, опублікованих у співавторстві, здобувачу належать формулювання основних ідей, організація та участь у проведенні досліджень, аналіз отриманих даних, формулювання висновків.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дисертації впродовж 2019 – 2023 рр. доповідались, обговорювались та отримали позитивну оцінку на міжнародних та всеукраїнських конференціях і симпозіумах, а саме: II Міжнародній науково-практичній Інтернет-конференції «Підприємництво, торгівля, маркетинг: стратегії, технології та інновації» (КНТЕУ, м. Київ, 29 травня 2019 року), щорічній науково-практичній конференції Національного музею історії України (м. Київ, 28– 29 листопада 2019 року), III Міжнародній науково-практичній Інтернет-конференції «Підприємництво, торгівля, маркетинг: стратегії, технології та інновації» (КНТЕУ, м. Київ, 27 травня 2020 року), VII Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Об'єднати наукою. Перспективи міждисциплінарних досліджень» (КНУ ім. Т.Г.

Шевченка, м. Київ, 12–13 листопада 2020 року), II Міжнародній науково-практичній конференції «Глобалізаційні виклики розвитку національних економік» (КНТЕУ, м. Київ, 19–20 жовтня 2021 року), IV Міжнародній науково-практичній конференції «Наука та пріоритети», (м.Київ, 30–31 березня 2021 року), IV Міжнародній науково-практичній Інтернет-конференції «Підприємництво, торгівля, маркетинг: стратегії, технології та інновації» (КНТЕУ, м. Київ, 27 травня 2021 року), The III International Scientific and Practical Conference «Latest directions of modern science» (Vancouver, Canada, 23–25.01.2023), II International Scientific and Practical Conference «Diversity and inclusion in scientific area» (Warsaw, Poland, 26-28. 01. 2023).

Публікації. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 16 наукових праць, у тому числі: 3 статті у фахових виданнях, 3 англомовні статті у виданні наукометричної бази Scopus, 10 тез доповідей на міжнародних, всеукраїнських наукових конференціях та симпозіумах.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація включає вступ, 4 розділи, висновки, список використаних джерел, додатки. Повний обсяг дисертаційної роботи викладений на 153 сторінках друкованого тексту, (основний текст дисертації – 138 сторінок), містить 20 таблиць та 17 рисунків. Додатки містять таблиці та документи із впровадження наукових досліджень.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ ХОЛОДНОЇ ЗБРОЇ

1.1 Поняття, властивості та якість холодної зброї

Зброя – важливий і невід’ємний атрибут історичних змін та модернізацій. Холодна зброя не є винятком. Розглянемо типові визначення терміна «холодна зброя».

Стаття 1 Закону України від 21.09.1999 № 1068-XIV «Про вивезення, ввезення та повернення культурних цінностей» [1] визначає холодну зброю як різновид пам’яток культури – «різноманітні види зброї, що має художню, історичну, етнографічну та наукову цінність».

За визначенням, наведеним у Методиці криміналістичного дослідження холодної зброї та конструктивно схожих з нею виробів, холодна зброя – предмети та пристрої, конструктивно призначені та за своїми властивостями придатні для неодноразового завдання тяжких (небезпечних для життя у момент спричинення) і смертельних тілесних ушкоджень, дія яких заснована на використанні м’язової сили людини [2].

Конструктивно та за способом нанесення тілесних ушкоджень холодна зброя поділяється на:

- зброю безпосередньої дії (клинкову, неклинкову, комбіновану);
- зброю опосередкованої дії (метальну).

Згідно з академічним тлумачним словником української мови, холодна зброя – зброя, дія і застосування якої не пов’язані з використанням пороху та інших вибухових речовин [3].

Згідно з тлумаченням юридичної енциклопедії, холодна зброя – це зброя, бойове використання якої не пов’язане із застосуванням вибухових речовин. За своєю конструкцією є простою і слугує для рукопашного бою [4]. Залежно від характеру дії поділяється на:

- ударну (обушок, клевець, пернач, булава, буздиган);
- колючу (шпага, ніж, рапіра, сариса, піка, багнет, кончар, кортик, спис, рогатина, стилет, протазан тощо);
- рубаючу (сокира, бердиш);
- рубаючо-колючу (меч, кинджал, тесак, ятаган, палаш, алебарда, шабля тощо);
- металну (лук, арбалет тощо).

Згідно з тлумаченням митної енциклопедії, холодна зброя – це знаряддя, виготовлені людиною для боротьби зі своїми ворогами (людьми або тваринами). За принципом дії холодна зброя може бути ріжучої, колючої, ріжучо-колючої, рубаючої дії [5].

Зброя поділяється на типи: клинкова, древкова та ударна.

Холодна зброя з'явилася на ранній стадії розвитку людського суспільства як військовий інструмент, засіб оборони і полювання. Також холодна зброя мала застосування й у побуті (зокрема ножі).

З появою вогнепальної зброї холодна зброя поступово втрачає своє значення, однак деякі її види продовжують залишатися на озброєнні, доповнюючи бойові можливості ручної вогнепальної зброї. Окремі види холодної зброї збереглися і на початку ХХІ століття, такі як: бойова (багнет) або почесна, нагородна (кортік, шабля, булава), спортивна (шабля, шпага, рапіра, спис, лук) види зброї [5].

Холодна зброя виникла в кам'яну добу і пройшла разом з людиною всі етапи еволюції, залишаючись найчисельнішим та найбільш різноманітним видом серед культурних цінностей нашої планети. Наразі, холодною зброєю можна вважати найпоширенішим об'єктом колекціонування, фальсифікації та контрабанди.

Вивченням холодної зброї як культурної цінності займаються експерти, проте експертиза та оцінювання холодної зброї має певні проблеми.

Нині, історична холодна зброя, що зберігається в музеях України, зазнає численних втрат через введення росією активних бойових дій. Музеї

знищуються, розграбовуються та руйнуються. Оцінювання цих втрат є важливим завданням не тільки для експертів, а й для держави загалом.

Холодна зброя належать до групи товарів, які не мають чинної документації, а її ідентифікація, визначення безпечності комплексної взаємодії із предметами холодної зброї передбачає розробку нових підходів до експертизи та визначення критеріїв і показників, а також засобів, за допомогою яких доцільно обґрунтувати віднесення їх до певного виду, групи, найменування.

Окрім того, існує низка проблем щодо проведення комплексної експертизи та оцінки холодної зброї.

На сьогодні в Україні відсутні стандарти ДСТУ та ISO для введення єдиної процедури дослідження та експертизи холодної зброї. Із чинної Методики криміналістичного дослідження холодної зброї та конструктивно схожих з нею виробів експертами може бути встановлено лише, чи належить досліджуваний зразок до типу «холодна зброя». Сама Методика визначає лише три види холодної зброї, зокрема:

- бойова;
- мисливська;
- кримінальна.

До бойової холодної зброї Методика відносить зброю, що призначена і придатна для смертельного ураження цілі під час виконання бойових та оперативно-службових завдань державними та іншими легітимними військовими або воєнізованими формуваннями та/або знаходилась у них на озброєнні [2].

До холодної бойової зброї не належать, наприклад, кухонні, туристичні ножі, предмети, конструкційно схожі на ножі, проте довжина яких не перевищує 90 мм, товщина клинка не перевищує 2,6 мм та якщо ці зразки не мають вираженої гарди або упору чи підпальцевих виїмок на руків'ї (або їх глибина менша за 5 мм) [2]. Окрім того, до холодної бойової зброї не належить історична, ритуальна, антикварна та подарункова холодна зброя.

До кримінальної холодної зброї належать виготовлені кустарним або саморобним способом предмети та пристрої, що призначені для завдання тілесних ушкоджень людині й не мають аналогів серед бойової та мисливської зброї.

Так, у результаті аналізу технічних умов на виготовлення різноманітних зразків холодної зброї чи криміналістичної практики Методикою визначені мінімальні розміри та інші припустимі технічні характеристики холодної зброї, а також найбільш припустимі розміри та аналогічні характеристики для декотрих типів виробів господарсько-побутового призначення, які конструктивно схожі на таку зброю [2].

Проте, через відсутність законодавства стосовно уніфікації експертизи та дослідження холодної зброї, відсутня єдина визначена процедура експертизи та атрибуції предметів, схожих на холодну зброю. Тому існує проблема визнання експертами тих чи інших методів експертизи холодної зброї.

Методика регламентує процедуру перевірки визначення належності досліджуваних зразків до холодної зброї.

Отже, виходячи з описаного вище відсутня єдина уніфікована процедура встановлення видово-родової приналежності досліджуваних зразків холодної зброї, а експертизи проводяться експертами відокремлено та не мають єдиної бази методик.

Будь-який товар, і холодна зброя також, має безліч властивостей, різних за своєю природою.

Властивостями товару називають його об'єктивно спостережені ознаки, що виявляються на кожній стадії життєвого циклу товару (проектуванні, виготовленні, розподілі і споживанні) [6]. Номенклатура споживних властивостей для конкретного товару може складатися з десятка найменувань.

Залежно від функціонального призначення товару, у тому числі холодної зброї, може поділятися на різні таксономічні, номенклатурні та асортиментні групи. Вибір номенклатури цих властивостей для конкретних товарів є

важливим завданням товарознавства. У процесі споживання товару його споживні властивості можуть розглядатися в контексті позитивного чи негативного впливу на людину й навколишнє середовище. Відповідно виділяють позитивні й негативні властивості товару [7].

Такі предмети застосовуються для нападу та захисту шляхом нанесення колючих чи рубаючих ударів [2], а також прикраси інтер'єру або, наприклад, як предмет колекціонування. Виконання основного функціонального призначення предметів залежить від форми й конструкції, які повинні відповідати призначенню виробу.

Функціональне та соціальне призначення предметів холодної зброї обумовлює певні особливості їх споживних властивостей. Узагальнена характеристика споживних властивостей і показників, що розкривають їх основний зміст, наводиться нижче.

Згідно із сучасними уявленнями товарознавства про «Функціональне та соціальне призначення товару» [6], холодну зброю оцінюють (описують або поділяють) за:

- цільовим призначенням – предмет при виготовленні або пристосуванні призначається для ураження живої цілі, нанесення ушкоджень (поразки) людині чи тварині;
- принципом дії – використання м'язової сили людини або механічного пристрою [7] ;
- безпосередністю дії – повинен бути безпосередній тристоронній контакт «рука – зброя – мета» (у металевій зброї такого контакту немає, і основним критерієм є саме використання мускульної сили для кидка або механічного накопичення кінетичної енергії [8]).

Соціальні властивості обумовлюють відповідність товару суспільно-необхідним потребам, доцільність збуту та споживання. Провідними науковцями товарознавства, зокрема дослідженнями [9], виділено таку соціальну функцію холодної зброї, як рівень задоволення потреб людини в процесі користування виробом.

Подальшими дослідженнями експертів до функцій соціального призначення також віднесено символічну природу предметів ХЗ, яка обумовлена історико-культурними традиціями, а також цінність холодної зброї для виконання її функцій за призначенням – оборони, предметів-подарунків, традиційно-ритуальною атрибутикою, колекцій, артефактів, сувенірів, символів відзнак, культових виробів [8].

Історико-культурна значущість предметів розкривається через суспільне ставлення до імені майстра або фірми виготовлення, наявність особливо цінних даних з історії побутування виробу, причетність до історичних подій, видатних особистостей, інших пам'яток культури тощо.

Окрім того, холодна зброя має чіткі родові та видові особливості, що проявляються у різниці довжини предметів, співвідношень довжин леза чи рукоятки до загальної довжини предмета, ширині ріжучої кромки, ввігнутості леза та призначення. Це дає можливість експертам, без ґрунтовних досліджень, легко класифікувати зразки холодної зброї для подальших експертиз.

Досліджуючи холодну зброю, яку подають як художню, історичну та культурну цінність, дослідники додають їй значущості як предмета, що створює систему суспільного визнання та основу для самоствердження особистості. Відповідні предмети холодної зброї можуть бути в якості універсального символу високого позитивного статусу колекціонера, музеїв, фірми, із використанням у ринкових умовах окремих елементів або предмета загалом, як об'єктів-логотипів та геральдичних символів.

Естетичні властивості холодної зброї забезпечують задоволення естетичних потреб людини. Естетичні властивості товарів, зокрема й холодної зброї, повинні відповідати суспільним й особистим ідеалам, вимогам моди, стилю й смакам споживачів. Ці властивості формуються в процесі художнього конструювання виробів [9].

Естетичні властивості предметів холодної зброї спрямовані на опис ознак краси виробів, а їх показники відображають естетичні вимоги суспільства та людини, що склалися в певну історичну епоху. Художньо-

образна виразність, передусім, характеризує здатність форми предмета викликати почуття захоплення в людини, відображаючи національні особливості та характерні риси майстра або фірми. Так, зброя японських майстрів має особливу цінність через хамон, що видимий на поверхні леза й має різні форми та види. Хамон – видима лінія зонного загартування на традиційній японській холодній зброї, є однією з методик термообробки, що дозволяють домогтися різних характеристик для різних частин виробу. На клинкових виробках застосуванням зонного загартування прагнуть отримати високу твердість, у зоні ріжучої кромки – і кращу міцність, й ударну в'язкість за помірної твердості в іншому клинку [6].

Проте, поняття естетичності того чи іншого предмета, товару чи виробу є суб'єктивним. Згідно з думкою Віктора Шербульє, «красивим є лише те, що може служити символом бажаного ідеалу, виражене в раціональній та досконалій формі» [9]. Тож кожен споживач, навіть не експерт, може визначити для себе своє персональне значення «ідеалу».

Слово «ідеал» означає взірць досконалості, найвищу мету прагнень. Естетичний ідеал є однією з форм естетичного відображення дійсності, відображення не пасивного, а творчого, активного, здатного відкинути випадкове, неістотне й проникнути в сутність предмета. Тобто естетичний ідеал є відображенням сутності предмета, явища, процесу, зокрема сутності найвищого порядку, що містить у собі найвищу форму розвитку реальності.

В естетиці філософа Гегеля поняття «ідеал» стало центральною естетичною категорією, за допомогою якої він визначає природу й зміст мистецтва як духовної діяльності людини [9].

Тож, за Гегелем, «ідея як художньо прекрасне не є ідеєю як такою, абсолютною ідеєю, як її має розуміти метафізична логіка, а ідеєю, що почала розгортатися в дійсності і вступила з нею в безпосередню єдність».

Гармонічність об'ємно-просторової структури забезпечує взаємодію всіх елементів форми та конструктивних елементів холодної зброї між собою та з простором, де всі елементи форми предметів холодної зброї органічно

поєднані один з одним, підпорядковані й мають єдиний характер завдяки належному використанню засобів композиції – пропорцій, масштабності, ритму, симетрії, виявляють довершеність та елегантність [10].

Цілісність композиції, як правило, підкреслюється колоритом, орнаментом чи рисунком, нанесеним гравіруванням, клеймом або іншим методом на лезо або на будь-який інший конструктивний елемент, зокрема руків'я, гарду чи піхви.

Художньо-графічна виразність, наприклад, гравірованого малюнка на поверхні леза чи гарди, композиційно поєднує всі елементи, надає можливість їх впорядкованого та цілісного розташування.

Ергономічні властивості ХЗ обумовлюють здатність товару створювати відчуття зручності, комфортності під час використання його споживачем.

Ергономічні властивості ХЗ:

- гігієнічні властивості характеризують умови, що впливають на організм і працездатність людини при експлуатації ПХЗ;
- антропометричні властивості характеризують відповідність конструкції ХЗ і її елементів формі і масі тіла людини, що забезпечує комфорт, зручність при їх експлуатації;
- психологічні властивості – здатність ПХЗ забезпечувати при споживанні (експлуатації) відповідність досліджуваних зразків сприйняттю, мисленню, уявленням та навичкам людини;
- психофізіологічні властивості – властивості ХЗ, що комплексно задовольняють як психологічні, так і фізіологічні потреби людини і створюють відчуття комфорту [7].

Надійність холодної зброї – комплексна властивість, яка об'єднує поняття чотирьох основних властивостей. ХЗ має відповідати показникам довговічності, безвідмовності, ремонтпридатності, збережуваності.

Безпечність – властивість ПХЗ під час експлуатації, а також у випадку порушення чи руйнування зразка, не створювати загрози життю і здоров'ю людей, а також загрози довкіллю.

Натуральні властивості визначаються сировиною та матеріалами, структурою і властивостями, що набули вироби під час виготовлення та технологічної обробки [6].

Хімічний склад є важливим показником якості та безпечності холодної зброї, оскільки вміст основних компонентів і домішок визначає фізико-хімічні властивості сплаву й безпеку використання.

Хімічний склад предметів холодної зброї має тенденцію до поступових змін. Наявність результатів протікання процесів природної перекристалізації можна об'єктивно спостерігати під час експериментальних досліджень хімічного складу поверхонь металевих пам'яток культури [11], що були виготовлені в різні історичні періоди. Цей процес поступово відбувається й може бути діагностованим зокрема на поверхні предметів, адже поверхня знаходиться в стані хімічної взаємодії з навколишнім середовищем і її хімічний склад суттєво змінювався – окремі елементи, притаманні металевим сплавам, утворюють легкорозчинні сполуки й вилучаються, натомість інші, що знаходяться в навколишньому середовищі, утворюючи нерозчинні сполуки, залишалися на поверхні. Крім того, поступова природна перекристалізація сприяє елімінації окремих хімічних елементів зі складу металу на його поверхню, де також відбувається подальший процес хімічної взаємодії та взаємний обмін речовин із зовнішнім середовищем. Саме ця особливість є предметом нашої особливої уваги в подальших дослідженнях [11].

Отже, аналіз показників властивостей дозволив визначити важливість соціальні, функціональні, естетичні, ергономічні, властивості безпечності та надійності, які є основою оцінювання ХЗ.

Показники, що є найбільш значущими, не можуть бути визначеними лише за чинною нормативною документацією, оскільки вони там не регламентовані.

1.2 Чинники формування якості холодної зброї

Під час проведення товарознавчої експертизи холодної зброї важливим є визначення найменування, хронологічного періоду, стилю, соціального та

функціонального призначення, складу, мікроструктури, наявності небезпечних елементів на поверхні, методу виготовлення, виду обробки та оздоблення, клейма, інших знаків за допомогою певних засобів. Усі ці критерії надають уявлення про походження предмета і є основою ідентифікації. Найбільш суттєвими та прямими доказами оригіналів у світовій практиці є дослідження складу матеріалів.

Конструктивні елементи холодної зброї виготовляють із різних матеріалів. Так, лезо клинка, елементи ефесу, у тому числі гарда, а також оздоблення піхов виготовляють із металу, зазвичай із чорних металів, зокрема – сталі. Руків'я, власне піхви та оздоблення можуть виготовлятися з дерева, шкіри із додаванням елементів кольорових металів відповідно.

Стан і склад сплаву, з якого виготовлені конструктивні елементи холодної зброї, можуть бути показниками автентичності зразка. Так, вивчення металевого сплаву за допомогою рентгенофлуоресцентного аналізу й мікроскопічних досліджень дозволяє встановити ймовірний час створення виробу. Хімічний склад предметів із чорного металу, срібла та бронзи головним чином обумовлюється складом сировини, рівнем афінажу, технологічними умовами отримання сплаву.

Чорні метали – це метали й сплави на основі заліза, марганцю, хрому. Найбільш масове виробництво із сталі, феросплавів, чавуну [12].

Сталлю називають сплав, вміст вуглецю в якому не перебільшує 2% загальної маси; сплав, вміст вуглецю в якому знаходиться в межах від 2 до 6%, називають чавуном [13].

За вмістом вуглецю сталі поділяють на дві групи:

- м'яка сталь, або технічне залізо (містить до 0,3 % вуглецю);
- тверда сталь (містить від 0,3 до 2,14 % вуглецю) [14].

Ідентифікаційною ознакою, що опосередковано свідчить про час створення предметів із чорного металу, є розмір зерен металу, визначений мікроскопічним методом. Дослідженнями визначено, що швидко охолоджений і механічно оброблений метал має дрібніші зерна, ніж литий і повільно

охолоджений [13].

Отже, виготовлення сучасних виробів відбувається з використанням певної технології, що забезпечує дрібнішу структуру порівняно з антикварними.

Діагностика методу виготовлення, виду обробки та оздоблення холодної зброї дозволяє виявити особливості технологічних процесів, що характерні для певного хронологічного періоду. Форма холодної зброї може бути отримана різними способами, зокрема механізованим: литтям, штампуванням та ручним: куванням, дифуванням.

Зазначимо, що спосіб виготовлення значною мірою впливає на собівартість. Так, предмети, що зроблені з використанням ручних методів, мають вищу вартість, ніж аналогічні, отримані методом лиття, зокрема для елементів оздоблення, або штампуванням [14].

У процесі лиття в тверді розбірні форми в місцях з'єднання форми на виробі утворюються шви, а поверхня всього предмета може бути нерівномірно шорсткою, що потребує додаткової обробки.

Характерними діагностичними ознаками предметів із сплавів, виготовлених методом лиття, є:

- точкові отвори, що вказують на пористість;
- відкриті ямки, порожнини;
- необроблений вигляд складних дрібних елементів;
- наявність ямок і необроблених поверхонь у маленьких виїмках на внутрішніх сторонах виробу, де полірування ускладнено [14].

Ще одним методом виготовлення елементів холодної зброї є штампування. Штампування дає можливість отримати рельєф за допомогою тиску між двома формами – матрицею та пуансоном. Такий метод створення форми широко використовується для виготовленні оздоблювальних елементів та лез холодної зброї [15].

Кування є основним та найбільш поширеним методом виробництва холодної зброї. Кування засновано на високій пластичності металів. Тобто

стрічка або лист легко розплющується і розтягується в будь-якому напрямі під тиском чи ударом молота, не утворюючи ламкості. Метали вимагають різних технологічних умов під час обробки відповідно змін, що відбуваються під дією температури в їх кристалічних ґратках.

Ознакою кованих предметів є незначна нерівність поверхні з м'яким, мерехтливим блиском, навіть після полірування. Коли листовий метал у холодному стані під ударами молотка формують за моделлю чи шаблоном, він має специфічний нерівномірний по поверхні вид деформації, який називають виколоткою [13].

Окрім досліджень методу виготовлення та його впливу на зовнішній вигляд досліджуваних зразків холодної зброї, існують і специфічні методи дослідження холодної зброї. Одним із таких методів можна назвати дослідження матеріально-фіксованих слідів (слідів-відображень), що залишає предмет холодної зброї. Вивчення матеріально-фіксованих слідів (слідів-відображень) здійснює трасологія – криміналістичне вчення про сліди.

Окреме важливе місце серед досліджень холодної зброї посідає дослідження оздоблення та обробки готового виробу. Завдяки особливостям обробки, оздоблення, індивідуальним штампам, підписами та клеймам, гравіруванням експерти, які займаються атрибуцією, можуть встановлювати вік, виробника та автентичність холодної зброї.

Основними методами обробки холодної зброї є шліфування та полірування, основними методами оздоблення – карбування та гравірування.

Шліфування використовують для створення гладенької поверхні виробу за допомогою бязевих або фетрових кругів, що обертаються, з використанням абразивної пасти.

Шліфування та полірування допомагають усунути недоліки, що виникають під час виготовлення холодної зброї [15].

Полірування – метод обробки, який застосовують для створення дзеркального блиску на поверхні виробів. Розрізняють полірування вручну, механічне та електрохімічне.

Карбування – один з найпоширеніших видів холодної обробки металу, який являє собою процес отримання складного рельєфного зображення на тонких листах шляхом ручної виколотки, а також обробки поверхні виробів, що отримані художнім литтям з метою усунення дрібних дефектів [16]. Для виготовлення застосовуються такі види карбування:

- контурне карбування – на поверхні листового металу без виробки рельєфу. Може бути ввігнутим, опуклим та таким, що деякою мірою нагадує гравірування;
- ажурне карбування – фон зображення висікається за допомогою спеціальних чеканів-січок. Головне в композиції ажурного карбування – це ритм, який створюють порожнечі й сам ажурний малюнок;
- декоративно-фактурне карбування – створення фону, фактури малюнка [15].

Гравірування застосовують для отримання візерунків, зображень, орнаментів, монограм на поверхні виробу за допомогою різних штихелів.

Використовують гравірування під глянець, під чорніння та емаль, а також у вигляді монограм (різьблення). Особливий прийом глибокого гравірування має назву «оброн». При цьому прийомі фон навколо зображення опускається (вибирається) за допомогою різця, завдяки чому він стає рельєфним. Рівень складності виконання гравірування здебільше залежить від площі малюнка. Гравіруванням найчастіше наносилися клейма та назви шкіл майстрів (азійські типи зброї). Гравіруванням може також наноситися іменник автора.

Важливим у процесі атрибуції та визначенні автентичності є клейма. Клеймо – графічне зображення, особливий знак, що наноситься на виріб з метою його ідентифікації та вказує на назву підприємства, яке виготовило товар, ім'я автора і т. ін. Також клеймо може слугувати знаком якості [17].

Клеймо (тавро) може наноситися різними способами, але на виробках із металу клеймо наноситься ударним методом, інструментом з більш твердих металів.

Основна інформація про зразок холодної зброї, яку можна визначити завдяки клейму:

- період виготовлення зброї;
- спосіб виготовлення (кустарний чи фабричний);
- автора;
- регіон виготовлення.

Визначити автора, період та регіон створення холодної зброї можна за допомогою клейм майстрів, які виготовили досліджувані вироби. Але, на жаль, клеймо на зброї далеко не завжди задовільний і придатний до атрибуції зброї матеріал, адже клейма могли повторюватися, знищуватися, наноситися повторно, а сама інформація про ці зміни не зберігалась. Окрім того, відомі далеко не всі клейма зброярів, не лише минулого, а й наших сучасників. До того ж, значну частину клейм досі не встановлено, кому вони належали або відсутні дані про розміри клейм, у тому числі про їхню глибину, що ускладнює визначення їх автентичності [18].

Клейма поділялися на міські, або цехові, та особисті. Більшість майстрів та цехів використовувала у складі клейм знаки, закріплені за ними в офіційних документах [19].

Наприклад, існує система нанесення клейм на статутну холодну зброю, що складається з трьох компонентів:

- тавро майстра (або підприємства), яке виготовило зброю;
- тавро бракувальника, що підтверджує якість виробу;
- емблема (корпоративне тавро) тієї військової частини, в якій проходив службу власник зброї.

Найбільш характерними клеймами холодної зброї є:

- літери імені майстра або назви виробництва;
- рослинні елементи (квіти, зокрема лілія, плетіння);

- тварини чи елементи, що відображають частини тіла тварин (зокрема вовк, олень тощо)
- вензеля.

Проте, маючи усю наявну інформацію про клеймо, можна доволі точно провести атрибуцію досліджуваного зразка холодної зброї.

Отже, знаючи основні методи виготовлення, склад та способи обробки чи оздоблення холодної зброї, можна визначити автентичність зразка, час його виготовлення, майстра, цех чи регіон виготовлення та особливості побутування. Це є важливим аспектом експертної діяльності, адже виконує основне експертне завдання – встановити справжність виробу.

Знаючи історію зразка та маючи висновок про автентичність, експертами можуть робитися й такі висновки як про прогнозовану оціночну вартість предмета, безпечність у користуванні, контактуванні та зберіганні зразка тощо.

Проте процес надання експертного висновку досі ускладнений через відсутність єдиних підходів до вибору експертних методів у товарознавчій експертизі та оцінюванні холодної зброї. Тому, одним з основних завдань експерта, перш за все, є виокремлення необхідних критеріїв оцінювання на основі даних про склад, способи та методи виготовлення досліджуваних зразків.

1.3 Видова класифікація холодної зброї

Серед величезного розмаїття речових джерел особливе місце належить предметам озброєння, вивченню яких присвячено чимало досліджень. З найдавніших часів на теренах України різні народи та племена використовували певні набори предметів озброєння, що поділялися на дві основні групи: холодну зброю і захисне спорядження, яке виникло пізніше у зв'язку з удосконаленням бойових засобів озброєння.

Історична холодна зброя, яку можна спостерігати у музеях, виставках, приватних колекціях, кінострічках, літературі, така як: шаблі, багнети, шпаги, мечі, ножі та інше – легко розпізнається на рівні видової назви. Зазвичай навіть

не експерт-товарознавець може із впевненістю відрізнити меч від шпаги, проте для більш глибокого визначення типу, виду й роду зразків холодної зброї необхідні знання експертів.

Найперші зразки зброї з'явилися ще за доби кам'яного віку й розвивались від примітивних палиць до досить складних предметів озброєння, таких як: сокира, лук, стріли, списи із гостро заточеними кам'яними наконечниками, виготовленими переважно із кременю. Деякі племена створювали таку кількість бойових предметів, що навіть дістали за ними назву (наприклад, племена культури «бойових сокир») [20].

Військове озброєння княжої доби зазнало впливу західної військової культури, принесеної на Русь варварами, а також увібрало місцеві традиції, що існували з давньослов'янських часів. Виявлені пам'ятки дають можливість простежити шлях княжої дружини – від найманої варязької дружини, пізніше варязько-слов'янської. Дружина перестала бути схожою на варяг, найманий загін адаптувався до місцевого типу військових дій, звичного для місцевого населення XI століття. Відповідно до тогочасних вимог військової справи, головною ударною силою війська Київської Русі стає озброєна кіннота.

Далі бойова стратегія змінювалась, удосконалювалися засоби захисту, що, у свою чергу, вимагало подальшого розвитку предметів озброєння. Поява вогнепальної зброї призвела до кардинальної зміни військової стратегії і тим самим змінила вигляд холодного озброєння.

У зброєзнавстві увесь масив предметів озброєння прийнято поділяти на декілька груп, переважно за призначенням. Серед найпоширеніших груп клинкової холодної зброї, що побутували в Україні в різні історичні епохи, переважають такі зразки ріжучої та рублячої клинкової холодної зброї, як ножі, мечі, шаблі, сокири, багнети тощо.

Ніж із найдавніших часів був неодмінним компонентом озброєння кожного воїна, як пішого, так і кінного.

Ніж – це ріжучий інструмент, який складається з клинка – смуги твердого матеріалу (зазвичай металу) з лезом на одній або декількох сторонах.

У конструкції найчастіше можна виділити клинок і руків'я. У клинка може бути виражене колюче вістря [21].

Ніж мав не тільки військове, а й побутове призначення, міг бути поясним, підсайдачним чи захальним. Поясний ніж кріпився на пасі, до якого чіплявся гаком, що містився на піхвах меча або шаблі. Лезо поясного ножа мало дві ріжучі кромки довжиною 10 – 15 см.

Ножі, кинджали, кортики та інші подібні предмети озброєння використовують і в сучасному війську. Їхня історична цінність визначається змістом інформації про минуле, який вони містять: написами, зображеннями, технологією виготовлення, часом та місцем походження, іменами авторів та власників тощо.

Одним із старовинних видів холодної зброї був також меч, що складався із леза, перехрестя та рукояті.

Меч – вид холодної зброї із прямим клинком, призначений для рубання або уколу, у найширшому значенні – збірна назва всієї довгої зброї із прямим лезом [22]. Лезо в довжину сягало 1 м, у ширину 5–6,5 см. Воно було загострене з обох боків, тобто мало дві ріжучі кромки. Пласкі частини леза меча мають назву голомя, або голомені [23]. На них майже завжди робили широку канавку – долу, що починалася від рукоятки і закінчувалася вістря. Вона відігравала роль ребра жорсткості й надавала лезу меча стабільності. Лезо меча від рукояті відділяло перехрестя. Рукоять меча монтувалася на черені й закінчувалася круглим або видовженим «яблуком» [23].

У IX–X століттях у Київській державі почали використовувати шаблю, яка з'явилась у степах Євразії. За даними археологічних досліджень, у VII–VIII століттях шабля найімовірніше була винаходом кочових народів. Тому не дивно, що вона поширилася насамперед у середовищі воїнів-вершників.

Як один із символів козацької доби та української державності, шабля широко описана в підручниках історії, літературних та науково-публіцистичних виданнях і публікаціях, а також представлена на історичних

фото, картинах і в кінофільмах, тому легко розпізнається на рівні видової назви [24].

За академічним словником української мови та тлумачним словником української мови, шабля – це холодна, переважно кавалерійська зброя з зігнутих сталевим лезом і гострим кінцем [25]. За словником іншомовних слів, шабля – рубляче-ріжуча і колюче-ріжуча клинкова холодна зброя, як правило, однолезова (інколи – з полуторним заточуванням), має характерний вигин у бік обуха [25]. Середня довжина клинка – 80–110 см. У різних модифікаціях шаблі були широко поширені в Східній Європі та Азії в період з IX по XX століття як основна холодна зброя кавалерії і частково піхоти [25].

Шабля, так само як і інші різновиди холодної зброї, має лише їй притаманні властивості. Завдяки вигнутому лезу шабельний удар має круговий характер, захоплює порівняно з прямим лезом більшу поверхню і є одночасно рубляче-ріжучим. Шаблею можна було завдавати й ефективних колючих ударів, оскільки остання третина леза – елмань – гострилася, як лезо меча, з обох боків.

З розвитком більш важких озброєнь і обладунків з XIV–XV століть шабля стає довшою – до 117 см, ширшою – до 5 см, важчою. Розвивається захисний компонент руки – замість простого перехрестя виникає гарда.

Багнет – традиційна зброя французької піхоти XVII ст. Поява багнета означала, що розпочався процес розвитку військової справи. Таким чином, комбінація рушниці з багнетом прийшла на зміну традиційного короткого списа. З появою багнета відпала потреба в спорядженні одних солдатів вогнепальною, а інших лише холодною зброєю, бо стрільці отримали ефективну зброю, у тому числі й для рукопашного бою [26].

Спочатку багнет був ножем (вістря списа), руків'я якого встромлялося в дуло рушниці, а в непримкнутому положенні він зберігався в піхвах, відомий як «багнет» або «корковий багнет». Наприкінці XVII століття (приблизно

1670 року) з'являються багнети з трубкою замість руків'я, а близько 1700 року – шийка між трубкою і лезом [27].

Трубка давала змогу настромляти багнет ззовні дульного отвору, уможливлуючи стрільбу з примкнутим багнетом; але у випадках надто великої маси рушниці й багнета він примикався лише перед рукопашним боєм [26].

Багнети класифікуються за формою клинка та за способом кріплення.

За формою клинка:

- голкові (круглий);
- грановані (тригранний, чотиригранний);
- клинкові (багнет-тесак, багнет-ніж);
- інструментальні.

За способом кріплення:

- від'ємні;
- невід'ємні.

На теренах України 3-гранний багнет з трубкою був прийнятий на озброєння в 1708 році, наприкінці XIX століття його замінив 4-гранний [28].

У період між світовими війнами використовувалися гранчасті багнети (СРСР, Франція) та клинкові у вигляді ножа або кинджала (Німеччина, Японія тощо), під час Другої світової війни застосовувалися також невід'ємні багнети, які в похідному положенні складалися та фіксувалися вздовж ствола [29].

За академічним словником української мови, багнет – колюча зброя, яку звичайно насаджують на кінець дула рушниці, штик. Довжина стандартних багнетів-ножів варіюється від 270 мм до 315 мм, довжина клинків – від 150 мм до 205 мм. Товщина леза варіюється від 21,8 мм до 30 мм відповідно [26].

Колюча зброя також становила вагому частку холодної зброї [30]. До неї відносять усі різновиди списів, які мали різні розміри (приблизно півтора метра у піших і два з половиною – у кінних воїнів) і форми вістря – бойової частини списа. За формою вістря їх поділяють на бронебійні, ріжучі тощо. Серед основних різновидів списів учені розрізняють рогатини

(використовувались також як мисливська зброя), совни (бойові коси), сулиці (метальні списи). До колючої зброї можна віднести й торч – круглий щит, у центрі якого було закріплено залізну руку з мечем. У торч входила ліва рука воїна, а сам щит прив'язувався до тулуба воїна ременями та шнурами, оскільки був дуже важкий. Торч використовували під час оборони фортець. Цей різновид колючої зброї трапляється дуже рідко [31].

Ударна зброя належить до зброї ближнього бою. Вона веде свій родовід від палиці первісної людини – товстої гілки із потовщенням на кінці. З часом наверх палиці почали штучно обважнювати – забивати цвяхи, обковувати металом або просто виготовляти із металу. Поступово вона трансформувалась у булаву, яка згодом стала символом гетьманської влади. Ударна зброя була поширена серед багатьох народів світу, тому пам'ятки, що за формою схожі на булаву, представлені численними археологічними та зображальними джерелами. Подекуди наверх булави набирали з кількох металевих пластин. Такий її різновид дістав назву «пернач» (ознака влади полковника в козацькій державі). Окрім булави та її модифікацій до ударної зброї можна віднести обушок – металеву кулю або гирку, прив'язану до шкіряного ременя чи ланцюжка довжиною до півметра. Іноді ланцюжок прив'язували до рукояті з дерева. Булава й пернач, як атрибути державної влади, іноді прикрашалися коштовностями, подекуди мали кинджал, що вкручувався в рукоятку.

Ще однією групою холодної зброї є металеві. До неї належать луки й самостріли (арбалети). Луки виникли в епоху мезоліту у зв'язку з необхідністю удосконалення прийомів полювання й тривалий час залишалися зброєю не тільки бойовою, а й мисливською. Вони виготовлялися з дерева та рогу й були вже досить складними у скіфську добу.

1.4 Методологія експертного оцінювання холодної зброї

Нині експертами вивчення холодної зброї здійснюється за описаними нижче загальними напрямками.

Джерелознавчі методи – передбачають вивчення холодної зброї в системі знань про її використання: уніформування, символізму, просопографії, ономастики, геральдики, фалеристики, архівознавства, сфрагістики тощо. Описані дослідження дозволяють знайти та ідентифікувати необхідні та невідомі експерту джерела інформації для проведення ґрунтовної наукової атрибуції, а також, у разі можливості, визначити власників пам'ятки, її походження та побутування, історію та місце створення, авторство, датування, особливості використання та інше. Найбільш відомі роботи [15] та [17], у яких піднімається питання складності проведення атрибутивної експертизи з метою встановлення класової та родової приналежності холодної зброї козацької доби, наукова праця [32] присвячена історії та розвитку класичного перського ножа – карда, що мав як побутове, військове, так і церемоніальне призначення. Авторами пропонується огляд історичного розвитку карда згідно з відомостями перських писемних джерел, а також короткий опис виробництва перських ножів [32].

У роботі [33] проводять регламентацію методик виконання вимірювань (групами за видами вимірювань, об'єктами вимірювань, показниками точності) та визначення оптимальної номенклатури метрологічних характеристик методик виконання вимірювань, які підлягають дослідженню.

Описаний метод дозволяє знайти та ідентифікувати необхідні та невідомі експерту джерела інформації про досліджувані предмети холодної зброї. Джерелознавчий метод завдяки аналізу наявної і доступної інформації про зразок дозволяє зробити чіткий опис холодної зброї та віднести його до певної видової та родової групи. Такий метод є основним для проведення наукової атрибуції, дозволяє описово виявити можливі фальсифікації у процесі виготовлення та оцінки, проте його недостатньо для ґрунтовного висновку щодо автентичності.

Результатом дослідження хімічного, фазового та ізотопного складу металів, а також речовин, з яких було виготовлено холодну зброю, вважається виявлення речовинних та структурних змін упродовж історії її побутування на

рівні атомно-іонної та агрегатної будови речовини, визначення походження матеріалів, а також виявлення змін, внесених унаслідок проведення реставраційних та консерваційних робіт [34].

Окрім того, зміни хімічного складу культурних цінностей, зокрема коштовностей із дорогоцінних металів із коштовним камінням та металевих предметів побуту, досліджувалися науковцями у праці [35]. Наведені в роботі результати експертного дослідження артефакту історії XIV–XV століть – золотого елемента шат монгольського воїна – дозволяють виявити ознаки автентичності історичних пам'яток із золота цього хронологічного періоду.

Дослідженням та ідентифікацією срібних артефактів фізико-хімічними методами у своїх працях займається К. А. Пірковіч, зокрема у працях [14] та [34].

Свою методику експертизи було відображено в праці [36] та наведено методику проведення експертизи дорогоцінних металів, прикрас з них та дорогоцінного каміння, суть якої полягає в наданні теоретичних та практичних основ експертного оцінювання ювелірних виробів з дорогоцінних металів [37], що є підставою для здійснення експертизи в системі державного пробірної контролю України. Відображено теоретичні положення ідентифікації ювелірних виробів, сутність та зміст висновку експерта, процедуру проведення експертного оцінювання [38].

Завдяки змінам в атомно-іонній та агрегатній будові речовин під впливом різних навколишніх факторів експерти можуть визначити наймовірніший хімічний склад матеріалів, з яких виготовлено холодну зброю, її конструкційні елементи та елементи оздоблення [39]. Зміни, які можна спостерігати у будові речовин, дають експертам можливість висувати гіпотези стосовно часу або періоду виготовлення [40].

Мистецтвознавчі дослідження – комплекс заходів та наукових розвідок з вивчення виявлених атрибутивних ознак пам'ятки культури, які передбачають використання результатів усіх можливих досліджень із застосуванням знань про мистецтво – іконографію, стилістику, видову та

типологічну приналежність пам'ятки. Це стає у нагоді для визначення віку, походження та способу виготовлення пам'ятки. Зокрема, використовується просопографічний метод дослідження, який передбачає застосування великого комплексу джерел інформації та окремих знань таких розділів історичної науки, як геральдика, символіка, фалеристика, медальєрика тощо.

Так, у праці [41] застосовують мистецтвознавчі методи дослідження, зокрема іконографію. Автори статті розглянули іконографію гетьмана Івана Мазепи та провели порівняльний аналіз зображень, створених різними мистецькими школами. Одночасно визначено найбільш достовірні зображення, що дають уяву про нього як про людину й державного діяча. Особливу увагу було приділено питанню сприйняття образу гетьмана в соціумі його сучасниками та наступними поколіннями через призму мистецької спадщини вітчизняних та європейських художників.

Мистецтвознавчі дослідження тісно пов'язані із джерелознавчими методами дослідження холодної зброї. Проте, як і писалося вище, зараз недостатньо лише аналізу джерел. Ринок підробок та фальсифікацій постійно збільшується та оновлюється. Виходячи з цих умов, методи встановлення автентичності мають вдосконалюватися та осучаснюватися теж. Мистецтвознавчі дослідження допомагають у визначенні видово-родової приналежності холодної зброї, проте ці дослідження не мають нормативно-правової, законодавчої бази, стандартів та уніфікованих методик задля підкріплення своїх результатів та висновків.

Морфометричні методи дослідження допомагають визначити призначення холодної зброї, належність до окремих культурних традицій, час виготовлення та причетність до окремих історичних подій, а також встановити групу споріднених предметів з подальшим проведенням порівняльних процедур й обробки інформації математичними методами. До таких методів також належить метод визначення спорідненостей Рассела-Рао, що використовується нами в подальших дослідженнях.

Алгоритм визначення спорідненостей Рассела-Рао можна використати для навчання штучного інтелекту [42]. Це допоможе експертам прискорювати процес ідентифікації холодної зброї, знову ж таки зіставити досліджувані зразки холодної зброї з єдиною базою наявних еталонів для визначення видової та родової приналежності [43].

Професор В. В. Індутний використовує метод визначення алгоритму спорідненості Рассела-Рао для проведення ідентифікаційної експертизи витворів художнього мистецтва. Цей метод він описує у своїй праці [20].

Трасологічні методи, які проводять візуально, а також із застосуванням оптичного, цифрового та електронного мікроскопів з метою виявлення характерних ознак використання інструментів – штампів, різців, шліфувальних та інших інструментів, а також слідів застосування окремих технологій під час виготовлення, наприклад, лиття. Дослідження дозволяють також виявити та описати наслідки проведених реставраційних втручань або замінів окремих деталей.

Трасологічні методи використовують, в основному, під час судових експертиз. Зокрема у праці [44] автор наводить методику проведення трасологічного дослідження. Автором також визначено особливості проведення огляду місця події під час розслідування знищення або пошкодження майна. Окреслено завдання трасологічної експертизи за цією категорією злочинів, розглянуто криміналістичні аспекти дослідження слідів злочину: криміналістичний, слідчі дії й трасологічний; властивості матеріальних слідів злочину, зокрема інформативності, індивідуальності й сталості.

Трасологічні дослідження завжди проводять щодо виявлення слідів матеріального світу, і зараз саме ця експертиза є однією з найбільш затребуваних в умовах повномасштабного вторгнення.

Математичні методи обробки аналітичних та емпіричних даних використовують для впорядкування численних отриманих та облікованих результатів (створення локальних та глобальних баз даних) і побудування

внутрішньо несуперечливих висновків щодо способу виготовлення ХЗ, віку та з метою моделювання процесів (на основі виявлених закономірностей), які відбулися з нею впродовж терміну її існування. Крім того, математичні методи є основою для обробки та впорядкування великих обсягів інформації про споріднені предмети, проведення порівняльних процедур тощо. Математичні методи у своїх роботах використовує велика кількість науковців.

На математичних методах ґрунтуються й інші дослідження, зокрема обрахунок прогнозованої вартості предметів культури, артефактів історії, якою є і холодна зброя. Так, у науковій праці [45], серед розмаїття запропонованих методів, автори обирають сучасні досягнення математичного прогнозування, що містять у собі нові ідеї й новий рівень гуманітарного й загальнокультурного освоєння реальності.

У праці [40] також, базуючись на статистичні дані, розраховані математичними методами досліджень, автори отримують цілісну методику визначення оцінки впливу фінансових можливостей потенційних споживачів на вибір окремих асортиментних груп коштовностей, які задовольняють гуманітарні потреби особистості.

Питанням експертизи холодної зброї та культурних цінностей у своїх працях займалися: у роботі науковці [45] розрізняють такі види експертиз: документальну, криміналістичну, атрибутивну, оціночну, асортиментну, експертизу якості, експертизу визначення достовірності, комплексну. У праці [46] було використано експертизу, як метод визначення автентичності досліджуваних предметів, а у роботі [15] – судову і криміналістичну експертизу, експертизу справжності.

Товарознавча експертиза предметів холодної зброї – це оцінювання споживних властивостей товарів за органолептичними, фізико-хімічними показниками [1], а також показниками їх кількісних характеристик, що здійснюється експертами шляхом проведення випробувань (вимірювань) і/або опитування і/або на основі інформації на маркуванні і/або в товаросупроводувальних документах з наданням об'єктивного експертного

висновку [47].

Ідентифікація холодної зброї – це порядок дій, спрямованих на встановлення її відповідності за сукупністю ознак до прототипу – видових, стилістичних, речовинних, техніко-технологічних, художніх – з метою віднесення до групи споріднених предметів.

Ідентифікувати предмет можна за різним ступенем деталізації [48]. Для ідентифікації холодної зброї відповідно до завдань оцінювання може використовуватися мінімальний та максимальний набори інформації. Мінімальний набір – це найменування предмета, його тип, вид і рід, умовні позначення чи клейма і номер для позначення нормативного документа (за наявності). Максимальний набір інформації, необхідний для ідентифікації об'єкта, вносять додатково до мінімального набору всі його фізико-хімічні та інші характеристики [48].

Ідентифікація предмета полягає у:

- розгляді і аналізу супровідних документів;
- зовнішньому огляді та органолептичному дослідженні;
- випробуванні (аналізі) проб і зразків.

Зміст робочих етапів та послідовність процедур під час ідентифікації товару визначає експерт [50]. Якщо ідентифікація здійснюється експертами з наданням вмотивованого висновку, то в цьому випадку йдеться про ідентифікаційну експертизу. Здійснення будь-якого виду ідентифікації предметів починається з визначення критеріїв і показників під час виконання досліджень.

Критеріями ідентифікації холодної зброї можуть бути детерміновані, ймовірнісні, логічні та структурні ознаки. Так, детерміновані ознаки виражені конкретними числовими значеннями, у той час як випадкові значення ймовірнісних ознак розподілені за всіма класами об'єктів. Логічні ознаки є судженнями якісного характеру про наявність чи відсутність певних властивостей в об'єкті розпізнавання. Структурні ж ознаки є найбільш суттєвими й характеризують будову об'єкта ідентифікації.

Критеріями ідентифікації холодної зброї визначають як органолептичні показники якості, так і фізико-хімічні показники [5]. До фізико-хімічних показників як критеріїв ідентифікації висуваються такі вимоги:

- типовість для конкретного виду, типу, роду, марки чи групи однорідної холодної зброї;
- об'єктивність та можливість зіставлення;
- можливість повторної перевірки;
- складність відтворення з метою фальсифікації.

До засобів ідентифікації товарів належать нормативні документи, що регламентують показники якості, які можуть бути використаними для цілей ідентифікації, а також технічні документи, маркування тощо. Для цілей ідентифікації використовуються органолептичні, вимірювальні, аналітичні та експертні методи.

Задля визначення автентичності зразків використовують атрибуцію. Наукова атрибуція – це повний комплекс супровідної інформації про автентичність, визначення достовірності художнього твору, його автора, місця й часу створення на підставі аналізу стилістичних і технологічних особливостей. Врахування змін, внесених реставраційними роботами, може суттєво впливати на оцінку індексу автентичності предмета культури [50].

Наукова атрибуція, як вид діяльності, перебуває в стані становлення та бурхливого розвитку. Особливо це стосується апаратних методик сучасних аналітичних досліджень із застосуванням нових приладів для вивчення внутрішньої атомно-іонної структури та хімічного складу речовини [51].

Залежно від зазначеної мети експертизу предметів холодної зброї можна поділити на такі види: документальну, видову, якісну й атрибутивну. Документальна ідентифікація таких предметів оснований на експертному оцінюванні інформації, зазначеної в супровідній документації, музейних паспортах, експертних висновках, протоколі випробувань, інших документах.

Видова ідентифікація – встановлення відповідності назви товару до групи споріднених товарів у загальновизнаній класифікаційній системі та

асортиментній характеристиці, що відповідає вимогам, які висуваються до даного товару. Цей вид ідентифікації застосовується під час усіх видів оцінювальної діяльності, але особливе значення він має в товарознавчій експертизі [52]. Для видової ідентифікації характерні два види висновків: щодо індивідуальної тотожності та родової (групової) приналежності. Останній дається, коли індивідуальна тотожність виявилась недосяжною через наявність ознак відмінності. Якісна ідентифікація передбачає оцінювання якісних характеристик коштовностей згідно з нормативною документацією або виявлення якісних втрат у процесі використання та збереження [52].

Атрибутивна ідентифікація спрямована на визначення та документальне підтвердження історії побутування та культурної приналежності предметів, художнього та історичного стилів, авторського стилю, причетності до творчого спадку видатних майстрів тощо. Атрибутивна ідентифікація здійснюється за допомогою стилістичного аналізу вивчення зовнішніх ознак широкого кола споріднених у межах загальноновизнаної класифікації предметів. Враховуючи те, що предмети холодної зброї належать до групи товарів, що не мають чинної документації, їх ідентифікація, визначення безпечності комплексної взаємодії з ними передбачає розроблення нових підходів до експертизи та визначення критеріїв і показників, а також засобів, за допомогою яких доцільно обґрунтувати віднесення їх до певного виду, групи.

Тому, беручи до уваги загальні підходи до ідентифікації, викладені вище, для отримання мотивованого експертного висновку визначено універсальну та загальну методика експертизи ПХЗ за обґрунтованими критеріями, показниками якості із врахуванням їх специфіки. Зокрема, доцільно використати наступний комплекс досліджень: вивчення музейних паспортів, експертних висновків, описів, історії виникнення й виробників ХЗ та іншої супровідної документації, визначення морфометричної спорідненості зразків КХЗ, дослідження хімічного складу та прогнозування вартості.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

1. Дослідження холодної зброї має низку невіршених питань, зокрема відсутнє законодавство щодо проведення експертиз та досліджень, недосконала методика визначення приналежності досліджуваних предметів до предметів типу «холодна зброя» та відсутність єдиної уніфікованої методики класифікації КХЗ та встановлення її автентичності.

2. Основними споживними властивостями під час дослідження КХЗ є: соціальні, функціональні, естетичні, ергономічні, властивості безпечності та надійності. Чинниками формування якості КХЗ є хімічний склад сплаву заліза, з якого виготовлено досліджувані зразки, методи виготовлення, обробки та оздоблення готових виробів. Також про час і період виготовлення, майстра або виробника ХЗ можуть засвідчувати клейма, іменники і тавра.

3. Розглянуто різні види холодної зброї, що зберігаються в музеях та приватних колекціях України та інших країн світу. Показано, що серед холодної зброї найпоширенішою є клинкова холодна зброя. Основними видами КХЗ в Україні є: шаблі, мечі, багнети, ножі, що мали різне соціальне та функціональне призначення.

4. Товарознавча експертиза клинкової холодної зброї передбачає використання різних методів дослідження, зокрема: джерелознавчі методи, дослідження хімічного, фазового та ізотопного складу металів, а також речовин, з яких було виготовлено холодну зброю, мистецтвознавчі дослідження, морфометричні та трасологічні методи, математичні методи обробки аналітичних та емпіричних видів даних. Проте, недоліком є відсутність чіткого регламенту проведення експертизи холодної зброї, зокрема клинкової.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про вивезення, ввезення та повернення культурних цінностей: Закон України від 21.09.1999. № 1068-XIV: станом на 13 лют. 2020 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1068-14#Text>.
2. Методика криміналістичного дослідження холодної зброї та конструктивно схожих з нею виробів : Методика М-ва внутр. справ України від 15.01.1999. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0002320-99#Text>.
3. Академічний словник. *sum.in.ua*. URL: <http://sum.in.ua/>.
4. Юридична енциклопедія : В 6 т. Київ : Укр. енциклопедія ім. М.П. Баж., 1999. Т. 2 : Д-й. 744 с.
5. Митна енциклопедія. *archive.org*. URL: https://archive.org/details/mytna/t_1
6. Івченко А. Тлумачний словник української мови. Харків : ФОЛІО, 2002. 540 с.
7. Мережко Н. В., Мокроусова О. Р., Коптюх Л. А. Товарознавство. Том 1. Непродовольчі товари. Київ : КНТЕУ, 2019. 760 с.
8. Савельєва М., Смушкин А. Криміналістика. Київ : Центр учб. літ., 2009. 608 с.
9. Естетика / Л. Левчук та ін. 3-тє вид. Київ : Центр учб. літ., 2010. 520 с.
10. Черняк Л. В. Естетика товарів та дизайн. Київ : КНТЕУ, 2006. 227 с.
11. Індутний В., Походяща О. Експертиза пам'яток культури. Київ : Літера ЛТД, 2021. 516 с.
12. Криль Я. А., Геворкян Е. С., Луцак Д. Л. Матеріалознавство. Сталь : класифікація, виробництво, споживання, маркування. Львів : Новий Світ – 2000, 2019. 267 с.
13. Остапчук М. В., Рибак А. І. Система технологій (за видами діяльності) : навч. посіб. Київ : ЦУЛ, 2003. 888 с.

14. Vovk Y., Merezhko N., Indutnyi V., Pirkovich K., Lytvynenko Y. Determining dangerous chemicals on the surface of metallic historical artefacts. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. № 6/12 (120). С. 6-12. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.268175>.
15. Тоїчкін Д. Клинок зброя козацької старшини XVI – першої половини XIX ст.: проблеми атрибуції та класифікації. Київ : Ін-т історії України НАН України, 2013. 464 с.
16. Радченко Л. Товарознавство непродовольчих товарів. 2-ге вид. Харків : Світ Кн., 2019. 941 с.
17. Тоїчкін Д. Козацька шабля XVII–XVIII ст.: історико-зброєзнавче дослідження. Київ : Стилос, 2007. 368 с.
18. Indutnyi V., Merezhko N., Pirkovich K., Andreiev O. Identification of patterns of crystal-chemical transformations in historical artifacts made of metals. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 1, N. 12 (109). P. 44–51. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225418>
19. Merezhko N., Vovk Y., Indutnyi V., Pirkovich K., Davydiuk V., Andreiev O. Devising criteria for the authenticity of historical cold weapons based on X-ray fluorescence analysis of their surface. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 6, N. 12 (114). P. 6–11. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.247624>
20. Тоїчкін Д.В., Хорасані М. М. Перський ніж: карт. *Військово-історичний альманах*. 2012. Т. 24, № 24. С. 106–118.
21. Mäder S. Scott's «Talisman», Damastsalat und Nanodraht Beobachtungen zur Grundlage naturwissenschaftlicher Untersuchungen eines Phantoms, des sog. Damaszener Stahls. URL: <https://www.archaeologie-online.de/>.
22. Онацький Є. Ніж. Українська мала енциклопедія : 16 кн : у 8 т. Буенос-Айрес : кн. IX : Літери На – Ол., 1962. 1141 с.
23. Гринчишин Д. Меч. Словник староукраїнської мови XIV–XV ст. Київ : Наук. думка, 1977. 587 с.

24. Юридична енциклопедія : в 6-ти томах. Київ : Укр. енциклопедія ім. М.П. Баж., 2001. Т. 3 : К-м. 792 с.
25. Тлумачний словник української мови. *Slovnuk*. URL: <https://slovnuk.ua/>
26. Багнет. *Jnsm*. URL: <https://www.jnsm.com.ua/>
27. Багнет. *sum.in.ua*. URL: <http://sum.in.ua/s/baghnet>.
28. Войцехівська І. Спеціальні історичні дисципліни. : Довідник. Київ : Либідь, 2008. 520 с.
29. Михайлов В. І. Товарознавство зброї. Київ : КНТЕУ, 2007. 212 с.
30. Біленчук П. Д., Кофанов А. В., Сулява О. Ф. Зброезнавство: правові основи обігу вогнепальної зброї. Київ : Міжнар. агенція "BeeZoone", 2004. 464 с.
31. Регламентация методик виконання вимірювань, які використовують під час гемологічних досліджень / О. Р. Белєвцев та ін. *Коштовне та декоративне каміння*. 2015. Т. 4, № 4. С. 8–9. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ktdk_2015_4_4.
32. Тоїчкін Д., Індутний В., Мережко Н. Товарознавча характеристика антикварної холодної зброї на ринку України. *Історія давньої зброї дослідження 2016*. 2017. Т. 2, № 2. С. 41–56.
33. Indutnyi V., Merezko N., Pirkovich K. Studying the authenticity of the golden element from a mongolian warrior's armor by physical-chemical methods. *Eastern-European journal of enterprise technologies*. 2019. Vol. 1, no. 12 (97). P. 34–40. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.157156>.
34. Пірковіч К. Ідентифікація антикварних ювелірних предметів зі срібла за мікроструктурою. *Товари і ринки*. 2015. Т. 1, № 1. С. 148–153.
35. Артюх Т. М. Державне та технічне регулювання ринку ювелірних виробів з дорогоцінних металів та дорогоцінного каміння. *Теоретичні та прикладні питання економіки*. 2014. Вип. 2 (29). С. 178–190.
36. Артюх Т. Експертиза дорогоцінних металів та дорогоцінного каміння : навч. посіб. Київ : КНТЕУ, 2008. 255с.

37. Артюх Т. Товарознавча експертиза ювелірних коштовностей. Теорія та практика : монографія. Київ : КНТЕУ, 2005. 303 с.
38. Індутний В., Мережко Н., Походяща О. Індекс спорідненості Рассела-Рао у стилістичній експертизі пам'яток культури. *Науковий вісник Національного музею історії України. Збірник наукових праць*. 2018. № 3. С. 578–589.
39. Індутний В. Прогнозування вартості культурних цінностей у контексті історії математичного прогнозування. *Культура і сучасність*. 2014. № 1. С. 83–93. URL: <https://doi.org/10.32461/2226-0285.1.2014.148253>.
40. Індутний В.В., Мережко Н.В., Золотарьова О.Г. Оцінка коштовностей з урахуванням фінансових можливостей потенційних покупців. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки*. 2019. №. 22. С. 96–103. URL: <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2019-22-16>.
41. Літвінов В. Труднощі використання термінів при атрибуції холодної зброї. *Вопросы духовной культуры – Исторические науки*. №248.2013. С. 107–120.
42. Основи товарознавства. Конспект лекцій. *buklib*. URL: <https://buklib.net/books/21949/>.
43. Буличова В., Муратова А. Наукова атрибуція та експертиза предметів нумізматики, фалеристики та медальєрики харківського історичного музею імені М. Ф. Сумцова. *Наукова атрибуція творів мистецтва: експертиза та оцінка культурних цінностей* : Матеріали наук. - практ. конф, м. Київ, 24–25 жовт. 2019 р. Київ, 2019. С. 292.
44. Robbiola L., Blengino J. M., Fiaud C. Morphology and mechanisms of formation of natural patinas on archaeological Cu-Sn alloys. *Corrosion Science*. 19. 1998. №40 (12), 2083–2111. URL: [https://doi.org/10.1016/S0010-938X\(98\)00096-1](https://doi.org/10.1016/S0010-938X(98)00096-1).

45. Ashkenazi D., Gitler H., Stern A., Tal O. Metallurgical investigation on fourth XX century silver jewellery of two hoards from Samaria. *Scientific Reports*, 2017. №7 (1). URL: <https://doi.org/10.1038/srep40659>
46. Scrivano S., Gómez Tubío B., Ortega-Feliu I., Ager F. J., Paule A., Respaldiza M. A. Compositional and microstructural study of joining methods in archaeological gold objects. *X-Ray Spectrometry*, 2017. №46 (2), 123–130. URL: <https://doi.org/10.1002/xrs.2738>.
47. Дмитрієнко М., Походяща О. Іконографія гетьмана Івана Мазепи у вітчизняних та іноземних пам'ятках. *Сіверщина в історії України*. 2013. № 6. С. 212–220. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/74826>.
48. Індутний В. Оцінка пам'яток культури. Київ : СПД Моляр СВ, 2009. 537 с.
49. Боднар А. В. Трасологічна експертиза під час розслідування знищення або пошкодження майна. *Науковий вісник Національної академії внутрішніх справ*. 2018. Т. 2, № 1. С. 281–292. URL: <https://scientbul.naiu.kiev.ua/index.php/scientbul/article/view/872>.
50. Mincu V., Constantin N. Refining steels produced in electric arc furnace. *U.P.B. Sci. Bull., Series B*. 2013. №75 (2), 109–116. URL: https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev_docs_arhiva/full80c_761668.pdf
51. Mincu V., Negru M., Constantin N. Increase the ingots quality cast in vacuum. *Solid state phenomena*. 2012. №188, 339–345. URL: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/ssp.188.339>.
52. Guerra M. F., Pagès-Camagna S. On the way to the New Kingdom. Analytical study of Queen Ahhotep's gold jewellery (17th Dynasty of Egypt). *Journal of Cultural Heritage*. 2019. №36, 143–152. URL: <https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.09.004>.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Обґрунтування вибору об'єктів та загальна схема досліджень

Здійснення товарознавчої експертизи холодної зброї за науково обґрунтованим регламентом є важливим завданням для товарознавства й зумовлено потребами розвитку українського та світового ринку антикваріату, адже кількість цих предметів становить значну частку в його оцінюванні, а кількість та якість фальсифікованої продукції постійно зростає.

Об'єктами досліджень обрано виготовлені зі сплавів заліза предмети клинкової холодної зброї різних історичних періодів, що мають матеріальну, художню та історико-культурну цінність і зберігаються в Національному військово-історичному музеї України, у приватних колекціях та фондах державних та недержавних форм власності. Усі обрані зразки КХЗ є добре атрибутованими, а уся інформація детально описана у музейних паспортах та експертних висновках.

Клинкова холодна зброя – це предмети та пристрої, уражуючим елементом яких є клинок. Клинкова зброя може розрізнятися за конфігурацією, розміром, способом утримання в руці [1].




Клинкова зброя, що є на ринку України та у музейному фонді і приватних колекціях, представлена в переважній більшості армійськими зразками доби козацтва, Польщі, Японії, Франції, Німеччини, Австрійської, Російської та Османської імперій. Окрім того, музейні архіви містять старіші та унікальніші археологічні знахідки холодної зброї, зокрема Сарматської та Скіфської доби, Речі Посполитої та Литовського князівства [2]. Клинкова холодна зброя найпоширеніший тип холодної зброї в Україні та світі. Її поділяють на короткоклинкову та довгоклинкову. До першої групи належать, наприклад ножі, тесаки, кинджали та багнети. До другої – шаблі, шпаги, мечі тощо [1]. Зброя з коротким клинком застосовувалась переважно у піхоті, в

рукопашному бою та на близькій дистанції, а зброю з довгим клинком застосовували для рубаючих та колючих ударів, а також як зброю кінноти. У зв'язку із тим, що холодна зброя переважно складається із металу (із не значним додаванням елементів з дерева, дорогоцінних металів та інших елементів для оздоблення), а метали добуваються впродовж десятків тисяч років із одних і тих самих родовищ, існує складність у визначенні справжніх історичних пам'яток і сучасної фальсифікованої продукції [3]. Тож, метали, з яких виготовляється холодна зброя, мають багатокomпонентний склад, який важливо було дослідити.




Для дослідження хімічного складу та апробації авторської методики на першому етапі обрано шість зразків історичної холодної зброї з музейного фонду України, а саме Національного військово-історичного музею України. Перевага була надана предметам клинкової зброї XVIII–XX століть, які не підлягали реставраційним роботам (згідно з даними музейної документації), а їх поверхні не оброблялися спеціальними речовинами й не піддавалися механічному очищенню (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Досліджувані зразки історичної холодної зброї з музейного фонду України, а саме Національного військово-історичного музею України та приватних колекцій

№	Зразок	Фото
1.	Багнет-ніж німецький зр.1883/98 рр. Нового типу (1933–1945 рр.) до карабіну 98К № 4267R	
2.	Багнет-ніж іспанський зразка 1913 р. до гвинтівки Маузера 1893/1916 р. в шкіряних піхвах № 70287	
3.	Шабля російська офіцерська кавалерійська зразок 1827/1909 р. (без піхов)	

Продовження табл. 2.1

№	Зразок	Фото
4.	Шабля польська з зображенням герба "Гонитва" копія ХХ ст. (без піхов)	
5.	Шабля Орла	
6.	Тесак австрійський саперний солдатський	

Така вікова різноманітність має на меті показати зміни у природі металу в процесі тривалого побутування зразків холодної зброї за різного періоду створення.

Важливо було дослідити ці процеси та зрозуміти природу елімінації домішок на поверхню, адже більш старі метали мають здатність до самоочищення.

Варто зауважити, що подібні процеси очищення металів відбуваються також у твердому стані при низьких температурах, близьких до кімнатної [4]. Але в цьому випадку вони протікають дуже повільно – впродовж сотень, а інколи тисяч років [5].

Аби зімітувати перекристалізацію та, так зване самоочищення металу, було проведено низку процедур із пришвидшення природного процесу побутування, шляхом тривалого прогрівання у муфельній печі.

У зв'язку із неможливістю прогріву антикварних зразків ХЗ у муфельній печі для проведення експерименту було використано 2 звичайні пластини металевих сплавів сучасного виготовлення.

Для проведення експертизи було обрано зразки ХVІІІ – ХХ ст. із музейного фонду та приватних колекцій (табл. 2.2).

Зразки холодної зброї, використані в дослідженні

№	Фото	Короткий опис зразка
1.		Ніж ХХ століття з дерев'яною ручкою
2.		Шабля ХІХ століття (піхви із елементами оздоблення)
3.		Кинджал сталевий ХVІІІ століття

Такі зразки було обрано, аби практично дослідити залежність історичного періоду виготовлення та швидкість елімінації хімічних домішок на поверхню.

Досліджена залежність може бути визначена як критерій автентичності холодної зброї.

Як було описано вище, холодна зброя більш раннього періоду виготовлення фальсифікується сучасними зразками з метою продажу. Вартість таких підроблених зразків нічим не уступає вартості дійсно історичних артефактів. Тому важливо було дослідити ринок холодної зброї, виставленої на аукціонах України.

Для дослідження морфометричних спорідненостей методом Рассела-Рао було обрано 20 зразків із музейного фонду України та приватних колекцій: 10 зразків предметів, що за морфометричними характеристиками відносять до шабель та 10 зразків предметів, що за морфометричними характеристиками відносять до багнетів.

Зразки типу «шабля» добре атрибутовані та мають детальний опис у музейних паспортах або експертних висновках, що були використані для дослідження (табл.2.3).

Зразки шабел з різною видовою специфікою

№	Зразок	№	Зразок
1.	Шабля польська з зображенням герба «гонитва» 	6.	Таті пізнього періоду Едо (Гендайто) 
2.	Шабля російська офіцерська кавалерійська 	7.	Меч японський статутний сержантський, зразок 1935 року (син-Гунто) 
3.	Шашка СРСР стройового/начальника складу, зразок 1940 року (Морозова К.П.) 	8.	Шабля козацька 
4.	Тесак австрійський саперний солдатський, зразок 1850 року 	9.	Шабля офіцера інфантерії Персія, зразок 1899 року 
5.	Катана бойова пізнього періоду Едо (Гендайто) 	10.	Шабля з темляком Карла, зразок 1899 року 

Зразки типу «багнет» добре атрибутовані та мають детальний опис у музейних паспортах або експертних висновках, що були використані для дослідження, зображено у табл. 2.4.

Зразки багнетів-ножів з різною видовою специфікою

№	Зразок	№	Зразок
1.	Швейцарський багнет Zig 	6.	Багнет-ніж німецький, зразок 1883/98 років. Нового типу (1933 – 1945 років) до карабіну 98К № 4267R 
2.	Штик-ніж Шаспо. Багнет 	7.	Багнет-ніж іспанський, зразок 1913 року до гвинтівки Маузера 1893/1916 років у шкіряних піхвах № 70287 
3.	Британський Baynet S 294 	8.	Багнет Майнліхера 
4.	Австро-Угорський Verndl 1870 	9.	Багнет до гвинтівки Манліхер М88 
5.	Багнет k98 Mauser з роговими накладками 	10.	Багнет Іспанія Cetme M1964 до карабіна FR8(Santa Barbara) 

Зразки шабель та багнетів мають детальний атрибутивний опис та експертні висновки, що дає можливість прийняти дані досліджувані зразки за еталонні.

Для аналізу та побудови математичної моделі прогнозування вартості було обрано масив даних у кількості 130 зразків холодної зброї різного типу та віку із відкритого аукціону «VIOLITY».

Загальна схема досліджень за темою дисертаційного дослідження (рис. 2.1) показує процес збору та аналізу теоретичного підґрунтя для проведення товарознавчої експертизи КХЗ, проведення досліджень з метою віднесення

досліджуваних зразків до відповідної видової групи, встановлення автентичності та прогнозованої вартості історичної холодної зброї.



Рис. 2.1. Загальна схема досліджень за темою дисертації

Досліджування виконувалися у лабораторії кафедри товарознавства та митної справи Державного торговельно-економічного університету та у співпраці із лабораторіями Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка Національної академії наук України, Національного науково-дослідного реставраційного центру України, Спеціалізованої лабораторії з питань експертизи та досліджень Держмитслужби.

2.2. Вибір критеріїв експертного оцінювання холодної зброї

Здійснення ідентифікаційної експертизи холодної зброї починають з визначення критеріїв, показників, а також засобів ідентифікації.

Документальна ідентифікація таких предметів ґрунтується на експертному оцінюванні інформації, зазначеній в музейних паспортах, експертних висновках та іншій супровідній документації [6].

З метою забезпечення проведення документальної ідентифікації було виокремлено такі найбільш суттєві критерії: історія побутування виробу, причетність до історичних подій, видатних особистостей, інших пам'яток культури, визнання автора, фірми, а також самого виробу.

Під час видової ідентифікації встановлюється відповідність найменування предмета його класифікаційній характеристиці за ознаками виду, що обумовлює висунуті до предмета вимоги щодо його призначення. Виявлення невідповідності ідентифікаційним вимогам визнається як видова фальсифікація товару. Цей вид ідентифікації застосовується для підтвердження відповідності товару під час усіх видів оціночної діяльності, але особливе значення вона має для товарознавчої експертизи [7]. Для видової ідентифікації характерні два види висновків: щодо індивідуальної тотожності та родової (групової) приналежності [8]. Наявна Методика криміналістичного дослідження допомагає визначити, чи належить досліджуваний зразок до типу холодної зброї. Проте так неможливо провести атрибутивну експертизу щодо визначення автентичності холодної зброї. Основним критерієм видової ідентифікації є вид виробу, який з'ясовується за формою, призначенням та

розмірами (довжина і ширина) холодної зброї. Характеристика основних видів антикварних холодної зброї наведена в Додатку А.

Атрибутивна ідентифікація здійснюється за допомогою стилістичного аналізу зовнішніх ознак широкого кола аналогічних предметів [9].

На відміну від інших груп товарів для холодної зброї визначальне значення має атрибутивна ідентифікація, яка має такі критерії: художній, авторський стиль, клеймо, ім'я майстра, назва фірми (за наявності), виробника, вік виробу [10].

Критерії ідентифікації для проведення товарознавчої експертизи автентичності холодної зброї наведені в табл. 2.5.

Таблиця 2.5

Систематизація товарознавчо-інструментарного забезпечення ідентифікації холодної зброї для встановлення автентичності

Критерій ідентифікації	Показник ідентифікації	Засоби ідентифікації	Методи ідентифікації	Спосіб фальсифікації
Хімічний склад сплаву холодної зброї	Вміст заліза та домішкових хімічних елементів	-	Вимірювальний із використанням РФА, емісійний аналіз під електронним мікроскопом	Вміст домішок, які неможливі в певний історичний період
Хімічний склад поверхні холодної зброї до і після термічного впливу	Вміст заліза та елімінованих домішкових хімічних елементів	-	Вимірювальний із використанням РФА, емісійний аналіз під електронним мікроскопом	Вміст домішок, які неможливі в певний історичний період
Відповідність морфометричним характеристикам	Співвідношення довжини, ширини леза до загальної довжини виробу	Архівні матеріали, документальні свідчення, літературні джерела, музейні паспорти: експертні висновки	Вимірювальний	Зазначена інформація не підтверджується документально або суттєво відрізняється
Наявність клейм, гербів та іменників	Іменник, підпис, знаки та позначки, авторський та фірмовий стиль	Архівні матеріали, документальні свідчення, літературні джерела, музейні паспорти: експертні висновки	Органолептичний, аналітичний	Надання виробами історичної та соціально-культурної значущості шляхом підробки клейм

Критерії ідентифікації для прогнозування вартості, відібрані з протоколу дослідження культурних пам'яток спеціально для дослідження КХЗ та наведені в табл. 2.6.

Таблиця 2.6

Систематизація товарознавчо-інструментарного забезпечення ідентифікації холодної зброї для прогнозування вартості

№	Найменування критерію оцінки	Ранжування критерію	Ранжування спірного критерію оцінювання
1	Вік пам'ятки	Невідомий	Відомі чи невідомі, але не призначені для використання критерію Інформація потрібна, але частково підтверджена Інформація є вирішальною, але невідома або неперевірена
		До 50 років	
		До 100 років	
		До 300 років	
		До 1000 років	
2.	Обіг пам'ятки	Типова	Відомі чи невідомі, але не призначені для використання критерію Інформація потрібна, але частково підтверджена Інформація є вирішальною, але невідома або неперевірена
		Рідкісна	
		Унікальна	
3.	Залучення пам'ятки до культурних традицій	Місцеві та родові традиції	Відомі чи невідомі, але не призначені для використання критерію Інформація потрібна, але частково підтверджена Інформація є вирішальною, але невідома або неперевірена
		Національні традиції	
		Світові традиції	
4.	Участь пам'ятки в історичних подіях	Місцевого значення або непричетна	Відомі чи невідомі, але не призначені для використання критерію Інформація потрібна, але частково підтверджена Інформація є вирішальною, але невідома або неперевірена
		Національного значення	
		Світового значення	
5.	Причетність пам'ятки до видатних мануфактур і шкіл	Місцевого значення або непричетна	Відомі чи невідомі, але не призначені для використання критерію Інформація потрібна, але частково підтверджена Інформація є вирішальною, але невідома або неперевірена
		Національного значення	
		Світового значення	
6.	Художня цінність пам'ятки	Середня або без художньої цінності	Відомі чи невідомі, але не призначені для використання критерію Інформація потрібна, але частково підтверджена Інформація є вирішальною, але невідома або неперевірена
		Висока	
		Найвища	
7.	Рівень технічної досконалості	Середній	Неідеальний
		Високий	
		Найвищий	
8.	Наявність знаків і відміток	Є знаки та позначки	Відомі чи невідомі, але не призначені для використання критерію Інформація потрібна, але частково підтверджена Інформація є вирішальною, але невідома або неперевірена
9.	Стан зберігання пам'ятки	Без пошкоджень	Задовільно Погано Фрагментами Поодинокими фрагментами

Під час проведення якісної ідентифікації основними ознаками визначено: домішковий склад металу, з якого виготовлено зразки, кількісні ознаки (довжина, ширина, співвідношення сторін), стан збереження.

До критеріїв якісної ідентифікації належить стан збереження холодної зброї, що залежить від історії побутування предмета, умов, часу зберігання виробу. Стан, у якому зберігся предмет, безпосередньо впливає на його вартість. Це стосується як сфери антикварної торгівлі, так і музеїв. Тому важливим методичним питанням дисертаційного дослідження є розроблення функціональної залежності віку предмета і його хімічного складу поверхні відповідно.

Встановлення функціонального призначення та видової назви необхідне для ідентифікації та визначення вартості таких предметів.

Із появою вогнепальної зброї більше не було такої потреби у холодній зброї, для нанесення колючих та рублячих ударів, адже використання такої зброї несло за собою значні втрати у живій силі. Таким чином, майже всі види холодної зброї були витіснені з ужитку вогнепальною зброєю.

До наших днів в ужитку з КХЗ залишилися ножі (але сьогодні найчастіше використовують так звані мультитули), які задіяні у побуті, полюванні та полі бою, кастети, які були популярні у озброєних формувань у різних країнах світу у 90-х роках ХХ ст. та видозмінені тесаки у країнах Полінезії та джунглях Південної Америки. Деякі види ХЗ використовуються у спорті. Це зокрема дещо видозмінені:

- луки;
- шпаги із наконечниками з електроконтактними пристроями;
- катани.

Таку зброю важливо ідентифікувати в тому числі і за належністю до певного історичного періоду (табл. 2.7).

Ідентифікаційні ознаки холодної зброї різних історичних періодів

Історичний період	Назва критерію (ознаки)			
	Вид зброї у відповідний період	Метод виготовлення	Вид оздоблення, обробки та відмітні ознаки	Фірми, майстри, школи
VIII ст. до н.е. – I ст н.е.	Меч, спис, ніж, лук, тризубець, кастет	Кування	Вироби прості, примітивні, без оздоблення	-
До X ст н. е.	Меч, спис, ніж, лук, булава, тризубець, кастет	Кування	Вироби прості, рослинні та тваринні орнаменти	-
X – XVст. н.е.	Меч, спис, ніж, лук, булава, катана, вакідзаші, тризубець, кастет, кинджал	Кування	З'являються особливі види гартування, характерні для різних регіонів, та дизайну гарди, клейма та іменники	Мурамоса з Ісе
XV – XVII ст.	Меч, спис, ніж, лук, булава, катана, вакідзаші, нунчаки, стилет, тризубець, шабля кастет, кинджал	Кування, зварювання окремих елементів	Особливі види гартування, характерні для різних регіонів (хамон, дамаська сталь), та дизайну гарди, клейма та іменники	Токугава Іеясу, Мекікі Хонамі Котоку, Fechtbücher, Петро Калісський
XVIII ст.	Меч, спис, ніж, лук, булава, кастет, катана, вакідзаші, стилет, нунчаки, тесак, кинджал, шабля, арбалет, шпага, багнет	Кування, зварювання окремих елементів	Іменники, специфічні родові клейма. Шкіряні піхви, прикрашені дорогоцінним камінням та металами, герби власників в оздобленні руків'я та гарди	Владимир Білий Friedrichswerk, Solingen
I пол. XIX ст.	Меч, ніж, кастет, катана, вакідзаші, кинджал, арбалет, тесак, шпага, банет, шабля	Кування, зварювання окремих елементів	Іменники, клейма., герби власників в оздобленні руків'я та гарди, гравіювання, золочення, чернь, карбування	Aesculap, Tuttingen C.& Cie Lutters C. Gustav Spitzer Gust. Häker, Solingen Horst Wolff

Історичний період	Назва критерію (ознаки)			
	Вид зброї у відповідний період	Метод виготовлення	Вид оздоблення, обробки та відмітні ознаки	Фірми, майстри, школи
II пол. XIX ст.	Ніж, кастет, катана, вакідзаші, кинджал, арбалет, шпага, банет, шабля	Кування, зварювання окремих елементів, лиття	Іменники, клейма., герби власників в оздобленні руків'я та гарди, гравіювання, золочення, чернь, карбування	Richard A. Herder Alexander Coppel Carl Eickhorn Dan Krebs F.W. Holler
Вироби I пол. XX ст.	Ніж, кастет, катана, вакідзаші, кинджал, багнет, шабля	Кування, зварювання окремих елементів, лиття, фабричне штампування	Іменники, клейма., герби власників в оздобленні руків'я та гарди, гравіювання, золочення, чернь, карбування	A Mann Warszawa (Польща) Peter Lungstrass Klittermann & Moog H&PKAnton Wingen JoseWeithmann, Augsburg
II пол. XX ст.	Ніж, кастет, катана, вакідзаші, кинджал, багнет, шабля	Кування, зварювання окремих елементів, фабричне штампування	Іменники, клейма., герби власників в оздобленні руків'я та гарди, гравіювання, золочення, чернь, карбування	Emit Voos Anton Wingen Joh.Hiller/BadConnstatt J.Hommel/Abchaffenburg
XXI ст.	Ніж, кастет, катана, вакідзаші, кинджал, багнет, шабля	Кування, фабричне штампування	Іменники, клейма., герби власників в оздобленні руків'я та гарди, гравіювання, золочення, чернь, карбування	SKIF, Peter Muller, Gunnersbach, Otto Bromer Jr. Wolfenbittel Hermann Schellhorn Georg Rieder, Muchen

Тому представлена на антикварному ринку, а також музейних та приватних колекціях зброя має довгу історію побутування, яка триває і донині.

2.3 Обґрунтування методів дослідження

Поставлені у дисертаційній роботі завдання було реалізовано завдяки використанню стандартних методів досліджень: органолептичного, морфометричного, рентгенофлуоресцентного аналізу, емісійного аналізу за допомогою електронного мікроскопа та методів математичного моделювання.

У роботі також були використані методи дослідження розроблені автором, а саме: методика доведення/спростування гіпотези щодо автентичності холодної зброї із використанням результатів дослідження хімічного складу елімінованих домішкових елементів на поверхні холодної зброї. Автором також удосконалено методику прогнозування вартості холодної зброї на основі регресійного аналізу даних відкритого ринку.

РФА – метод визначення якісного й кількісного вмісту хімічних елементів у досліджуваному зразку. Рентгенофлуоресцентним методом визначаються елементи від 11 Na до 92 U за α -лініями (дуже рідко за β -лініями). Елементи від 11 Na до 50 Sn визначаються, як правило, за лініями K-серії, а від 51 Sb до до 92 U – за лініями L-серії.

До переваг РФА належать: екстреність, мультиелементність (отримання розгорнутого вмісту лігатурного сплаву з наявними домішками), можливість вибору необхідної кількості хімічних елементів для пошуку, повністю автоматизований процес обробки результатів, проста підготовка проб або її відсутність [11].

До недоліків РФА належать: менша чутливість до пошуку елементів зі схожими спектрами порівняно з оптичним спектральним та атомно-адсорбційним методами, залежність результату від якості вмісту стандартних зразків, обмеженість застосування приладу до розмірів зразка (27x19x7 см).

Дослідження проводилися за допомогою рентгенофлуоресцентного аналізатора Expert Mobile (виробник ТОВ «ІНАМ», м. Київ). Прилад оснащений рентгенівською трубкою з параметрами напрямку/струму – 50 кВ/0,1 мА, анод – титановий. Детектор енергії фотонів флуоресцентного (вторинного) вилучення від зображення – SDD, що на повітрі дозволяє аналізувати діапазонні елементи від 11 елементу періодичної таблиці натрію до 92 елементу урану.

Діапазон вимірюваних масових часток елементів аналізатора становить від 0,005 до 100%. Типовий середній час вимірювання – 2 – 30 с. Точність

приладу в перерахунку на відсотки вмісту хімічного елементу становить 0,05 %.

Завдяки РФА Expert Mobile вимірювалась інтенсивність вторинного характеристичного випромінювання атомів елементів, що збуджуються рентгенівським випромінюванням безпосередньо в зразку, що аналізується. Структура рентгенівських спектрів обумовлена енергетичним станом електронів у атомі і тому спектр кожного елемента індивідуальний, тобто характеризується певним набором спектральних ліній [12].

Принципова відмінність запропонованої автором методики дослідження хімічного складу, шляхом розширення умов використання РФА, полягає в тому, що поверхня металу досліджуваного зразка не була безпосереднім об'єктом вивчення. Натомість досліджувався хімічний склад речовини з поверхонь досліджуваних предметів, що відбиралися шляхом натирання тампоном з бавовняної вати в різних точках зразка (лезо, гарда, руків'я та металеве оздоблення, за наявності). Натирання здійснювалося двома-трьома рухами тампону по поверхні (фрікції), по усій площі кожної окремої складової частини предмета, у результаті чого на ватних тампонах концентрувалися хімічні сполуки, притаманні поверхні, які у свій час були елімінованими з первинного сплаву й не могли бути привнесеними із зовнішнього середовища. Для підвищення достовірності експерименту на поверхні кожного предмета виконувалися до 20 послідовних натирань.

Поверхня зразків сучасного металу до і після прогрівання, а також зразки ХЗ до і після прогрівання вивчалася за допомогою електронного мікроскопа з можливостями проведення локального емісійного аналізу хімічного складу Jeol JSM-6700F Field Emission Scanning Electron Microscope.

Jeol JSM-6700F Field Emission Scanning Electron Microscope має емісійний промінь з холодним катодом, надвисокий вакуум і складні цифрові технології для високоякісного зображення мікроструктур із високою роздільною здатністю. Термічна обробка зразків металу призводить до енергетичної активізації процесів у його кристалічних ґратках.

JSM-6700F здатний обробляти зразки діаметром до 8 дюймів (до 20,32 см).

Також було досліджено морфометричну спорідненість предметів клинкової холодної зброї. Метод обрахування індексу споріднення Рассела-Рао оснований на органолептичних та вимірювальних методах дослідження. Органолептичний метод – метод визначення показників якості на основі аналізу сприйняття органів чуття людини, зокрема зору та глибокого дотику. Так завдяки зору можна проаналізувати зовнішній вигляд, форму, колір, схожість окремих конструкційних елементів. За допомогою глибокого дотику можна дослідити еластичність та цілісність досліджуваних зразків.

Метод обрахування індексу спорідненості, який набув визнання під назвою «Рассела-Рао», був запропонованим епідеміологом Полем Ф. Расселом і ентомологом Т. Рамакрішна Рао в сорокових роках минулого століття й широко відомий у прикладній математиці. Перевагою методу є те, що це – один з найпростіших прийомів обліку корисної інформації про об'єкти дослідження під час здійснення порівняльного аналізу [3].

Індекс Рассела-Рао обчислюється на підставі обліку та накопичення простих відповідей на критеріальні запитання, що набувають значень: «Так» або «Ні», й, відповідно, обліковуються за бінарної логікою, тобто «1» або як «0». Далі, згідно з описаним вище алгоритмом, їх зіставляють із загальною кількістю запитань [4].

Відтак, порівняння та дослідження спорідненості холодної зброї доцільно здійснювати в номінальних шкалах, як це передбачає модифікований показник спорідненості, з використанням критеріальних запитань такого вигляду (предикат):

{Чи величина «Р» є більшою для об'єкту «А» аніж для об'єкту «В»}, де Р – одне з візуально помітних співвідношень лінійних вимірів холодної зброї до довжини рукояті [5].

Якщо відповідь, поставлена в фігурних дужках, є правильною, у відповідну комірку таблиці порівнянь вноситься величина «1», якщо відповідь

негативна – «-1» і якщо порівняння не можна здійснити на основі візуальних спостережень – «0» [5].

Здійснивши усі можливі порівняння об'єктів між собою за усіма дослідженими характеристиками та атрибутованими ознаками, визначається загальна кількість позитивних відповідей « F^+ » та загальна кількість негативних відповідей « F^- » на критеріальні запитання, які стосуються кожного досліджуваного об'єкту. Сумарна кількість відповідей F^+ та F^- для усіх об'єктів у досліджуваній системі буде однаковою, а співвідношення $\frac{F_i^-}{F^+ + F^-}$ де i – порядковий номер об'єкту дослідження, визначить номер цього об'єкту в послідовному ряді споріднених об'єктів за «версійно-контраверсійним» індексом спорідненості.

Прогнозована вартість холодної зброї буде прорахована методом найменших квадратів.

Метод найменших квадратів (МНК) – це математичний метод, який допомагає мінімізувати суму квадратів відхилень певних функцій від шуканих параметрів.

МНК – це форма математичного регресійного аналізу, що використовується для визначення лінії, яка найкраще підходить для набору даних, забезпечуючи візуальну демонстрацію зв'язку між точками даних. Кожна точка даних є зв'язком між відомою незалежною змінною та невідомою залежною змінною [13].

Завданням МНК є оцінювання закономірностей, які спостерігаються на тлі випадкових коливань, та її використання для подальших розрахунків, зокрема, для прогнозів.

Функція, якій повинні бути підпорядковані експериментальні дані, має вигляд $y = ax + b$. Задача полягає у визначенні коефіцієнтів a і b , за яких функція $F(a, b) = \sum_{i=1}^n (y_i - (ax_i - b))^2$ буде мати найменше значення.

При знайдених a і b сума квадратів відхилень експериментальних значень від знайденої прямої буде найменшою, отже така пряма найкращим чином апроксимує експериментальні результати. Розв'язання поставленої

задачі полягає у знаходженні екстремуму функції двох змінних a і b . Для цього треба знайти відповідні похідні, прирівняти їх до нуля і розв'язати одержану систему рівнянь.

Для визначення коефіцієнтів a і b прямої, що екстраполює експериментальні дані, використовувалась програма MS Excel.

Таким чином, побудова математичної моделі обрахунку прогнозованої вартості дає можливість:

- сформулювати інноваційний підхід із застосуванням сучасних інформаційних технологій для порівняльного аналізу наближеності елементів опису історико-культурних антикварних зразків для встановлення їхньої родової/видової приналежності та/або встановлення їхньої прогнозованої вартості;
- прорахувати вартість втрат, які завдані культурі України у час ведення бойових дій.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

1. Для проведення досліджень було взято зразки клинкової холодної зброї з архівів та фондів Національного військово-історичного музею України та приватних колекцій. Перевага була надана добре атрибутованим предметам клинкової зброї XVIII – початку XX століть, які не підлягали реставраційним роботам, а їх поверхні не оброблялися спеціальними речовинами й не піддавалися механічному очищенню. Дослідження виконувалися у лабораторії кафедри товарознавства та митної справи Державного торговельно-економічного університету, а також у лабораторіях Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка Національної академії наук України, Національного науково-дослідного реставраційного центру України, Спеціалізованої лабораторії з питань експертизи та досліджень Держмитслужби.

2. Проведення ідентифікації холодної зброї полягало у визначенні критеріїв та показників. Для встановлення автентичності клинкової холодної зброї запропоновано таку сукупність критеріїв, як хімічний склад сплаву холодної зброї, хімічний склад поверхні холодної зброї до і після термічного впливу, відповідність морфометричним характеристикам (довжина виробу, ширина леза, довжина леза тощо), наявність клейм, гербів та іменників. Для прогнозування вартості клинкової холодної зброї запропоновано таку сукупність критеріїв, як: вік, обіг, залучення пам'ятки до культурних традицій, участь пам'ятки в історичних подіях, причетність пам'ятки до видатних мануфактур і шкіл, художня цінність пам'ятки, рівень технічної досконалості, наявність знаків і відміток та стан збереженості пам'ятки.

3. Для дослідження зразків КХЗ було використано також стандартні методи: органолептичний, морфометричний, рентгенофлуоресцентний аналіз, емісійний аналіз за допомогою електронного мікроскопа та методи математичного моделювання. Дослідження виконувалися за допомогою РФА

Expert Mobile (виробник ТОВ «ІНАМ», м. Київ) та електронного мікроскопу Jeol JSM-6700F Field Emission Scanning Electron Microscope.

4. Для встановлення автентичності удосконалено метод визначення хімічного складу поверхні КХЗ, який полягає у натиранні усієї поверхні досліджуваного зразка беззольним папером або бавовняним тампоном із подальшим дослідженням емісійного спектра поверхні КХЗ за допомогою електронного мікроскопа та якісного і кількісного складу домішок елімінованих хімічних елементів за допомогою РФА. Застосування авторської методики використання РФА та емісійного аналізу поверхні металу під електронним мікроскопом було доказом можливості підтвердження автентичності досліджуваних об'єктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методика криміналістичного дослідження холодної зброї та конструктивно схожих з нею виробів : Методика М-ва внутр. справ України від 15.01.1999 . URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0002320-99#Text>.
2. Indutnyi V., Merezhko N., Pirkovich K., Andreiev O. Identification of patterns of crystal-chemical transformations in historical artifacts made of metals. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 1, N. 12 (109). P. 44–51. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225418>
3. Індутний В., Походяща О. Експертиза пам'яток культури. Київ : Літера ЛТД, 2021. 516 с.
4. Вовк Ю.Р., Індутний В.В. Морфометричні характеристики історичної холодної зброї. *Товари і ринки*. 2022. № 3. С. 75-86. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/tovary_2022_3_8.
5. Індутний В., Мережко Н., Походяща О. Індекс спорідненості Рассела-Рао у стилістичній експертизі пам'яток культури. *Науковий вісник Національного музею історії України. Збірник наукових праць*. 2018. № 3. С. 578–589.
6. Indutnyi V., Merezhko N., Pirkovich K. Studying the authenticity of the golden element from a mongolian warrior's armor by physical-chemical methods. *Eastern-European journal of enterprise technologies*. 2019. Vol. 1, no. 12 (97). P. 34–40. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.157156>.
7. Тоїчкін Д., Індутний В., Мережко Н. Товарознавча характеристика антикварної холодної зброї на ринку України. *Історія давньої зброї дослідження 2016*. 2017. Т. 2, № 2. С. 41–56.
8. Пірковіч К. Ідентифікація антикварних ювелірних предметів зі срібла за мікроструктурою. *Товари і ринки*. 2015. Т. 1, № 1. С. 148–153.
9. Мережко Н.В., Мокроусова О. Р., Коптюх Л. А. Товарознавство. Том 1. Непродовольчі товари. Київ : КНТЕУ, 2019. 760 с.

10. Індутний В.В., Юнда В.В., Пірковіч. К.А. Критерії оцінки якості ювелірних виробів з нефриту. *Товари і ринки*. 2018. №2. С. 98 – 109.
11. Merezhko N., Vovk Y., Indutnyi V., Pirkovich K., Davydiuk V., Andreiev O. Devising criteria for the authenticity of historical cold weapons based on X-ray fluorescence analysis of their surface. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 6, N. 12 (114). P. 6–11. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.247624>
12. Тоїчкін Д. Козацька шабля XVII–XVIII ст.: історико-зброєзнавче дослідження. Київ : Стилос, 2007. 368 с.
13. Індутний В.В. Оцінка культурних цінностей. Київ: КНТЕУ, 2015. 810 с.

РОЗДІЛ 3

ТОВАРОЗНАВЧА ЕКСПЕРТИЗА ХОЛОДНОЇ ЗБРОЇ

3.1. Морфометрична спорідненість холодної зброї

Однією із складових експертизи є ідентифікація зразків. Із цим завданням експертам допомагає алгоритм Рассела-Рао для визначення морфометричної спорідненості холодної зброї за видовими, родовими та типовими ознаками. Візуальне розпізнавання холодної зброї на видовому рівні, узагальнення її характерних ознак здійснюється за співвідношеннями довжини леза, його ширини, форми та інших ознак, розміри яких порівнюються з довжиною та шириною рукояті, або розмірами предметів, які знаходяться поруч.

Геометричні характеристики рукояті КХЗ є базою для оцінювання та еталоном для визначення інших лінійних характеристик. Наразі, якщо лезо холодної зброї довге по відношенню до рукояті, то можна передбачити, що це шабля, шпага або меч. Водночас, якщо лезо коротке, то це кортик, багнет або ніж [1].

Об'єктами досліджень відібрано різні за типовою та видовою ознакою предмети холодної зброї, проте всі зразки є добре атрибутованими, з детальними описами в музейних паспортах. Для експертизи було відібрано такі зразки холодної клинкової зброї: шаблі, таті, катани, тасаки й шпаги із приватних колекцій та архівів Національного військово-історичного музею:

- Шабля польська із зображенням герба «гонитва»;
- Шабля російська офіцерська кавалерійська;
- Шашка СРСР стройового/ начальника складу, зразок 1940 року;
- Тесак австрійський саперний солдатський, зразок 1850 року;
- Катана бойова пізнього періоду Едо (Гендайто);
- Таті пізнього періоду Едо (Гендайто);

– Меч японський статутний сержантський, зразок 1935 року (син-Гунто);

– Шабля козацька;

– Шабля офіцера інфантерії Персія, зразок 1899 року.

Зразок №10 – Шабля з темляком Карла, зразок 1899 року обраний для встановлення морфометричної спорідненості типу шаблі з архіву Національного військово-історичного музею та порівняння з дослідженим масивом даних.

Приватні колекції та музейні фонди знаходяться в зоні ризику, адже саме на них спрямовані фальсифіковані продукти, що виставлені на аукціонах.

Шабля – це один із символів козацької доби та української державності, про неї описано в підручниках історії, літературних та науково-публіцистичних виданнях і публікаціях, а також зображено на історичних фото, картинах і в кінофільмах, тому вона легко розпізнається на рівні видової назви.

Отже, для дослідження будуть використовуватися зразки, що відповідають таким характеристикам:

– досліджувані зразки мають бути зігнутою зброєю;

– морфометричні особливості: 120–140 см завдовжки, частиною довжини яких є клинок; його співвідношенні до руків'я має бути не менше, ніж 4:1;

– зразки, переважно, мають складатися із клинка та ефеса (держака, руків'я), скріпленими між собою за допомогою гарди (хреста).

Беручи до уваги те, що морфометричні параметри холодної зброї вимірюються згідно з описаними та узгодженими в колах фахівців методиками, розроблено перелік похідних морфометричних характеристик, які дозволяють співставляти зразки на основі візуально спостережених ознак [2].

Перелік морфометричних характеристик для виконання порівняльних процедур показано у табл. 3.1.

**Перелік морфометричних характеристик для виконання
порівняльних процедур**

№	Назва критерію для порівняння	Короткий опис операції візуального порівняння	№	Назва критерію для порівняння	Короткий опис операції візуального порівняння
1	Довжина леза	Відносна довжина, яка визначається шляхом порівняння з довжиною руків'я	8	Довжина крижу (хреста, гарди)	Відносна довжина, яка визначається порівнянням з довжиною руків'я
2	Ширина леза	Протяжність зразка в поперечнику	9	Довжина руків'я	Відносна довжина зразка, яка визначається порівнянням з довжиною леза
3	Ввігнутість леза	Характеристика загальної кривизни	10	Ширина руків'я	Протяжність зразка, яка визначається порівнянням з довжиною руків'я
4	Гострота кінця леза	Геометрична характеристика, яка вказує на форму й кут кінця	11	Ширина молотка (єлмані)	Протяжність зразка, яка визначається порівнянням з шириною леза
5	Зменшення ширини леза	Зменшення ширини леза від руків'я до кінця	12	Товщина руків'я найтовстішій частині	Характеристика максимальної товщини руків'я
6	Збільшення ширини леза	Збільшення ширини леза від руків'я до кінця	13	Товщина руків'я найтоншій частині	Характеристика товщини в мінімальній товщини руків'я
7	Товщина протилежної сторони ріжучого краю	Відносна довжина, яка визначається порівнянням з шириною леза	14	Глибина долу	Відносна довжина, яка визначається порівнянням з шириною леза

Використовуючи усі можливі порівняння описаних вище зразків, побудовано для порівняння робочу матрицю, (додаток Б), де кількість стовпчиків та рядків буде однаковою й відповідатиме кількості зразків холодної зброї, які порівнюються. Далі відповідно до робочої матриці послідовно виконано операції попарного порівняння всіх зразків між собою за допомогою висловлювань, сформульованих за формою предикату, описаного вище, наприклад: *«Зразок Шабля польська з зображенням герба «гонитва» виявляє більш притаманний вигляд зразка типу «шабля», ніж Катана бойова пізнього періоду Едо (Гендайто)»*.

Такий опис повторюється для кожного зі зразків і в результаті ствердної відповіді (якщо це так) на це запитання внесено цифру «1», а якщо «ні» – то «- 1» [3].

Результатом досліджень є повне порівняння холодної зброї за всіма ознаками. Це також свідчить про те, що в кожній пойменованій комірці таблиці міститься 14 цифр, які віддзеркалюють результати порівняння. Спорідненість описаних вище зразків у співвідношенні облікованих ознак можна також візуалізувати за допомогою діаграми, зображеної на рис 3.1.

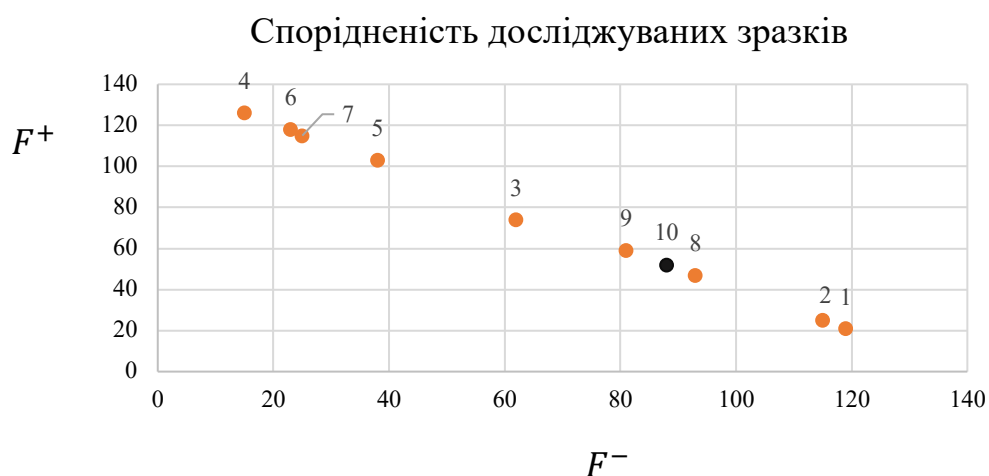


Рис. 3.1 Версійно-контраверсійний облік морфометричних характеристик у процесі порівняння шабель за вищепойменованими ознаками

Як видно з діаграми (рис. 3.1), між деякими зразками спостерігається обернена спорідненість (зразки мають схожі показники F^+ та F^-). Так, зразки 1 та 2, кожен з яких має назву «шабля», дійсно найбільш подібні до опису предмета «шабля», оскільки їх показники спорідненості Рассела-Рао, розраховані за кількістю негативних відповідей, мають схоже значення (0,87 та 0,84 відповідно). Зразок 8 теж має схожі зі зразками 1 та 2 характеристики й знаходиться найближче до точок 1 та 2. З цього можна зробити висновок, що ці зразки мають спорідненість за ознаками та можуть називатися «шаблями».

Зразок 9, хоч і називається шабля, проте більше подібний до шпаги або драгунки. Таке твердження ми можемо відслідкувати із розміщення точки 9 на

графіку, так і з порівнянь. Показники спорідненості Рассела-Рао розраховані за кількістю негативних відповідей має значення 0,56, тоді, як зразки під назвою «шабля» мають дещо вищий показник – 0,84 – 0,87. Подібну закономірність ми можемо бачити і на прикладі зразка 3 – шашка козацька. Показник спорідненості Рассела-Рао, розрахований за кількістю негативних відповідей, має значення 0,48.

Зразок 5 – катана, має подібні до шаблі елементи, але суттєво відрізняється як від досліджуваних зразків шабелі, так і від досліджуваних зразків японської зброї.

Зразок 4 відрізняється від досліджуваних зразків своїми характеристиками. Візуально, такий зразок має суттєві відмінності від зразків «шабелі», визначених дослідженням, як зразки 1 та 2. Точка 4 абсолютно віддалена на графіку від зразків типу «шабля» та має деякі споріднені елементи зі зразками 6 і 7, зокрема співвідношенням довжин леза до загальної довжини та мінімальним кутом вигнутості леза. У той же час зразок 7, статутний меч японського сержанта 1935 року, більше подібний саме до шпаги, аніж до шаблі чи більш традиційних у Японії таті (зразок 6). Цей зразок має незначний кут вигнутості леза клинка, довжину і ширину леза, довжину гарди.

Отже, у результаті виконання вище описаних порівняльних операцій та побудови діаграми, зображеної на рис. 3.1, було створено нову базу вихідних даних та еталонів з метою здійснення операцій порівняння для розпізнавання холодної зброї в завданнях товарознавчої експертизи.

Таким чином, досліджуваний зразок №10 має спорідненість зі зразками 8 та 9, що відповідають терміну «шабля», що було визначено завдяки індексу спорідненості Рассела-Рао.

Окрім того, на графіку (рис. 3.1) можна чітко спостерігати наявність так званої точки конгруентності (зразок 3).

Точкою конгруентності називається відповідна точка на графіку, відносно якої результати дослідження можна вважати симетричними, тобто це

означає, що зразок 3 можна вважати ідеалізованим уявленням терміну «шабля», а отже, саме зразок 3 «Шашка СРСР стройового/начальника складу, зразок 1940 року (Морозова К.П.)» буде вважатися еталонним зразком (взірцем), з яким у майбутньому будуть порівнюватися усі досліджувані зразки для створення єдиної бази спорідненостей.

Об'єктами досліджень також є багнети з приватних колекцій та архівів Національного військово-історичного музею.

Такий метод можна використати й щодо інших типів і зразків зброї, зокрема, ножів, багнетів, тесаків та навіть луків та списів.

Так, наприклад, нами було проведено дослідження холодної зброї типу багнет.

Досліджувані зразки багнетів:

- Швейцарський багнет Zig;
- Штик-ніж Шаспо. Багнет;
- Британський Bagnet S 294;
- Австро-Угорський Verndl 1870 року;
- Багнет k98 Mauser з роговими накладками;
- Багнет-ніж німецький, зразок 1883/98 років. Нового типу (1933-1945 років) до карабіну 98К № 4267R;
- Багнет-ніж іспанський, зразок 1913 року до гвинтівки Маузера 1893/1916 років у шкіряних піхвах № 70287;
- Багнет Майнліхера;
- Багнет до гвинтівки Манліхер М88.

Зразок № 10 – Багнет Іспанія Cetme M1964 до карабіна FR8(Santa Barbara) обраний для встановлення морфометричної спорідненості типу багнет з архіву Національного військово-історичного музею та порівняння з дослідженим масивом даних.

Отже, досліджувані зразки мають бути прямою короткою клинковою зброєю, довжиною 27 – 31,5 см, більшою частиною довжини яких є клинок, його співвідношення до руків'я має бути не менше ніж 2:1.

Беручи до уваги те, що морфометричні параметри холодної зброї вимірюються згідно з описаними та узгодженими в колах фахівців методиками, розроблено перелік похідних морфометричних характеристик, які дозволяють зіставлення зразків на основі візуальноспостережених ознак. Порівняння виконують згідно з вищеописаним предикатом, а результати, згідно і запропонованими критеріями, обліковують у відповідних комірках порівняльної таблиці (Додаток В).

Для наочності розташування точок на осі координат F^+ – F^- максимальним значенням обрано показник у 120 одиниць по осі абсцис і 160 одиниць – по осі ординат.

Спорідненість описаних вище зразків із досліджуваним зразком №10 у співвідношенні облікованих ознак можна також візуалізувати за допомогою діаграми, зображеної на рис. 3.2.



Рис. 3.2. Версійно-контраверсійний облік морфометричних характеристик у процесі порівняння багнетів за вищепойменованими ознаками

Як видно з діаграми (рис.3.2), між деякими зразками спостерігається обернена спорідненість (тобто зразки мають подібні значення показників F^+ та F^-). Так, зразки 1, 2, 5, 6, 7 та 8, кожен з яких має назву «багнет», дійсно, за своїми морфологічними показниками, найбільш подібний до опису клинкового предмета холодної зброї «багнет-ніж», тому що їх показники

спорідненості Рассела-Рао, розраховані за кількістю позитивних відповідей, мають схоже значення, а саме 0,84, 0,79, 0,96, 0,83, 0,82 та 0,71 відповідно.

Зразки 3 та 4 є найбільш віддаленими на графіку, та хоч і називаються багнетами, проте більше подібні до тесаків. Це твердження підтверджується й показниками спорідненості Рассела-Рао, розрахованими за кількістю позитивних відповідей – 0,21 та 0,29 відповідно, тоді як зразки під назвою «багнет» мають значно вищий показник – 0,71 – 0,96.

Зразок 9 – Багнет до гвинтівки Манліхер М88 – має назву «багнет», проте візуально більше нагадує штик-ніж. Дане припущення підтверджує й експертиза. Індекс спорідненості Рассела-Рао становить 0,44.

Отже, у результаті виконання вищеописаних порівняльних операцій та побудови діаграми, зображеної на рис.3.2, було створено нову базу вихідних даних та еталонів зразків холодної зброї типу «багнет» із родовою приналежністю до клинкового роду типу «багнет-ніж» з метою здійснення операцій порівняння для розпізнавання холодної зброї даних типу, роду й виду в завданнях товарознавчої експертизи.

Наприклад, до експертизи холодної зброї без відповідних супровідних характеристик було поставлено завдання дати його правильну назву в автоматизованому режимі, тобто без участі експерта. Таке завдання дозволить провести автоматизоване порівняння цього об'єкта з дуже великою кількістю інших, представлених у відкритому контенті інтернету.

Таким чином, досліджуваний зразок №10 має спорідненість із зразком №9, що було визначено завдяки індексу спорідненості Рассела-Рао. Такі зразки візуально нагадують «штик-ножі».

Згідно із тим, що для проведених товарознавчих досліджень було створено й апробовано абсолютно нові методи дослідження клинкової холодної зброї, доцільно було б розробити методики проведення дослідження.

3.2. Розробка регламенту експертизи холодної зброї

Основним завданням методики визначення автентичності холодної зброї є встановлення реальності доказів походження [8]. Атрибуція є однією зі складових товарознавчої експертизи, тому встановлення автентичності досліджуваних зразків є одним із ключових завдань експертизи.

Автентичність – багатозначний термін:

1. У культурології: самототожність, оригінальність, непідробність культурних феноменів, що мають давнє походження та відтворюються в часі в незмінному вигляді. Здебільшого автентикою називають елементи традиційних етнічних культур, які зберегли свої засадничі риси й продовжують бути актуальними протягом значного часу [9].

2. У праві :

а) достовірність, відповідність тексту правового документа оригіналові [10];

б) точне (адекватне) розкриття, тлумачення дійсного змісту акта, ухваленого органом державної влади. Для правової та судової оцінки показань важливим є термін «автентичні показання»: власноручні свідчення, зміст яких не залежить від [11] стороннього впливу; істинний, точний запис у формі протокольних речень, власних спостережень, окремих фактів, суджень тощо зі слів опитуваної особи.

Автентичний письмовий виклад показань передбачає врахування культурних, національних, вікових, соціально-психологічних, професійних і ситуаційних ознак поведінки опитуваної особи [8].

3. У психології: одна з основних характеристик особистості, що пояснюється як щирість, відкритість, чесність насамперед із самим собою, а також – свобода, самоактуалізація, конгруентність (узгодженість та несуперечливість вербальних та невербальних сигналів у комунікації) [6].

Автентичність – обов'язкова складова ефективного спілкування.

Автентична поведінка визначається як переживання безпосереднього досвіду, не викривленого захисними механізмами психіки [25].

Процедура визначення автентичності холодної зброї у рамках товарознавчої експертизи полягає в таких діях:

1. Відбір досліджуваних зразків.

2. Вивчення супровідної документації та узгодження з власником питання щодо можливості здійснення операцій опробування й термічного впливу на холодну зброю.

3. Проведення комплексу опробувальних та аналітичних досліджень.

3.1 Зразки натираються ватним бавовняним тампоном методом фрікцій по усій поверхні металу.

3.2 Ватні бавовняні тампони спалюються.

3.3 Попіл досліджуємо за допомогою РФА.

3.4 Зразок піддаємо досліджуванню методом електронного мікроскопіювання.

3.5 Зразок прогривається за допомогою промислового фену (температура повітря 500°C +/- 10°C).

3.6 Після охолодження зразка його натирають ватним бавовняним тампоном методом фрікцій по усій поверхні металу.

3.7 Ватні бавовняні тампони спалюються.

3.8 Попіл досліджуємо за допомогою РФА.

3.9 Зразок піддаємо досліджуванню методом електронного мікроскопіювання.

3.10 Порівняння отриманих результатів

Процедура пункту 3 повторюється до 20 разів на одному зразку для отримання динаміки змін на поверхнях досліджуваних зразків.

4. Аналіз результатів та обґрунтування висновку щодо автентичності.

Наявність таких хімічних елементів, як К, Са, Na, на поверхні (рис. 3.3), можуть свідчити про неавтентичність зразків, адже ці описані елементи

виділяються на поверхню металевих зразків холодної зброї, вік яких не перевищує 50 – 60 років.

Впроваджена методика полягає також і у визначенні загрози хімічного ураження людини при її контакті з історичною холодною зброєю.

Застосування авторської методики опробування дозволяє визначити проблему безпеки поводження з пам'ятками історії загалом, адже якщо на поверхні виробів з металів концентруються небезпечні хімічні елементи і вони в контакті з повітрям та вологою утворюють легкокорозивні хімічні сполуки, то це може становити загрозу здоров'ю працівників музеїв, експертів та колекціонерів, які повсякденно контактують з цими предметами.

Крім того, методика дозволяє на основі описаних результатів експеримента із зразками сучасної сталі описати процес елімінації хімічних елементів на поверхню сплаву та оцінити рівень безпечності поводження з сучасними виробами та вік металу, з якого виготовлені зразки холодної зброї [6].

Діаметри іонів хімічних елементів показані на рис.3.3.

Cl ⁻ 0,181	Ca ²⁺ 0,104	Mn ²⁺ 0,091	Pb ²⁺ 0,126
Na ⁺ 0,098	Ba ²⁺ 0,138	Mn ³⁺ 0,070	Pb ⁴⁺ 0,076
K ⁺ 0,133	Zn ²⁺ 0,083	Mn ⁴⁺ 0,052	Cd ²⁺ 0,099
Cu ⁺ 0,098	Hg ²⁺ 0,112	Mn ⁷⁺ 0,046	S ²⁻ 0,182
Cu ²⁺ 0,080	Fe ²⁺ 0,080	Al ³⁺ 0,057	S ⁶⁺ 0,029
Mg ²⁺ 0,074	Fe ³⁺ 0,067	Si ⁴⁺ 0,039	O ²⁻ 0,136

Рис 3.3 Діаметри іонів хімічних елементів

Найбільш активно й, відповідно, першочергово із залізного сплаву вилучаються хімічні елементи із великими розмірами іонів – К, Са, Na. Елементи з близькими та значно меншими розмірами іонів вилучатимуться повільніше – Al, Mn, Ni, Zn, Pb, Ag, Sn, P, Cu, Ti, Si, S.

3.3 Дослідження хімічного складу поверхні холодної зброї

Для дослідження були використані результати вивчення хімічного складу натирів з поверхні історичної холодної зброї за допомогою РФА.

На першому етапі предметом дослідження стали шість зразків історичної холодної зброї з музейного фонду України, а саме Національного військово-історичного музею України. Перевага була надана предметам XVIII–XX століть, які не підлягали реставраційним роботам (згідно з даними музейної документації), а їх поверхні не оброблялися спеціальними речовинами й не піддавалися механічному очищенню.

Залізо, маючи кубічну об'ємноцентровану будову кристалічної ґратки [7], у якій іони знаходяться в стані ковалентного хімічного зв'язку [8], під дією температури активізує власні коливання кристалічної ґратки, збільшує їх амплітуду, що сприяє виштовхуванню іонів сторонніх хімічних елементів.

Швидкість вилучення сторонніх іонів залежить від ступеня їх хімічної спорідненості до іонів заліза – за масою і структурою зовнішніх електронних оболонок.

Як було описано у методиці визначення автентичності холодної зброї, найбільш активно й, відповідно, першочергово, із залізного сплаву вилучаються хімічні елементи із великими розмірами іонів, проте, невеликі концентрації елементів можуть залишатися і в старіших металах. Елементи зі значно меншими розмірами елімінуються повільно.

Серед виявлених хімічних елементів теоретично лише іон Mn^{+3} може ізоморфно заміщати залізо в кристалічній ґратці, утворюючи досить стійку до розпаду дислокацію. Отже, його елімінація є найбільш повільною та може вважатися індикатором віку артефакту.

Також повільно виділятиметься й Si, але тому, що розміри його іонів є аномально маленькими.

Таким чином, для вивчення процесу перекристалізації залізного сплаву поіменовані хімічні елементи є найбільш інформативними. Крім того, вони завжди присутні в залізних рудах у великій кількості й незалежно від способу

виплавки металу залишаються в ньому в достатній для аналітичного вивчення концентрації.

Потрібно також мати на увазі, що реальний сплав заліза містить певну кількість мінеральних інклюзій термостійких хімічних сполук, акцептованих з руд, – карбіди та оксиди кремнію, заліза, алюмінію та інші [8].

Ці сполуки з плином часу теж можуть розкладатися, а відповідні речовини акумулюватися на поверхні історичних артефактів.

Відтак, інтерпретація результатів експериментальних спостережень є складною для математичного моделювання внаслідок розмаїття фізико-хімічних процесів, які протікають.

Крім того, спосіб обробки металу, наприклад, кування, може призводити до привнесення деяких речовин на його поверхню (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Якісний хімічний склад поверхні обраних зразків холодної зброї з
Національного військово-історичного музею**

Опис предмета	Проба	Cl	P	Ca	Fe	Al	Cu	Zn	Ag	Sn	Sr	K	Ti	Zn	Pb	Ni	Si	S	Mn
Багнет-ніж зр.1883/98 рр. Нового типу	лезо	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
	лезо	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+
	піхви	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+
Багнет-ніж ісп. зразка 1913	лезо	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+
	лезо	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+
	лезо	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Шабля російська офіцерська кавалерійська зразок 1827/1909 р.	лезо	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	лезо	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
	лезо	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-
	лезо	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
	руків'я	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
	руків'я	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-

Продовження табл. 3.2

Опис предмета	Проба	Cl	P	Ca	Fe	Al	Cu	Zn	Ag	Sn	Sr	K	Ti	Zn	Pb	Ni	Si	S	Mn
Шабля російська офіцерська кавалерійська зразок 1827/1909 р.	лезо	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	лезо	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
	лезо	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-
	лезо	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
	руків'я	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
	руків'я	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Шабля польська з зображенням герба «гонитва» копія ХХ ст	лезо	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
	лезо	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
	лезо	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
	оздоблення	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
	гарда	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-
Шабля Орла	лезо	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-
	лезо	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
	лезо	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-
Тесак австрійський саперний солдатський	лезо	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	лезо	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	лезо	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	лезо	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

У результатах вивчення хімічного складу поверхні металу вибраних зразків холодної зброї, наведених в табл. 3.2, спостерігається високий рівень варіативності в наборах виявлених хімічних елементів та інтенсивностей відповідних ліній на спектрах флюоресценції.

Згідно з таблицею, можна звернути увагу на те, що деякі з хімічних елементів трапляються частіше, ніж інші. Так, наприклад, ферум, цинк, купрум та хлор зустрічаються майже в кожному зразку натиру. А нікель було

виявлено лише по одному разу в натирах зразка № 3 (шабля російська офіцерська кавалерійська, зразок 1827/1909 років) та зразка № 4 (шабля польська з зображенням герба «гонитва», копія ХХ століття).

Срібло зустрічається у зразках №5 (шабля Орла) та №6 (тесак австрійський саперний солдатський). Олово та стронцій також спостерігаються у зразках №5 (шабля Орла) та №6 (тесак австрійський саперний солдатський), а також у зразку №2 (багнет-ніж іспанський, зразок 1913 року до гвинтівки Маузера 1893/1916 років у шкіряних піхвах).

Елемент плюмбум було виявлено в натирах зразків № 2 (багнет-ніж іспанський, зразок 1913 року до гвинтівки Маузера 1893/1916 років у шкіряних піхвах) та зразку № 4 (шабля польська з зображенням герба «гонитва», копія ХХ століття).

Манган було виявлено у двох зразках багнет-ножів, що датовані початком ХХ століття.

Така неоднорідність є прямим свідченням протікання процесів елімінації домішкових хімічних елементів на поверхні металу з утворенням ділянок, вкритих надтонкими плівками гідроксидів. На поверхні предметів з металу, виготовлених нещодавно, таких високих розбіжностей у хімічному складі не спостерігається. Відтак, ця ознака може бути використаною в якості критерію автентичності антикварних та музейних зразків холодної зброї. Крім того, індикаторними хімічними елементами, які можуть вказувати на вік артефактів, слід визначити хімічні елементи, які є ізоморфними в кристалічній ґратці заліза, – манган, хром, нікель і, можливо, кремній та кобальт.

Такі елементи, як Са та К можна спостерігати на більш старих зразках, але у незначній кількості.

Особливу увагу звернемо на ті результати аналітичних досліджень, де зафіксована відсутність заліза. Існує два пояснення цього феномену.

Перше – це наявність надтонких гідрооксидних плівок на поверхні, у яких концентруються лише нещодавно еліміновані із сплаву хімічні елементи з надмаленьких мінеральних домішок (кальцій, калій, хлор, фосфор, мідь,

цинк). Проте залізо є нещодавно утвореною та добре розкристалізованою речовиною.

Друге – це обробка поверхні консервуючими речовинами з метою видалення гідроксидів заліза.

Таким чином, спостерігаючи за особливостями наборів та вмісту хімічних речовин на поверхні залізних артефактів, отримуємо відповіді на поставлені в дослідженні запитання щодо їх автентичності та наявності слідів реставраційного втручання. Також можна виконати уточнюючі експерименти, які дозволять теоретично обґрунтувати спостережені особливості хімічного складу поверхні.

3.4 Вплив термічної обробки на хімічний склад поверхні холодної зброї

Для подальшого дослідження хімічних елементів необхідно було проаналізувати поверхні зразків та металевих пластинок. Таке дослідження покликано продемонструвати процес перекристалізації металів за теплового впливу.

У зв'язку із неможливістю прогріву антикварних зразків ХЗ у муфельній печі для проведення експерименту було використано звичайні пластини металевих сплавів сучасного виготовлення.

Зауважимо, що запропонована методика дослідження хімічного складу речовини на поверхні металу в натирах передбачає можливість узагальнення результатів шляхом об'єднання проб в одну – змішування попелу тампонів, які належать до результатів, отриманих при однакових температурах.

Для здійснення порівняльного аналізу хімічного складу металу на поверхні та в більш глибоких частинах пластини шліфували наждачним папером у визначеній точці, після чого з поверхні знову знімалися проби натиранням бавовняними тампонами [14].

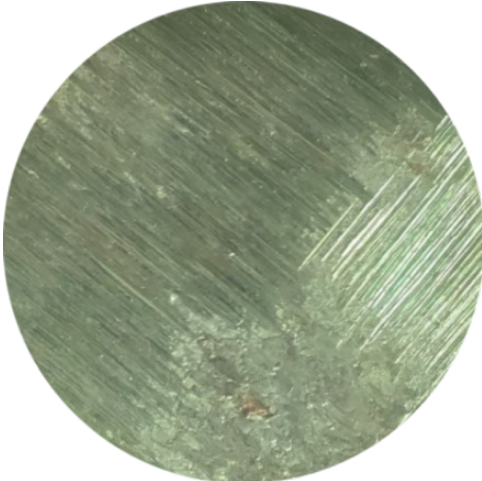
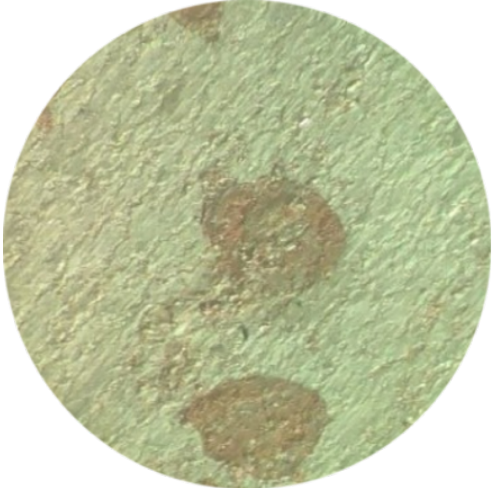
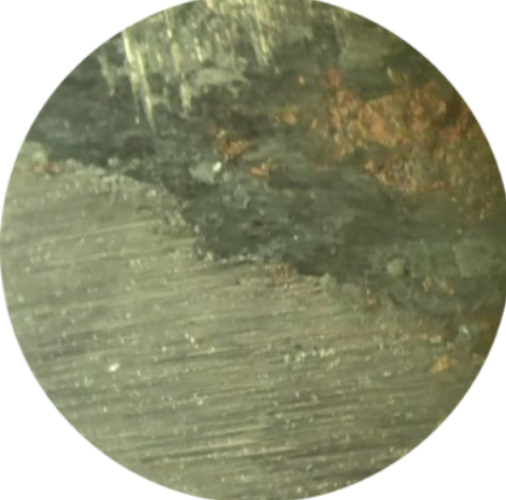
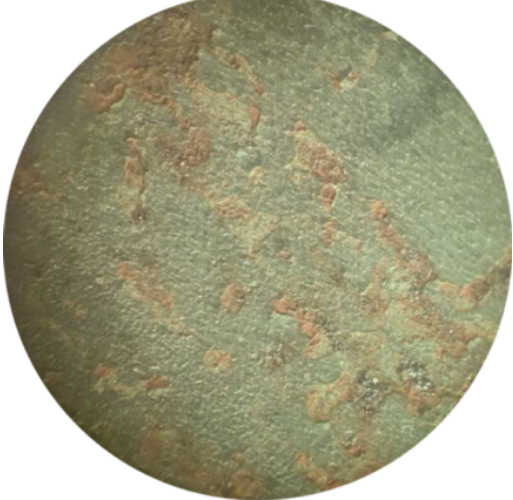
Для підвищення контрастності результатів дослідження, що отримуються за допомогою рентгенофлуоресцентного приладу [15],

бавовняні тампони спалювалися й це дозволило концентрувати речовини в пробі малого об'єму та більш докладно спостерігати співвідношення концентрацій елімінованих хімічних елементів.

Мікроскопічне дослідження зі збільшенням у 25 разів поверхні сучасних металевих пластин: (№1, металева пластина розміром 3x3 см, та зразок №2, металева пластина розміром 5x5 см) за температури 300°C та 700°C показано в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Мікроскопічне дослідження поверхні зразків за температури 300°C та 700°C

Зразки	Температура 300°C	Температура 700°C
№1		
№2		

Так, після нагрівання до 300 °С видимих змін хімічного складу речовин на поверхні металів не спостерігалось. Температура в 300 °С обрана через те, що це критична температура для стійкості кристалічної ґратки.

За нагрівання в 450 °С і вище відбувається руйнування кристалічної ґратки та вивільнення електронів, що поступово елімінуються на поверхню.

Тому другим показником для дослідження температурного впливу обрано температуру майже 700 °С.

Проте після нагрівання до 700 °С попередньо зачищена поверхня зразків потемнішала, з'явилися оксиди червоного кольору, а неочищена поверхня металевих пластин набула чорного кольору та ознак відлущення мінеральних скоринок (окаліни).

Зауважимо, що значне прогрівання чистої поверхні виробу з металу (сталі) посилює хімічну активність вільного кисню, вплив водяних парів та вуглецевої кислоти.

Отже, легко передбачити хімічний склад речовин, які утворюються на поверхні. Зовнішній вигляд створюваних поверхневих утворень нагадує скоринку, яку традиційно називають окаліною.

Саме ці утворення використовуємо в подальших дослідженнях.

Товщина шару поверхневих утворень залежить від тривалості перебування металу в печі. Активне окислення поверхні починається за температур, що дорівнюють 600 – 700° С, і, звичайно, значних величин окислення може досягати при більш високих температурах (близько 900 – 1000°С).

Крім невеликої маси втрати металу, погіршується вид зовнішньої поверхні металу. Після прогрівання поверхня виходить не гладенькою, а шорсткою, вкритою мікротріщинами та від'ємними елементами рельєфу, що сприяє накопиченню елімінованих хімічних елементів [16].

Так, при кімнатній температурі $t^{\circ}\text{C}=20^{\circ}\text{C}$ на очищеній та пришліфованій поверхні спостерігаємо реальний вміст домішкових хімічних елементів, які від початку присутні в усьому об'ємі.

На неочищених ділянках зразків спостерігаємо той самий хімічний склад, але з більшими концентраціями елімінованих хімічних елементів. Результат вказує на стан поверхні до початку термічного впливу.

Після прогрівання зразків до температури 300 градусів за Цельсієм хімічний склад поверхні металу змінюється – легкі хімічні елементи – C, P, S – зникають, утворюючи леткі сполуки, а більш важкі за атомними масами – Si, Mn, Cu, Ni – суттєво збільшують свою концентрацію.

Наведений вміст вуглецю був не вимірний безпосередньо, а розрахований за допомогою програмного забезпечення від виробника приладу (ТОВ «ІНАМ»).

Алгоритм розрахунку достеменно невідомий, але, очевидно, значення отримані шляхом вирахування різниці у піках заліза (та домішок) у спектрах різних еталонних сплавів.

Після прогрівання зразків до температури 700 градусів за Цельсієм, крім хімічних домішків зазначених вище, на поверхні з'являються As, Al, Mo.

Таким чином, вплив температури прискорює процес елімінації та дозволяє вивчати її закономірності, які слід пов'язувати з розмірами іонів елімінованих хімічних елементів та типом і енергією хімічних зав'язків, які вони мають у сплаві [17].

Це, безумовно, є перевагою, адже, як видно з фото в табл. 3.3, поданої вище, новостворені на поверхні агрегати й мінеральні скоринки нерівномірно розміщені в просторі на поверхні й для їх аналізу в контексті поставленого дослідницького завдання слід об'єднати матеріал усіх відповідних проб, отриманих при однакових температурах.

Для узагальнення численних результатів (до п'яти натирів при кожній із зазначених температур) застосовується спеціальний алгоритм визначення хімічного складу поверхні, який передбачає обрахування відповідних сум концентрацій хімічних елементів, отриманих у результаті опробування в однакових умовах прогрівання, після чого результати нормуються за величиною ста відсотків (табл.3.4).

**Кількісний аналіз хімічного складу натирів з поверхонь
досліджуваних зразків металевих пластин**

Зразок	t, °C	C	Fe	Si	Mn	S	Cu	Zn	P	Ni	As	Cl	Al	Cr	Mo
Зразок 1															
без патини	20	0,310	99,113	0,116	0,340	0,064	0,047	0,008	–	0,043	–	–	–	–	–
без патини	300	–	99,9	–	0,1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
не зачищений	700	4,701	94,269	0,699	0,362	0,028	0,051	0,014	0,054	–	–	–	–	–	–
зачищений	700	1,050	96,145	2,225	0,532	0,044	0,065	–	–	0,062	0,01	–	–	–	–
Зразок 2															
без патини	20	0,540	98,244	0,339	0,568	0,034	0,039	0,009	–	0,040	–	–	0,185	–	0,006
без патини	300	–	92,754	6,594	0,653	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
не зачищений	700	8,073	89,977	1,947	0,297	0,063	0,037	–	–	–	–	0,176	–	–	–
зачищений	700	0,521	97,875	0,929	0,325	0,069	0,070	–	0,058	0,068	–	0,006	0,116	0,043	0,005

Таким чином, кінцевий результат визначення особливостей хімічного складу мінеральних сполук на поверхні досліджуваних зразків є розрахунковим.

Треба також врахувати, що в досліджуваних зразках найбільш високі концентрації має залізо. Його масова частка у кожному натирі коливається від 89 до 99% від загальної маси домішкових елементів. Крім того, залізо утворює найбільшу кількість сполук (оксидів, карбідів тощо) у процесі нагрівання. Водночас, у контексті поставленого завдання концентрація цього хімічного елементу береться до уваги лише в якості показника загальної чистоти металу.

Також можна побачити тенденцію, що з підвищенням температури в муфельній печі концентрація заліза на поверхні досліджуваних зразків металів знижується, а масова частка інших елементів підвищується (рис. 3.4 та рис. 3.5).

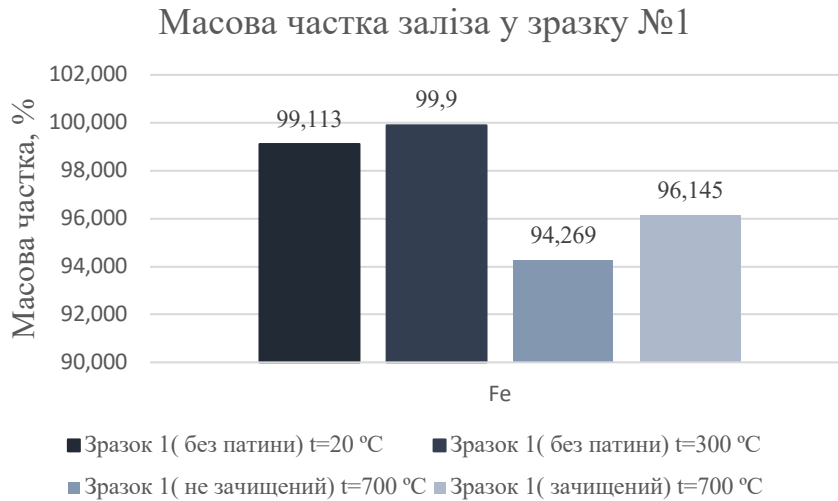


Рис.3.4. Масова частка заліза у зразку №1

Як видно з діаграми, показники зачищеного зразка та зразка без патини – близькі за значеннями і становлять 96,145% та 99,113% відповідно. У незачищеному зразку показник заліза в патині значно нижчий і становить 94,269%

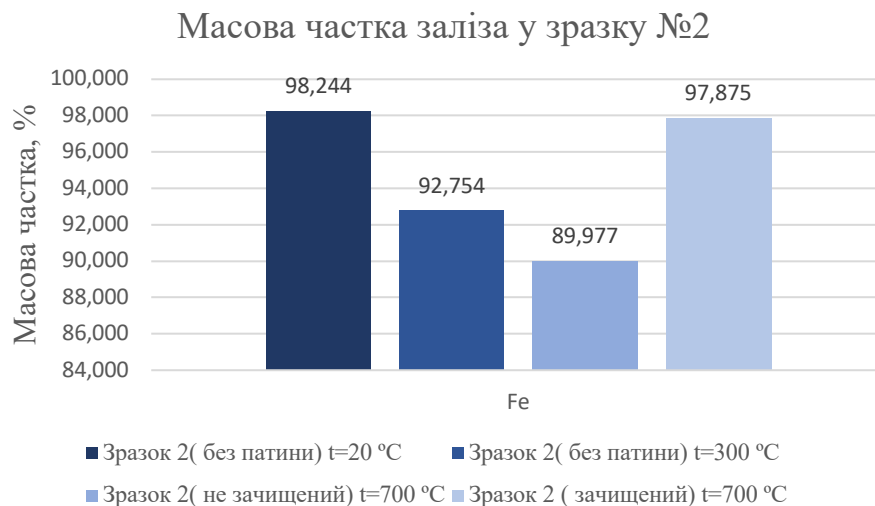


Рис. 3.5. Масова частка заліза у зразку №2

Схожу динаміку можна спостерігати й на поверхні другого зразка. Показники зачищеного зразка та зразка без патини – близькі за значеннями й становлять 97,875% та 98,244% відповідно. У незачищеному зразку показник заліза в патині значно нижчий і становить 89,977%.

Окрім того, масова частка заліза у зачищених зразках майже збігається з масовою часткою заліза в зразках кімнатної температури і становить більше 97% від загальної маси домішкових елементів на поверхні.

Також за температури 20°C в обох зразках кожної точкової проби виявлено доволі незначну концентрацію нікелю. Нікель можемо спостерігати і на натирах зачищених зразків №2 та №1.

Фосфор виявлено в обох зразках лише при температурі 700°C, так само як і арсен. Їхні концентрації коливаються в межах 0,0054 – 0,1%.

У зразку №2 за температури в 300°C програмі не вдалося коректно розрахувати вміст вуглецю в пробах патини (через підвищений вміст кремнію).

Були показані натири зразків № 1 та № 2 за кімнатної температури t°C = 20°C, за температури 700°C, стан поверхні – незачищена, за температури 700°C, стан поверхні – зачищена.

Результати експерименту повністю підтверджують протікання процесу елімінації іонів окремих хімічних елементів з металу в процесі його прогрівання. Зокрема, можемо спостерігати виділення на поверхню іонів Al, Si, S, Cu, які мають різні радіуси іонів й здатність утворювати шкідливі для людини сполуки при взаємодії з вологою та органічними речовинами поверхні рук.

Для візуально підтвердження теплового впливу на поверхню, металеві пластини було досліджено під мікроскопом (збільшення зображення в 40 разів). Поверхня металевих пластин була пришліфованою. Половина зразків були прогрітими в муфельній печі при температурі 700 градусів за Цельсієм впродовж 3 годин (рис. 3.6 та рис. 3.7).

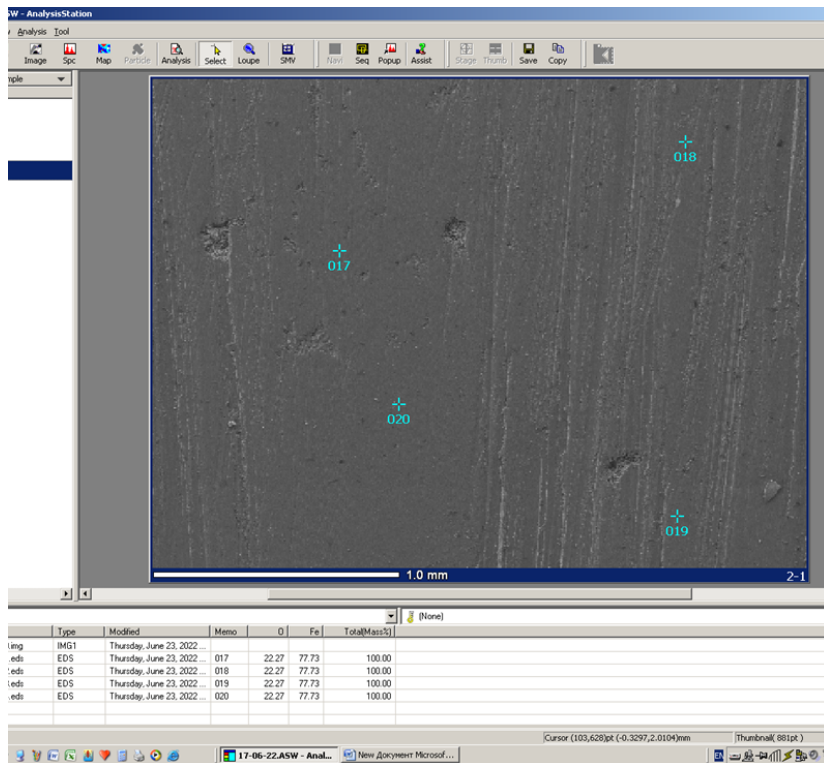


Рис. 3.6 Знімок поверхні зразка заліза, що не піддавався термічній обробці

На рис. 3.7 показані зображення поверхонь зразків заліза під електронним мікроскопом. Точки, де досліджувався хімічний склад, позначені блакитними цифрами.

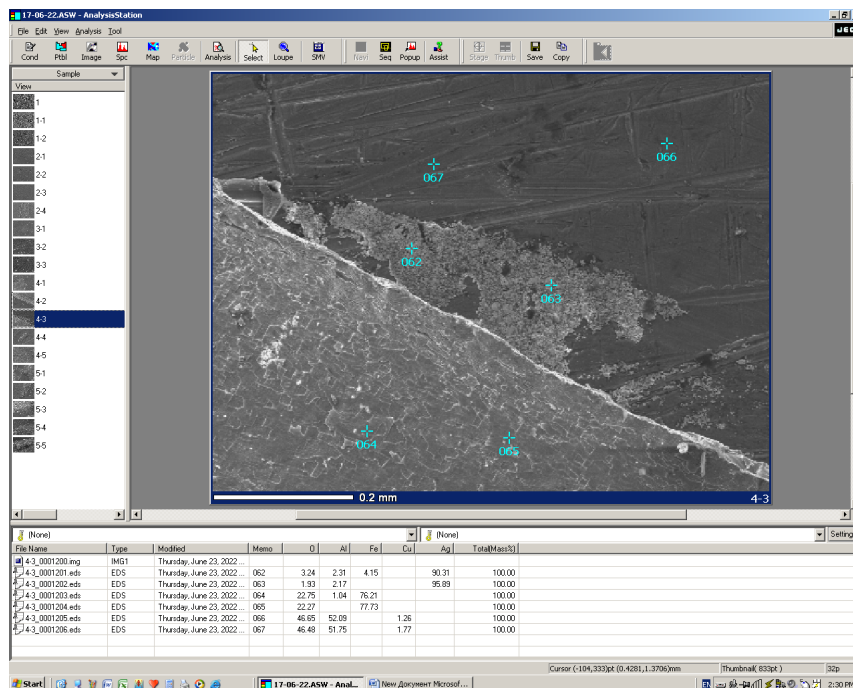


Рис. 3.7 Знімок поверхні зразка заліза, що піддавався термічній обробці

Існує експериментальна можливість довести, що наявні на поверхні шкідливі речовини не є привнесеними з навколишнього середовища в процесі побутування зброї, її чищення спеціальними речовинами й є результатом поступової природної перекристалізації металу.

Результати дослідження термічно обробленого та необробленого металу за результатами емісійного аналізу показано у табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Хімічний склад речовини на поверхні термічно необробленого (а) та обробленого (б) металу за результатами емісійного аналізу

	O	Fe	Al	Mn	Si	S	K	Ca	Cu	Zn	Ti	Mg	Сума	
Термічно необроблені зразки металу (а)	22,27	77,73											100	
	22,27	77,73											100	
	22,27	77,73											100	
		65,31	4,55		26,44			3,7						100
		98,68			1,32									100
Термічно оброблені зразки металу (б)		98,99			1,01									
	32,83	30,78	3,78		10,59	2,28	4,12	2,69	12,93				100	
		93,27			2,27			1,92		2,55			100	
	3,76	88,95				3,84						2,12	100	
	21,84	62,32							15,84				100	
	60,43	3,73				1,95	2,34	3,17			1,66	100		
	64,72	3,58	0,01	30,05						1,64			100	

Емісійні спектри хімічного складу, отримані в результаті дослідження поверхні термічно необробленого та обробленого металу показані нижче (рис. 3.8 та рис. 3.9).

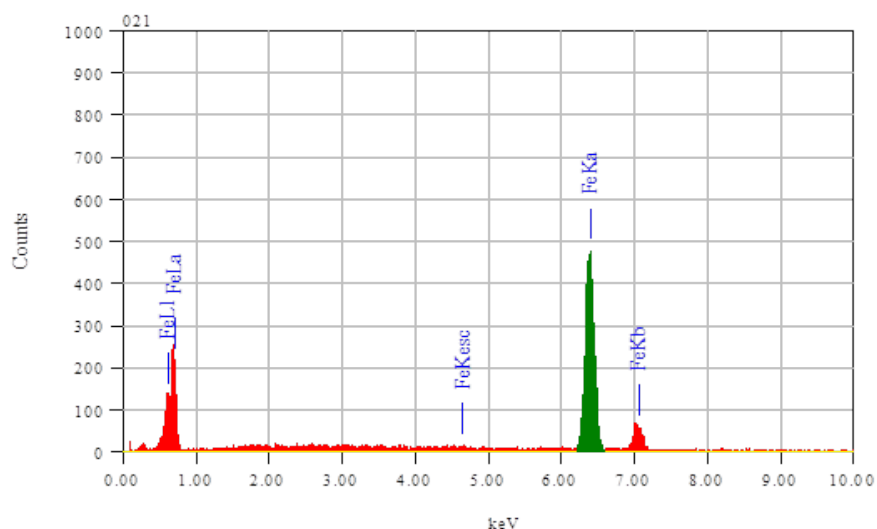


Рис. 3.8 Емісійні спектри хімічного складу, отримані в результаті дослідження поверхні термічно необробленого металу

На рис. 3.9 показані емісійні спектри хімічного складу поверхонь термічно обробленого металу. Процес вилучення іонів можна значно прискорити шляхом прогрівання дослідних зразків.

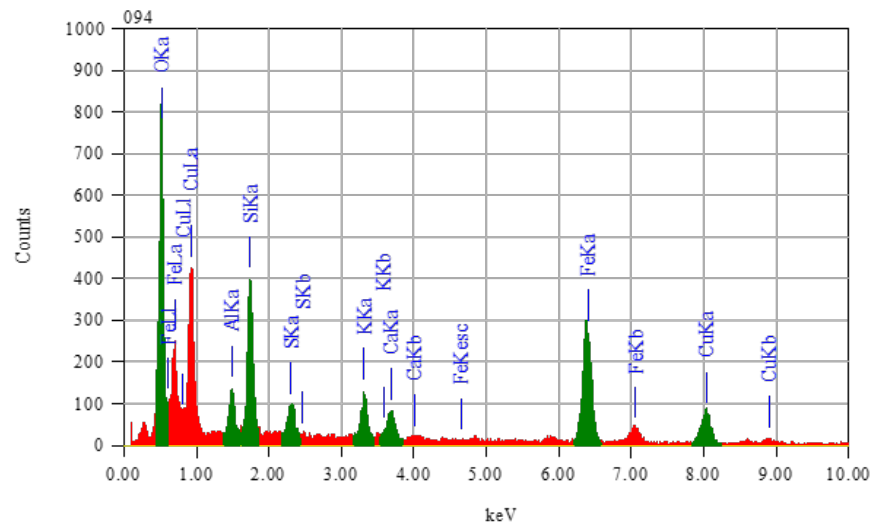


Рис.3.9 Емісійні спектри хімічного складу, отримані в результаті дослідження поверхні термічно обробленого металу

Результати експерименту повністю підтверджують протікання процесу елімінації іонів окремих хімічних елементів з металу в процесі його прогрівання. Зокрема, можемо спостерігати виходи іонів К, Са, що мають більші радіуси іонів.

Співвідношення концентрацій хімічних елементів на поверхні досліджуваних зразків визначається не тільки їх первинним вмістом у сплаві металу, а й швидкістю процесу елімінації, який, у свою чергу, залежить від тривалості зберігання металу та ступеню його механічного напруження, створеного в результаті первинної обробки, – різні параметри й умови кування, прокатки або загартування.

Таким чином, процес їх накопичення у концентраціях шкідливих для людини може відбуватися з різними швидкостями та призводити до контрастних результатів під час вивчення споріднених предметів.

Це свідчить про необхідність масових досліджень музейних експонатів. Доцільно також зауважити, що наявність тих чи інших хімічних елементів у

складі первинного металевого сплаву залежить від походження руд, з яких він виготовлений [18].

З геохімічних досліджень, наприклад руд Криворізького залізорудного басейну [13] добре відомо, що окремі рудні ділянки родовищ можуть містити вкрай небезпечні домішки – S, As, P, U, Th, Sb, Pb та інші хімічні елементи [14].

Описаний експеримент дозволяє стверджувати, що поймаєні домішки з плином часу будуть накопичуватися на поверхні артефактів й можуть спричинити шкоду людям, які їх зберігають.

Для подальших досліджень було обрано колекційні зразки холодної зброї із заліза XX, XIX та XVIII століття:

- Ніж XX ст. з дерев'яною ручкою;
- Шабля XIX ст. (піхви із металевими елементами оздоблення);
- Кинджал сталевий XVIII ст.

Авторська методика дослідження передбачає виготовлення трьох проб для хімічного аналізу шляхом натирання поверхні металу.

Першу пробу виготовлено, натиранням необробленої поверхні металу беззольним тампоном та зняття з неї мінеральні та металоорганічні речовини. Друга проба виготовляється натиранням вже очищеної поверхні металу беззольним тампоном.

Вона дозволяє зафіксувати хімічний склад очищеної поверхні або частково очищеної поверхні. Третя проба виготовляється натиранням беззольним тампоном тієї самої поверхні металу після її прогрівання технічним феном з температурою повітря 500°C +/- 10°C.

Отримані таким чином три тампони спалювалися, а хімічний склад попелу визначали за допомогою РФА Expert Mobile.

Важливо зазначити, що вибрані для дослідження зразки холодної зброї не були реставрованими або обробленими спеціальними розчинами для їх консервації. Це слід вважати обов'язковою умовою для забезпечення чистоти експерименту.

У результаті дослідження сталевого ножа, виготовленого в ХХ столітті, на першому етапі було виявлено, що на його поверхні накопичилися хімічні сполуки фосфору, цинку та сірки. Їх присутність доцільно пов'язувати з взаємодією із навколишнім середовищем. Повторне натирання (другий етап) засвідчує часткове очищення поверхні (табл. 3.6).

Третій етап досліджень передбачає визначення хімічного складу речовин на поверхні після її прогрівання. При цьому виділяється значна кількість іонів домішкових хімічних елементів, передусім тих, які не були виявленими на перших двох етапах досліджень (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

**Результати дослідження хімічного складу поверхні залізного ножа,
виготовленого в ХХ столітті**

Етап експерименту	Fe, %	P, %	Cu, %	Zn, %	Si, %	S, %	Ag, %	Сума домішкових елементів, %
Перший	93,48	2,37	–	1,32	–	2,83	–	6,52
Другий	96,94	–	–	1,33	–	1,73	–	3,06
Третій	51,25	2,57	2,19	12,24	8,63	21,62	1,5	48,75

Загальна кількість домішкових хімічних елементів та їх сполук, які виділилися з металу при його прогріванні, дуже висока, про що свідчать показники суми концентрацій, показані в табл. 3.6. Це свідчить про низький рівень його перекристалізації, велику кількість іонів сторонніх елементів, які ще не еліміновані, й, відповідно, відносно невеликий вік ножа. При прогріванні поверхні предмета спостерігається помутніння блиску його поверхні [20].

В табл. 3.7 наведено результати експериментального дослідження шаблі ХІХ століття. Тривала історія побутування цього предмета призвела до накопичення на його поверхні значної кількості патинних виділень мінерального та мінералоорганічного складу. Це стало результатом протікання процесу поступової природної перекристалізації металу з виділенням домішкових іонів на його поверхню та їх взаємодією з навколишнім середовищем.

На другому етапі (другий тампон) експерименту зафіксовані лише незначні концентрації цинку. Отже, можна вважати, що усі речовини, які спостерігалися на першому етапі, були вилучені раніше [21].

На третьому етапі експерименту спостерігається поява на поверхні значної кількості хімічних елементів, які не були притаманними поверхні на першому етапі дослідження. Водночас їх загальна кількість є значно меншою, аніж для предмета ХХ століття, описаного в табл. 3.6. Це свідчить про значне самоочищення поверхні металу в результаті його природної перекристалізації – «старіння».

Таблиця 3.7

**Результати дослідження хімічного складу поверхні залізної шаблі,
виготовленої у ХІХ столітті**

Етап експерименту	Fe, %	P, %	Cu, %	Zn, %	Si, %	S, %	Au, %	Сума домішкових елементів, %
Перший	82,28	–	3,1	2,1	7,31	5,21	–	17,72
Другий	99,18	–	–	0,82	–	–	–	0,82
Третій	89,72	0,96	3,95	0,06	3,02	1,18	1,11	10,28

Останній предмет, описаний в табл. 3.8, має вік майже 300 років. Зрозуміло, що його поверхня була неодноразово очищеною і тому не містить слідів багатьох давно елімінованих хімічних елементів. Присутність сірки та фосфору свідчить про наявність органічних сполук, які у свій час накопичилися в мікрокавернах та мікротріщинах, пов'язаних з міжзеренною взаємодією кристалів заліза, які збільшувалися у розмірах та ускладнювалися у формах [15].

Натирання металу на другому етапі виявляє збільшення сірки на поверхні, що може пояснюватися виділенням органічних сполук з мікродефектів при незначному нагріванні в результаті тертя.

Третій етап експерименту дозволяє діагностувати процес елімінації незначної кількості міді й дуже великої кількості силіцію. Це безумовно свідчить про те, що основна частина домішкових хімічних елементів, які мали місце в

первинному сплаві, вже виділилася з приповерхневого шару заліза в навколишнє середовище [18]. Однак іони, які за розмірами наближаються до розмірів тривалентного заліза, ще присутні і ще продовжують виділятися. Силіцій, радіус іонів якого є меншим від радіусу тривалентного заліза, зберігається в приповерхневих частинах металу у значній кількості і його виділення відбувається лише під впливом нагрівання.

Таблиця 3.8

Результати дослідження хімічного складу поверхні залізного кинджалу, виготовленого у XVIII столітті

Етап експерименту	Fe, %	P, %	Cu, %	Si, %	S, %	Сума домішкових елементів, %
Перший	85,86	3,37	–	–	10,77	14,14
Другий	96,27	–	–	–	3,73	3,73
Третій	67,68	3,43	3,42	16,94	8,53	32,32

Треба також зазначити, що концентрації, наведені в табл. 3.8, є нормованими за рівнем 100 %, тому не віддзеркалюють показників абсолютних концентрацій хімічних елементів в досліджуваних пробах. У разі потреби можна врахувати ефект нормування. Для цього слід проаналізувати емісійні спектри та дійти аналогічних висновків на підставі визначення амплітуд відповідних спектральних ліній.

Необхідно зазначити, що сплави заліза, використані для створення холодної зброї в минулому і в сьогоденні, відрізняються між собою не тільки тим, що мають різний рівень чистоти та різні хімічні домішки. Відмінність полягає у тому, що їх поверхня знаходиться у різному фізичному стані, який описується явищем поступової природної перекристалізації (або «старінням»). Такий процес характеризується збільшенням розмірів кристалічних зерен (або перетворення окремих індивідів в так звані мозаїчні агрегати), руйнацією міжзеренних границь, виділенням хімічних елементів домішок.

На відміну від [19], де не було досліджень із впливом різних температур, це дослідження спирається саме на температурний вплив на поверхню зразків історичної холодної зброї різного віку.

Порівнюючи результати дослідження хімічного складу зольного залишку тампонів для поймаєних вище зразків холодної зброї, важливо зазначити, що металевий сплав, виготовлений в недалекому минулому – до 100 років – характеризується дуже активним виділенням домішкових хімічних елементів (табл. 3.6) Це добре діагностується при його нагріванні на емісійних спектрах та в результатах перерахунку відносних концентрацій.

Для залізної зброї, виготовленої до 200 років тому, притаманні значно менша здатність до виділення домішкових хімічних елементів, адже більша частина останніх вже була елімінованою (табл. 3.7). Водночас, для зразків холодної зброї цього віку вже притаманні мікродфекти у вигляді тріщин кліважу та каверн. Тому їх поверхня (якщо вона не була інтенсивно вичищеною) містить значну кількість сполук елімінованих хімічних елементів, які накопичилися впродовж тривалої історії їх побутування. Причому, відповідні хімічні елементи – цинк, золото та інші – є контрастними по відношенню до заліза, тобто мають значно більші розміри іонів.

Для більш старої холодної зброї, виготовленої 300 років тому й більше, притаманні домішкові іони, розміри яких менші за розміри іонів тривалентного заліза, зокрема силіцій (табл. 3.8). Відсутність хімічних елементів із радіусами іонів, значно більшими, аніж розміри тривалентного заліза, а також наявність активної елімінації іонів силіцію є ознакою виготовлення предмета в далекому минулому [23]. Окрім того, локальний показник деформації кристалічної ґратки може вказувати на орієнтовний вік КХЗ.

Локальний показник деформації кристалічної ґратки обчислюється, використовуючи перелік хімічних елементів (переважно катіонів), які:

– доступні для виявлення за допомогою рентгенофлуоресцентного аналізатора;

– притаманні сплавам заліза у зв'язку з їх обов'язковою наявністю у складі мінералів первинних руд (табл. 3.9). В основу розрахунку покладено іон тривалентного заліза Fe⁺³

Рівень локальної деформації кристалічної ґратки, спричиненої наявністю іонів, відмінних за розмірами, може бути оціненим за допомогою безрозмірного показника «D», який набуває значення від нуля до одиниці:

$$D = \left| 1 - \frac{(R_m + R_i)}{d} \right| \quad (3.1)$$

де:

D – локальний показник деформації кристалічної ґратки;

R_m – радіуси йонів заліза;

R_i – радіуси йонів домішкового хімічного елемента за Л. Поллінгом;

d – міжіонна відстань, притаманна недеформованій кристалічній ґратці, тобто така, яка дорівнює 2R_m.

Таблиця 3.9

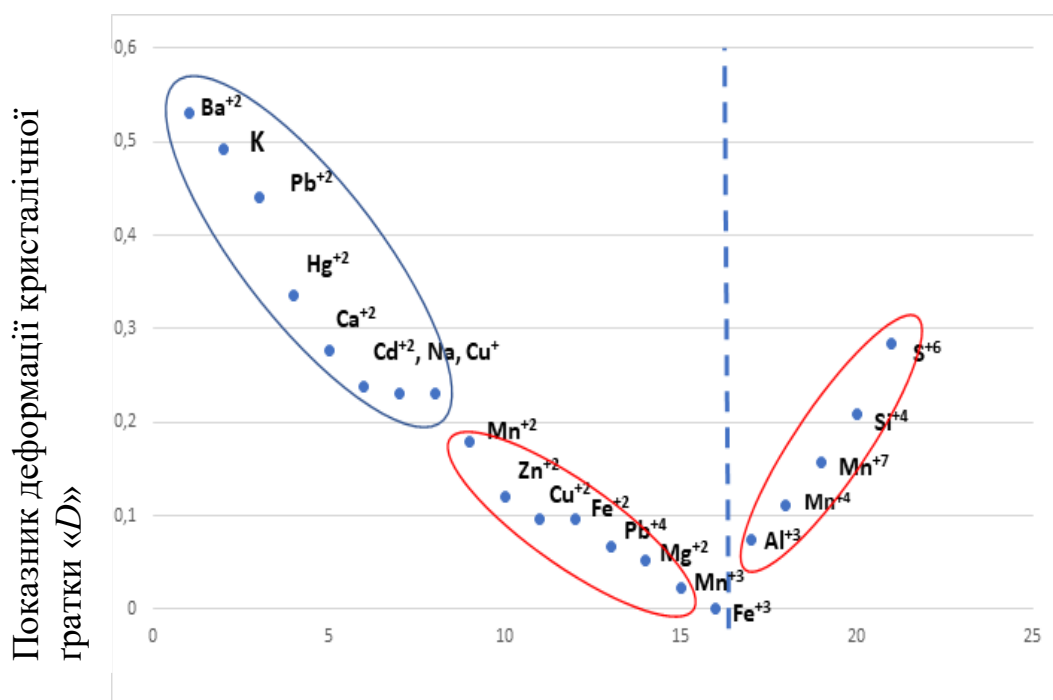
Розрахункові показники деформації кристалічної ґратки, відсортовані в порядку зменшення іонного радіусу домішкового хімічного елемента

Назва катіону та його валентність	Розміри іону за Л. Поллінгом, R _i	Показник деформації кристалічної ґратки «D»	Назва катіону та його валентність	Розміри іону за Л. Поллінгом, R _i	Показник деформації кристалічної ґратки «D»
Ba ⁺²	0,138	0,52985	Fe ⁺²	0,08	0,09701
K	0,133	0,49254	Pb ⁺⁴	0,076	0,06716
Pb ⁺²	0,126	0,4403	Mg ⁺²	0,074	0,05224
Hg ⁺²	0,112	0,33582	Mn ⁺³	0,07	0,02239
Ca ⁺²	0,104	0,27612	Fe ⁺³	0,067	0
Cd ⁺²	0,099	0,23881	Al ⁺³	0,057	0,074627
Na	0,098	0,23134	Mn ⁺⁴	0,052	0,11194
Cu ⁺	0,098	0,23134	Mn ⁺⁷	0,046	0,156716
Mn ⁺²	0,091	0,1791	Si ⁺⁴	0,039	0,208955
Zn ⁺²	0,083	0,1194	S ⁺⁶	0,029	0,283582
Cu ⁺²	0,08	0,09701	Fe ⁺²	0,08	0,09701

Звичайно, подані вище розрахунки не можуть вважатися високоточними й залежать від обраного способу обчислення іонних радіусів.

Однак вони точно віддзеркалюють співвідношення діаметрів іонів, є показовими й достатніми для формулювання завдань в експериментальних дослідженнях. Показник мінімальної деформації кристалічної ґратки пов'язується з іонами тривалентного заліза, зовнішні оболонки якого виконують роль «електронного газу».

На рис. 3.10 подано діаграму, де розрахункова величина показника деформації кристалічної ґратки заліза « D » описана віссю ординат, а домішкові хімічні елементи в порядку, відображеному в табл. 3.9, описані на вісі абсцис [19]. Вертикальною штрихованою лінією відокремлені хімічні елементи, які мають більші розміри іонів, ніж розміри іонів тривалентного заліза, (ліворуч) й здійснюють більший деформаційний вплив на кристалічну ґратку.



Домішкові хімічні елементи в порядку зменшення їх іонних радіусів

Рис. 3.10 Діаграма деформаційного впливу домішкових хімічних елементів на об'ємноцентровану кристалічну ґратку заліза

Праворуч від вертикальної штрихової лінії розташовані хімічні елементи, які мають менші розміри й, відповідно, менше впливають на деформацію

кристалічної ґратки заліза й, отже, вилучаються з металу більш повільно. Хімічні елементи, об'єднані червоними лініями, свідчать про значний вік зразків холодної зброї. Елементи, об'єднані синьою лінією, засвідчують про недавнє виготовлення холодної зброї [15].

Графічний формалізм діаграми, яку відображено на рис. 3.10, є кристалохімічною моделлю, яка описує систему математичних співвідношень радіусів іонів і пояснює причини і послідовність протікання процесу елімінації домішкових хімічних елементів з поверхневих шарів металу. Вона дозволяє використати параметр « D » – співвідношення розмірів домішкових іонів до розміру іону тривалентного заліза в якості критерію для підтвердження автентичності холодної зброї. У разі наявності на поверхні металу домішкових хімічних елементів, для яких $D > 0,3$, холодна зброя має бути віднесеною до сучасних виробів, а при $D < 0,3$ – до виробів, виготовлених в минулому – вік яких перевищує 100 років [19].

Послідовність елімінації домішкових хімічних елементів з кристалічної ґратки здійснюється в порядку від найбільшого показника D та іонного радіусу до найменшого (зліва направо). Причому, сумарна концентрація домішкових хімічних елементів на поверхні металу вища, якщо в його складі їх від початку було більше.

Значно давніша холодна зброя демонструє більший рівень самоочищення поверхні. Тобто на поверхні після прогрівання можна виявити лише домішкові іони, для яких $D < 0,2$. Причому сумарна концентрація домішкових хімічних елементів, що виділяються на поверхні артефактів після її прогрівання, буде значно меншою.

Використовуючи описану вище модель, вік історичної холодної зброї, за наявності на її поверхні відповідних домішкових хімічних елементів, визначається таким чином: при $D > 0,3$ сучасна зброя та зброя XX століття; при $0,15 < D < 0,3$ – зброя XIX століття; при $D < 0,15$ – зброя, виготовлена до XIX століття [19].

Отже, для отримання обґрунтованого висновку про автентичність історичної холодної зброї достатньо провести відбір проб за методикою, описаною вище, виявити хімічні елементи, які елімінуються з поверхні металу при нагріванні, а також їх загальну кількість та їхні коефіцієнти D .

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

1. Встановлено, що для проведення товарознавчої експертизи важливим є визначення виду КХЗ. З цією метою визначено морфометричну спорідненість із застосуванням алгоритму Рассела-Рао для двох видових груп клинкової холодної зброї: шабель та багнетів. Зокрема, при визначенні морфометричної спорідненості шабель виявлено точку конгруентності. Класифіковано довільні зразки КХЗ, а саме шаблі офіцера інфантерії з Персії, зразок 1899 року та багнету з Іспанії Cetme M1964 до карабіна FR8 (Santa Barbara).

2. Розроблено регламент товарознавчої експертизи КХЗ, який полягає у встановленні автентичності на основі розробленого алгоритму з використанням удосконалених методів дослідження хімічного складу поверхні та імітації процесу природного побутування КХЗ завдяки тривалій термообробці. Регламент дозволяє отримати дані про елімінований домішковий склад без руйнування поверхні досліджуваних зразків КХЗ.

3. Досліджено КХЗ різних історичних періодів з метою встановлення закономірності протікання процесу перекристалізації металу холодної зброї. Виявлено елімінацію таких елементів, як: Al, Mn, Ni, Zn, Pb, Ag, Sn, P, Cu, Ti, Si, S, що може свідчити про старший вік досліджуваних зразків.

4. Запропоновано процес моделювання природного побутування, завдяки прогріванню на першому етапі сучасних металевих пластин відомого складу сплаву у муфельній печі. Показано вплив параметрів термообробки, а саме температури та тривалості впливу на процес елімінації домішкових елементів. Доведено, що термічна обробка поверхні металу при температурі, вищій за 300°C сприяє руйнуванню кристалічної ґратки та стрімкій елімінації домішкових хімічних елементів з великими розмірами іонів. Хімічні елементи з меншими розмірами іонів елімінуються повільніше навіть за умови тривалого температурного впливу.

5. Досліджено зразки історичної холодної зброї неруйнівним прогріванням поверхні технічним феном. Температурний вплив показано на зразках історичної КХЗ (зразки XVIII, XIX, XX століття) та створено модель, яка пояснює послідовність елімінації домішкових іонів з приповерхневих частин металу під час його прогрівання або впродовж тривалої історії побутування предмету. Модель дозволяє використати параметр « D » – співвідношення розмірів домішкових іонів до розміру іону тривалентного заліза в якості критерію для підтвердження автентичності холодної зброї: якщо $D > 0,3$ сучасна зброя та зброя XX століття; якщо $0,15 < D < 0,3$ – зброя XIX століття; якщо $D < 0,15$ – зброя, виготовлена до XIX століття.

6. Розроблений регламент товарознавчої експертизи за результатами проведених дисертаційних досліджень пройшов апробацію шляхом впровадження в експертній лабораторії Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка Національної академії наук України, а також лабораторії Незалежного Інституту Судових Експертиз та лабораторії кафедри мистецтвознавчої експертизи Національної академії керівних кадрів культури і мистецтв при Національному заповіднику «Києво-Печерська лавра». Доведено ефективність застосування розробленої методики для підтвердження автентичності історичної КХЗ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вовк Ю., Индутний В. Морфометричні характеристики історичної холодної зброї. *Товари і ринки*. 2022. № 3. 75–86. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/tovary_2022_3_8.
2. Vovk Y., Indutnyi V., Merezhko N., Pirkovich K., Dyshlova V. Determining the sequence of elimination of impurity ions from the surface of historical cold iron weapons. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 3(12) (123), 24–29. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.283077>
3. Багнет-ніж. *www.ohrana-ua.com*. URL: <http://www.ohrana-ua.com/articles/680-boyov-nozh-ta-nsha-holodna-zbroya.html>.
4. Михайлов В. І. Товарознавство зброї. Київ : КНТЕУ, 2007. 212 с.
5. Методика криміналістичного дослідження холодної зброї та конструктивно схожих з нею виробів : Методика М-ва внутр. справ України від 15.01.1999. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0002320-99#Text>.
6. Романько І. Воєнна історія України. Кропивницький : Вид-во ЛА НАУ, 2021. 372 с.
7. Тоїчкін Д. Клинок зброя козацької старшини XVI – першої половини XIX ст.: проблеми атрибуції та класифікації. Київ : Ін-т історії України НАНУ, 2013. 464 с.
8. Scrivano S., Gómez Tubío B., Ortega-Feliu I., Ager F. J., Paule A., Respaldiza M. A. Compositional and microstructural study of joining methods in archaeological gold objects. *X-Ray Spectrometry*, 2017. 46 (2), 123–130. URL: <https://doi.org/10.1002/xrs.2738>
9. Федан О. В. Теоретичний аспект поняття «автентичність» у філософських та психологічних науках. *Молодий вчений*. 2016. № 11. С. 397–401.
10. Wood A. M. The authentic personality: A theoretical and empirical conceptualization, and the development of the Authenticity Scale. *Journal of counseling psychology*. 2008. Vol. 55, no. 3. P. 385–399.

11. Біленчук П. Д., Кофанов А. В., Сулява О. Ф. Зброезнавство: правові основи обігу вогнепальної зброї. Київ : Міжнар. агенція "BeeZoone", 2004. 464 с.
12. Dutton D. Authenticity in art / ed. by J. Levinson. Oxford University Press, 2009. URL: <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199279456.003.0014>
13. Мережко Н.В., Мокроусова О. Р., Коптюх Л. А. Товарознавство. Том 1. Непродовольчі товари. Київ : КНТЕУ, 2019. 760 с.
14. Узлов К. Кристалографія, кристалохімія та мінералогія. Частина 2: конспект лекцій. Дніпропетровськ : НМетАУ, 2015. 52 с.
15. Ворошилов В., Павлишин В. Основи кристаллографії та кристаллохімії. Рентгенографія кристалів. Київ : КНТ, 2011. 563 с.
16. Індутний В., Піркович К. Зміна хімічного складу столових приборів під час їх експлуатації. *Актуальні проблеми теорії і практики експертизи товарів: Матеріали V Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції*. 2018. С. 262–265.
17. Матеріалознавство і технологія матеріалів / Н. Мережко та ін. Київ : КНТЕУ, 2010. 352 с.
18. Індутний В., Походяща О. Експертиза пам'яток культури. Київ : Літера ЛТД, 2021. 516 с.
19. Indutnyi V., Merezko N., Pirkovich K. Studying the authenticity of the golden element from a Mongolian warrior's armor by physical-chemical methods. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 1, N. 12 (97). P. 34–40. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.157156>
20. Mincu V., Negru, M., Constantin N. Increase the ingots quality cast in vacuum. *Solid state phenomena*, 2012. 339–345. URL: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/spp.188.339>
21. Мінералогія і геологія залізорудних родовищ Української РСР. Київ : АН УРСР, 1959. 136 с.
22. Періодичність зміни радіусів атомів хімічних елементів. URL: <https://miyklas.com.ua/p/himija/8-klas/periodichnii-zakon-i-budova-atomiv->

39913/periodichna-tablitsia-i-zakonomirnosti-zmini-vlastivostei-khimichnikh-ele_-
39922/re-5bfdbec7-e780-454c-ad37-358b9eec142

23. Тоїчкін Д., Індутний В., Мережко Н. Товарознавча характеристика антикварної холодної зброї на ринку України. *Історія давньої зброї (дослідження)*. 2016. 2017. Т. 2, № 2. С. 323–337.

РОЗДІЛ 4

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОГНОЗОВАНОЇ ВАРТОСТІ ДЛЯ ЕКСПЕРТИЗИ ХОЛОДНОЇ ЗБРОЇ

4.1 Розробка моделі прогнозування вартості холодної зброї

Питання оцінки пам'яток культури на сьогодні є актуальним у зв'язку з необхідністю визначення так званої «прогнозованої вартості» у судових справах втраченого майна, правомірності переходу майнових прав, визначення страхових сум, оцінки спадщини, здійснення правочинів купівля-продаж, застава, оренда або користування об'єктами, що мають важливе соціально-культурне значення в банківських операціях.

Надважливим питанням в умовах ведення бойових дій є оцінювання втрат, завданих національній культурі, адже величезна кількість артефактів історії, зокрема й історичної клинкової холодної зброї була втрачена, викрадена або зруйнована.

Зрозуміло, що в усіх названих випадках існує значна специфіка у формулюваннях оціночного завдання, яка зумовлена необхідністю врахування різного роду допоміжної інформації, результатів аналізу поточного стану ринку та формулювання загального принципу оцінювання. Це пояснює причини значних розбіжностей у прогнозованих показниках вартості, які були виконані в різний час і різними оцінювачами [1].

Водночас, якщо звіт про оцінку складено таким чином, що кожен висновок є суперечливим результатом дослідження об'єктивно існуючих особливостей пам'ятки та може бути перевірений та підтверджений незалежним експертом, оцінку слід вважати такою, що придатна для практичного використання.

За останні роки було проведено багато досліджень історичних артефактів, але опубліковано дуже мало аналітичних результатів.

Порівняльним методом вчені прогнозують цінність антикварних і рідкісних пам'яток культури та історії.

Метою цього пункту дисертаційного дослідження є опис алгоритму розрахунку прогнозованої вартості антикварної та декоративної холодної зброї за результатами аналізу вартісних показників, представлених на ринку України, а також з урахуванням особливості функціонування відповідних аукціонів.

У роботі також запропоновано оптимізований алгоритм розв'язання задачі прогнозування вартості пам'яток культури під час їх відкритого продажу на ринку України.

Методична база в дослідженнях базується на методах наукового пізнання, системного підходу та узагальнювано-наукового.

Зразки було вибрано у відкритих аукціонах України, а саме на сайті аукціоні «VIOLITY» [2].

Аналіз стану українського ринку антикварної та декоративної холодної зброї проводився збиранням та обробкою інформації про вартісні показники КХЗ, виставленої на інтернет-майданчиках українських аукціонів, зокрема аукціону «VIOLITY», де найбільша кількість такого виду товарів.







Для системного вивчення особливостей ринку та роботи аукціонів складено вихідну таблицю, фрагмент якої наведено нижче (табл. 4.1) [2].

У таблиці наведені дані про якісні та вартісні характеристики представленої на ринку України холодної зброї (частково).

На момент подання таблиці (травень 2023 року) предмети виставляються підряд за ціною від найнижчої до найвищої, а частина з них (від першого до двадцять п'ятого) під час первинної виставки на аукціоні була оцінена в одну грн. Інші зразки мали високу варіативність цінової політики.

В дослідженні не враховувався крок збільшення ціни лота, а стартові ціни на досліджувані зразки були зафіксовані станом на 28.05.2023.

Якісні та вартісні характеристики холодної зброї, представленої на українському ринку

Номер зразка	Короткий опис (збережено оригінальні назви)	Стартова вартість, грн	Зображення оригінальні фото лотів
1	Кортик ВПС ЗіК 1954р	1	
2	Палаш польських крилатих гусар, кінець XVII ст	1	
....			
26	Ніж кований сталевий 40x13 65 г Арт. 3 ріжуча кромка shh15	41	
27	Складний ніж Німеччина	55	
...			
129	Генеральська шабля	70000	
130	Фламберг. Німеччина	200000	

З метою вивчення загальної тенденції зростання вартості холодної зброї в процесі торгів, а також вивчення особливостей зростання вартості в окремих інтервалах, предмети сортувалися в порядку зростання їх постійно фіксованої вартості.

Ці тенденції можна візуалізувати за допомогою діаграми прогнозування вартості холодної зброї, де зразки відсортовані в порядку від найменшого до найбільшого значення вартості (рис. 4.1).

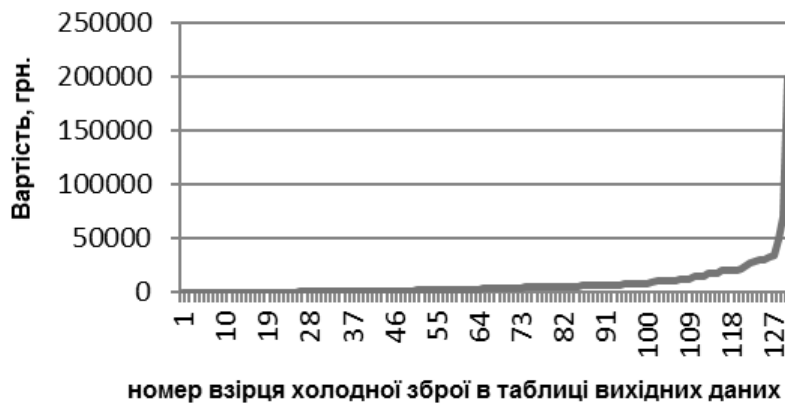


Рис. 4.1 Розподіл показників вартості зразків холодної зброї

Вісь Y показує значення характеристики, по осі X – номер зразка холодної зброї в таблиці вихідних даних.

Графік показує на надзвичайно великі коливання вартості холодної зброї від початку її виставлення на аукціонному майданчику до кінця аукціону – спостережувана тенденція описується експоненціальною функцією. Перш за все ми спостерігаємо такі особливості:

1. Не всі предмети, продані на аукціоні, демонструють швидке зростання вартості пропозиції. Деякі з них залишаються без уваги потенційних покупців, незважаючи на мінімальну стартову ціну в 1 грн. Як правило, це предмети, які не мають відношення до видатних історичних подій, особистостей, дублюються та погано збереглися.

2. Якщо предмет привертає увагу потенційних покупців, його вартість піднімається до певного рівня упродовж дуже короткого періоду часу, а потім росте досить повільно.

3. Є товари, стартова вартість яких значно завищена продавцями і, ймовірно, через комплекс факторів емоційного характеру.

З метою дослідження особливостей наведеного розподілу вартісних показників висуваємо гіпотезу про те, що зміни постійних величин описуються основним законом товарознавства: «Чим більше позитивної інформації про товар,

тим вища його якість і, відповідно, вартість». Тому збільшення поточної вартості предмета холодної зброї відбувається в процесі торгів до тих пір, поки не буде вичерпано весь обсяг позитивної інформації про нього і не буде визначено його фінальну ціну продажу (закриті торги по даному лоту).

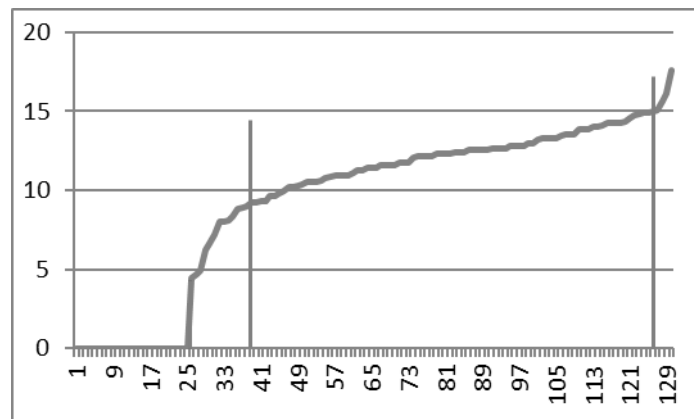


Рис. 4.2 Діаграма розподілу логарифмованих за основою «2» показників вартості зразків холодної зброї

Розглядаючи діаграму на рис. 4.2, можна виділити чотири області, які можна визначити за різними тенденціями зростання вартості. Першу ділянку вартісних показників – з першої по 25 позицію (по осі абсцис) – представлено товарами, які виставляються на продаж з мінімальною стартовою вартістю – 1 грн. Ці предмети або тільки що були виставлені, або ще не привернули увагу потенційних покупців.

Друга ділянка від зразка 26 до 37 характеризується швидким зростанням індексу вартості за невеликий проміжок часу (1 – 2 дні) торгів. Тенденція добре описується функцією насичення та обмежена індексом вартості, який є основою оцінки в наступних заявках. Важливо зазначити, що значення в цьому діапазоні свідчать про те, що:

1. Описані в цьому асортименті ПХЗ своїми якісними характеристиками привертають значну увагу великої кількості потенційних покупців.
2. Значення, зафіксовані в цьому діапазоні (від 1 до 450 грн), спочатку є невинуватими низькими. Тому якщо ПХЗ заслуговує на увагу колекціонерів, її

покупка за певною вартістю в названому інтервалі дозволяє надалі заробляти, швидко отримати прибуток у майбутньому (в результаті операції перепродажу), що, власне, і мотивує учасників аукціону.

Третя ділянка (38 – 125) графіка показує на помірне зростання вартості відповідно до вищезгаданого закону товарознавства, оскільки в логарифмічній шкалі на базі «2» ми спостерігаємо лінійний характер тренду – його відповідність формальному вираженню функції приросту вартості за рахунок приросту інформації. Торги за такі предмети відбуваються лише в колі експертів-колекціонерів, які керуються уявленням про загальну вартість об'єктів, що є пам'ятками культури, і враховують, що розголошення додаткової інформації чи поява емоційних чинників можуть значно підвищити вартість [4].

Останній розділ (126 – 130) , як ми вже зазначали, візуалізує ситуацію з не виправдано високими показниками вартості, що можна пояснити лише в таких випадках: коли продавець приховує якусь важливу інформацію про пам'ятку; продавець не хоче продавати товар, а лише використовує аукціон для демонстрації свого майна; продавець сподівається на емоційний ефект, який змушує потенційних покупців погоджуватися на не виправдано високу ставку.

Зазначені діапазони розподілу цінностей можна спостерігати щодо більшості антикварних предметів – нумізматичних пам'яток, порцеляни, живопису та графіки, скульптури тощо.

Тому під час професійного оцінювання слід враховувати описані тенденції та особливості аукціону, а саме використовувати інформацію лише щодо об'єктів, які описані у третьому діапазоні розподілу вартості, де найменшу вартість можна вважати виправданою. Саме в цьому діапазоні досягається найвищий рівень аргументованості прогнозів.

Отже, під час розрахунку вартості холодної зброї будемо використовувати показники ринкової вартості, описані у вихідній таблиці в діапазоні від 450 до 30000 грн. Графік розподілу вартісних показників у названому діапазоні наведено на рис. 4.3. Вісь ординат показує значення характеристики. По осі абсцис – новий

порядковий номер зразка холодної зброї у новій вихідній таблиці, з якої вилучено інформацію про вартісні показники з інших діапазонів.

Розглянемо цей діапазон вартісних показників докладніше.

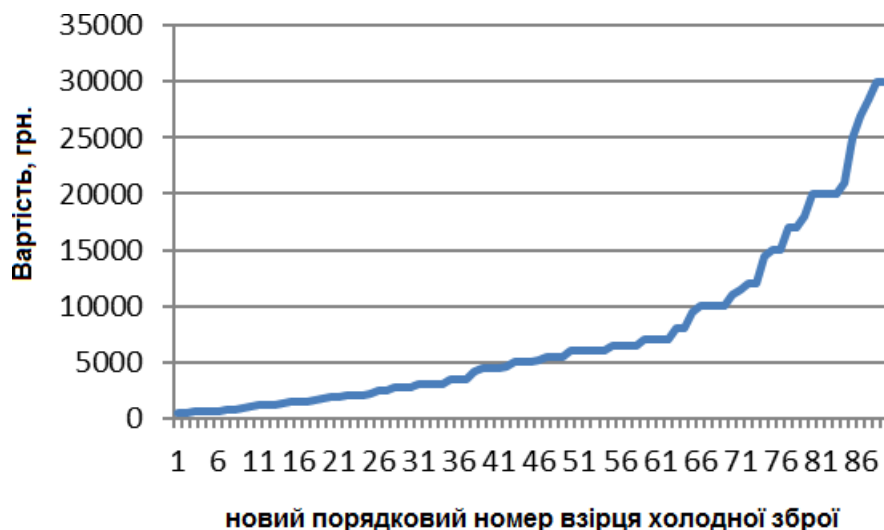


Рис. 4.3. Діаграма розподілу показників вартості холодної зброї з третього інтервалу

Як уже зазначалося, спостережувана експоненціальна тенденція добре описується законом товарознавства й дозволяє описати її теоретично на основі розрахунку відповідних параметрів наближеної функції регресійного рівняння Гаусса.

Теоретична функція, яка описує тенденцію, що спостерігається на рис. 4.3, має вигляд:

$$C = 2^{0,059x + 7,31} \quad (4.1)$$

де:

C – прогнозована вартість;

X – номер зразка у вихідній таблиці.

Відношення спостережуваних значень до теоретично розрахованих наведено на рис. 4.4.



Рис. 4.4 Діаграма розподілу вартості на КХЗ з третього інтервалу та графік теоретично розрахованих значень для теоретично визначеного тренду

Діаграма побудована з даних, отриманих методом найменших гауссових відхилень CFF. Вісь Y показує значення характеристики; по осі абсцис – новий порядковий номер зразка холодної зброї у новій виправленій Таблиці вихідних даних [5].

Якість апроксимації, визначена на основі індексу кореляції К. Пірсона, становить 0,99 од., що свідчить про високу точність прогнозованих показників.

Детальне вивчення атрибутивної інформації, що описує якість торгів холодної зброї, свідчить про можливість сформулювати досить короткий перелік найважливіших критеріїв оцінки її якості (табл. 4.2).

Серед них: вік пам'ятки, технічна досконалість, рівень художньої цінності, причетність до видатних історичних подій, тираж, стан збереження.

Таблиця 4.2

Протокол (перелік основних критеріїв) оцінки якості в ході прогнозування вартості

№	Найменування критерію оцінки	Ранжування критерію та коефіцієнта "n + " (підкреслення обов'язкове)	Ранжування спірних критеріїв оцінювання та понижуючий коефіцієнт «n-» (потрібне підкреслити)	Показник соціально-культурної цінності $N = n^+ \times n^-$
1	Вік пам'ятки	Невідомий (1)	Відомі чи невідомі, але не призначені для використання критерію (1) Інформація потрібна, але частково підтверджена (0 . 5) Інформація є вирішальною, але невідома або неперевірена (0,25)	
		До 50 років (1)		
		До 100 років (2)		
		До 300 років (4) До 1000 років (8)		
2.	Тираж пам'ятки	Типова (1)	Відомі чи невідомі, але не призначені для використання Критерію (1) Інформація потрібна, але частково підтверджена (0 . 5) Інформація є вирішальною, але невідома або неперевірена (0,25)	
		Рідкісна (2)		
		унікальна(4)		
3.	Залучення пам'ятки до культурних традицій	Місцеві та родові традиції (1)	Відомі чи невідомі, але не призначені для використання критерію (1) Інформація потрібна, але частково підтверджена (0 . 5) Інформація є вирішальною, але невідома або неперевірена (0,25)	
		Національні традиції (2)		
		Світові традиції (4)		
4.	Причетність пам'ятки до історичних подій та постатей	Місцевого значення або непричетна (1)	Відомі чи невідомі, але не призначені для використання критерію (1) Інформація потрібна, але частково підтверджена (0 . 5) Інформація є вирішальною, але невідома або неперевірена (0,25)	
		Національного значення (2)		
		Світового значення (4)		
5.	Причетність пам'ятки до видатних мануфактур і шкіл	Місцевого значення або непричетна (1)	Відомі чи невідомі, але не призначені для використання критерію (1) Інформація потрібна, але частково підтверджена (0 . 5) Інформація є вирішальною, але невідома або неперевірена (0,25)	
		Національного значення (2)		
		Світового значення (4)		
6.	Художня цінність пам'ятки	Середня або без художньої цінності (1)	Відомі чи невідомі, але не призначені для використання критерію (1) Інформація потрібна, але частково підтверджена (0,5) Інформація є вирішальною, але невідома або неперевірена (0,25)	
		Висока (2)		
		Найвища (4)		
7.	Рівень технічної досконалості	Середній (1)	Неідеальний (0 . 5)	
		Високий (2)		
		Найвищий (4)		
8.	Наявність знаків і відміток	Є знаки та позначки (2)	Відомі чи невідомі, але не призначені для використання критерію (1) Інформація потрібна, але частково підтверджена (0,5) Інформація є вирішальною, але невідома або неперевірена (0,25)	
9.	Стан зберігання пам'ятки	Без пошкоджень (1)	Задовільно (0,5)	
			Погано (0,25)	
			Фрагментами (0,125)	
			Поодинокими фрагментами (0 . 0625)	
Загальний рівень соціокультурної цінності – добуток усіх показників соціокультурної цінності				

Отже, для прогнозування вартості ПХЗ за базу оцінки необхідно взяти показник 450 грн. Далі необхідно оцінити КХЗ згідно із протоколом у табл. 4.2. Ця база оцінки має зростати пропорційно соціокультурній цінності предмета оцінки. Описані показники не є обов'язковими для операцій з продажу чи інших культурних пам'яток, вони показують лише логічно непослідовний результат прогнозування витрат [5].

Таким чином, за наведеним вище протоколом експерт розраховує корисну інформацію та за допомогою табл. 4.3 визначає рівень соціокультурної цінності зразка старовинної холодної зброї, а також показник її прогнозованої вартості відповідно до стану поточного ринку.

Таблиця 4.3

**Номенклатурна класифікація якості та вартісні показники
холодної зброї**

Ім'я	Рівень соціокультурної значущості антикварної холодної зброї												
	Пам'ятки культури місцевого значення			Пам'ятки культури національного рівня визнання									
				Третій порядок		Другий порядок				Перший порядок			
Показник соціокультурної цінності «N»	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048	4096
Обсяг інформації в бітах	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Орієнтовна вартість у грн./шт	450	900	1800	3600	7200	14400	28800	57600	115200	230400	460800	921600	1843200

Прогнозована вартість зброї з вищою соціокультурною цінністю «N» розрахована згідно із загальною класифікацією пам'яток культури. У таблиці позначені екстраполяційні показники для дуже цінних видів холодної зброї, які ще не представлені на вітчизняному інтернет-ринку (онлайн-аукціонах) [4].

У результаті аналізу ринку зразків, ми також отримуємо можливість створити базу зразків холодної зброї, наприклад, багнетів. Ця процедура допоможе з'ясувати можливість використання еталонів для створення бази зразків

холодної зброї на основі візуального огляду та подальшого спрощення та узагальнення прогнозування вартості.

Потрібно також звернути увагу на деякі об'єктивно існуючі обмеження процедур оцінювання зброї [6].

По-перше, цінна холодна зброя, яка має велике значення як пам'ятка культури, часто стає об'єктом копіювання, реставрації та реконструкції за фрагментами, що ставить питання визначення рівня автентичності об'єкта дослідження.

По-друге, ринок антикваріату залежить від фінансового потенціалу покупців, тому індекс бази оцінки може дуже різко змінюватися протягом декількох місяців і впливати на індекс ліквідності, що повинен враховувати оцінювач з урахуванням бажаного темпу продажу.

По-третє, оцінювач, беручи до уваги специфіку завдання оцінювання (страхування, збиток, продаж, застава тощо), може брати до уваги різні набори критеріїв оцінки, навмисно ігноруючи деякі з критеріїв, описаних у протоколі вище або в протоколі загальної оцінки. При цьому оцінювач може застосувати новий і раніше не описаний критерій. Загальна вимога щодо обґрунтованості висновку буде дотримана [5].

4.2. Застосування моделі і розрахунок прогнозованої вартості холодної зброї

Для прикладу пропонуємо розглянути процедуру прогнозування вартості на трьох зразках:

- коротка шаблі з Сінаю ручної роботи бедуїнів;
- шабля унтерофіцерська Пруссія;
- ритуальний меч Дха (XIX ст.), Бірма.

Перший досліджуваний зразок – коротка шабля із Сінаю ручної роботи бедуїнів, виставлена на продаж 28.05.2023 на аукціоні «VIOLITY» [3](рис. 4.5) .



Рис. 4.5 Коротка шабля із Сінаю (ручної роботи бедуїнів)

Зразок характеризуватимемо відповідно до критеріїв, наведених у табл. 4.2, таким чином:

- вік зразка – 2 (до 100 років);
- тираж – 2 (рідкісний);
- залучення до національних традицій – 1;
- причетність до видатних подій – 4;
- участь пам'ятки у видатних мануфактурах і школах – 2;
- художня цінність пам'ятки – 1(середня);
- рівень технічної майстерності – 1 (середній);
- наявність знаків та відміток – 2 (на руків'ї спостерігаємо клеймо у вигляді зірки);
- стан збереження пам'ятки – 1 (задовільний. Видимих сколів не спостерігається, є видимі пошкодження леза).

Облік супровідних відомостей дозволяє скласти відповідний акт оцінки (табл. 4.2) та номенклатурно визначити якість об'єкта як «пам'ятка культури національного рівня значення II порядку» (індекс соціально-культурної цінності – 64). До того ж, ми враховували вік предмета, його рідкість, участь у подіях світового рівня, рівень визнання виробника, наявність автентичної символіки та задовільний стан збереження.

Отже, орієнтовна вартість такого зразка холодної зброї становитиме 28 800 грн (згідно табл. 4.3). Власник речі визначив вартість лота на рівні 5 000 грн, що абсолютно не збігається з прогнозом [6].

Існує припущення, що у зв'язку із бойовими діями, власнику необхідно продати його в найкоротший термін, тому пам'ятка виставлена за надзвичайно низькою ціною.

Водночас необхідно зазначити, що естимейт для початку торгів був би доцільним на рівні 450 грн. Якщо потенційні інвестори не бажають купувати цей товар за вищою орієнтовною вартістю, можливо, доцільно рекомендувати зняти його з торгів або знизити ціну чи додати більш вичерпний опис, аби зацікавити потенційного покупця.

Отримане прогнозоване значення також цілком підходить для використання як страхової суми, суми застави або суми потенційного збитку. Проте гарантована ліквідаційна вартість не перевищуватиме стартову вартість 450 грн.

Другий приклад - Шабля унтерофіцерська Пруссія (рис.4.6)



Рис. 4.6 Шабля унтерофіцерська Пруссія

Шаблю унтерофіцерську з Пруссії XVIII століття [3] (рис. 4.6) характеризуватимемо відповідно до критеріїв, наведених у табл. 4.2, таким чином:

- вік зразка – 4 (до 300 років);
- тираж – 1 (типовий);
- залучення до національних традицій – 2;

- причетність до видатних подій – 1;
- участь пам'ятки у видатних мануфактурах і школах – 1 (про конкретну пам'ятку інформація відсутня);
- художня цінність пам'ятки – 1(середня);
- рівень технічної майстерності – 2 (високий);
- наявність знаків та відміток – 1 (відсутні на лезі чи руків'ї відмітні знаки та клейма);
- стан збереження пам'ятки – 1 (задовільний. Видимих сколів не спостерігається, є видимі пошкодження леза).

Таким чином, укрупнений показник соціально-культурної цінності становитиме – 16, що відповідає номенклатурному визначенню якості «Пам'ятки культури національного рівня III порядку», а також прогнозованому показнику вартості, який становить 7 200 грн. Вартість зразка, яка була виставлена власником, становить 8 000 грн.

Показник можна вважати обґрунтованим рівнем можливих фінансових втрат культури внаслідок втрати пам'ятки – страхової суми.

Такий висновок робиться з урахуванням загальної динаміки зміни вартісних показників на антикварному ринку України та рівню інфляції на момент прорахунку прогнозу.

Отже, зазначена власником ціна дещо завищена, однак знаходиться в межах номенклатурного визначення якості «Пам'ятки культури національного рівня визнання III порядку». Проте на описану ціну може впливати як швидкоплинність ринку та постійно зростаюча інфляція, у зв'язку із війною, так і ситуація, у якій власник свідомо завищує ціну товару.

Третій зразок – Ритуальний меч Дха (XIX ст.), Бірма (рис. 4.7). Стартова ціна – 6 000 грн. Зразок належить до клинкової зброї, виду меч.



Рис. 4.7 Ритуальний меч Дха (XIX ст.), Бірма

Характеризуватимемо зразок відповідно до критеріїв, наведених у табл. 4.2, таким чином:

- вік зразка – 4 (до 300 років);
- тираж – 1 (типовий);
- залучення до національних традицій – 2;
- причетність до видатних подій – 1;
- участь пам'ятки у видатних мануфактурах і школах – 1 (про конкретну пам'ятку інформація відсутня);
- художня цінність пам'ятки – 1 (середня);
- рівень технічної майстерності – 2 (високий);
- наявність знаків та відміток – 2 (є знаки та позначки на лезі);
- стан збереження пам'ятки – 1 (без пошкоджень. Видимих сколів не спостерігається, є видимі пошкодження леза).

Отже, укрупнений показник соціально-культурної цінності становитиме – 32, що відповідає номенклатурному визначенню якості «Пам'ятка культури національного рівня значення II порядку», а також прогнозованому показнику вартості, який становить 14 400 грн. Показник можна вважати обґрунтованим рівнем можливих фінансових втрат культури внаслідок втрати пам'ятки. Звісно,

прогноз справедливий лише приблизно 6 місяців з моменту прорахунку, а на час війни та стрімкого рівня інфляції – такий прогноз можна вважати правильним на період до 3 місяців. Цей висновок робиться з урахуванням загальної динаміки зміни вартісних показників на антикварному ринку України та рівню інфляції на момент прорахунку прогнозу. Стартова ціна є значно нижчою за прогнозовану. Для більш точного встановлення вартості зразків холодної зброї варто ввести уніфіковану та стандартизовану описову інформацію про лоти та додавати їх у єдину базу даних історичної холодної зброї.

Для проведення операції прогнозування цінності пам'яток культури і, зокрема, холодної зброї, у тому числі історико-культурного значення, а також прорахунку можливих втрат, завданих збройною агресією РФ, необхідно перш за все:

- створити детальний опис предмета експертизи (здійснити наукову атрибуцію) з урахуванням та документуванням усієї наявної інформації про нього, дослідити рівень автентичності предмета та врахувати зміни, внесені пізніше втручанням (реставрація та реконструкція);
- потрібно проаналізувати за допомогою описаного вище методу ринок споріднених товарів (товарів з однаковою назвою та призначенням) та оновити протокол критеріїв, відповідно до обраних об'єктів.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

1. Для прогнозування вартості КХЗ розроблено математичну модель на основі регресійного рівняння з метою спрощення процедури проведення експертизи. Зокрема, було удосконалено критерії для прогнозування вартості КХЗ. Проаналізовано масив даних з відкритого аукціону (130 зразків КХЗ різних історичних періодів, стартова ціна яких коливалася в межах 1 – 200000 грн) та визначено релевантність та відповідність проставлених на торгах цін із прогнозованою вартістю зразків подібного типу.

2. Для підтвердження розробленої математичної моделі прогнозування вартості історичної КХЗ було обрано три зразки з відкритих інтернет-аукціонів: коротка шабля із Сінаю була оцінена у 5 000 грн, що є значно нижчою, від прогнозованої – 28 800 грн; шабля унтерофіцерська з Пруссії мала стартову ціну 8 000 грн, його прогнозована вартість становить 7 200 грн, тому ціна дещо завищена, однак знаходиться в межах номенклатурного визначення якості «Пам'ятки культури національного рівня визнання III порядку»; ритуальний меч Дха мав стартову ціну 6 000 грн та прогнозовану вартість 14 400 грн.

3. Математична модель прогнозування вартості може мати подальше впровадження у формуванні централізованих баз даних про вартість зразків холодної зброї різного типу та віку. Розроблена модель для розрахунку прогнозованої вартості КХЗ стане корисною не тільки для учасників торгів. В умовах ведення повномасштабного вторгнення рф в Україну, окупації певних територій та знищення державного та приватного майна модель прогнозування вартості КХЗ може бути використана для розрахунку збитків, зокрема, внаслідок збройної агресії рф.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Індутний В. В. Оцінка культурних цінностей. Київ: КНТЕУ, 2015. 810с.
2. Пірковіч К. Ідентифікація антикварних ювелірних предметів зі срібла за мікроструктурою. *Товари і ринки*. 2015. Т. 1, № 1. С. 148–153.
3. Violity. Сайт для колекціонерів в Україні Violity. URL: <https://violity.com/ua/111921668-korotka-shablya-iz-sinaya-ruchnoyi-roboti-beduyiniv>
4. Тоїчкін Д., Індутний В., Мережко Н. Товарознавча характеристика антикварної холодної зброї на ринку України. *Історія давньої зброї (дослідження)*. 2016. 2017. Т. 2, № 2. С. 323–337.
5. Vovk Y. Predicting the cost of antique cold weapons by a comparative method. *Commodities and markets*, 2020. 34(2), 46–57. URL: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020\(34\)04](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2020(34)04).
6. Вовк Ю. Р., Індутний В.В., Кравець А.В. Прогнозування вартості антикварної холодної зброї порівняльним методом. *Вісник оцінки*. 2019. № 4 (57). С. 59 – 68.

ВИСНОВКИ

1. За результатами аналізу зразків клинкової холодної зброї із музейного фонду України і приватних колекцій обґрунтовано та вибрано добре атрибутовані зразки, до яких належать такі види клинкової холодної зброї, як: шаблі, ножі, багнети, шашки та тесаки з музейно-архівного фонду, зокрема Військово-історичного музею України, а також катани, вакідзаші, шаблі та ножі з приватних колекцій, які використані для проведення товарознавчої експертизи.
2. Для встановлення автентичності клинкової холодної зброї запропоновано таку сукупність критеріїв: хімічний склад сплаву, хімічний склад поверхні до і після термічного впливу, відповідність морфометричним характеристикам (довжина виробу, ширина та довжина леза тощо), наявність клейм, гербів та іменників. Для прогнозування вартості клинкової холодної зброї запропоновано таку сукупність критеріїв: вік, обіг, залучення пам'ятки до культурних традицій, участь пам'ятки в історичних подіях, причетність пам'ятки до видатних мануфактур і шкіл, художня цінність пам'ятки, рівень технічної досконалості, наявність знаків і відміток та стан збереженості пам'ятки. Зазначені критерії дозволили дослідити автентичність КХЗ та спрогнозувати їх вартість.
3. Для здійснення ідентифікації клинкової холодної зброї запропоновано використовувати критерії морфометричної спорідненості, а саме: довжину та ширину леза, ввігнутість леза, гостроту кінця леза, зменшення ширини леза, збільшення ширини леза, товщину протилежної сторони ріжучого краю, довжину крижа (хреста, гарди), довжину руків'я, ширину руків'я, ширину молотка (єлмані), товщину руків'я у найтовстішій частині, товщину руків'я у найтоншій частині, глибину долу. Показано ефективність використання індексу морфометричної спорідненості Рассела-Рао для визначення еталонного виду клинкової холодної зброї. Застосування запропонованого методу дозволило виявити точку конгруентності для шабел, морфометричну

спорідненість для еталонних груп багнетів, що дозволяє визначити морфометричну спорідненість та відношення до певного виду клинкової холодної зброї.

4. Розроблено регламент товарознавчої експертизи клинкової холодної зброї, який включає встановлення її автентичності та вікової приналежності з використанням удосконаленого методу дослідження хімічного складу її поверхні та впливу термічної обробки.
5. Удосконалено метод визначення хімічного складу поверхні клинкової холодної зброї для встановлення її автентичності, який полягає у натиранні усієї поверхні досліджуваного зразка беззольним папером або бавовняним тампоном із подальшим дослідженням емісійного спектра поверхні клинкової холодної зброї за допомогою електронного мікроскопа та якісного і кількісного складу домішок елімінованих хімічних елементів за допомогою РФА. Застосування зазначеної методики дозволяє підтвердити автентичність досліджуваних об'єктів. Верифікація методу на реальних об'єктах історичної клинкової холодної зброї (колекційні зразки клинкової холодної зброї із сплавів заліза XX, XIX та XVIII століття) дозволила визначити їх вік за критерієм наявності на їх поверхні відповідних домішкових хімічних елементів.
6. Показано вплив параметрів термообробки (температура та тривалість) на процес елімінації домішкових елементів. Доведено, що термічна обробка поверхні металу при температурі, вищій за 300°C сприяє руйнуванню кристалічної ґратки та стрімкій елімінації домішкових хімічних елементів з великими розмірами іонів (K, Na, Ca). Зазначені хімічні елементи можуть свідчити про сучасне виробництво досліджуваних зразків. Хімічні елементи з меншими розмірами іонів елімінуються повільніше, навіть за умови тривалого температурного впливу (від 1 години). Елімінація таких елементів, як Al, Mn, Ni, Zn, Pb, Ag, Sn, P, Cu, Ti, Si, S може свідчити про старший вік досліджуваних зразків. Встановлено, що швидкість елімінування домішкових

хімічних елементів залежить від їх іонних розмірів r , відповідно, рівня деформації ними кристалічних ґраток заліза, в яких вони знаходяться. Поясненням отриманих результатів є співвідношення розмірів домішкових іонів до розміру іону тривалентного заліза (D): якщо $D > 0,3$ зброя була віднесена до сучасної та ХХ століття; якщо $0,15 < D < 0,3$ – зброя ХІХ століття; якщо $D < 0,15$ – зброя, виготовлена до ХІХ століття.

7. Розроблено математичну модель прогнозування вартості клинкової холодної зброї, в основу якої покладено вивчення вартісних та якісних показників на основі регресійного рівняння. Застосування моделі дозволило виявити відхилення прогнозованої вартості на прикладі короткої шаблі із Сіная, шаблі унтерофіцерської з Пруссії та ритуального меча Дха від їх стартових цін реалізації на аукціонах. Модель прогнозування вартості клинкової холодної зброї може бути застосована для розрахунку втрат та збитків національній культурній спадщині України внаслідок збройної агресії рф.
8. Результати дисертаційного дослідження пройшли апробацію шляхом впровадження розробленої методики визначення автентичності історичної холодної зброї в експертній лабораторії Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка Національної академії наук України, а також лабораторії Незалежного Інституту Судових Експерти та лабораторії кафедри мистецтвознавчої експертизи Національної академії керівних кадрів культури і мистецтв при Національному заповіднику «Києво-Печерська лавра». Доведено ефективність застосування розробленої методики для підтвердження автентичності клинкової холодної зброї.

Типові ознаки виду холодної зброї в історичному аспекті

Вид виробу	Соціальне призначення	Функціональне призначення	Форма, конструкція	Період побутування
Шабля	Військове призначення, нагородна зброя, культурна спадщина	Зброя кінноти	Зброя із вигнутим довгим лезом (80–110 см), загостреним з однієї сторони та лезом вигнутим у бік обуха	VII ст. – XX ст.
Меч	Військове призначення, культурна спадщина	Для рубання або уколу	Зброя із прямим клинком, довжиною понад 60 сантиметрів та з одnobічним заточенням	VII ст. до н.е. – XIX ст. н. е.
Ніж	Військове призначення, культурна спадщина, побутове призначення, полювання	Для оборони, рукопашного бою та побутових дій (може бути металюною зброєю): полювання	Виразене колюче вістря, до 20 см загальна довжина	З VIII ст. до н.е.
Багнет	Військове призначення, культурна спадщина, побутове призначення,	Для рукопашного бою	Зброя, що кріпиться на дульній частині ствола ручної вогнепальної зброї	XVII – XX ст.
Шпага	Військове призначення, культурна спадщина, нагородна зброя	Для нанесення колючих ударів	Прямий (до 1 м і більш) плоский або трикутний клинок з руків'ям	XVI—XIX ст.
Спис	Військове призначення	Для нанесення колючих ударів (може бути металюною зброєю)	Зброя у вигляді довгого дrevка-ратища, на кінці якого розміщено вістря — металевий гостряк	VII ст. до н.е. – XVIII ст. н. е.
Булава	Військове призначення, культурна спадщина, символ влади	Для ударно-роздроблювальної дії	Зброя у вигляді дrevка із металювою, крем'яною або обсидіановою	Пізній палеоліт - XVIII ст. н. е.
Катана	Військове призначення, культурна спадщина, побутове символ приналежності до самураїв, символ феодальної Японії, нагородна зброя	Для нанесення колючих ударів	Зброя із вигнутим довгим лезом (80–120 см), загостреним з однієї сторони та лезом вигнутим у бік обуха та округлою чи квадратною гардою, та довгим руків'ям для дворучної хватки. Характерий малюнок на лезі. Носили в парі з катаню	X – XXст.

Продовження табл.1

Вид виробу	Соціальне призначення	Функціональне призначення	Форма, конструкція	Період побутування
Вакідзасі/ вакідзаші	Теж саме	Для нанесення колючих ударів	Зброя із увігнутим довгим лезом (50 - 80 см), загостреним з одного боку та лезом вигнутим у бік обуха та округлою чи квадратною гардою, та довгим руків'ям для дворучної хватки. Характерий малюнок на лезі	X – XX ст.
Лук	Військове призначення, полювання	Зброя металюного типу	Для стрільби стрілами	Пізній палеоліт - XIX ст. н. е.
Арбалет	Військове призначення	Зброя металюного типу	Для стрільби болтами, автоматичне взведення	XVIII – XIX ст.
Тесак	Військове призначення	Для рублячих, рідше для нанесення колючих ударів	Зброя із широким прямим або незначно увігнутим клинком середньої довжини і простою гардою, що складається, як правило, тільки з хрестовини	XVIII- 1880 р.
Кинджал	Військове призначення	Для нанесення колючих ударів	Зброя у вигляді гострого з обох боків клинка, що звужується до кінця довжиною до 30 см.	X – XX ст.
Нунчаки/ нунчаку	Військове призначення	Ударна або металюна зброя	Зброя у вигляді двох дерев'яних палиць (або з додаванням металевих пластин), з'єднаних між собою металевим цепом	XV – XVIII ст.
Стиллет	Військове призначення	Для нанесення колючих ударів	Зброя з прямою хрестовиною та тонким і вузьким клинком, не має ріжучої кромки, довжиною 20-40 см	XV – XVII ст.
Кастет	Військове призначення	Для рукопашного, ближнього бою	Зброя яку надівають на пальці та затискають у долоні, з гладкою або шипованою бойовою частиною	З II ст. н. е
Тризубець	Військове призначення	Для рукопашного, ближнього бою, полювання	Зброя на зразок вил з трьома зубцями	З II ст. н. е. по XVIII ст.

Додаток Б

Таблиця 1

Результати зіставлення досліджуваного зразка шабелі з еталонними

Зразок	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	X	-1, -1, 1, 1, 1, -1,-1, 1, 1, 1, -1, -1, -1, 1	-1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1	1, 1, 1, 1, -1,-1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	-1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1	-1, -1, -1,-1, 1, -1, 1, -1, - 1, -1, 1, -1, 1	1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1	-1, -1, 1, 1, -1,-1, -1, -1, -1,-1,-1, -1,-1, 1
2	-1, -1, 1, 1, -1, -1, -1, - 1, -1, -1,-1, -1,-1, 1	X	-1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, 1	-1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, -1, 1	1, 1, 1, 1, - 1, -1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, 1	1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	1,- 1, -1, -1, -1, -1, -1, - 1, 1, 1, -1, - 1	1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	-1, -1, 1, 1, 1, -1,-1, 1, 1, 1, -1, -1, -1, 1
3	-1, -1, -1, - 1 -1, -1, -1, - 1, -1, -1, 1, - 1, -1, 1	-1, -1, 1, 1, -1, -1, -1, - 1, -1, -1, - 1, -1, -1, 1	X	-1, -1, 1, 1, 1, -1, 1,-1, - 1, 1, 1, 1,-1, 1	-1, -1, 1, 1, -1, -1, -1,-1, - 1, 1, -1, 1,- 1, 1	1, 1, 1, 1, - 1, 1, -1, -1, - 1, -1, 1, -1, 1, 1	-1, -1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	-1, -1, 1, 1, 1, -1, 1, -1, 1, - 1,-1, -1, 1, -1	-1, -1, 1, 1, -1, -1, -1, 1, -1, 1, -1, -1,-1, 1	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1
4	-1, -1, -1,-1, -1, -1, -1,-1, -1, -1 -1,-1, -1, 1	-1, -1, -1, - 1,-1, -1, - 1, -1, -1, - 1, -1, -1, -1, 1	-1, -1, -1, - 1, -1, -1, - 1, -1, -1, - 1, -1, -1, - 1, 1	X	-1, -1, 1, -1, -1, -1, 1, -1, -1, 1, 1, -1, -1, -1	-1, -1, -1, - 1, -1, 1, 1, - 1, -1, 1, 1, 1, 1, -1	-1, -1, -1, - 1, -1, -1, - 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, -1	-1, -1, -1 -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, - 1, -1, -1, 1	-1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1
5	-1, -1,-1, -1, -1, -1,-1, - 1, -1, -1 -1,- 1, -1, 1	-1, -1,-1,1, -1, -1, -1, -1,-1,-1,-1, -1, -1, 1	-1, -1, -1, - 1, -1, -1, - 1, -1, -1, - 1, -1, -1, - 1, 1	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1	X	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1	-1, -1, 1, -1, 1, -1, -1,-1, - 1, -1, -1, -1, 1, 1	-1, -1, -1, -1,-1, -1, -1,-1, -1, -1, -1, -1,-1, 1	-1, -1, -1 -1, -1, -1,-1,-1, -1,-1, -1, -1, -1, 1

Продовження табл.1

Зразок	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	-1,-1,-1,-1, -1,-1,-1,-1, -1,-1,-1,-1, -1,1	-1,-1,-1,- 1,-1,-1, -1,-1,-1, 1,-1,-1,- 1,1	1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,-1	1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,-1	1,1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,1,1,1,-1	X	1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,-1	-1,-1,-1,-1, -1,-1,-1,-1, -1,-1,-1,-1, 1,1	-1,-1,-1, -1,-1,-1,1, -1,1,1,1,- 1,1,1	-1,-1,-1,-1, -1,-1,-1,-1, -1,-1,-1,-1, -1,1
7	-1,-1,-1,-1, -1,-1,-1, -1,-1,-1,-1,- 1,-1,1	-1,-1,-1,- 1,-1,-1, -1,-1,-1,- 1,-1,-1,- -1,1	-1,-1,-1,- 1,-1,-1,- 1,-1,-1,- 1,-1,-1,- 1,1	1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,-1	1,1,1,1,- 1,1,1,-1, 1,1,1,1,1, -1	1,1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,1,1,1,-1	X	1,-1,1,1, -1,1,-1,-1, -1,-1,-1,-1, 1,-1	1,-1,-1,-1, -1,-1,-1,-1,- 1,-1,-1,-1,- 1,1	1,-1,1,-1, -1,-1,-1,-1, -1,-1,-1,-1, -1,1
8	-1,-1,-1,-1, -1,-1,-1,1, 1,1,-1,-1,- 1,1	-1,-1,-1,- 1,-1,-1,- 1,-1,-1,- 1,1,-1,- 1,1	-1,-1,-1,- 1,-1,-1,- 1,-1,-1,- 1,-1,-1,- 1,1	1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,-1	1,1,1,-1, 1,1,1,1,1, -1,1,-1,1,- 1	1,1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,1,1,1,-1	1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,-1	X	1,-1,-1,-1, -1,-1,-1,-1,- 1,-1,-1,-1,- 1,1	1,-1,-1,-1, -1,-1,-1,-1, -1,-1,-1,-1, -1,1
9	-1,-1,-1,-1, 1,-1,-1,-1, 1,-1,-1,1, 1,1	-1,-1,-1,- 1,-1,-1,- 1,1,-1,-1, -1,-1,1,-1	1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,-1	1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,1	1,1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,1,1,1,-1	-1,1,1,1,1, 1,-1,1,1,1, 1,1,1,1	1,1,-1, 1,1,-1,- 1,1,1,1, 1,1,1,-1	-1,-1,-1,-1, -1,-1,-1,-1, -1,-1,1,1, 1,-1	X	-1,-1,-1,-1, -1,-1,-1,-1, -1,-1,1,1, 1,-1
	-1,-1,-1,-1, 1,-1,-1,-1, 1,-1,-1,1, 1,1	-1,-1,-1,-1, 1,-1,-1,-1, 1,-1,-1,1, 1,1	1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,-1	1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,-1	1,1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,1,1,1,-1	1,1,1,1,1, 1,1,1,1, 1,1,1,1,-1	-1,1,1,1, 1,1,-1, 1,1,1,1, 1,1,1	1,1,-1,1,1, -1,-1,1,1, 1,1,1,1,-1	-1,-1,-1,-1,- 1,-1,-1,-1, -1,-1,1,1,1, -1	X
Сукупна кількість F^+ та F^-	$F^- = 119$ $F^+ = 21$	$F^- = 115$ $F^+ = 25$	$F^- = 62$ $F^+ = 74$	$F^- = 15$ $F^+ = 126$	$F^- = 38$ $F^+ = 103$	$F^- = 23$ $F^+ = 118$	$F^- = 25$ $F^+ = 115$	$F^- = 94$ $F^+ = 47$	$F^- = 81$ $F^+ = 59$	$F^- = 88$ $F^+ = 52$
Індекс Рассела- Рао, розрахований за кількістю F^-	0,85	0,82	0,44	0,11	0,27	0,16	0,17	0,67	0,58	0,62

Додаток В
Таблиця 1

Результати зіставлення досліджуваного зразка багнетів з еталонними

Зразок	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	X	1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1	-1, -1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	1, 1, 1, -1, 1, -1, -1, 1, -1, 1, -1, -1, -1	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	-1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, - 1	1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1	1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, - 1	-1, -1, 1, 1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1
2	1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1	X	-1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, 1	-1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, -1, 1, -1, -1, 1, -1, 1	1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, 1	1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	1, -1, 1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, 1	1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	-1, -1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1, -1, -1, -1, 1
3	1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, -1, 1	X	-1, -1, 1, 1, 1, -1, 1, -1, -1, 1, -1, 1, 1, 1	-1, -1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, -1, 1, -1, 1, 1, 1	1, 1, 1, 1, -1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	-1, -1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	-1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, -1	-1, -1, 1, 1, -1, -1, -1, 1, -1, 1, -1, -1, -1, 1	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1
4	-1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	-1, -1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1, 1	-1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1	X	-1, -1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, -1, 1	-1, -1, 1, -1, -1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, -1	-1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, -1	-1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, -1, 1, 1	-1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1
5	-1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	-1, -1, 1, -1, -1, 1, 1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, 1	-1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1	-1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, -1, -1, -1, 1, -1	X	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1	-1, -1, 1, 1, 1, -1, 1, -1, 1, 1, 1, -1, 1, 1	-1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1	-1, -1, -1, 1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1

Продовження табл.1

Зразок	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	-1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	-1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	1, 1, -1, 1, -1, 1, -1, 1, -1, -1, 1, 1, 1, -1	1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, -1, -1, -1	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1	X	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1	-1, -1, 1, 1, 1, -1, 1, -1, 1, -1, -1, 1, 1, 1	-1, -1, -1, -1, -1, -1, 1, -1, 1, 1, 1, -1, 1, 1	-1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1
7	1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1	1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1	-1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1	1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, -1, 1, -1, -1, -1, -1, -1	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1	X	1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, -1, 1, -1, 1, -1	1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1, 1	1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1
8	1, 1, 1, 1, -1, -1, -1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, -1, 1	-1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1	1, 1, -1, -1, - 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1	1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	X	1, -1, -1, 1, -1, -1, -1, -1, -1, 1, -1, 1, -1, -1	1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1
9	-1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, -1, 1, 1, 1	-1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1, 1	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1	1, -1, 1, -1, 1, -1, -1, - 1, 1, -1, 1, 1, 1, -1	1, 1, -1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1	-1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	1, 1, -1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1	-1, 1, -1, - 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, -1	X	-1, -1, -1, 1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 1, -1, 1, -1
10	-1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	-1, 1, 1, 1, 1, 1, -1 -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	-1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	-1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	-1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	-1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, -1, 1, 1, 1	-1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1	-1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	-1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1	X
Сукупна кількість F^+ та F^-	$F^- = 23$ $F^+ = 117$	$F^- = 29$ $F^+ = 111$	$F^- = 101$ $F^+ = 39$	$F^- = 91$ $F^+ = 49$	$F^- = 16$ $F^+ = 134$	$F^- = 26$ $F^+ = 114$	$F^- = 27$ $F^+ = 113$	$F^- = 39$ $F^+ = 101$	$F^- = 73$ $F^+ = 67$	$F^- = 75$ $F^+ = 65$
Індекс Рассела-Рао, розраховани й за кількістю F^-	0,84	0,79	0,28	0,35	0,96	0,81	0,81	0,72	0,47	0,46



Методика

визначення автентичності історичної холодної зброї

Розділ 1. Загальні положення

1. Ця методика описує порядок проведення експертних робіт з метою визначення автентичності історичної холодної зброї, а також рівня безпечності поводження з нею.
2. У цій методиці терміни та словосполучення вживаються в такому значенні:
 - Холодна зброя** - предмети та пристрої, конструктивно призначені та за своїми властивостями придатні для неодноразового завдання смертельних тілесних ушкоджень, дія яких заснована на використанні м'язової сили людини.
 - Автентичність** - термін, який використовують для опису стану та ознак історичної холодної зброї при визначенні її причетності до певного часу створення в минулому, до визначних історичних подій, видатних людей та окремих національних традицій, а також семантично пов'язують з такими термінами як: оригінальність, непідробність і справжність
3. Порядок експертної роботи, метою якого є встановлення автентичності холодної зброї, доцільно здійснювати за такими взаємопов'язаними етапами:
 - 3.1. Збір корисної інформації про історію побутування взірця зброї, що представлена на експертизу. Предметом уваги є вивчення конструктивних й морфологічних особливостей, ознак які свідчать про технологію обробки металів та засоби виробництва, особливості і матеріали, що використані для оздоблення, у тому числі коштовне каміння, плакування, гравірування, вороніння тощо.

Також виконуються роботи з використанням сучасних приладів для визначення хімічного складу матеріалів, які використані для створення досліджуваного взірця холодної зброї.

Аналіз хімічного складу металевого предмету повинен здійснюватися за наступною схемою:

- 3.1.1. Вивчення складу зразка усіх роз'ємних та окремо виготовлених частин;
- 3.1.2. Вивчення складу покриття виробу;
- 3.1.3. Вивчення складу припою;

При проведенні описаних вище робіт, увагу приділяють кожному конструктивному елементу окремо. Усі результати спостереження фіксують письмово, звертаючи увагу на наявні сліди реставраційних робіт, ремонту, заміни елементів, консервації, сліди від інструментів та інше. Окремо описують стан збереження об'єкту вивчення.

Предметом особливої уваги мають бути клейма, герби та авторські іменники, які можуть допомогти встановити виробника або майстра, а також їх історію.

4. *Аналіз зовнішніх ознак видової та стилістичної ідентифікації.* За допомогою електронних інформаційних мереж, колекцій взірців холодної зброї, яка експонується в музеях, спеціальної літератури, а також відомостей з реальних ринків, укласти віртуальну колекцію взірців холодної зброї, які можна вважати спорідненими до взірця що є предметом експертизи за вище описаними ознаками. Виявити та описати індивідуальні та унікальні відмінності предмета який вивчається та споріднених йому предметів.

Ретельному дослідженню та письмовій фіксації підлягають ознаки зовнішнього вигляду і формулюється припущення стосовно того, чи відповідає ознака нашим уявленням щодо можливості її появи у відповідну історичну добу, або може бути цей виріб витвором мистецтва відповідної фірми, майстра. Використовують такі ознаки:

- 4.1. вид та форма конструкції;
- 4.2. спосіб отримання форми та метод оздоблення;

- 4.3. індивідуальні прийоми роботи митця та ознаки фірми;
- 4.4. поєднання різних знаків та позначок (клейм, іменників, підписів і т. ін.);
- 4.5. наявність пізніх неавторських втручань - реставрація, пайка;
- 4.6. наявність додаткових елементів виробу, які не відповідають основній композиції та формі;
- 4.7. вид огранки дорогоцінних каменів, техніка та стиль виконання гем та інталій;
- 4.8. вид закріпки каменів, спосіб плетення ланцюжків, вид з'єднань.

В результаті цієї роботи сформулювати гіпотезу щодо можливості віднесення предмета, який вивчається, до однієї з груп споріднених предметів. Це дає можливість також сформулювати припущення щодо часу та місця виготовлення досліджуваного взірця холодної зброї.

Розділ 2. Порядок проведення експертизи автентичності.

Виявлення ознак автентичності холодної зброї здійснюється на основі уявлень про поступовий процес природної перекристалізації металу в ході тривалої історії його побутування, результатом якого є елімінація домішкових хімічних елементів з при поверхневих шарів металів. Дослідження, які були проведеними авторами, доводять, що на поверхні історичної зброї впродовж тривалого часу накопичуються домішкові хімічні елементи.

Враховуючи те, що температурний вплив прискорює процес самоочищення металу, доцільно вважати, що ті самі зміни відбуваються впродовж тривалого часу побутування предметів з металу. Делікатно очищена поверхня металевих частин старовинної холодної зброї виявляє мінімальний вміст хімічних домішок, у той час як хімічний склад металу в більш глибоких частинах від поверхні, виявляє значну їх кількість.

При нагріванні тепло, яке виділяється поверхнею металу, передається від зовнішніх до внутрішніх шарів за рахунок теплопровідності. При дуже швидкому нагріві тепло не встигає поширитися з поверхні металу всередину. У зв'язку з цим виникає велика різниця в температурах зовнішніх і внутрішніх шарів, а

температурне розширення внутрішніх шарів відстає від розширення зовнішніх шарів. Між зовнішніми і внутрішніми шарами створюються значні механічні напруження. При достатньо великій різниці температур ці напруги сприяють змінам в кристалічних ґратках металу, які призводить до виштовхування назовні значної частини ізоморфних хімічних елементів-домішок та появи мікророзуцільнень, де відбувається їх накопичення.

Дослідити хімічний склад поверхневих речовин можна лише застосовуючи особливий спосіб відбору проб, який передбачає натирання поверхні спеціальним тампоном та вивчення хімічного складу речовин, які концентруються в ньому.

Перший етап експериментальних досліджень полягав у тому, щоб зібрати матеріали для дослідження. Натирні збираються з великої площі поверхні досліджуваного взірця при її натиранні спеціальним беззольним тампоном, методом точкових фрікцій, з діаметром руху до 1 см, в результаті чого на тампонах залишалися хімічні сполуки, утворені елімінованими хімічними елементами.

Перший натир роблять беззольним тампоном по всій поверхні досліджуваного взірця. Далі площа поверхні, очищається спиртовим розчином. Другий натир роблять беззольним тампоном по усій площі очищеної спиртом поверхні.

Далі тампони із нарирами спалюють й вивчають хімічний склад речовинного залишку. Це дозволяє відійти від практики дослідження хімічного складу безпосередньо на поверхні предмета за допомогою рентгенфлюорисцентного аналізатора з локалізацією площі дослідження 1,5 квадратних міліметрів й отримати дані про сполуки наявні на поверхні, площа якої становить від 100 до 200 квадратних сантиметрів(площа опробування, в цьому випадку, є в 100000-200000 разів більшою).

Другий етап експериментальних досліджень полягав у тому, щоб наочно підтвердити протікання процесу елімінації хімічних елементів з сталі на її поверхню та змістовно описати його.

Поверхню досліджуваного взірця прогрівали за допомогою промислового фена при температурі 550°C - 600°C градусів за Цельсієм впродовж години. Після

чого поверхня зразків утретє натирається беззольним тампоном по всій поверхні досліджуваного взірця.

Зола усіх трьох натирів вивчалася за допомогою електронного мікроскопу з можливостями проведення локального емісійного аналізу хімічного складу за допомогою електронного мікроскопу та РФА.

Значний прогрів чистої поверхні виробу з металу посилює хімічну активність вільного кисню, вплив водяних парів та вуглецевої кислоти. Отже, легко передбачити хімічний склад речовин, які утворюються на поверхні. Якщо метал сучасний, хімічні домішки присутні в металі розподілені рівномірно – на поверхні та в глибоких частинах, але, якщо маємо справу з історичними об'єктами, домішкові хімічні елементи в глибоких частинах суттєво відрізняються за хімічним складом від тих, які отримуємо на поверхні після прогріву. Поверхня самоочищується й представляє собою майже чисте залізо, домішкові хімічні елементи концентруються в поверхневих мінеральних скоринках, а хімічний склад металу в більш глибоких частинах залишається таким, яким був відпочатку.

У антикарних історичних зразках на поверхні можна спостерігати значну кількість елімінованих хімічних елементів.

Від підприємства:



Від ВНЗ:

Професор кафедри товарознавства та митної справи ДТЕУ
Аспірант кафедри товарознавства та митної справи ДТЕУ



Індутний В.В.

Вовк Ю.Р.



 «ЗАТВЕРДЖУЮ»

 Директор *М. М. М. М.*

 «20» вересня 2023 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

Удосконаленої методики визначення автентичності
пам'яток культури з металів

Цей акт складено у тому, що Лабораторія МІІЕ у складі комісії з історичної металургії МІІЕ розглянула пропозицію автора розробки «Методика» Ю.Р. Вовк щодо можливості її впровадження в експертну практику та дійшла наступних висновків:

1. Автор пропонує принципово новий спосіб вивчення хімічного складу поверхні металів, з яких виготовлено холодну зброю. Спосіб передбачає здійснення натирів на великій площі поверхні металу до та після її прогрівання гарячим повітрям та аналіз хімічного складу речовин, які виділилися. При цьому, відмінність експерименту полягає у тому, що йдеться не про визначення хімічного складу металу з якого виготовлялася холодна зброя, а про хімічний склад речовин елімінованих із сплаву. Такий підхід є новаторським та, безумовно, корисним в експертній роботі; дозволяє тримати нову корисну інформацію про стан перекристалізації металу.

2. Автором експериментально доведено, що в процесі природної перекристалізації металу впродовж тривалої історії його побутування, на його поверхні зосереджуються речовини у склад яких входять еліміновані іони, серед яких є такі, які можуть становити загрозу хімічного ураження людини. Постійний контакт працівників музеїв та колекціонерів з холодною зброєю може стати причиною хімічного ураження. Зокрема йдеться про такі хімічні речовини, які містять іони Cr, Zn, Pb, P, Cu, As, Sb, S та інші, й присутні в сплавах заліза у дуже малих концентраціях, але при елімінації, мають тенденцію до накопичення на поверхні..

3. Встановлено, що найбільш активно й, відповідно, першочергово, із залізного сплаву вилучаються хімічні елементи із великими розмірами іонів – K, Ca, Na. Елементи з близькими та значно меншими розмірами іонів вилучатимуться повільніше – Al, Si, Mn, Cr, Ni, Zn, Mg, Pb, Ag, Sn, P, Cu, Ti, Si, S.

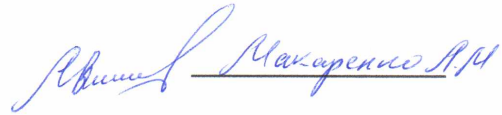
Cl ⁻ 0,181	Ca ²⁺ 0,104	Mn ²⁺ 0,091	Pb ²⁺ 0,126
Na ⁺ 0,098	Ba ²⁺ 0,138	Mn ³⁺ 0,070	Pb ⁴⁺ 0,076
K ⁺ 0,133	Zn ²⁺ 0,083	Mn ⁴⁺ 0,052	Cd ²⁺ 0,099
Cu ⁺ 0,098	Hg ²⁺ 0,112	Mn ⁷⁺ 0,046	S ²⁻ 0,182
Cu ²⁺ 0,080	Fe ²⁺ 0,080	Al ³⁺ 0,057	S ⁶⁺ 0,029
Mg ²⁺ 0,074	Fe ³⁺ 0,067	Si ⁴⁺ 0,039	O ²⁻ 0,136

Продовження додатку Д

4. Висновок витікає з аналізу таблиці іонних розмірів, що подана нижче. Авторська методика дозволяє також оцінити рівень безпечності поводження з сучасними виробами та відносний вік металу, з якого виготовлені взірці історичної холодної зброї. Висновок отримано на основі представлених результатів експериментів із зразками сучасної сталі.

Відповідно, доцільно робити висновок про те, що старовинна холодна зброя й її копії, що виготовлені пізніше, матимуть різний склад речовин на поверхні. Це дозволяє автору формулювати та успішно впровадити в практику принципово нову методику визначення автентичності холодної зброї, що має велике значення для експертної справи.

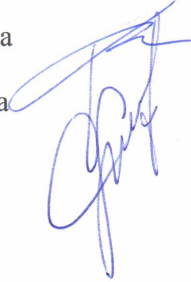
Від підприємства:



Олександр Макаренко О.М.

Від ВНЗ:

Професор кафедри товарознавства та митної справи ДТЕУ
Аспірант кафедри товарознавства та митної справи ДТЕУ



Індутний В.В.

Вовк Ю.Р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник генерального директора
з наукової роботи

Національного заповідника
«Києво-Печерська лавра»

Костянтин КРАЙНІЙ

« 5 » березня 2023 р.



АКТ

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Вовк Юлії Русланівни на тему:
«Товарознавча експертиза холодної зброї»

Основні положення дисертаційної роботи Вовк Юлії Русланівни, присвяченої експертизі холодної зброї, зокрема дослідженням поверхні зброї методом РФА та поданої у спеціалізовану вчену раду на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 07 – «Управління та адміністрування» за спеціальністю 076 – «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність», було розглянуто на засіданні науково-дослідного сектору археології науково-дослідного відділу історії та археології Національного заповідника «Києво-Печерська лавра».

Детальний аналіз роботи, проведений компетентними працівниками лабораторії засвідчив, що результати аналітичних досліджень представлених автором є достовірними, відтворюваними та однозначними для розуміння, а також мають велике практичне значення для формулювання висновків експертів пов'язаних з пошуком незаперечних ознак автентичності холодної зброї. Відповідний алгоритм досліджень, описаний автором в додатку 1, який є невід'ємною частиною цього акту.

Встановлено, що автором розроблено принципово нову ефективну методику проведення досліджень хімічного складу речовин на поверхні холодної зброї, яка має суттєві переваги над традиційними. Вона є неруйнуючою та передбачає використання доступних методів визначення хімічного складу речовини за допомогою рентгенфлюорисцентного аналізатора, а також базована на використанні широкодоступного обладнання.

Проведені експериментальні та тестові дослідження підтверджують ефективність застосування запропонованої автором методики в практиці експертної діяльності.

Маємо надію, що у майбутньому з'явиться можливість проведення експертизи холодної зброї з колекції Національного заповідника «Києво-Печерська лавра», дослідженням її поверхні методом РФА.

Завідувач науково-дослідного
сектору археології
Національного заповідника
«Києво-Печерська лавра»

Сергій ТАРАНЕНКО



АКТ

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
Вовк Юлії Русланівни на тему:
«Товарознавча експертиза холодної зброї»

Основні положення дисертаційної роботи Вовк Юлії Русланівни, присвяченої експертизі холодної зброї, зокрема дослідженням поверхні зброї методом РФА та поданої у спеціалізовану вчену раду на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 07 – «Управління та адміністрування» за спеціальністю 076 – «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність», було розглянуто на базі лабораторії Університету економіки та менеджменту імені І.К.Семіненка НАН України.

Детальний аналіз роботи, проведений компетентними працівниками лабораторії засвідчив, що результати аналітичних досліджень представлених автором є достовірними, відтворюваними та однозначними для розуміння, а також мають велике практичне значення для формулювання висновків експертів пов'язаних з пошуком незаперечних ознак автентичності холодної зброї. Відповідний алгоритм досліджень, описаний автором в додатку 1, який є невід'ємною частиною цього акту.

Встановлено, що автором розроблено принципово нову ефективну методику проведення досліджень хімічного складу речовин на поверхні холодної зброї, яка має суттєві переваги над традиційними. Вона є неруйнуючою та передбачає використання доступних методів визначення хімічного складу речовини за допомогою рентгенфлуорисцентного аналізатора, а також базована на використанні широкодоступного обладнання.

Проведені експериментальні та тестові дослідження підтверджують ефективність застосування запропонованої автором методики в практиці експертної діяльності.

Від підприємства:

Індутний В.В.

Від ВНЗ:

Професор кафедри товарознавства та митної справи ДТЕУ
Аспірант кафедри товарознавства та митної справи ДТЕУ

Вовк Ю.Р.