УДК 75.021.1
DOI https://doi.org/10.32782/uad.2022.4.1

Андріанова Олена Борисівна,
кандидатка хімічних наук, мистецтвознавиця-експертка,
директорка Бюро науково-технічної експертизи «АРТ-ЛАБ»
ORCID ID: 0000-0003-3835-6312
andria.elena@gmail.com

Біскулова Світлана Олександрівна,
кандидатка хімічних наук,
доцентка кафедри мистецтвознавчої експертизи
Національної академії керівних кадрів культури і мистецтв,
провідний науковий співробітник
Бюро науково-технічної експертизи «АРТ-ЛАБ»
ORCID ID: 0000-0003-3437-6113
sabiskulova@gmail.com

ҐРУНТИ ЖИВОПИСНИХ ТВОРІВ XX–XXI СТ. ДОСЛІДЖЕННЯ, АНАЛІЗ, МОЖЛИВОСТІ ДАТУВАННЯ

Стаття присвячена всебічному аналізу ґрунтів живописних творів XX–XXI ст. Авторами було узагальнено літературні дані з початку промислового виробництва і поширення різних типів наповнювачів та в'язив, проаналізовано ґрунти датованих живописних творів американських, європейських, радянських і українських художників. Застосування комплексу оптичних та фізико-хімічних методів, які включали оптичну мікроскопію, рентгенофлуоресцентний аналіз та інфрачервону спектроскопію, дозволило виявити основні компоненти ґрунтів та мікродомішки у їхньому складі. Встановлено, що свинцеве білило як основний наповнювач ґрунтів застосовується з другої чверті XIX ст. до середини 1920-х рр., у суміші з цинковим білилом виявляється в ґрунтах живописних творів до середини XX ст., домішки свинцевого білила ідентифікуються до початку 1990-х рр. Фабричні ґрунти на основі чистого цинкового білила виготовляються з 1880-х рр. і домінують протягом 1920–2000-х рр. Баритове білило поширене як наповнювач ґрунтів з 1830-х рр. до кінця 1940-х рр., виявлено у композитах ґрунтів на основі діоксиду титану в картинах 1950-х – початку 1960-х рр. Літопон промислово виробляється та використовується як наповнювач ґрунтів протягом 1880–1940-х рр. Композитне титанове білило було ідентифіковано в олійних та емульсійних ґрунтах низки робіт 1940–1960-х рр., з початку 1990-х рр. TiO_2 стає домінуючим наповнювачем у ґрунтах. Проведені нами дослідження датованих картин показали, що у першій–другій третинах XX ст. у ґрунтах як в'язиво частіше використовуються емульсії, олія та тваринний клей, з початку 1960-х рр. у СРСР поширюються полівінілацетатні (ПВА) емульсії, сополімери ПВА та акрилу у складі фабрично загрунтованих основ ідентифікується з початку 1960-х і широко використовуються з 2010-го. Впровадження акрилових ґрунтів відбувається у середині 1950-х рр., з кінця XX ст. на ринку художніх матеріалів домінують алкідні та акрилові ґрунти. Отримані дані є важливими для мистецтвознавців і реставраторів можуть бути використанні для уточнення датування живописних творів художників XX–XXI ст.

Ключові слова: *експертиза, ґрунти, рентгенофлуоресцентний аналіз, інфрачервона спектроскопія, флуоресценція.*

Andrianova Olena, Biskulova Svitlana. GROUNDS FOR EASEL PAINTING OF 20–21th CENTURIES. RESEARCH, ANALYSIS, DATING CAPABILITIES

The article is devoted to a comprehensive analysis of the 20–21th century's grounds for easel paintings. The authors summarized literary data from the beginning of industrial production and distribution of various types of fillers and binders, analyzed the grounds of dated paintings by American, European, Soviet and Ukrainian artists. The use of a complex of optical and physico-chemical methods, which included optical microscopy, X-ray fluorescence analysis and infrared spectroscopy, made it possible to identify the main components of grounds and small amounts of tinting pigments in their composition. It was established that lead white as the main filler of grounds has been used since the second quarter of the nineteenth century by the mid-1920s, mixed with zinc white found in the grounds of paintings until the mid-twentieth century, small amounts of lead white were identified by

 © Андріанова О. Б., Біскулова С. О., 2022

the early 1990s. Commercial grounds based on pure zinc white have been made since the 1880s and dominated during the 1920s and 2000s. Blanc fixe has been common as a ground filler since the 1830s by the late 1940s, found in titanium dioxide composite grounds in paintings from the 1950s to early 1960s. Lithopone was industrially produced and used as a ground filler during the 1880s and 1940s. Composite titanium white has been identified in oil and emulsion grounds of a number of works from the 1940s to the 1960s, since the early 1990s TiO_2 becomes the dominant filler in grounds. Our studies of dated paintings showed that in the first or second thirds of the twentieth century, emulsions, oil and animal glue are more often used as binders in grounds. Since the early 1960s grounds based on polyvinyl acetate (PVA) emulsions are distributed in the USSR; commercial PVA and acrylic copolymers grounds have been identified since the early 1960s and have been widely used since 2010. The introduction of acrylic grounds occurs in the mid-1950s, and from the late twentieth century alkyd and acrylic grounds dominate the artistic materials market. The obtained data are important for art critics and restorers and can be used to clarify the dating of paintings by artists of the XX–XXI centuries.

Key words: *expertise, grounds, X-ray fluorescence analysis, infrared spectroscopy, fluorescence.*

Вступ. Атрибуція живописних творів залишається актуальною проблемою мистецтвознавчої експертизи вже декілька століть. Комплексний підхід у разі всебічного аналізу живопису передбачає три основні етапи: вивчення історичної документації, пов'язаної зі шляхом побутування картини (провенанс), технологічні дослідження та мистецтвознавча експертиза. Останніми роками саме технологічним дослідженням приділяється все більше уваги: розробляються нові методи та методики аналізу, ретельно вивчаються твори зі світових музейних колекцій, створюються бази даних еталонних робіт певних хронологічних періодів та живописних шкіл. Нова інформація використовується мистецтвознавцями для атрибуції творів.

Під час технологічної експертизи вивчаються всі матеріальні складники твору у тій послідовності, в який картина створювалася: основа, ґрунт, підмальовок та підготовчий рисунок, фарбовий шар та лакове покриття. Ґрунт відіграє важливу роль під час створення картини: покращує зв'язок живопису з основою, значною мірою зумовлює ступінь збереження твору, визначає фактуру фарбового шару та впливає на колорит. Способи підготовки ґрунту, його структура, колір та складники відрізнялися в різні хронологічні періоди та на різних територіях, що пов'язано з природними ресурсами країни, історичними традиціями, особливостями художньої школи та індивідуальною манерою майстра. Основні підходи до технологічних досліджень ґрунтів висвітлені у низці публікацій [1–2]. Більшість досліджень охоплюють хронологічний період з XV до XIX ст., вивченню ґрунтів пізнішого періоду присвячені лише поодинокі статті [3–4].

Авторами статті проведений аналіз літературних джерел, присвячених технології виготовлення фабричних ґрунтів XX ст., систематизовано дані з появи нових типів наповнювачів та в'язив і досліджено склад ґрунтів 180 живописних творів XX–XXI ст. з приватних колекцій.

Матеріали і методи.

Вивчення складу ґрунтів здійснювали комплексом оптичних та фізико-хімічних досліджень на окрайках полотна або в осипаннях живопису. Візуальний огляд та мікроскопічні дослідження використовували для встановлення технологічних особливостей ґрунтів (кількість шарів, колір, текстура, ступінь помелу наповнювачів, наявність ознак старіння та побутування). Для цього застосовували стереоскопічний мікроскоп МБС-10 з можливістю збільшення зображення до 100 разів та USB-мікроскоп Sigeta Expert 5.0Mpx з можливістю збільшення зображення від 19 до 300 разів. Огляд в ультрафіолетовому (УФ) діапазоні (315–400 нм) здійснювали з метою виявлення реставраційних втручань та фіксації характеру флуоресценції ґрунту. Зйомка проводилася із використанням УФ-світильника, обладнаного фільтром з увіолевого скла (пропускає УФ-випромінювання з λ<400 нм).

Елементний склад ґрунтів встановлювали методом рентгенофлуоресцентного аналізу (РФА) на приладі ElvaX-ART (Україна). Діапазон вимірюваних енергій рентгенівського випромінювання 2,0–30,0 кеВ, що дозволяє визначати хімічні елементи з порядковими

номерами Z від 16 (S, Сульфур) до 92 (U, Уран). Джерело випромінювання приладу – молібденова трубка (50 Вт). Для реєстрації випромінювання використаний напівпровідниковий кремнієвий дрейфовий (SDD) детектор з термоелектричним охолодженням роздільною здатністю <165 еВ. Зйомка зразків проводилася за напруги генератора 35,0 кВ та струму трубки 50 мкА, час набору спектра становив 5–100 с.

Наповнювачі та в'язиво ґрунтів ідентифікували методом інфрачервоної спектроскопії з Фур'є-перетворенням на спектрометрі Vertex 70 (Bruker, Німеччина) з елементом порушеного повного внутрішнього відбиття (ATR-FTIR). Для дослідження відбирали мікропробу ґрунту та проводили виміри з обох боків проби без попередньої пробопідготовки. Використання програмного забезпечення OPUS 65 дає можливість реєструвати та обробляти FTIR спектри в діапазоні довжин хвиль 400–4500 $см^{-1}$ з точністю вимірювання 0,5 $см^{-1}$, а також використовувати бібліотеки ІЧ-спектрів. Спектри реєструвалися за роздільної здатності 4 $см^{-1}$, мінімальна кількість сканів – 64.

Результати. Протягом перших десятиліть XX ст. відбувається небагато змін у технологіях виготовлення ґрунту – найпоширенішими залишаються фабрично заґрунтовані основи, на ринку художніх матеріалів домінують одно- чи багатошарові білі ґрунти, залишаються у використанні олійні та емульсійні ґрунти. Починаючи із середини XX ст. відбулася низка суттєвих подій, пов'язаних з посиленням вимог до безпеки праці та екологічності промислової продукції, а поява нових типів наповнювачів та синтетичних в'язив призвела до заміни традиційних рецептур виготовлення ґрунтів новими.

Наповнювачі у ґрунтах творів XX–XXI ст. Складниками ґрунту є наповнювачі та в'язиво. Як наповнювачі у ґрунтах використовують білило (свинцеве, цинкове, титанове), крейду, гіпс, каолін, баритове білило, літопон або їхню суміш. З давнини основними наповнювачами ґрунтів були крейда ($CaCO_3$) та/або гіпс ($CaSO_4$). Використання гіпсу як наповнювача є типовим для південних живописних шкіл (Франція, Італія) [5, с. 294]. Слід зазначити, що домішкою природної крейди є сполуки стронцію, які ідентифікуються методом РФА. Із середини XX ст. поширюється використання штучної крейди [6, с. 57–59], у складі якої сполуки стронцію відсутні.

З другої чверті XIX ст. живописці надають перевагу одношаровим ґрунтам на основі свинцевого білила ($2PbCO_3 \bullet Pb(OH)_2$), які залишаються поширеними до початку XX ст. У 1921 р. Женевською конвенцією [7] було ухвалено низку пропозицій щодо заборони використання свинцевого білила у малярній справі, що призвело до обмеження використання пігменту у більшості європейських країн. Наші дослідження показали, що свинцеве білило залишається одним з основних наповнювачів ґрунту до середини 1920-х рр., поодинокі випадки його використання в ґрунті у суміші з цинковим білилом встановлені в картинах європейського живопису до початку 1940-х рр., у творах радянських художників – до кінця 1960-х рр.

Використання свинцевого білила під час виробництва ґрунтів було заборонене у промисловості США на початку 1970-х рр., в європейських країнах та СРСР – наприкінці 1980-х – на початку 1990-х рр. відповідно. Проте олійні ґрунти на основі свинцевого білила вироблялися в Європі до середини XX ст. [2, с. 187]. Однак невелика кількість виробників у США досі продовжує постачання на ринок ґрунтів, що поряд зі свинцевим білилом містять діоксид титану та крейду [2, с. 187]. Домішки свинцевого білила (до 1–2%) ідентифікуються нами у ґрунтах живописних творів до початку 1990-х рр.

Відомо, що фабричні ґрунти на основі чистого цинкового білила (ZnO) виготовляються з 1880-х рр. [8, с. 93], стають поширені з 1930-х рр. [9, с. 296]. Перші випадки використання цинкового білила (чистого або у суміші з крейдою) були зафіксовані нами в картинах 1889–1894 рр., у подальшому цей наповнювач набуває популярності і починає домінувати з кінця 1920-х рр. У деяких літературних джерелах, присвячених аналізу ґрунтів, занепад використання цинкового білила відзначається наприкінці 1960-х рр. [10], проте нами

виявлений ґрунт на основі цинкового білила у живописній роботі, датованій 2010 р.

Баритове білило ($BaSO_4$) промислово вироблялося з 1830-х рр. [6, с. 182] та було поширене як наповнювач ґрунтів у художній промисловості європейських країн до 1950-х рр. [11, с. 29]. У ґрунтах картин радянських художників домішки баритового білила ідентифікуються до кінця 1950-х рр., у роботах 1970-го та 1980 р. $BaSO_4$ входить до складу ґрунтів на основі діоксиду титану [3, с. 183]. Нами встановлено, що баритове білило є поширеним у ґрунтах картин до кінця 1940-х рр., поодинокі випадки його застосування у складі багатокомпонентних одношарових ґрунтів американського виробництва виявлені у живописних творах кінця 1950-х рр., у композитних ґрунтах на основі діоксиду титану – в картинах 1950 – початку 1960-х рр.

Літопон ($ZnS•BaSO_4$) як білий пігмент уперше був представлений у 1874 р. [12, с. 119], його промислове виробництво було налагоджено в Німеччині та США у 1880-х рр. і активно продовжувалося до початку 1950-х рр. [11, с. 29]. Останній випадок використання літопону в ґрунті, зафіксований нами, виявлений у картині французького походження, датованій 1927–1939 рр.

Слід зазначити, що технологічні особливості ґрунтів картин російського олійного живопису першої третини XX ст. мають певні особливості, які не трапляються в творах наступних періодів [13, с. 80]. Для них є характерним використання авторських клейових ґрунтів з наповнювачем із суміші крейди та гіпсу; присутність у фабричному ґрунті цинкового і свинцевого білил з домішкою інших білих пігментів (крейда, гіпс, каолін, кварц, баритове білило та літопон) або у суміші з ними; у олійному ґрунті фабричних полотен часто виявляються літопон або його суміші з іншим білим пігментом. Проведені в «АРТ-ЛАБ» дослідження підтверджують ці дані.

Нові зміни у технології виготовлення ґрунтів пов'язані з появою титанового білила (TiO_2). Дослідження діоксиду титану розпочалися ще у 1821 р. [14, с. 89], але лише на початку XX ст. TiO_2 знайшов застосування як новий синтетичний білий пігмент. Виробництво діоксиду титану комерційно здійснюється у двох кристалічних формах (анатаз і рутил), які відрізняються структурою ґратки, показниками заломлення та щільністю. Є два основних шляхи виготовлення пігментів: сульфатний спосіб, що був уперше представлений у 1919 р. [15, с. 14], дозволяє отримати як анатазну, так і рутильну форми; хлоридний спосіб, що використовується для отримання рутилу, був розроблений у 1959 р. у США та реалізований в Європі у 1965 р. [16, с. 27].

Художню фарбу на основі діоксиду титану у формі анатазу вперше випустили у США в 1920 р., в Європі – в 1925–1926-х рр., у 1928 р. було отримано титанове білило рутильної форми, що призвело до значного зменшення обсягів виробництва анатазу наприкінці 1940-х рр. [6, с. 186]. Слід зазначити, що до 1971 р. титанове білило являло собою композит, до складу якого разом з TiO_2 входили крейда, гіпс, фосфат кальцію та баритове білило [17, с. 299].

У СРСР виробництво титанового білила як художньої фарби здійснюється з початку 1970-х рр. (у 1972 р. були затверджені технічні умови, що вводилися в дію з початку 1973 р.) [6, с. 53–54]. У білилах радянського виробництва був використаний композит діоксиду титану в формі анатазу, який містив 25% цинкового білила.

Кристалічну форму діоксиду титану можна встановити методами спектроскопії координаційного розсіювання та рентгенівської дифракції, проте авторами запропоновано використання з цією метою рентгенофлуоресцентного аналізу [16, с. 27]. Ніобій (Nb) є природною домішкою руди ільменіту, що використовується для виробництва пігменту (його концентрація залежить від місця видобутку руди та варіюється від 0,01 до 0,2% в отриманому продукті). Використання хлоридного способу призводить до отримання чистого пігменту (без домішок Nb) у формі рутилу, під час застосування сульфатного процесу Nb залишається у складі білила (у формі анатазу чи рутилу). Оскільки чутливість методу РФА у разі визначення важких металів становить не менше 0,001%, то однозначно ідентифікувати присутність ніобію можна у ґрунтах з вмістом титанового білила понад 20%.

Інформації про використання титанового білила в олійних та емульсійних ґрунтах вкрай мало. В окремих публікаціях зазначається, що титанове білило застосовувалося як наповнювач акрилових дисперсійних та алкідних ґрунтів у суміші з одним або декількома іншими наповнювачами [2, с. 187].

Наші дослідження дозволили ідентифікувати композитне титанове білило (у суміші з $BaSO_4$ або трифосфатом кальцію $Ca_3(PO_4)_2$) у ґрунтах низки робіт 1940–1960-х рр. американських та європейських художників (до цього періоду титанове білило не виявлене). У складі ґрунтів радянського виробництва TiO_2 спостерігається лише після 1975 р. як наповнювач синтетичних ґрунтів. З початку 1990-х рр. титанове білило (у суміші із крейдою та/або цинковим білилом) стає домінуючим наповнювачем у ґрунтах.

В'язиво у ґрунтах творів XX–XXI ст. Важливим у датуванні творів живопису є ідентифікація в'язива у складі ґрунтів методом ATR-FTIR. Відомо, що з давнини як в'язиво застосовували клей, використання олійних ґрунтів поширюється з XVII ст., а XIX ст. характеризується появою фабричних емульсійних (клеє-олійних) ґрунтів [2, с. 185–187], які набувають широкої популярності протягом XX ст. У XX ст. промислово синтезуються ґрунти на основі синтетичних полімерів [2, с. 185–187]: впровадження акрилового дисперсійного ґрунту відбувається у середині 1950-х рр. (компанія Daler-Rowney вперше ввела акриловий ґрунт у 1963 р., поступово припинивши виробництво полотен з олійними ґрунтами у 1970–1980-х рр., Winsor&Newton представила акрилові ґрунти для бавовняних полотен у 1975–1976-му рр.); алкідні ґрунти вперше вийшли на ринок художніх матеріалів у 1960-х рр. (Winsor&Newton застосував алкід у верхньому шарі ґрунтів у 1964 р., в обох шарах двошарових ґрунтів – з 1978-го р.). Gamblin Artist Colors з початку 2000-х рр. виробляє модифіковані олією алкідні ґрунти.

У 1960 р. у СРСР були розроблені метод і рецептура ґрунтування полотен синтетичними матеріалами на основі полівінілацетатної (ПВА) емульсії, у 1963–1964 рр. були виготовлені перші партії ґрунтованих полотен на синтетичних проклейках і ґрунтах [18, с. 38]. Інформації про застосування ґрунтів на основі ПВА у Європі та США нині немає, однак у 1962-му та 1970-му відповідно американський виробник художніх матеріалів M. Grumbacher Inc. під торговельними марками HYPLAR та PLYEX представив новий тип в'язива – сополімер полівінілацетату та акрилу (метилметакрилат) [19–20].

З кінця XX ст. алкідні та акрилові ґрунти досить швидко витісняють олійні, оскільки швидше сохнуть, менше жовтішають, забезпечують хорошу міцність і довговічність. Зараз ці ґрунти домінують на ринку художніх матеріалів.

Проведені нами дослідження датованих картин показали, що у першій–другій третинах XX ст. у фабричних або авторських одношарових ґрунтах частіше використовуються емульсії (олія та тваринний клей у різних співвідношеннях, іноді з декстрином), олія та клей як в'язиво (за статистичними даними співвідношення емульсійних ґрунтів до олійних і клейових становить 10:4:1 відповідно).

ПВА вперше ідентифікований як в'язиво у крейдяному ґрунті картини радянського художника, датованій 1965 р. Із середини 1970-х рр. використовуються ґрунти на основі ПВА, цинково-титанового білила та крейди. Проведений нами аналіз в'язива у ґрунтах картин останньої третини XX ст. показав, що у цей період поширенішими є фабричні емульсійні ґрунти, а випадки застосування синтетичних (на основі полівінілацетату) та олійних ґрунтів є нечисленними. Співвідношення кількості емульсійних ґрунтів до ПВА і олійних становить 5:1:1 відповідно. Слід зазначити, що олія як в'язиво ідентифікована переважно у складі авторських ґрунтів на основі цинкового білила у суміші з крейдою. Фабричний ґрунт аналогічного складу виявлений лише в одній роботі, датованій 1992 р. Клейові ґрунти в останній третині XX ст. нами не виявлені.

Акриловий полімер у ґрунтах, за нашими даними, трапляється в роботах починаючи з 1980-х рр. Сополімер полівінілацетату та метилметакрилату в ґрунтах радянського виробництва не виявлений, у складі фабрично

заґрунтованих основ американського виробництва ідентифікується з початку 1960-х рр. Починаючи з 2010 р. поширюється використання ґрунтів на основі ПВА та акрилового полімеру – в досліджених нами ґрунтах датованих робіт співвідношення ПВА-ґрунтів до акрилових і емульсійних становить 3:2:1.

Особливості флуоресценції ґрунтів творів XX–XXI ст. Нами був проаналізований характер флуоресценції ґрунтів відомого складу з метою подальшого використання отриманих даних під час попереднього аналізу творів живопису. Проведені дослідження показали, що олійні та емульсійні ґрунти на основі свинцевого білила в УФ-променях мають жовто-оранжеве світіння, що може бути пов'язане з флуоресценцією в'язива. Інтенсивність їхнього світіння змінюється від тьмяного жовто-оранжевого для ґрунтів картин початку XX ст. до насиченого оранжево-коричневого у творах кінця XIX ст. Ґрунти на основі цинкового білила мають жовтувате світіння, яке тьмянішає з часом. Крейда, гіпс, баритове та титанове білила в УФ-променях не флуоресціюють, тому ґрунти, що містять значну кількість цих наповнювачів, виглядають темно-фіолетовими.

Висновки. Проведений нами аналіз літературних джерел та систематизація результатів дослідження 180 датованих творів дозволили виявити низку закономірностей у складі ґрунтів XX–XXI ст., встановити хронологічні межі застосування основних наповнювачів та в'язив.

У першій–другій третинах XX ст. домінують емульсійні та олійні ґрунти. Свинцеве білило є одним з основних наповнювачів ґрунту до середини 1920-х рр., у суміші із цинковим білилом ідентифікується до початку 1940-х рр. у картинах європейських художників, до кінця 1960-х рр. – у творах радянських митців. Домішки свинцевого білила присутні у ґрунтах живописних творів до початку 1990-х рр. Цинкове білило є основним наповнювачем ґрунтів протягом усього XX ст. і до 2010 р.

Баритове білило ідентифікується у складі ґрунтів до кінця 1950-х рр., у складі композитного титанового білила присутнє в ґрунтах картин 1950-х–1980-го рр. Застосування літопону тривало до початку 1950-х рр., у ґрунтах картин другої половини XX ст. цей наповнювач не виявлений.

Композити на основі титанового білила виявлені в олійних та емульсійних ґрунтах низки робіт 1940–1960-х рр. американських та європейських художників, у складі ґрунтів радянського виробництва TiO_2 спостерігається лише після 1975 р. (як наповнювач полівінілацетатних ґрунтів). З початку 1990-х діоксид титану стає домінуючим наповнювачем.

Для останньої третини XX ст. є типовим застосування фабричних емульсійних ґрунтів, які поступово витісняються синтетичними. ПВА вперше був ідентифікований як в'язиво у крейдяному ґрунті картини 1965 р., із середини 1970-х рр. використовуються ґрунти на основі ПВА, цинково-титанового білила та крейди. Сополімер полівінілацетату та метилметакрилату присутній у ґрунтах американського виробництва з початку 1960-х рр., акриловий полімер трапляється починаючи з 1980-х рр. З 2010-го р. поширюється використання полівінілацетатних та акрилових ґрунтів на основі титанового білила у суміші із крейдою та/або цинковим білилом.

Отже, аналіз елементного складу ґрунтів, ідентифікація наповнювачів та мікродомішок, встановлення типу в'язива дозволяє виявити технологічні особливості та встановити час ґрунтування і виготовлення основи живописного твору з точністю ±15–25 років, що є важливим у комплексній експертизі творів живопису.

Література:

1. Christensen A.H., Townsend J., Jager A. Ground Layers in European Painting 1550–1750. CATS. Copenhagen : Archetype Publications Ltd., 2020. 146 p.

2. Stols-Witlox M., Ormsby B., Gottsegen M. Grounds, 1400–1900. Including: Twentieth-century grounds. *Conservation of easel paintings*. New York, NY : Routledge, 2012. P. 153–188.

3. Kadikova I., et al. Pigments of Soviet Artists in the 1950s – late 1970s. *Conservation of Modern Oil Paintings.*/ Ed. K.J. Berg van den, et al. Cham, Switzerland : Springer, 2019. P. 165–189.

4. Бискулова С.А., Андрианова Е.Б., Фесенко Е.В. Возможность датировки масляной живописи по составу белил. *Дослідження, консервація та реставрація музейних пам'яток: досягнення, тенденції розвитку. До 75-річчя заснування ННДРЦ України* : наук. доповіді IX наук.-практ. конф., м. Київ, 27–31 травня 2013. Київ : ННДРЦУ, 2013. С. 27–31.

5. Распопина В.А. Некоторые аспекты проведения технологической экспертизы произведений живописи. *Дослідження, консервація, реставрація рухомих пам'яток історії та культури: традиції, інновації* : наук. доповіді X наук.-практ. конф., м. Київ, 24–27 травня 2016 р. Київ : ННДРЦУ, 2016. С. 293–297.

6. Гренберг Ю., Писарева С. Масляные краски XX века и экспертиза произведений живописи. Состав, открытие, коммерческое производство и исследование красок. Киев : ООО «Издательство «Зеркало мира», 2010. 194 с.

7. Конвенція про використання свинцевого білила в малярній справі від 25.10.1921 р. № 13. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/993_157#Text (дата звернення: 12.11.2022).

8. Петрова В.И., Римская-Корсакова С.В. Белила в живописи и грунтах как датировочные пигменты (по данным рентгено-флуоресцентного анализа). Сборник научных статей *«Технологические исследования в Русском музее за 20 лет»*. Санкт-Петербург : изд. ГРМ, 1994. С. 90–95.

9. Wachowiak M., Trykowsk G., Żmuda-Trzebiatowska I. White, yellow and green pigments on Polish artists' palettes in the period 1838–1938. *Lasers in the Conservation of Artworks XI*, Proceedings of LACONA XI / P. Targowski et al. (Eds.). Toruń : NCU Press, 2017. P. 293–306.

10. Pratali E. Zinc oxide grounds in 19th and 20th century oil paintings and their role in picture degradation processes. Literary review, paint failure mechanisms and conditions of potential risk. *CeROArt. Conservation, exposition, Restauration d'Objets d'Art.* No. 3. CeROArt asbl, 2013. URL: https://journals.openedition.org/ceroart/3207 (дата звернення: 12.11.2022).

11. Bacci M., et al. Non-invasive identification of white pigments on 20th-century oil paintings by using fiber optic reflectance spectroscopy. *Journal of the American Institute for Conservation.* 2007. Vol. 46. No. 1. P. 27–37.

12. Learner T. (ed.). Modern paints uncovered. *Proceedings from the modern paints uncovered symposium.* Los Angeles, California : Getty Publications, 2007. 317 p.

13. Гренберг Ю.И., Григорьева И.А., Кадикова И.Ф., Писарева С.А. Белые краски русской масляной живописи XX века в контексте определения времени создания и подлинности произведений. *Экспертиза и атрибуция произведений изобразительного и декоративно-прикладного искусства* : материалы XIX научн. конф., г. Москва, 26–28 ноября 2014 г. Москва : Объединение «Магнум Арс», 2015. С. 279–287.

14. Newman R. et al. The Science of Paintings. Berlin, Heidelberg : Springer, 2000. 236 p.

15. Gomes M. Investigating surface treatments and coatings, their history, application and detection on selected pigments: Lead White, Zinc White and Titanium White : Master's Diss… Universidade Nova de Lisboa. Lisbon, Portugal, 2018. 68 p.

16. Driel van B. A. et al. The white of the 20th century: an explorative survey into Dutch modern art collections. *Heritage Science*. Berlin, Heidelberg : Springer, 2018. Vol. 6, No. 1. P. 16–31.

17. FitzHugh E.W. (ed.) Artists' Pigments : A Handbook of Their History and Characteristics. National Gallery of Art, Washington, Oxford University Press. New York, Oxford, V. 3. 1997. 364 p.

18. Виннер А.В. Как работать над пейзажем масляными красками. Москва : Профиздат, 1971. 144 с.: ил.

19. Trademark Principal Register HYPLAR : Serial No. 72162748 : First use 5.12.1962 : Filing Date 14.02.1963 : Registration Date 31.12.1963 : Official Gazette of the United States Patent Office: Patents, 1963. V. 795. P. 628.

20. Trademark Principal Register PLYEX : Serial No. 72372342 : First use 02.07.1970 : Filing Date 10.02.1970 : Registration Date 30.11.1971, Official Gazette of the United States Patent Office: Patents, 1971, V. 890. P. 89.

References:

1. Christensen, A.H., Townsend, J. & Jager, A. (2020). *Ground Layers in European Painting 1550–1750*. CATS. Copenhagen: Archetype Publications Ltd., 146 p.

2. Stols-Witlox, M., Ormsby, B. & Gottsegen, M. (2012). Grounds, 1400–1900. Including: Twentieth-century grounds. *Conservation of easel paintings*. New York, NY: Routledge. P. 153–188.

3. Kadikova, I., et al. (2019). Pigments of Soviet Artists in the 1950s – late 1970s. *Conservation of Modern Oil Paintings.* / Ed. K.J. Berg van den, et al. Cham, Switzerland: Springer. P. 165–189.

4. Byskulova, S.A., Andryanova, E.B., Fesenko, E.V. (2013). Vozmozhnost datyrovky maslianoi zhyvopysy po sostavu belyl [The possibility of oil painting dating by the white paints composition]. *Proceedings from MIIM'13: IX naukovo-praktychna konferentsiia «Doslidzhennia, konservatsiia ta restavratsiia muzeinykh pamiatok: dosiahnennia, tendentsii rozvytku. Do 75-richchia zasnuvannia NNDRTs Ukrainy» – Research, conservation and restoration of museum objects: achievements, development trends. On the occasion of the 75th anniversary of the founding of the NRRC of Ukraine*, pp. 27–31. Kyiv: NRRCU [in Russian].

5. Raspopyna, V.A. (2016). Nekotoryye aspekty provedeniya tekhnologicheskoy ekspertizy proizvedeniy zhivopisi. Proceedings from MIIM'16: X naukovo-praktychna konferentsiia «*Doslidzhennia, konservatsiia, restavratsiia rukhomykh pamiatok istorii ta kultury: tradytsii, innovatsii» –* Research, conservation, restoration of movable monuments of history and culture: traditions, innovations, pp. 293–297. Kyiv: NRRCU [in Russian].

6. Grenberg, Yu. & Pisareva, S. (2010*). Maslyanyie kraski XX veka i ekspertiza proizvedeniy zhivopisi. Sostav, otkryitie, kommercheskoe proizvodstvo i issledovanie krasok [Oil paints of the 20th century and examination of painting. Composition, discovery, commercial production and research of paints].* Kyiv: OOO «Izdatelstvo «Zerkalo mira» [in Russian].

7. Konventsiia pro vykorystannia svyntsevoho bilyla v maliarnii spravi vid 25.10.1921 r. № 13. [Convention No. 13. Concerning the use of white lead in painting (25.X.1921)]. Retrieved from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/993_157#Text (Last accessed: 12.11.2022).

8. Petrova, V.I., Rimskaya-Korsakova, S.V. (1994). Belila v zhivopisi i gruntah kak datirovochnyie pigmentyi (po dannyim rentgeno-fluorestsentnogo analiza) [White pigments in painting and grounds as dating pigments (according to X-ray fluorescence analysis)]. *Tehnologicheskie issledovaniya v Russkom muzee za 20 let – Technological research in the Russian Museum for 20 years* (pp. 90–95). Sankt-Peterburg: izd. GRM [in Russian].

9. Wachowiak, M., Trykowsk, G. & Żmuda-Trzebiatowska, I. (2017). White, yellow and green pigments on Polish artists' palettes in the period 1838–1938. *Lasers in the Conservation of Artworks XI*, Proceedings of LACONA XI, P. Targowski et al. (Eds.). Toruń: NCU Press, P. 293–306.

10. Pratali, E. (2013). Zinc oxide grounds in 19th and 20th century oil paintings and their role in picture degradation processes. Literary review, paint failure mechanisms and conditions of potential risk. *CeROArt. Conservation, exposition, Restauration d'Objets d'Art.* No. 3. CeROArt asbl, Retrieved from: https://journals.openedition.org/ceroart/3207 (Last accessed: 12.11.2022).

11. Bacci, M., et al. (2007). Non-invasive identification of white pigments on 20th-century oil paintings by using fiber optic reflectance spectroscopy. *Journal of the American Institute for Conservation.* 2007. No. 1. P. 27–37.

12. Learner, T. (ed.). (2007). *Modern paints uncovered: proceedings from the modern paints uncovered symposium.* Los Angeles, California: Getty Publications, 317 p.

13. Grenberg, Yu.I., Grigoreva, I.A., Kadikova, I.F. & Pisareva S.A. Belyie kraski russkoy maslyanoy zhivopisi XX veka v kontekste opredeleniya vremeni sozdaniya i podlinnosti proizvedeniy [White paints of Russian oil painting of the 20th century in the context of determining the time of creation and the authenticity of art objects]. Proceedings from MIIM'14: *XIX nauchnaya konferentsiya «Ekspertiza i atributsiya proizvedeniy izobrazitelnogo i dekorativno-prikladnogo iskusstva» – The Ninth Scientific Conference "Examination and attribution of fine arts and decorative arts objects"*, pp. 279–287. Moskow: Ob'edinenie «Magnum Ars» [in Russian].

14. Newman, R. et al. (2000). *The Science of Paintings.* Berlin, Heidelberg: Springer, 236 p.

15. Gomes, M. (2018). Investigating surface treatments and coatings, their history, application and detection on selected pigments: Lead White, Zinc White and Titanium White : *Master's Diss*… Universidade Nova de Lisboa. Lisbon, Portugal, 68 p.

16. Driel. van B.A. et al. (2018). The white of the 20th century: an explorative survey into Dutch modern art collections. *Heritage Science*. Berlin, Heidelberg: Springer, Vol. 6, No. 1. P. 16–31.

17. FitzHugh, E.W. (ed.). (1997). *Artists' Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics.* National Gallery of Art, Washington, Oxford University Press. New York, Oxford, V. 3. 364 p.

18. Vinner, A.V. (1971). *Kak rabotat nad peyzazhem maslyanyimi kraskami [How to paint a landscape with oil paints].* Moskow: Profizdat [in Russian].

19. Trademark Principal Register HYPLAR : Serial No. 72162748 : First use 5.12.1962 : Filing Date 14.02.1963 : Registration Date 31.12.1963 : Official Gazette of the United States Patent Office: Patents, 1963. V. 795. P. 628.

20. Trademark Principal Register PLYEX : Serial No. 72372342 : First use 02.07.1970 : Filing Date 10.02.1970 : Registration Date 30.11.1971, Official Gazette of the United States Patent Office: Patents, 1971, V. 890. P. 89.