

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ

УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Санкт-Петербургский Государственный Университет

Факультет искусств

Код направления 54.04.04 «Реставрация»

ООП «Реставрация предметов изобразительного и декоративно-прикладного искусства»

Бегунова Анастасия Викторовна

Консервация керамических объектов подводной археологии из акватории
Финского залива (на примере объектов, поднятых с судна «Архангел
Рафаил»)

Научные руководители:

Д.Н. Дмитриева

художник-реставратор II категории

Н.С.Курганов

старший преподаватель кафедры реставрации

Рецензент:

Н.В.Борисова

художник-реставратор Высшей категории

Санкт-Петербург

2021

	2
Оглавление	
Введение	3
ГЛАВА I Специфика сохранности подводно-археологических объектов, хранящихся в водной среде Балтийской акватории	17
1.1. Причины и специфика изъятия объектов подводной археологии	17
1.2. Законодательные нормы в отношении объектов подводной археологии	26
1.3. Водная среда, как фактор сохранения и разрушения предметов в Балтийских водах	30
2.4. История затонувшего корабля «Архангел Рафаил»	35
1.5. Археологические находки с затопленного судна «Архангел Рафаил»	37
ГЛАВА II Идентификация исследуемых керамических подводно-археологических находок	45
2.1. Исторические аналоги керамических предметов, найденных на судне «Архангел Рафаил»	45
2.2. Основные виды повреждений керамики с судна «Архангел Рафаил» в воде и причины их возникновения	72
2.3. Предреставрационные технико-технологические исследования археологической керамики с судна «Архангел Рафаил»	79
2.3.1. Микроскопия	80
2.3.2. Проверка на наличие миграционных солей	86
2.3.3. Рентгенфлуоресцентный и рентгендифракционный анализ	90
2.3.4. Спектроскопия: ИК-Фурье и Рамановская	100
ГЛАВА III Методика консервации керамических объектов с судна «Архангел Рафаил»	108
3.1. Методика консервации керамических объектов подводной археологии	108
3.2. Апробация методик. Проведение консервации объектов керамики с судна «Архангел Рафаил»	116
Список литературы	137
Список сокращений	146

Введение

Объекты подводной археологии всегда привлекали внимание специалистов, но целенаправленное теоретическое и практическое изучение подводных находок начинается на стыке XIX-XX вв. Принято считать, что подводная археология зародилась с 1900 г. с обнаружения античного корабля, затонувшего у берегов Турции.¹ Тогда были проведены первые подводные исследования, без консервации объектов. Многие артефакты так и не изучены и хранятся по-прежнему в воде.

Изучение артефактов, полученных при исследовании подводных объектов — новое направление, призванное решать актуальные вопросы исследования и сохранения. Артефакт, содержащий информацию об истории своего бытования нуждается в оперативной транспортировке до лаборатории. При методически неправильном проведении погружений вероятность потери исторической информации велика. Поэтому особую важность приобретает методика извлечения предметов и их первичная консервационная обработка.

Актуальность работы. Проблемы реставрации артефактов, находящихся под водой, являются актуальными для их хранения, изучения, экспонирования. Несмотря на то, многие подводные артефакты, представляющие собой не только памятники материальной культуры, но и художественные памятники, методики консервации этих объектов остаются недостаточно изученными и особенно нуждаются в совершенствовании. До сих пор не выявлены меры по стабилизации физико-механического состояния керамических предметов, изъятых из водной среды.

Объектами исследования диссертационной работы являются разнородные керамические фрагменты, собранные в экспедициях Центра подводных исследований Русского географического общества 2004, 2014,

¹ Энциклопедия подводного культурного наследия / А. В. Окольков, Л. В. Мадикова. — М. : Институт Наследия, 2020.

2020 годов, поднятых с затонувшего в Финском заливе в XVIII веке судна «Архангел Рафаил».

Предметом исследования является комплекс консервационных методик, применяемых для керамических находок парусного судна «Архангел Рафаил», затонувшего в водах Финского залива.

Целью исследования является **выявление специфических особенностей вод Финского залива и их влияние на сохранность памятников материальной культуры.** Изучение методик консервации подводно-археологической керамики и уточнение методики применительно к условиям Финского залива.

Задачи исследования состоят в обобщении и систематизации результатов ранних исследований; изучение и анализ принципов и методов консервации для разработки методики консервации керамических объектов. Для достижения результатов решались следующие задачи:

1. Сбор материалов о судне Архангел Рафаил;
2. Сбор информации и поиск аналогов находок для атрибуции исследуемых находок;
3. Изучение вариативности форм керамики прибалтийского региона XVIII в;
4. Проведение технико-технологических исследований образцов;
5. Выявление специфических особенностей воздействия слабосоленой воды;
6. Выявление индивидуальных особенностей исследуемых находок;
7. Проведение анализа публикаций по методике консервации керамики, их сравнение и выводы;

8. Изучение принципов и методов консервации в камеральных и в лабораторных условиях, характерных для настоящего времени с практическим их применением;
9. Произведение комплекса работ по подбору, очистке и укреплению керамических фрагментов, по склейке и мастиковке.

Степень изученности проблемы.

Специальность «археология» богата научными трудами, написанными разными специалистами: историками, археологами, геологами. Малая доля этих трудов посвящена темам истории подводной археологии, методам консервации, изъятию и транспортировке находок. Теме консервация артефактов подводной археологии в акватории Финского залива (на примере археологической керамики и керамики из морской среды) посвящены научные работы в небольшом количестве. Среди научных, близких к проблематике темы данной работы относятся: учебные пособия, методические рекомендации, научные статьи, электронные ресурсы, а также результаты практической деятельности реставраторов Российского географического общества (РГО), Государственного Эрмитажа и Института истории материальной культуры Российской Академии Наук (ИИМК РАН).

Литературу, посвященную проблеме подводной археологии, следует рассматривать в трёх аспектах:

Первый аспект — это общие положения о подводной археологии, в которую входят законодательные аспекты, применение законодательства в российском и зарубежном опыте, что формирует дальнейший методологический подход.

Ко второй группе относится литература, посвященная изучению, и исследованию сохранения объектов подводной археологии.

В третью группу выделены книги и статьи, посвященные методам консервации и реставрации объектов подводной археологии, в частности керамики.

1. Литература по общим положениям о подводной археологии:

Любые подводные работы основываются на законах и подзаконных актах, как внутреннего, так и международного пользования. Наибольшим влиянием на регулирование подводных работ пользуются: Водный кодекс², конвенция ЮНЕСКО³, конвенция ООН по морскому праву.⁴

Внимание к проблемам сохранения подводно-археологических объектов появляется к концу XX века когда развился интерес к залеганию предметов в водной среде. Первый документ, регулирующий отношения государств к подводным объектам, считается Конвенция ЮНЕСКО об охране подводного культурного наследия. С помощью конвенции, созданной в 2001 году, был запущен механизм изучения, сохранения и популяризации морских и подводных объектов. Последующее обращение к этой проблеме рассматривалось на втором международном конгрессе по подводной археологии в Цюрихе в 2004г.

Также международное законодательство ссылается на Конвенцию ООН по морскому праву⁵, где четко регламентируются границы: морские, "внутренних вод" и территорию охраны культурных ценностей.

Для регулирования режима использования "внутренних вод", в российском законодательстве действует Водный кодекс, который причисляет все "водные объекты" на территории Российской Федерации к федеральной

² Водный кодекс Российской Федерации" от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 08.12.2020)

³ Конвенции об охране подводного культурного наследия 2001 г. UNESCO

⁴ Конвенция Организации Объединенных Наций по морскому праву" (UNCLOS) (заключена в г. Монтего-Бее 10.12.1982) (с изм. от 23.07.1994).

⁵ Конвенция Организации Объединенных Наций по морскому праву" (UNCLOS) (заключена в г. Монтего-Бее 10.12.1982) (с изм. от 23.07.1994).

собственности. До сих пор не проработан вопрос о размерах охранных зон потонувших кораблей или границ затонувших городов.

После введения конвенции ЮНЕСКО 2001 году в научный оборот вошли статьи, посвященные проблемам сохранения и территориального регулирования. В статье Д. Бабекина «Повестка дня подводного царства»⁶ перечислены основные документы и проблемы приобщения их к российскому законодательству. Названы проблемы, которые мешают формированию эффективной системы охраны объектов культурного наследия.

В статье П.Е. Сорокина «Проблемы изучения и сохранения подводного историко-археологического наследия акватории Восточной Балтики»⁷ вопросы сохранения объектов рассмотрены на примере затонувших кораблей во время Выборгского сражения 1790г. В статье кратко представлены вопросы применения конвенции в российском законодательстве, наиболее значимые вопросы в деле сохранения памятников под водой. Поднят вопрос о создании единого подводного реестра. По словам исследователя П.Е.Сорокина, в консервации необходим деликатный подход, с предварительным пердреставрационным исследованием.

Схожей тематике посвящен ряд статей в специализированном выпуске "Охраняется государством", в которых рассматриваются проблемы изучения и сохранения памятников подводного наследия. В статье Юрия Путрика "Свод всех сводов"⁸ также рассматривается идея создания единого государственного реестра для подводных объектов. Первая часть свода была посвящена объектам Черного моря.

⁶ Д. Бабекина «Повестка дня подводного царства» Охраняется государством Вып.№ 05 ФГБУК АУИПИК 2017, 13-15 С.

⁷ П.Е.Сорокин Проблемы изучения и сохранения подводного историко-археологического наследия акватории Восточной Балтики //Выборг и морская археология. – СПб., 1997. – С. 64–71.

⁸ Юрия Путрика "Свод всех сводов" Охраняется государством Вып.№ 05 ФГБУК АУИПИК 2017, 25-29 С.

В статье А. Кулагина «О результатах работы первого в России профессионального объединения подводных археологов»⁹ описаны проблемы подводных археологических исследований. Автор обращает внимание, что для изучения, систематизации и мониторинга необходимы общие силы для разработки комплекса мер и использования технического оборудования.

В издании А.В. Огороков, Д.В. Бабекин «Подводное культурное наследие: изучение, сохранение, музеефикация»¹⁰ проведен анализ комплекса проблем по сохранению подводного культурного наследия. Перечислен краткий опыт подводных работ, основные законодательные нормы, а также рассматриваются перспективы в образовании и науке.

2. Литература по исследованию подводных артефактов, в частности керамики:

Об истории исследовании подводных керамических артефактов Финского залива, не существует обобщающего пособия, но существуют многочисленные статьи о подводных экспедициях, а также отдельные пособия по исследованию археологической керамики.

В учебном пособии И.М. Бердникова «Керамика в археологии: описание, анализ, методы исследования» 2014 г.¹¹ изложен краткий обзор основных идей из различных научных публикаций об общей проблематике изучения керамических изделий в археологии. Рассмотрены естественнонаучные методы исследования, технологии керамического производства, актуальные проблемы общего анализа, датировок, практической работы с керамикой в камеральных условиях.

⁹ А. Кулагина "О результатах работы первого в России профессионального объединения подводных археологов" Охраняется государством Вып.№ 05 ФГБУК АУИПИК 2017, 34-35 С.

¹⁰ А.В. Огороков, Д.В. Бабекин Подводное культурное наследие: изучение, сохранение, музеефикация/ М.: Институт наследия, 2017. – 308 с

¹¹ И. М. Бердников Керамика в археологии: описание, анализ, методы исследования : учеб. пособие / И. ... Иркутск : Изд-во ИГУ, 2014. - 163с.

Статья двух авторов А.В. Чудина, К.С. Ушакова под названием «Анализ неинформативной археологической керамики методами физико-химического исследования»¹² содержит описание опыта неразрушающего исследования реакции керамических фрагментов на магниты (каппаметрии), XRF (РФА) и MAS-NMR (ЯМР) и соотнесение школы изготовления керамики, исследование разнообразия сырья и технологии производств.

Т.А. Хорошун в статье «Результаты петрографического исследования керамики среднего неолита – раннего энеолита Карелии (рубеж V–IV – начало III тыс. до н.э.)»¹³ описывает методы петрографической, бинокулярной микроскопии, позволяющие выявлять признаки и особенности объекта, скрытые от обычного визуального наблюдения. Также в работе А.А. Швецова «Технико-технологический анализ керамики поздняяковской культуры из поселения Шава-1»¹⁴ представлены данные микроскопического исследования глиняной посуды. Обе статьи рассматривались как пример исследований керамических объектов.

Методы визуальных исследований, атрибуции предметов, техникам изготовления, формам керамических сосудов представлены в книге Даниэля Альберо Сантакреу (Daniel Albero Santacreu) «Техника и общество материальности в гончарном производстве Де Грюйтер».¹⁵ В ней приведен широкий обзор различных аспектов анализа керамики и обобщена большая часть методологической и теоретической информации, применяемой в настоящее время в археологии для разработки широкого и глубокого анализа керамических масс. Расписаны технико-технологические исследования для

¹² Чудина А.В., Ушакова К.С. под названием Анализ неинформативной археологической керамики методами физико-химического исследования Актуальная археология СПб СПбГУ ИИМК 2018, С. 28-32.

¹³ Хорошун Т. А. Результаты петрографического исследования керамики среднего неолита – раннего энеолита Карелии (рубеж V-IV – начало III тыс. до н.э.). Актуальная археология 3. Санкт-Петербург, 25-28 апреля 2016 г. СПб.: ИИМК РАН. 2016. С. 132–136.

¹⁴ Швецова А.А. Технико-технологический анализ керамики поздняяковской культуры из поселения Шава-1 // Актуальная археология 3. Новые интерпретации археологических данных: тезисы междунар. науч. конф. молодых ученых. – СПб, 2016. – С. 197-200.

¹⁵ Daniel Albero Santacreu Materiality, Techniques and Society in Pottery Production The Technological Study of Archaeological Ceramics through Paste Analysis, Warsaw/Berlin 2014 - 324p.

пористой керамики. Также приведены примеры исследования свойств воды по отношению к подводным предметам.

Среди работ по атрибуции, типологии, исследованиям объектов керамики, хочется выделить несколько трудов: И. М. Бердников «Керамика в археологии: описание, анализ, методы исследования»¹⁶, К. С. Роплекар, «Керамический материал в шведских музеях», изобретенный Яном-Эриком Аугустссоном. Терминология переведена в сотрудничестве с Дэвидом Киддом и Джоном Черри¹⁷. В работе представлены фотоотчеты найденных находок. Керамика схожа по времени и месту создания с исследуемой. Информация полезна в атрибуции фрагментов.

В труде В.Ф. Генинга «Древняя керамика: методы и программы исследования в археологии»¹⁸ рассмотрены общие подходы атрибуционного исследования. Расписаны методы описания типологии; упомянуты методы датирования, математические методы изучения предметов. Описан метод петрографических исследований по микрошлифам теста.

В учебных пособиях И. М. Бердникова «Керамика в археологии: описание, анализ, методы исследования»¹⁹ и А.М. Салахова «Керамика: исследование сырья, структура, свойства»²⁰ описаны способы исследования теста и типологии археологической керамики.

В статье С.А. Семенова и С. А. Васильева «Новые материалы к археологической карте Ленинградской области (по результатам полевых

¹⁶ Бердников И. М. Керамика в археологии: описание, анализ, методы исследования : учеб. пособие / И. М. Бердников, Д. Н. Лохов. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2014. – 163 с. Рис.11 21,22,

¹⁷ Dafydd Kidd och John Cherry av Jan-Erik Keramikmaterialet i svenska museer inventerat Augustsson Terminologin oversatt i samarbete med 1000-1600, British Museum 1976, —208p.

¹⁸ Генинг В.Ф. Древняя керамика: методы и программы исследования в археологии. // Киев: Наукова думка. 1992. — 188 с.

¹⁹ Бердников И.М., Лохов Д.Н. Керамика в археологии: описание, анализ, методы исследования. Иркутск: ИГУ, 2014. —163 с.

²⁰ Салахов А.М, Керамика: исследование сырья, структура, свойства : учебное пособие / А.М. Салахов Р.А. Салахова; М-во образ. и науки. России, Казань— 316с.

работ 2018 г.)»²¹ – показано территориальное распределение различных поселений Ленинградской области и их выходы к водному берегу.

Атрибуции подводных артефактов, и примерном расположении проводимых раскопок исследуемых фрагментов, посвящена статья Р.Ю.Прохорова и С.В. Ольховского «Архангел Рафаил». Примером сохранения российских объектов можно считать один из известных затонувших кораблей в акватории Финского залива – «Архангел Рафаил». В статьях подводных археологов С.В.Ольховского и Р.Ю.Прохорова из сборника научной конференции 2017²², также журнала «Охраняется государством» уделено большое внимание историческим фактам затопления, сохранности объекта и применяемым к сохранению мерам. Большая часть артефактов накрыта изолирующей сеткой, многие находки сохранены подводой, и только некоторые объекты изъяты для атрибуции и исследования в музейных условиях.

3. Литература по консервации и реставрации подводно-археологической керамики:

Среди трудов, посвящённых археологическим предметам, существует огромное количество книг и статей, но только некоторые из них, чаще всего зарубежных коллег, рассматривают объекты, находящиеся в водной среде.

Теоретические основы вопроса рассмотрены в методических рекомендациях «Реставрация музейной керамики» – издании института им. И.Э. Грабаря. Авторы: Л.Н. Андреева, А.С. Антонян, и другие²³ издали сборник рекомендаций, основанных на результатах многолетнего опыта реставраторов по вопросам научной и практической работе в реставрации

²¹ С.А. Семенова С. А. Васильева Новые материалы к археологической карте Ленинградской области (по результатам полевых работ 2018 г.) ИИМКА РАН. СПб, 2019— С. 76-124

²² Р.Ю.Прохорова и С.В.Ольховского «Архангел Рафаил» Охраняется государством Вып.№ 05 ФГБУК АУИПИК 2017, 34-35 С.

²³ Андреева Л.Н. Реставрация музейной керамики / Л.Н. Андреева , А.С. Антонян [и др.] – ВХНРЦ, М., 1999 —144 с.

изделий из керамики, представляющих художественную, эстетическую и научную ценность. В нем рассмотрены методы промывки, очистки, обессоливания и укрепления археологической керамики.

Проблемам консервации археологической керамики и хранения предметов в музее посвящены методические рекомендации В.Ф. Туровиной «Учёт, камеральная обработка и хранение археологических коллекций» 2014 года.²⁴ В издании обращено внимание на подготовительную, архивно-документальную работу и первичную консервацию предметов, особенности работы с археологическими объектами. Поднят вопрос по стабилизации физико-механического состояния керамических предметов вовремя и после консервации. Издание опирается на основополагающие законы и постановления в работе с археологическими находками. Объекты фиксируются в инвентарную книгу учёта предметов по шифру, присвоенному в полевых условиях.

В отечественных трудах существуют обобщающие издания по реставрации музейной керамики. В методических рекомендациях М.К. Никитина «Химия в реставрации»²⁵ (в 7 главе) и Т.С. Федосеевой «Материалы для реставрации живописи и предметов прикладного искусства»²⁶ (Лекция 6) рассказывается о применяемых материалах и методах в реставрации. В книге А.Н. Чистякова «Типология разрушений памятников культуры»²⁷ — указаны причины и характер разрушений некоторых материалов, включая керамику.

²⁴ Туровина В.Ф. Учёт, камеральная обработка и хранение археологических коллекций. Методические рекомендации./ В.Ю. Туровина под ред. Приступа О.И. – Ханты-Мансийск, 2014.– 28 с.

²⁵ Никитин М. К., Мельникова Е. П. Химия в реставрации: Справочное пособие. Л.: Химия. Ленингр. отделение, 1990. — 302 с.

²⁶ Федосеева Т.С. Реставрационные материалы. Курс лекций/ О.Н. Беляевская[и др.], под.ред. Т. С. Федосеева – М.:ГосНИИР, 2016.– 233с.

²⁷ Чистяков А.Н. Типология разрушений памятников культуры /А. Н. Чистяков, М. Э. Крогиус — СПб: Изд-во СПбКО, 2014. —153 с.

В исследовательской работе также рассматривался опыт зарубежных коллег. В статье А. Маргарет, Х. Карлсон (A. Margaret, H. Carlson) «Анализ реставрационных материалов: Коллекция Кэмпбелла в музее Винтертура»²⁸ — описываются основные материалы, применяемые для консервации разных повреждений находок, подверженных резким изменениям среды. Однако в этих пособиях не рассматриваются вопросы консервации подводных керамических находок.

Существуют единичные статьи зарубежных исследователей, которые связаны с консервацией подводных артефактов. Например, статья американского исследователя Л. Донни (L. Donny) «Методы консервации археологических материалов с подводных мест»²⁹, изданная в 1999 году, посвящена описанию реставрации различных материалов подводных находок в Мексиканском заливе.

В статьях Л. Донни (L. Donny). «Методы сохранения археологического материала из подводного мира»,³⁰ перечислены мероприятия по консервации подводных артефактов в соленой воде. Описано различие миграционных солей и корковых наслоений, способы очистки. Первый вид может быть удален путем погружения предмета в воду и постепенному выведению, второй способ установкой компрессов с различными реагентами, типа кислот. Аналогично в статье Эстель Оттенвельтер, Мекан Аннануров (Estelle Ottenvelter, Mekan Annanurov) «Консервация археологической керамики»³¹ описана реставрация предметов, поднятых со дна Черного моря с рекомендациями к практическим реставрационным мероприятиям.

28 A. Margaret, H. Carlson Analysis of Restoration Materials: The Campbell Collection at the Winterthur Museum American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, V5 1997 —20p

²⁹ Donny L. Methods of Conserving Archaeological Material from Underwater Sites / Hamilton Revision, Conservation of Archaeological Resources I 1999.— С. 11-14

³⁰ Donny L. Hamilton Ceramic Firepots/Conservation Research Laboratory Research Report Texas: Nautical Archaeology Program, 1997. - С. 24-27

³¹ Estelle Ottenvelter, Mekan Annanurov "Conservation of archaeological ceramics" Studies in Conservation: Vol. 20, Stockholm, 1975 P. 55-61

В изученной литературе отдельное внимание было обращено на статьи о консервации подводно-археологических объектов морских и пресных вод, написанные специалистами, выполняющими консервационные работы под водой, чаще всего эти материалы публикуются в Кратких сообщениях Института археологии (выпуск 228).

В последнее время существует практика сохранения объектов под водой К. Уотила «Музей на месте» (Uotila K. «In-situ museum») и создание подводных музеев, что было упомянуто Н. М. Булатовым в статье «Принципы организации археологических музеев-заповедников». В ней обосновываются важные положения о музеефикации памятника по месту его расположения (в ином случае перевезенный объект становится музейным экспонатом), организации заповедной зоны вокруг памятника или группы памятников как обязательного условия музеефикации. В статье К. Уотила (K. Wotila) и др. 2011. «Музей на месте»³² описывается опыт погружений для туристов. Перечислены несколько проблем: сложность осуществления, недостаточный поток желающих, есть вероятность аварийной ситуации при неправильном погружении посетителя.

В общей сложности, исследователями были глубоко изучены методы исследований керамики, в целом рассмотрены варианты загрязнения и деформации артефактов. Также многие публикации имеют общие методы и приемы консервации археологических артефактов.

На сегодняшний день на археологических памятниках под водой сохраняются многие подводные артефакты, число которых уменьшается путем разрушения агрессивной водной средой. Если говорить отдельно про керамические артефакты, то многие из них, особенно фрагментированные не опубликованы и не введены в научный оборот, не уточнены следы бытования керамики с их поверхностными наслоениями.

³²K. Wotila et al. Place as Dialogue: Understanding and Supporting the Museum Experience 2011— Pages 247-267

Издания, посвященные реставрации предметов, в частности керамических находок, поднятых из акватории Финского залива, с описанием реставрационных исследований, не существует. В изданной литературе нет общего методического пособия по проведению работ над находками Балтийского моря.

В диссертационной работе применен комплексный **метод исследования**, состоящий из искусствоведческого, сравнительного анализов, с использованием точных данных технико-технологических исследований. Инструментами работы являлись поиск и анализ письменных источников с изучением конкретных североевропейских аналогов керамики.

Гипотеза: состояние сохранности исследуемых фрагментов напрямую связана с местом залегания и изъятия предметов.

Новизна работы состоит во введении в научный оборот подводно-археологических керамических фрагментов с судна «Архангел Рафаил» с выявлением состояния сохранности объектов.

Практическая значимость работы: находки, обнаруженные в водах Финского залива, могут служить толчком для изучения, и разархивирования подводных объектов с применением рекомендуемых методов стабилизации объектов.

На защиту выносятся следующие положения:

- Темная, слабосоленая, холодная вода Финского залива с илистым дном оказывает менее разрушительное действие на керамические изделия, чем соленые, теплые воды черноморского бассейна. Артефакты лучше сохраняются без абразивного воздействия морских обитателей и песка.
- В некоторых морях увеличен процент растворимых солей, что является более агрессивным составом для сохранности артефактов.

- В водах Финского залива в период археологизации керамические артефакты с судна «Архангел Рафаил» наполнились водными минералами бирнесит и розенит, гипсовыми и хлористыми солями (данные микроскопии, дифракционного и РФА исследований).
- В ходе проведенного исследования выяснено, что артефакты, найденные на судне «Архангел Рафаил», были законсервированы каменноугольным дегтем.
- Сам парусник законсервирован методом *in situ*. Взвеси фитопланктона и осадки изолируют предметы от воздействия кислорода.
- Фрагментированная бытовая посуда, найденная в той части судна, где находилась кухня, относится к керамике северной Европы (северогерманским образцам). Среди них грапены и миски, которые датируются концом XVII началом XVIII века. Из 126 фрагментов определено 9 форм.
- Методика консервации керамики прибалтийского региона различает в некоторых этапах производства работ по консервации. Сокращается количественный состав заполнения объектов миграционными и известковыми солями. Наслоения биожизнедеятельности встречаются реже. Время очистки и обессоливания сокращается. Остальные процессы консервации **основываются на индивидуальных особенностях артефакта.**

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав с выводами, заключения и списка литературы. Общий объем текста 136 стр.; список литературы насчитывает 93 наименований.

ГЛАВА I Специфика сохранности подводно-археологических объектов, хранящихся в водной среде Балтийской акватории

Водная среда таит в себе культурные пласты разных эпох и цивилизаций. Судна, затонувшие в ходе боевых сражений, на торговых путях, а также различные свайные постройки — все это объекты подводной археологии. Надводные сооружения также имеют подводные основания и исторические наслоения. Финский залив и прибрежные территории полны неизведанными артефактами.

Предметы, которые изъяли из водной среды, нуждаются во внимании реставраторов, искусствоведов, хранителей, археологов. Необходимость сохранить их для передачи будущим поколениями — главная проблема, которую пытаются решить специалисты-реставраторы. Морские объекты являются информативными, но сложными для сохранности памятниками культуры. Проблемы связаны с различиями среды залегания, изъятия и последующего взаимодействия с кислородом в местах хранения. Существует мировая практика работы с подводными объектами.

Вопросы сохранения российских подводно-археологических объектов можно рассмотреть на изъятых находках одного из известных затонувшего парусника в акватории Финского залива — «Архангел Рафаил». В частности, рассмотреть историю открытия корабля, условия хранения артефактов, в частности керамики, под водой и на суше.

1.1. Причины и специфика изъятия объектов подводной археологии

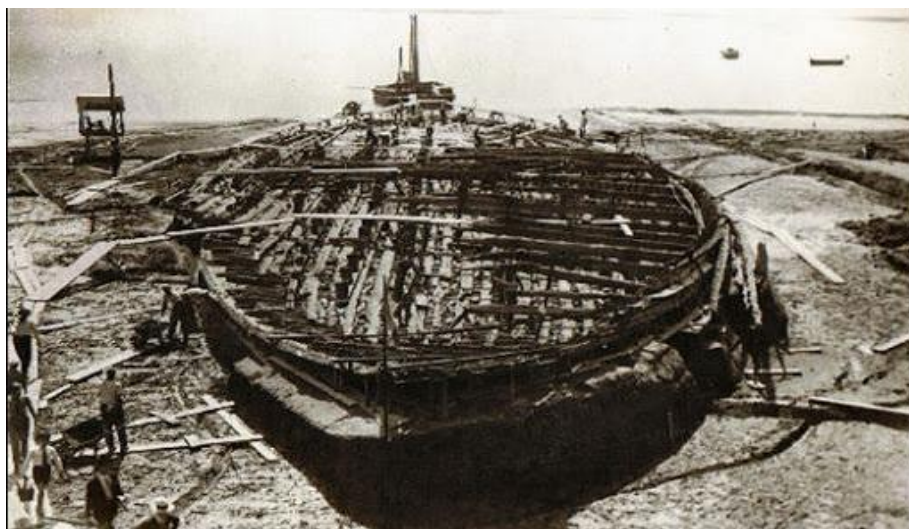
Причиной изъятия морских артефактов безусловно является интерес неизведанного и ценность хранящейся в предметах информации. Многие торговые пути были связаны с реками, каналами, озёрами и морями. Часто путешественники так и не доплывали до конечного пункта назначения,

оставляя в глубине моря ценнейшие товары, которые хранят для нас важнейшую информацию о истории.

Позднее развитие подводной археологии от наземной ее части связано, с малой доступностью объектов в водной среде. Для изучения «загадок подводного мира», величайшие умы изобретали специализированные инженерные приспособления. Такие новшества помогали человеку функционировать и перемещаться под водой продолжительное время. Так, ещё до нашей эры ученым Аристотелем был изобретен «подводный котел», который был похож на перевернутый колокол. Этот котел позволял античным исследователям задерживать дыхание под водой.³³

Первые археологические или «спасательные» действия под водой начали выполняться с петровского времени. У берегов города Кронштадт поднимали погруженные корабли и их товары. Известен факт, что после Выборгской морской битвы (проходившей в конце XVIII века), поисковый водолазный отряд спускался под воду за шведским оружием и остатками боеприпасов. А спустя сто лет возникла водолазная школа в г. Кронштадт.

Позже в 30-х гг. XX века исследователи придумали способ добраться до античных кораблей в озере Неси, через прослушивания всего водоема.



Илл.1 Один из кораблей Калигулы на озере Неми близ Рима, Италия

³³ Bachrach, Arthur J. "History of the Diving Bell" // Historical Diving Times, Spring 1998 – 63 с.

Озерную воду откачивали насосом. Изучение кораблей Калигула способствовала пополнению данных об истории античного судостроения. В начале XX века были созданы картограммы и фотографии освободившегося от воды судна. К сожалению, памятник был сожжен в период Второй мировой войны.

Главным прогрессом водолазного дела считается разработка независимого дыхательного аппарата под водой Скуба. Создателем акваланга принято считать капитана Жак Ив Кусто, который изобрел аппарат в середине XX века. Благодаря этому снаряжению погружение стало возможным на продолжительное время, доступность и безопасность скубы запустило развитие подводного дела.

Сегодня подводная археология, как ответвление дисциплины археологии, проживает крепкое становление, развитие и в нашей стране. В качестве первооткрывателей этой науки стоит выделить Р. А. Орбели, К. Э. Гриневича, К.К. Шилка, Б. Д. Блаватского и Г. А. Кошеленко.³⁴ В своих работах ученые обозначили вопросы, основные положения которых является систематическое изучение водных объектов. Подводные исследования на северо-западе отставали по масштабам от научных работ Причерноморья. Изначально исследования походили на непрофессиональном уровне и выполняли узкие поисковые задачи. Но к началу 90-х гг. XX века в Санкт-Петербурге в Институте истории материальной культуры и Государственном Эрмитаже возобновляется интерес к памятникам подводной культуры. Разведочные водные исследования часто были частью наземных экспедиций, поскольку возникали совместно с полевыми работами, с водными объектами, соединенными с земляными памятниками (например, памятник Сертея II Государственного Эрмитажа).

³⁴ Сорокин П.Е. Подводно-археологические памятники на северо-западе России Проблемы их изучения и сохранения Изучение памятников Морской археологии, выпуск 3. СПб, 1998—144с.

В настоящее время в стране проводится несколько подводных археологических экспедиций различных организаций, таких как Государственный Эрмитаж, Институт археологии Российской академии наук (ИМКА РАН), Центр подводных исследований Российского географического общества (ЦПИ РГО), Черноморский центр подводных исследований в Феодосии и другие.

Показательна в этом разделе история изучения отдельных затонувших памятников Прибалтики. Специалист подводной археологии, шведский историк Фред Хокер отмечает, что исторические корабли, обнаруженные в водах Балтийского моря, часто подрывали, чтобы изъять бронзовые вещи и дорогой, крепкий морёный дуб.³⁵ Однако в 1956 году, в момент открытия галеона «Ваза», после проведения сложных операций по изъятию и консервации парусника, в обществе формируется ценностное отношение к подводному наследию, как к равнозначно важному для нации культурного богатства. Музейный корабль «Ваза», вероятно, самый показательный и крупногабаритный реализованный проект по консервации в области подводной археологии.

На этапе разработки, корабль имел ряд серьёзных конструктивных недостатков. В дебютном выходе военный галеон «Ваза» повалился, выходя из порта Стокгольма, где и утонул. Из-за конструктивных недоработок парус накренился налево, и в открытые пушечные входы затекла вода, утяжеляя корабль и опуская его на прибалтийское дно.³⁶

С 1956 по 1960 года проходило извлечение корабля «Ваза» из морской среды. Причиной изъятия стало желание музефицировать объект. Но в процессе работы специалисты столкнулись с рядом проблем и нерешенных вопросов сохранения. Когда дерево вынимают из воды, вся жидкость

³⁵ Hocker, Fred *Vasa: Sebuah Kapal Perang Swedia*. Medströms Bokförlag, Stockholm, Stockholm, 2011— 70p .

³⁶ Vasa // Vasamuseet, Stockholm, 2012 – 48 с.

испаряется, а древесина сжимается, растрескивается и разрывается. Главной проблемой изменения состояния дерева – контакт с кислородом, запускающий механизм разрушения древесины. Артефакты, находившиеся продолжительное время в соленых водах и перемещенные на сушу, рискуют быть разрушенными, если своевременно не оказать действия по изоляции контакта с воздухом. Виной атмосферное давление, которое давит на объект и также взаимодействует с попадающими пузырьками воздуха, которые при быстром подъеме не успевают выйти из предмета, а сам артефакт скоро теряет изолируемую ранее влагу. При высушивании соленая вода еще и кристаллизуется, разрушая предмет изнутри. (см. 1.3)



Илл.2 Корабль-музей «Ваза», Стокгольм, Швеция 2004г.

Раньше в мировой практике не было опыта консервации такого масштабного объекта. Было принято решение построить специальный закрытый док, куда отбуксировали судно, и в течение семнадцати лет круглосуточно пропитывали корпус полиэтиленгликолем, составом, который замещает собственную воду в древесных волокнах. Для 1 килограмма дерева необходимо было 1,5 литра раствора. Изначально работы проводились

вручную, позже была установлена полностью автоматизированная система.³⁷ Консервация такого габаритного объекта стала отправной точкой в исследовании вопроса сохранения мокрого дерева, часто поднимавшегося в последующих зарубежных и отечественных исследованиях.³⁸

В данный момент мировая практика богата опытом исследования подводно-археологических памятников. Раскопки в закрытых корабельных корпусах проходят:

1. После изъятия из воды и последующей планомерной сушки. Добраться до подводного артефакта возможно с помощью осушения водоема, где залегает судно; или методом подъема объекта из воды среды с помощью разнообразных приборов. Принято считать такие методы работы небезопасными для памятника, поскольку изменение химического равновесия после бесконтрольного осушения, взаимодействие с кислородом и его пополнением – деформирует артефакт, без возможности проведения спасательных работ по консервации. Также необходимо планомерный подъем из глубинных вод, поскольку атмосферное и гидростатическое давление оказывает сильное влияние как на человека, так и на артефакты. При погружении на 1 метр давление на объект приходится 0,1 атмосферы, на глубине 20 метров оно составляет 2 атм. Поэтому важно проводить компрессии и декомпрессии при извлечении находки. При залегании объекта на глубине от 10 метров необходим осторожный, плавный подъем на сушу с равномерным расформированием давления по поверхности предмета. Не исключается факт внутреннего скопления воздуха в артефактах, которые тоже могут оказывать воздействие.³⁹ Вариант подъема должен решаться

³⁷ С. Матсон-Попова Корабль Васа Наука и жизнь, вып.№12 2007 С.23– 25.

³⁸ Francesco, De' Marchi – Brescia: Appresso Comino Presegni, ad istanza di Gasparodall'Oglio, 1599 – 730 с.

³⁹ Хорн Р. Морская химия, структура воды и химия гидросферы М.: Мир, (Науки о земле).1972. — 398с.

исходя из особенностей подводных работ и степени повреждения находки (учитывая вероятность разрушения при изъятии из воды).⁴⁰

Если в момент подъема невозможно применить первичные действия по камеральной обработке и укреплению, то важно поместить находку в изолирующий контейнер, наполненный водой, по составу схожей с водой с места раскопа. Если далее планируется обессоливание артефакта, то возможно применить раствор, состоящий из идентичной воды с места раскопа и дистиллированной воды в пропорциях один к одному.

1. Сохранение *in situ* (под водой). Это общепринятые мероприятия на подводных раскопках, когда основной объект остается под водой, а при поэтапной расчистке, найденные находки вытаскиваются на сушу. Полный подъем и консервация частей целого судна дорогостоящий процесс, поэтому применяют сохранение останков корабля от возможных разрушений на месте под водой.⁴¹ В акватории, где обитают древесные черви Терединыды (глава 1.3), вероятно повреждение деревянного корпуса вплоть до полной потери корабля, что служит потерей даже при проведенной подводной консервации изоляционной сеткой.

К основным проводимым мероприятиям раскопок судов относят: визуальный осмотр памятника, постановка задачи исследования и применение разработанной методики исследования. В ходе разведочных операций специалисты собирают пробы, чтобы обосновать археологическую ценность исследуемого участка, а также особенностей залегания. Такие данные являются обоснованием для создания проекта раскопок. В проект работ входит: фото и видеофиксация частей судна, их нумерация, демонтаж

⁴⁰ Bachrach, Arthur J. "History of the Diving Bell" // Historical Diving Times, Spring 1998 – 63 с.

⁴¹ Александров С. А. Подходы к исследованию и использованию крупных объектов подводного культурного наследия // Проблемы изучения и сохранения морского наследия России: Материалы Первой Международной научно-практической конференции (Санкт-Петербург, 27–30 октября 2010 г.). – Калининград: Терра Балтика, 2010. – С. 126.

(при необходимости) и изъятие, с оперативной консервацией. Во время транспортировки находки помещаются в специальные изолирующие контейнеры, наполненные водой с места подъема. И в дальнейшем использовать эту воду с дистиллированной для обессоливания. Позже необходимо проведение превентивной консервации. Части, которые не подлежат транспортировке, укладываются в траншеи и накрываются мешками с песком.⁴²

Консервационные мероприятия, проводимые при извлечении из воды сырой древесины и коррозированного металла, считаются сложными и финансово затратными. При отсутствии возможности проведения подводных консервационных работ, рекомендуют отказаться от изъятия артефактов. Квалифицированные специалисты и научные организации должны нести ответственность за сохранность находок.

Одним из видов сохранения памятников является музеефикация подводных находок. Например, создание подводных «выставок-витрин». Такой вид работ денежно затратен, поэтому не часто встречаются проекты с частичной или полной музеефикацией затонувших кораблей в Балтийском море. Большая часть музеев, с подводной тематикой, экспонируют свои артефакты частично, используя наземное пространство (например, турецкий музей в Бодруми).

В России существуют перспективы просмотра затонувших судов в воде, как туристическое направление. Такой способ избегает затратный и трудоемкий подъем. Одним из представленных проектов музеефикации кораблей является реформация Петровского дока г. Кронштадт, по разработке ЦПИ РГО. На Культурном форуме 2017г. был представлен проект постановки кораблей в аквариумы с водой из Финского залива. К одному из

⁴² Сорокин П.Е. Подводно-археологические памятники на северо-западе России Проблемы их изучения и сохранения Изучение памятников Морской археологии, выпуск 3. СПб, 1998–144с.

возможных памятников из древесины в акватории Финского залива относится судно «Архангел Рафаил».

Солевой состав акватории Финского залива равен 1-2‰. Поэтому дерево затонувшего галеона «Архангел Рафаил» практически не разрушалось в такой воде на протяжении трех столетий. Внутри судна сохранилось множество объектов свидетельствующих о быте моряков и об убранстве кораблей XVII века. Без финансирования корабль сохранен на месте нахождения, без подъема.



Илл.3 Вид сверху Архангел Рафаил. Фото ЦПИ РГО.

Специалисты ЦПИ РГО разработали методику проведения подводных онлайн трансляций во время экспедиций, которая улучшила коммуникативную связь с водолазами в конкретный момент. Два года назад была проведена трансляция подводной экспедиции с трюма затопленного корабля «Борвон». Видеотрансляции способствовали развитию документального кино и короткометражных видео ЦПИ РГО в области подводной археологии.⁴³

Тем не менее, существует достаточно неразрешённых вопросов. Пока не существует учебных программ, ориентированных на освоение аспектов

⁴³ Сайт ЦПИ РГО <https://urc-rgs.ru/>

консервации и реставрации подводно-археологического материала, обладающего, бесспорно, своей спецификой. В России буквально несколько лет назад реализована профессиональная подготовка кадров по степени магистра специальности подводного археолога. Поэтому квалифицированные специалисты в этой области редки в нашей стране.

1.2 Законодательные нормы в отношении объектов подводной археологии

С 50-х годов XX века развитие дайвинга и общедоступность оборудования для дайвинга привели к тому, что подводные объекты стали не только открытыми для исследований, но и более уязвимыми, поэтому с этого момента подводные находки нуждались в защите. Этот вопрос был впервые озвучен на конференции ЮНЕСКО (UNESCO). В 1956 году опубликована рекомендация о международных принципах, направленные на урегулирование работы в археологических экспедициях и в отношении к подводным предметам в территориальных водах. Однако необходимы более широкие международно-правовые положения для защиты объектов подводного наследия в международных водах. Для проработки вопроса с 1976 году европейские и международные организации трудились над созданием всемирных правовых основ для сохранения памятников. Итог работы зафиксирован в документе «Конвенция об охране подводного культурного наследия».⁴⁴ Это систематизированный, первый по значимости, документ о проблеме регламентации работ с подводными культурными предметами. Целью Конвенции является задачи охранительного характера к подводным объектам.

⁴⁴ Конвенции об охране подводного культурного наследия 2001 г. / UNESCO, 2001

В конвенции даны основополагающие принципы защиты предметов; положения о международном сотрудничестве; практические инструкции консервационных мероприятий, которые настоятельно рекомендуют исследовать артефакты, поднятые из водной среды. В начале Конвенции перечислены основные определения, примеры наиболее известных памятников, поднятых на сушу и законсервированных, перечислены масштабы проблем с подводными объектами, а также представлены данные, описывающие опасность разграблений, порчи и коммерческого использования подводных артефактов.

Установлено определение «Подводное культурное наследие» (ПКН), означающее «все следы человеческого существования, имеющие культурный, исторический или археологический характер, которые частично или полностью погружены под воду». Государства-участники должны охранять ПКН. Первостепенно сохранением водных объектов в документе указан метод консервации *in Situ* (сохранение на месте). Подъем артефактов разрешен с задачами охраны и популяризации знаний о ПКН.

Конвенция 2001 г. указывает, что артефакты открыты для исследования и общественной известности, информативности, развития кадров и обучения, туристическому доступу. Описан контроль о ввозе и вывозе объектов с применяемыми санкциями. В последних статьях Конвенции с 19 по 22 обращено внимание на необходимые меры в популяризации вопроса о значимости ПКН.⁴⁵

Незнание и несоблюдение принципов конвенции UNESCO (Юнеско) 2001 года, недоступность и нехватка квалифицированных кадров, отсутствие сотрудничества с мировыми партнёрами — не считается причинами, подвергать опасности подводных находок; частичной или полной утраты объектов. Такой непродуманный рабочий подход может затруднить процесс

⁴⁵ Конвенции об охране подводного культурного наследия UNESCO, 2001

изучения подводного наследия, поэтому предложенные Конвенцией Юнеско меры, приняты и уважаемы почти во всех странах мира.

В северо-западных водах встречаются «затонувшие суда, стоянки, поселения, древние гавани и порты, гидротехнические и фортификационные сооружения».⁴⁶ По данным центра Юнеско, материальные следы подводного наследия фиксирует около 2,5 миллионов кораблекрушений.⁴⁷ Сорокин обращает внимание: «к числу судна могут быть представлены памятники, затонувшие более 40 лет»⁴⁸ Если подводному объекту более 100 лет, то исследовать и изымать его могут только государственные организации, в ведении которого находятся артефакты.

Изучение подводных источников формирует информационную базу судостроения, морской и речной культуры. Поднятые по отдельности фрагментарны и предметы не несут в себе полноценного представления об объекте, как затонувшие судна, именуемые «time capsule».

Важным для проведения поисковых, разведочных, археологических работ представляет наличие у поисковой группы открытого листа на право ведения работ, что указано в Федеральном законе 73 «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации»⁴⁹, что не всегда выполняется. Некоторые водолазы ведут самостоятельные погружения к подводным памятникам без соответственной документации.

⁴⁶ А.В. Огороков, Д.В. Бабекин Подводное культурное наследие: изучение, сохранение, музеефикация / М.: Институт наследия, 2017. – 308 с.

⁴⁷ UNESCO / Underwater Cultural Heritage / <http://www.unesco.org/new/en/culture/themes/underwater-culturalheritage/underwater-cultural-heritage/>

⁴⁸ Сорокин П.Е. Подводно-археологические памятники на северо-западе России Проблемы их изучения и сохранения Изучение памятников Морской археологии, выпуск 3. СПб, 1998–144с.

⁴⁹ Федеральный закон "Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации" от 25.06.2002 N 73-ФЗ. С изменениями. Последняя редакция на 25.05.2021

В статье Дмитрия Бабекина «Повестка дня подводного царства» описана проблема: «не определен юридический статус объекта подводного культурного наследия»⁵⁰, нет урегулированной шкалы ценности предметов подводного наследия. Поэтому невозможно применение положений для осуществления кадастрового учета объектов.

В федеральном законе нет четкой установки "подводных" полномочий региональных органов охраны культурного наследия. В Водном кодексе, а также в ФЗ 117 о «О безопасности гидротехнических сооружений» отсутствуют нормы, устанавливающие ответственность водопользователей за причинение вреда объектам. В Водном кодексе: "Стремление к саморекламе, отсутствие должного профессионализма и пренебрежение элементарными методическими правилами морской археологии, по которым находки не поднимаются на поверхность, без их документирования на месте обнаружения и создания необходимых условий по консервации и хранению, приводит к уничтожению этих памятников".⁵¹

Методически верно проведенная научная подводно-археологическая работа считается в том случае, если над объёмом и качеством информации работают компетентные специалисты. С проведением документации в области сохранения и превентивной консервации. Необходимо получение общей картины расположения судна и отдельных его частей, с перечнем всех номеров артефактов в полевых описях.⁵² Для вскрытых археологических комплексов необходимы картирование, монограмма и нивелировка находок с их фотофиксацией на месте обнаружения.

Первоочередной задачей, в стране является создание свода водно-археологических объектов и их паспортизация. Она предусматривает

⁵⁰ Бабекин Д. «Повестка дня подводного царства» Охраняется государством Вып. № 05 ФГБУК АУИПИК 2017, — С.13-15

⁵¹ Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ. "О безопасности гидротехнических сооружений"

⁵² Приказ Росохранкультуры от 03.02.2009 N 15 "Об утверждении Положения о порядке выдачи разрешений (открытых листов) на право проведения работ по выявлению и изучению объектов археологического наследия" (Зарегистрировано в Минюсте РФ 04.05.2009 N 13871)

мониторинг затонувших памятников и упрощает постановку памятника на государственную охрану. По данным 2004 года первые 30 объектов были внесены в реестр, с учётом того, что их в десятки раз больше.

Большая часть подводно-археологических работ прибалтийского региона направлена «на выявление и обеспечение охранного статуса подводных объектов». ⁵³ Музеефикация артефактов предусматривает открытие консервационной лаборатории для оперативного сохранения предметов поднятых из водной среды. Такую лабораторную базу имеют крупные федеральные музеи и археологические организации. Подводно-археологические работы ведутся научно-исследовательскими организациями — институтами или музеями, под наблюдением государственных и муниципальных органов. К этим трудоемким работам, в качестве волонтеров, могут подключаться частные организации. ⁵⁴

1.3. Водная среда, как фактор сохранения и разрушения предметов в Балтийских водах

Воды Мирового океана имеют разные свойства, которые сказываются на условиях хранения затонувших памятников. В средневековье через восточную часть Балтийского моря проходили главные водные дороги между западом и востоком Европы. Поэтому там археологи чаще всего находят затонувшие транспортные судна. Один из крупнейших центров подводных исследований сформировался в городе Санкт-Петербурге.

Как только объект перемещается из сухопутной поверхности в новую, водную среду, вода начинает воздействовать на предмет, проникая в трещины и поры. Таким образом, начинается процесс разрушения,

⁵³ Сорокин П.Е. Подводно-археологические памятники на северо-западе России Проблемы их изучения и сохранения Изучение памятников Морской археологии, выпуск 3. СПб, 1998–144с.

⁵⁴ П.Е.Сорокин Проблемы изучения и сохранения подводного историко-археологического наследия акватории Восточной Балтики //Выборг и морская археология. – СПб., 1997. – С. 64–71.

производимой новой окружающей средой, из-за изменений физических, химических, биологических или геологических параметров. Через некоторое время структура предмета достигает биохимического равновесия с окружающей средой, что стабилизирует процессы разрушения внутри объекта.⁵⁵

Вода является достаточно агрессивной средой для сохранения объектов. Большую роль в этом случае играют как состав воды, так и живые организмы, её населяющие, и тип субстрата, на котором объект залегает.



Илл.4 Пример морских организмов на пористом предмете

Разрушению способствуют внутренние течения воды, жизнеспособность различных организмов в среде, абразивное воздействие

песков и водорослей.⁵⁶ Продукты жизнедеятельности морских организмов глубоко проникают в поры керамики.

Для деревянных судов значительной опасностью под водой являются корабельные черви или терединины (лат. *Teredinidae*)⁵⁷ Черное море благоприятно для существования червя, в отличие от Балтийского. В акваториях, с непригодной для выживания деревянного червя, сохраняется больше целых корпусов подводных кораблей в хорошей сохранности. Такие объекты являются «закрытыми археологическими комплексами» – предметы,

⁵⁵ Conservation of Underwater Archaeological Finds, Zadar, 2011–68p.

⁵⁶ G.M. Crisci · M.F. La Study of archaeological underwater finds: deterioration and conservation 2010

⁵⁷ Корабельные черви // Большая советская энциклопедия : [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. — 3-е изд. — М. : Советская энциклопедия, 1969—1978. — 356с.

обнаруженные в таком комплексе, считаются предметами одного времени бытования.⁵⁸



Илл.5 Корабельный червь Терединид в древесине

Состав элементов, входящих в состав морской воды одинаков, но различается их концентрация в воде на разных участках моря. Около 94% заполняет вода (H_2O), примерно 3,5% различных солей и 2,5% другие вещества (Mg, Se, Ca). Основные элементы входящие в состав воды: водород, кислород, хлор и натрий.⁵⁹

Усреднённая засоленность Мирового океана 35‰. Средиземное море имеет солёность 39‰, Черное море чуть меньше 17-18‰. Солёность вод Балтийского моря приблизительно 2-30 ‰. Колебание процентного состава моря может объясняться опреснением из-за Финского залива. Такой показатель отличим от других, более соленных, морей. Поскольку все моря взаимосвязаны, то Балтийское море распределяет количество веществ неравномерно: в стороне Датских проливов солёность составляет 20-30 ‰, центр Балтийского моря 6—13 ‰, на севере Ботнического залива снижается

⁵⁸ Training Manual on the Protection and Management of Underwater Cultural Heritage // UNESCO, 2012 – 652 с.

⁵⁹ Хорн Р. Элементный состав морской воды/ Морская химия. М.: Мир, 1972. 400с.,

до 2—3 ‰.⁶⁰ Также доказано, что солёность поверхности морей меньше, чем донных осадений.

Состав солей формируется при соединении компонентов Na, Cl, S, K, Ca. В составе воды присутствуют соединения поваренной соли NaCl (до 30 г от кг), сульфатов (2,7 г от кг) и карбонатов (0,5 от кг), но их процент от общего значения воды очень мал.

В некоторых морях увеличен процент общих растворимых солей, что является более агрессивным составом для органики. В составе воды Балтийского моря содержатся **0,5-1,8 %** растворимых солей от общего процента воды. В водах средиземноморья найдено **до 3%**, что безусловно усугубляет состояние артефактов при изъятии.⁶¹ Наличие соли увеличивается с приближением ко дну.

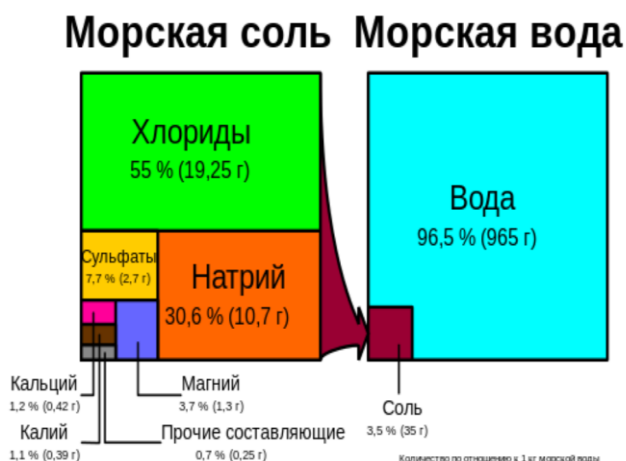


Рис.1 Химический состав морской воды⁶²

Из консервационных свойств: на погруженный объект в глубине воды меньше влияние оказывает воздействие кислорода, чем в воздухе. Наличие кислорода уменьшается с глубиной залегания. Жидкость заполняет лакуны, создавая дополнительные внутренние сцепления в материале, что бесспорно помогает сохранить подводные памятники.

⁶¹ Реми Г. Курс неорганической химии. Том 2. Пер. с нем. - М.: Мир, 1966. - 838 с.

⁶² Институт полярных и морских исследований Альфреда Вегенера, Бремерхафен, Германия (Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Bremerhaven, Germany)

Балтийское море можно считать консервантом в сравнении с ранее перечисленными морями. Главным свойством воды являются ее темнота, малосоленость и низкая температура. Температура поверхностных слоёв моря в среднем 9—17 °С, в центре может достигать 0 °С, а ко дну теплеет до 4—5 °С. В холодной и темной воде развивается меньше биологических паразитов, водорослей, поэтому Балтийское море — это прекрасная среда для сохранения даже органических материалов таких как древесина, кости и ткани.⁶³ А дополнительный защитный слой от избытка кислорода создается изоляцией в мягком субстрате — иле.

В статьях С.В. Ольховского и Р. Ю. Прохорова анализируются исторические факты затопления торгового судна «Архангел Рафаил», сохранность парусника под водой и применяемые к нему меры консервации. В источнике указано, что взвеси фитопланктона и осадки изолируют предметы от воздействия кислорода. Ил способен полностью покрыть трюм корабля, загрязнив предметы. Исследование находок будет направлено на определение элементного состава загрязнений, их вариативности.⁶⁴

Предметы, существовавшие продолжительное время в соленой воде и изъятые на сушу, могут быстро разрушаться, если до контакта с воздухом предметы оперативно не подвергнуть консервационной обработке или не поместить в идентичную водную среду. Растворенные в воде соли кристаллизуются и могут создавать на поверхности предмета трудно удаляемые корки или разрывать предмет изнутри. Воды Балтийского моря в акватории Финского залива почти пресные, поэтому при подъёме кристаллизация солей минимальная, но опасность изменения состояния предметов при взаимодействии с кислородом все равно разрушительна. Цитата из трудов П.Е.Соколова: «извлечение предметов без надлежащей

⁶³ Сорокин П.Е. Подводно-археологические памятники на северо-западе России Проблемы их изучения и сохранения Изучение памятников Морской археологии, выпуск 3. СПб, 1998—144с.

⁶⁴ Прохоров Р.Ю., Ольховского С.В. «Архангел Рафаил» Охраняется государством Вып.№ 05 ФГБУК АУИПИК 2017, 34-35 С.

обработки попросту становится актом вандализма». Действительно, при сушке миграционные соли могут деформировать изнутри черепок.⁶⁵

1.4. История затонувшего корабля «Архангел Рафаил»

Во все времена торговля являлась главным импульсом появления кораблестроения, а также связанного с ним мореплавания. В период расцвета судостроения в Европе, в конце XVII века, был построен немецкий деревянный корабль «Архангел Рафаил» или «DieEngelRaphael» в городе Любек. Спроектировали судно для транспортных и торговых нужд. В конце сентября 1724 года парусный корабль привез товар в Санкт-Петербург. Капитаном торгового судна считался Ян Шмит.

С развитием мореплавания усиливалось значение основных водных путей, связывающих главные центры торговли. Для контроля за перемещениями кораблей создавались различные пошленные службы. В правление императора Петра I активно развивалось судостроение, транспортные связи. Все перемещения были **подконтрольны** и имели четко сформулированные таможенные правила.

Из источников известно, что парусник 15 октября отплывал из Санкт-Петербурга почти пустым, чтобы избежать таможенных сборов. Корабль прошел таможду, «указав в качестве конечной цели своего плавания порт Любек и задекларировав груз в количестве 97 кип и 33 полукип юфти, одной кипы фламандского полотна, двух кип льняной пряжи, 30 бочек говяжьего сала и груз рогож.»⁶⁶ Отдав таможенные пошлины за маленький груз, корабль отплыл чуть поодаль, за границу таможенного контроля, в район города Приморск. Стоя на якоре, судно в течение 40 дней загружалось контрабандным грузом: едой и тканями.

⁶⁵ Сорокин П.Е. Подводно-археологические памятники на северо-западе России. Изучение памятников Морской археологии, выпуск 3. СПб, 1998–144с.

⁶⁶ Археологический отчет ЦПИ РГО

Продуманный план перевоза контрабанды был нарушен из-за резкой смены погодных условий в акватории залива. Уже в ноябре 1724 года недалеко от города Кронштадт было обнаружено наполовину затонувшее торговое судно. Льды смяли переднюю часть корабля и судно ушло наполовину под воду. Экипаж спасся.

Местные жители разузнали об оставшемся грузе. Крестьяне погружались в проруби с камнями на поясе и поднимали на лед верхний слой груза парусника — «рогожи и кожи в тюках». Одной кожи было поднято 350 свертков, что являлось небольшой частью контрабандного груза. На борту имелось гораздо больший груз, чем изначально задекларировано в таможенном контроле в октябре. Раздавленное льдами в ноябре судно вероятно было парусником «Архангел Рафаил». Дело о контрабанде закрыли, вероятно, из-за смерти Петра Великого.

По данным Русского географического общества в ходе атрибуции установлено, что в петровские времена в водах Финского залива льдами был раздавлен корабль с именем либо «Архангел Гавриил», либо «Архангел Рафаил».⁶⁷ Поисковые операции выявили фрагменты деревянного судна у подножья северного склона банки Верккоматала. При раскопках точное местонахождение корабля было обнаружено южнее входа в пролив Бьёркезунд. После резкого изменения погодных условий парусник был раздавлен льдами и ушел под воду. Обнаруженный корабль частично «замыт в грунт, а корма — значительно разрушена».⁶⁸

Кораблю удалось избежать разграблений из-за глубины залегания почти 20м в сложнодоступном участке. В 2013 году мониторинг и визуальный осмотр судна определил значительное ухудшение сохранности

⁶⁷ Прохоров Р.Ю., Ольховского С.В. «Архангел Рафаил» Охраняется государством Вып.№ 05 ФГБУК АУИПИК 2017, 34-35 С.

⁶⁸ Р.Г.Пихоя ред. Отечественная история, Выпуск 5 Институт российской истории Наука, 1995 —178с.

корабля. Возможной причиной можно считать турбулентные потоки, из-за учащения прохождения крупногабаритных судов через фарватер.

Поэтому уже в 2014 году были проведены экспедиции по изъятию максимально возможных артефактов. За несколько сезонов раскопок с 2014 года специалистам РГО удалось размыть около 9 метров передней части судна. Для уточнения датировки был проведен радиоуглеродный анализ корпуса, данными которого стал примерный интервал рубки дерева — около 1650- 1680 года. Находки, обнаруженные под водой, могут служить толчком для изучения и разархивирования подводных объектов.

1.5. Археологические находки с затопленного судна «Архангел Рафаил»

Для восстановления хронологии событий, необходимо изучение как архивных источников, так и результатов исследований поднятых находок. Финский залив обладает единичными сохранившимися суднами после сражений. Исследователями Центра подводных исследований Русского Географического Общества (ЦПИ РГО) проводилась атрибуция судна по керамическим находкам: кирпичам, и фаянсовому блюду.

Чтобы идентифицировать судно в ходе подводных работ начали вынимать артефакты. В руки специалистов попало блюдо с клеймом «1696» года, сюжетом которой был библейский архангел Рафаил. Блюдо экспертами Государственного Эрмитажа атрибутировано, как северогерманский образец. Позже были обнаружены кирпичи с надписью: «Дом Святого Петра». Сотрудники определили клеймо, как знак кирпичного двора в городе Любек XVII века. Разработанный подъем артефактов и их сравнение с образцами помог определить парусник.

Исследователь и подводный археолог С.В.Ольховский указал состояние сохранности судна: «В процессе расчистки под слоем донных отложений толщиной 30–40 см находятся плотно уложенные целые и

сломанные бочки. Во многих расколотых бочках сохранилось содержимое — зерно, сало, деготь.»⁶⁹ Таким образом, в статье указаны свойства залегания корабля: несколько сантиметровый слой ила; а также наличие сохраненной еды. Из чего можно сделать вывод, что загрязнения на исследуемых фрагментах керамики могут быть с илом и с остатками еды.

После проведенных исследований начался процесс подъема видимых и доступных, по состоянию сохранности, предметов. Как было сказано ранее, судно перевозило контрабандный груз: еду в бочках (зерно, мясо в жиру) и ткани (кожу). Также распространенными находками являются веревки, куски канатов. Всего за семь сезонов подъемов было найдено более сотни предметов, из них 25 после реставрации находятся в хорошем состоянии.

Подъем бочек с едой была сложной процедурой, для которой был специально изготовлен механизм подъема тяжеловесного груза. Бочки проверены на содержимое. Зерно было высушено и законсервировано. Иногда вместе с предметами встречаются перья от кур и листики деревьев. Вероятно, на корабле перевозили и скот для пропитания.



Илл. 6 Бочонок из коллекции музея истории Кронштадта с судна Архангел Рафаил конец XVII в, МИК КП 2502 в Госкаталоге.

⁶⁹ Прохоров Р.Ю., Ольховского С.В. «Архангел Рафаил» Охраняется государством Вып.№ 05 ФГБУК АУИПИК 2017, 34-35 С.

К новым найденным органическим продуктам сотрудники ЦПИ РГО относят репу, горох, грудинку и угрей. Все продовольствие было законсервировано в процессе кораблекрушения в разлившемся дегте. Редьку, предположительно, хранили в мешках. Это было основным продовольствием экипажа. Также в большом количестве были обнаружены бочки с горохом. Основным блюдом к гарниру были найдены: кусок грудинки и угри потрошенные в количестве 12 штук. Находки сейчас отмокают в спирту и далее планируется бальзамирование полимерными составами, разработанными ЦПИ РГО совместно с Военно-Медицинской академией.

Подводные объекты судна «Архангел Рафаил» относятся к бытовым и культурным памятникам XVII века, что представляет особый интерес для исследователей. На поверхность в большом количестве были подняты предметы бытовой жизни экипажа: одежда, металлическая, стеклянная и керамическая посуда, курительные трубки, книги, различные строительные и письменные инструменты.



Илл. 7 Фотография с выставки «Три века под водой» ЦПИ РГО. Бытовая посуда с судна.

В 2017 году была открыта выставка в русском географическом обществе «Архангел Рафаил». На экспозиции были представлены

отреставрированные и законсервированные объекты. Был издан каталог с перечнем всех выставленных и отреставрированных предметов на конец 2017 года.⁷⁰

В 2014 году исследователи ЦПИ РГО вместе с другими артефактами нашли на корабле сверток. На поверхности стало понятно, находка — шерстяной кафтан, штаны и чулки. Одежда сохранилась от наличия консерванта — дегтя, разлитого из стоящей рядом бочки. Водолазы поместили кафтан в бочку и передали на реставрацию сотрудникам Государственного Эрмитажа. Все тканые памятники прошли серию процедур чистки. Состояние сохранности объектов хорошее, имеются наличие всех пуговиц, цельные швы и заплатки.



Илл. 8 Отреставрированные кафтан и штаны, найденные на судне Архангел Рафаил. Государственный Эрмитаж.

⁷⁰ Каталог «Три века под водой» Ред. С. Фокин Р.Ю.Прохоров "Three centuries under water" Underwater search center 2017, — 92 с.

Чуть позже из тканых предметов была найдена шляпа. Аналог шляпы был найден на голландских картинах. Шляпа атрибутирована XVII веком. Она была законсервирована и выставлена на экспозиции ЦПИ РГО.



Илл. 9.1 Шляпа, из коллекции музея истории Кронштадта с судна, конец XVII в, МИК КП 2545 в Госкаталоге. Илл. 9.2 фрагмент картины Р.Ноосх «Пара с Попугаем» 1668г.

Также из подъемного материала экспедиции 2020 года были обнаружены два парика черного и темно-коричневого цвета. Оба парика сохранились в дегте. Между искусственными прядями были обнаружены куриные перья, а также гусиное перо, предположительно чернильная ручка.⁷¹

Недавними сенсационными находками были две книги, на страницах которых сохранился отпечатанный текст. Одна из книг — Библия. Реставратор и археолог ЦПИ РГО Прохоров Роман Юрьевич совместно с реставраторами Реставрационного центра Грабаря провели работы по сохранению. Переплет и листы с текстом в книге были укреплены.

⁷¹ Видеоматериалы ЦПИ РГО о судне Архангел Рафаил ссылка для входа дата посещения 20.12.20
https://www.youtube.com/watch?v=N5_W3710W3s&ab_channel=%D0%A6%D0%9F%D0%98%D0%A0%D0%93%D0%9E



Илл. 10 Библия из коллекции музея истории Кронштадта с судна конец XVII в, МИК КП 2507/6 в Госкаталоге.

Илл.11 Погружной камень крестьян с веревкой, из коллекции музея истории Кронштадта с судна. Конец XVII в, МИК КП 2488 номер в Госкаталоге.



Значительная часть парусника и многие предметы были накрыты изолирующей сеткой и сохраняются методом *in situ* (на месте) в естественных условиях на дне Финского залива. Состояние сохранности и труднодоступное местонахождение не позволяют поднять их на поверхность. Вручную сделать верные замеры десятков найденных артефактов с судна в условиях часовой протяженности погружений невозможно. В сложившейся ситуации был использован метод фиксирования находок — фотограмметрия, помогающий создать детальную объемную 3D модель подводного археологического объекта, и по ней выявлять размеры и расположение находок (Рис.3). Подробный план с точным расположением находок можно посмотреть на сайте ЦПИ РГО.⁷² Снят деревянный скелет корабля. Бочки зафиксированы веревками. Только некоторые объекты изъяты для атрибуции и исследования. Также в Балтийских водах лежит и само судно, без возможности подъема на сегодняшний день. Подъем — трудоемкий и финансового затратный процесс.

⁷² Ссылка на сайт ЦПИ РГО <https://urc-rgs.ru>

ЦПИ РГО исследует подводные объекты, и экспонирует их в Кронштадтском историческом музее. Главная выставка, посвящённая экспедиции находок с судна, называется «Три века под водой» была представлена на международном культурном форуме 2017г. Сейчас экспонаты располагаются в музее Русского географического общества.

Резюмируя вышесказанное в первой главе, хочется ещё раз подчеркнуть влияние воды на состояние артефактов. Либо она способствует их консервации, через небольшой промежуток времени, либо способствует их деградации. Также важны водные условия, в которых изначально залегает объект. Территориально различимые воды могут по-разному влиять на подводные предметы. Ориентироваться стоит на концентрацию химических веществ, а также физические свойства воды. Количественный состав ионов солей может привести к деградации предмета при вступлении в связь с новой средой и избытком выхода кислорода при подъеме. Физические же свойства воды могут различаться из-за показателей ультрафиолетовых лучей и температуры воды, что способствует или ограничивает развитие разнообразного биологического мира. Водоросли и древесные черви, обладая абразивными свойствами, влияют на сохранность памятников. Существуют и другие угрозы под водой. Сильные течения со временем разрушают артефакты, а некоторым объектам грозит гибель в связи с разграблением, климатическими или техногенными изменениями.

Пока проблема не решена и методики консервации не облегчают существования поднятых артефактов, поэтому часто специалисты выбирают другой способ сохранения подводного культурного наследия. Метод сохранения на месте «in situ» оправдан в случае необходимости консервации габаритных находок таких как затонувшие города или отдельные сооружения. Для проведения поисковых операций необходимы квалифицированные кадры, с разрешением проведения работ в виде открытых листов.

Найденные находки с судна «Архангел Рафаил» могут продемонстрировать сохранность уникальных органических бытовых предметов. Специфика вод Финского залива, а также стечение обстоятельств, помогли передать в руки исследователей еду, одежду и другие предметы жизни моряков XVIIIв.

ГЛАВА II Идентификация исследуемых керамических подводно-археологических находок

2.1. Исторические аналоги керамических предметов, найденных на судне «Архангел Рафаил»

Идентификации объектов как культурно-значимых памятников, а также понимания подбора и степени вмешательства в фрагменты необходим поиск исторических аналогов в рамках пререставрационного исследования. Для лучшего понимания объекта необходим поиск правильной формы при реконструкции фрагментированных сосудов.

Существуют различные виды классификаций по принадлежности сосудов к определенному типу. Для изучения фрагментов с парусника более применима классификация по формообразовательному признаку. В его основе лежит различие предметов по форме и структуре. Определение функциональной принадлежности артефакта формируется по внешним признакам: форме, декору, орнаменту (по работам Ю. Б. Цетлин)⁷³, отпечаткам пальцев и другим особенностям.⁷⁴

Некоторые керамические фрагменты группировались в сосуд по технологическому признаку, с исследованием особенностей теста. Основой технологической классификации является технико-технологические методы изучения артефактов. Распознавание материала, структуры, состава теста и способов создания, точные характеристики с выявлением специфических особенностей материала объекта.⁷⁵ Такой тип классификации основан на

⁷³ Цетлин, Ю. Б. Формы глиняных сосудов как объект изучения. Историко-культурный подход./ Ю. Б. Цетлин, В.Ю. Коваль, А. В. Кашкин. – М.: ИА РАН, 2018. – 253 с.

⁷⁴ Колпаков, Е. М. Классификация в археологии / Е. М. Колпаков – СПб.: ИИМК РАН, 2013 – 251 с.

⁷⁵ Клейн, Л. С. Археологические источники / Л. С. Клейн: уч. пособие. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1978. – 120 с.

изучении состава теста путем микроскопических исследований, рентгенофлуоресцентного и дифракционного анализов.⁷⁶

Атрибуция артефактов по формообразовательному признаку будет проводиться на основе сравнения с аналогами из коллекций археологических музеев. Одной из проблем изучения аналогов сравнительным способом является отсутствие тактильного исследования, музейные предметы доступны только на визуальном уровне через витрины и фотографии.

Последовательность изучения посуды состоит из действий (по А.А. Бобринскому⁷⁷):

- 1) Визуальный осмотр находок, работа с письменными источниками, экспонатами и аналогами;
- 2) Соединение различных признаков в описании предмета;
- 3) Распределение результатов по группам;
- 4) Использование полученных знаний для новых работ.

В ходе изучения затонувшего судна «Архангел Рафаил» на поверхность были подняты многочисленные керамические обломки. В настоящей работе исследуются конкретные фрагменты керамических изделий. От ЦПИ РГО были переданы разнородные фрагменты в количестве **126 штук** для проведения консервационных мероприятий.

В основном это типовая бытовая керамика середины, конца XVII века, которая была распространена в Германии и Швеции (Северная Европа). Это обломки грапенов, миски и поливные блюда бытовой посуды экипажа корабля. По данным старшего научного сотрудника Государственного

⁷⁶ Rice, P.M. Pottery analysis: A sourcebook. Chicago, IL: University of Chicago Press, 1987. 584 p

⁷⁷ Бобринский А.А. О методике изучения форм глиняной посуды из археологических раскопок // Культуры Восточной Европы I тысячелетия. Куйбышев, 1986, . С. 137–157

Эрмитажа сектора архитектурной археологии Р.В. Ребровой: «фрагменты типовые, имеют информационную значимость для изучения аналогов. Подобную посуду находили в Государственном Эрмитаже при раскопках крепости Ниеншанц⁷⁸, а также упоминание о подобных находках можно встретить в отчётах ИИМКА в экспедициях,⁷⁹ исследующих следы материальной культуры раннего Петербурга».⁸⁰

Фрагменты разнородны: имеются черепки с красноглиняным и черным тестом, с прозрачной и зелёной глазурью. Некоторые фрагменты покрыты светлым и охристым ангобом. Многие сосуды декорированы рельефными полосами. Имеются разнородные фрагменты венчиков, тулова и донца. Некоторые черепки стыкуются между собой по линии торцов.

Исследуемые объекты имеют выраженные формообразующие признаки. Полученные фрагменты были разделены на группы по внешним признакам: цвету и толщине теста, цвету глазури, форме декора и предположительному размеру. Некоторые из таких фрагментов сформировались в три основные группы: А, В, С.

⁷⁸ Фотографии из Государственного каталога РФ.

⁷⁹ Б.В.Фармаковский Прошлое человечества в трудах петербургских археологов на рубеже тысячелетий (К 100-летию создания российской академической археологии). — СПб.: Петербургское Востоковедение, 2019. — 420 с. . А. И. Сакса. Выборг — город на перекрестке истории — С. 349 Рис 21, 22.

⁸⁰ Бюллетень Института истории материальной культуры РАН. [№] 9 (охранная археология) / науч. ред. Н. Ф. Соловьёва ; ИИМК РАН. А.Ю. Городилов Производственный комплекс позднего Средневековья — раннего Нового времени на реке Ижора —2019. Рис. 42,68,77 – С.28,30, 32.

Формы группы глиняных сосудов	и Название сосудов и описание	Метод использования
<p>Группа А</p> 	<p>Горшок из черного теста или Корчага. Большой, высокий горшок широким горлом без глазурованных поверхностей с двумя ручками.</p>	<p>Используется для хранения сыпучих продуктов и напитков.</p>
<p>Группа В</p> 	<p>Грапены или треножник. Это глубокая сковорода на трёх ножках, со втулкой для деревянной ручки. Внешняя сторона декорирована полосами, косичками внутренняя глазурована прозрачными или цветными глазуриями.</p>	<p>Жаровни такого типа использовались в качестве грелок. Внутри керамического горшка засыпался раскалённый уголь, далее горшок ставился в деревянную коробку, которая сверху закрывалась крышкой, с отверстиями круглого сечения.</p>
<p>Группа С</p> 	<p>Миски с ручками Глубокая посуда в виде большого блюда или маленького горшка. Глазурована и декорирована точками в обеих сторон.</p>	<p>Посуда потребления приготовленной еды.</p>

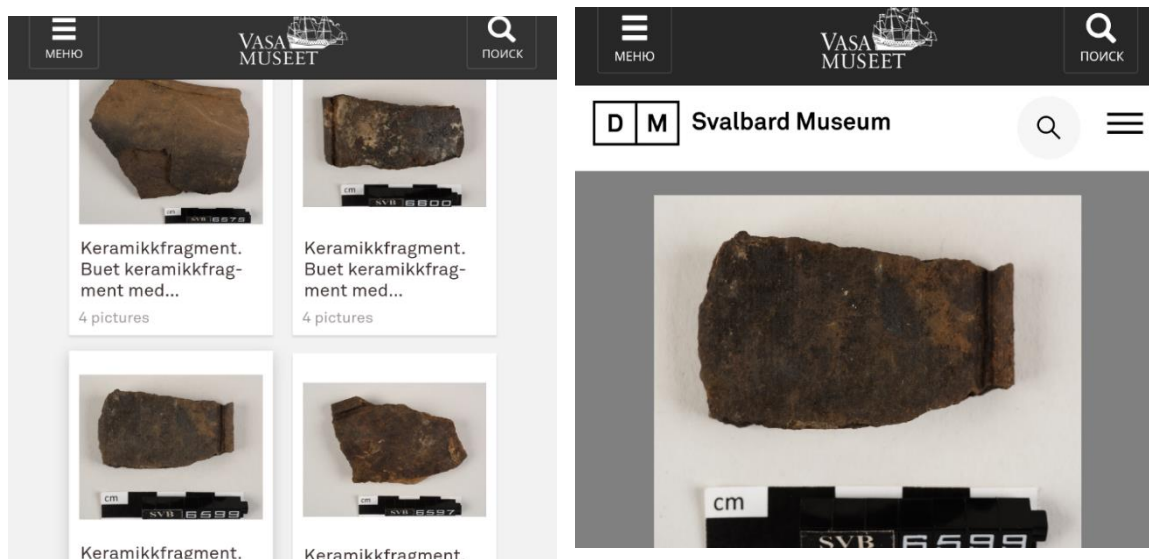
Группа А

Данная группа была сформирована по технологическому признаку. Основным критерием поиска стал цвет теста. В исследуемой группе частично собирается один сосуд с тестом черного цвета. Сосуд имеет округлую форму с закруглением на венчик и донце. Венчик с загнутый с толстым краем. Имеются маленькие ножки. Такие предметы распространены для северной Европы и встречаются уже в XV веке. Подобные предметы встречаются в

музее Стокгольма и датируются XVI веком. Для подтверждения датировки необходимы дополнительные исследования.



Илл.11 Илл.12 Подборка сосуда А1 вид внешней и внутренней стороны.



Илл.13 Илл.14 Примеры фрагментов с фондов музея Ваза

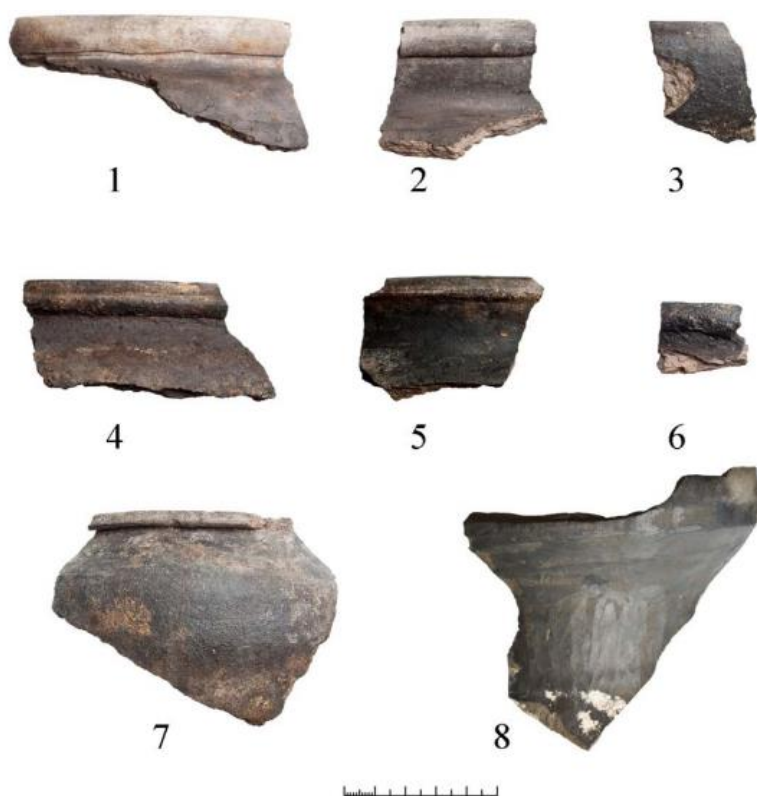
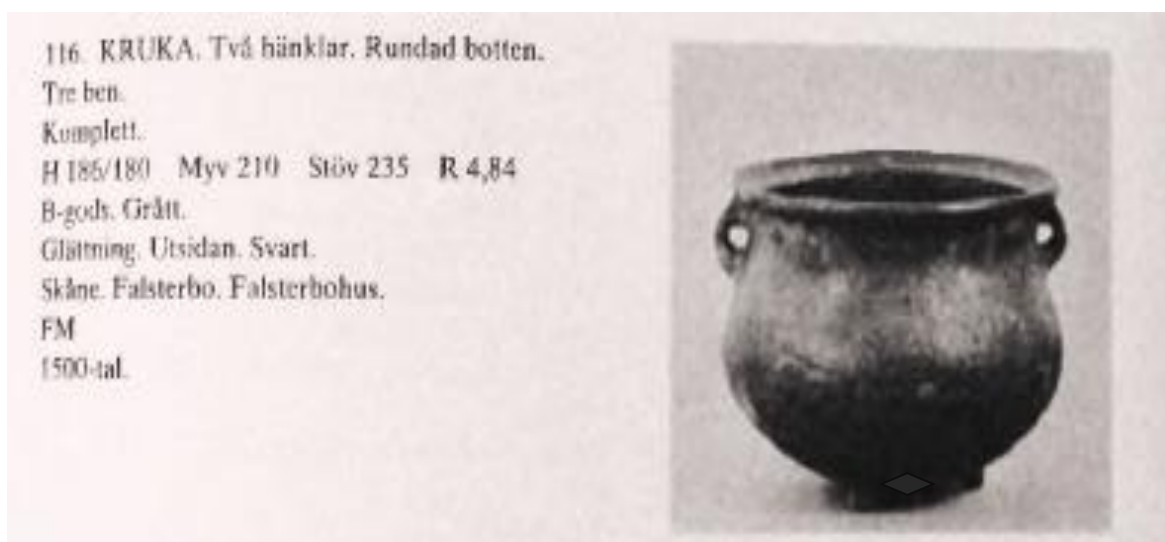


Рис. 11. Военная академия связи. Сероглиняная посуда: 1-7 – венчики; 8 – горло чернолощеного кувшина

Илл.15 Фрагменты аналогов из бюллетент Института истории материальной культуры РАН. Рис.11, с.185⁸¹

⁸¹ С.А.Семенов Археологические исследования на территории Военной академии связи Бюллетень Института истории материальной культуры РАН [№] 2 (охранная археология) / науч. ред. Н. Ф. Соловьёва ; ИИМК РАН. – СПб.: Изд-во ООО «ЭлекСис», 2011. – 360 с. Рис. 11, с. 185



Илл.16 Аналог сосуда А1 из каталога Ceramic 1000-1600

Группа В

В группе В собраны однородные фрагменты, предположительно относящиеся к однотипной посуде – округлым сосудам с ножками. Фрагменты имеют внутреннюю глазурованную поверхность. По-немецки предметы такого типа определяются Kochtopf, в коллекции музея Ваза аналогичные сосуды по-шведски именуются как Gryta.



Илл.17 Илл.18 Подбора сосуда В1



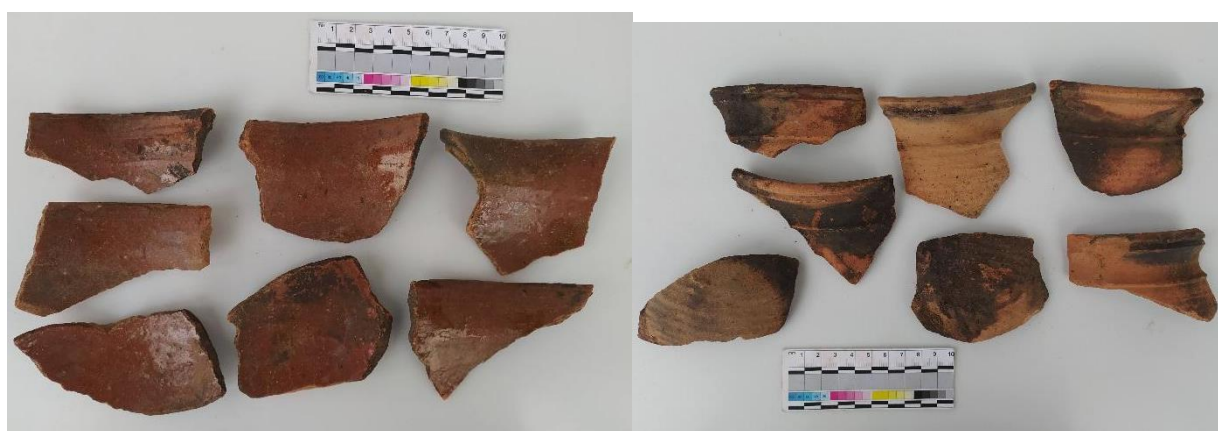
Илл. 19,20, 21,22 Смесь сосудов группы В (сосуд В5 и В6)



Илл.23,24 Подбор фрагментов В5



Илл.25,26 Подборка сосуда В3



Илл. 27, 28 Фрагменты сосуда В4.



Илл.29 Различные фрагменты группы В.



Илл. 30 Керамический сосуд из Музея истории Кронштадта Англия. XIX век.
Инв. МИК КП-2593 с сайта Госкаталог.

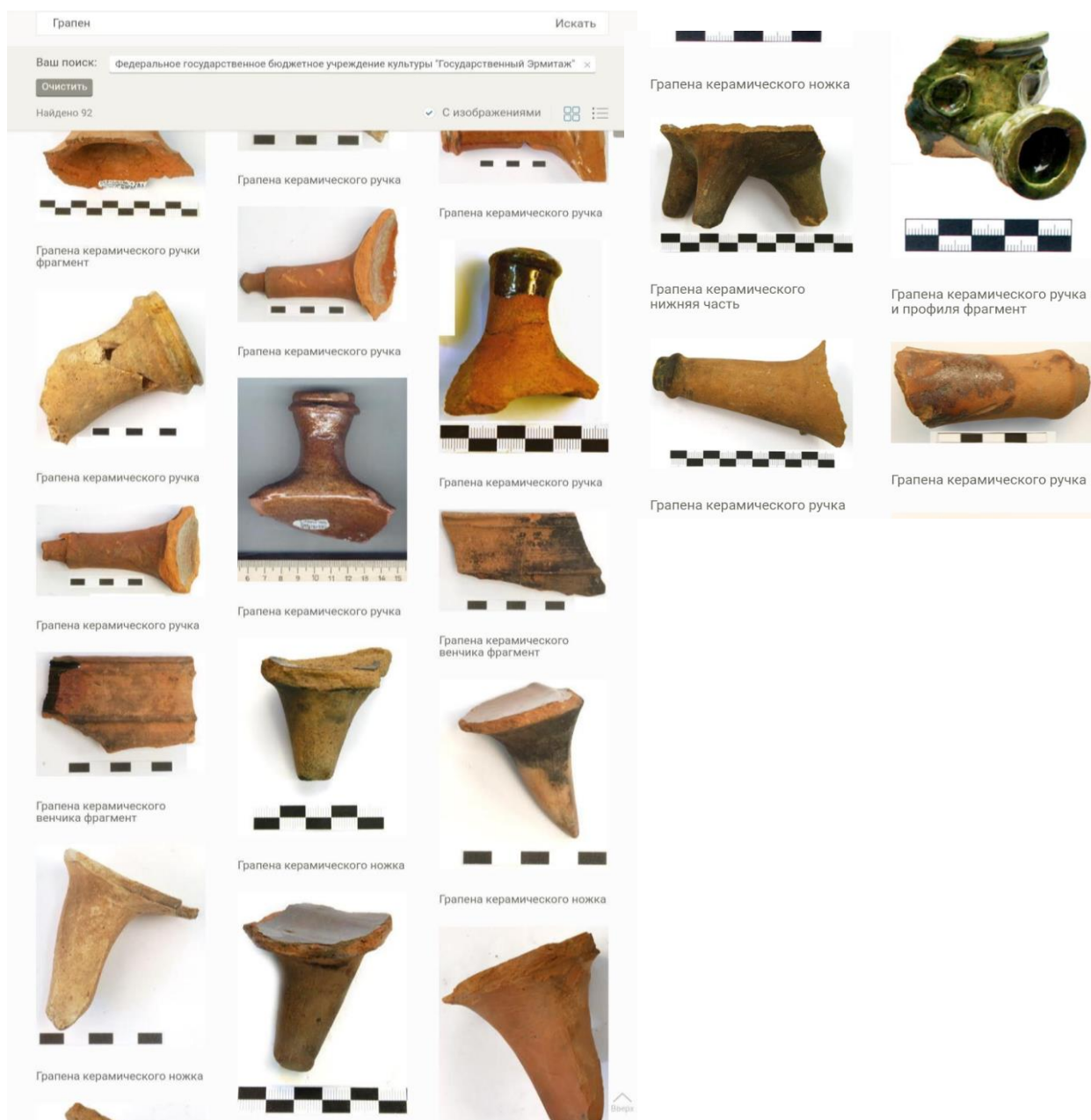


Илл.31 Ян Стен. Гуляки XVII—XVIIIв. Малые голландцы. Пример сосуда.



Илл. 32 Ян Стен. «Больная и врач» XVII—XVIIIв. Малые голландцы. Пример грапена.

Старший научный сотрудник САА Государственный Эрмитаж Р. В. Реброва атрибутировала эти сосуды — грапены. Это гончарная керамика, глубокая сковорода на трёх ножках, со втулкой для деревянной ручки. Внешняя сторона декорирована полосами, внутренняя глазурована прозрачными или цветными глазурями. Достаточно распространенный тип посуды. Такие предметы начинают появляться в северной Европе ещё с XIII века.



Илл.33,34 Примеры фрагментов грапенов из фондов Государственного Эрмитажа с сайта Госкаталога.

Исследуемые фрагменты формируются в несколько сосудов. Если быть точнее, то около шести. Три маленьких треножника с зелёной глазурью внутри (В1-В3) и несколько с прозрачной глазурью среднего размера (В4 и В5) и сосуд большого размера В6. Оставшиеся 8 фрагментов из этой группы не подходят ни к одному из сосудов.

Сосуд В1 и В2 относятся к грапенам по формообразующему признаку. По аналогам напоминают миниатюрные пиалы на трёх ножках диаметром 10,5 см. и объемом, примерно, 0,5 литров. Это маленькие сосуды, покрытые



светло-зеленой глазурью, снаружи имеется три фигурных окантовочные полосы у венчика. Аналог грапена с зелёной глазурью выставлен на выставке в Кронштадтском историческом музее. Этот экспонат полностью соответствует исследуемому сосуду. Аналогичны глазурь, декор и размеры сосуда. По описанию сосуд называется «Жаровня-треножник, маленький» и датируется началом XVIII века.

Илл.35 Аналог группы сосудов В1, В2 Жаровня-треножник.



Илл.36 Аналог сосуда В1 в музее истории Кронштадта конец XVII—XVIII в, Западная Европа МИК КП 1837.

Сосуд В3 также относится к грапенам по формообразующему признаку. Отличие от двух предыдущих сосудов в цвете глазури. В местах,

где внутренняя поверхность без иризации и сколов, глазурь имеет изумрудный цвет. Также к отличительным особенностям можно отнести частые горизонтальные полосы по внешней поверхности сосуда. Объем и диаметр сосуда аналогичен с двумя предыдущими. Полнопрофильный аналог сосуда не был найден в отечественных и зарубежных коллекциях.



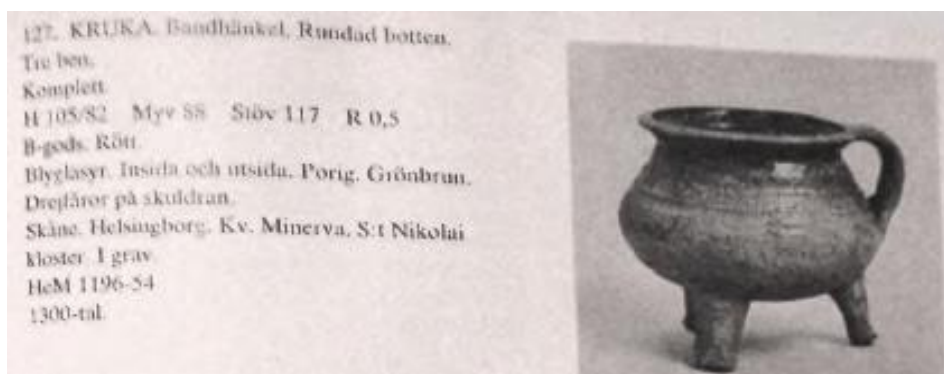
Илл. 37 Фрагмент из немецкого каталога Ceramic 1000-1600.

Аналоги с грапенов В4 и В5 с прозрачной глазурью, как говорилось ранее, выставлены в музее Стокгольма. Оба сосуда идентифицировали по формообразующему признаку.

В4 распространенный пример треножника в немецкой культуре. Сосуд имеет средний объем 1,5-2 литра и диаметр 15 см, в отличие от предыдущих трех сосудов внутренняя часть покрыта прозрачной глазурью. Тесто грапена имеет более красно-кирпичный оттенок. Внешняя сторона украшена полосатым орнаментом у венчика, в сосуде тулово и донце с внешней стороны имеют гладкую поверхность.

В5 распространенный пример треножника или грапена в немецкой культуре. Об этом свидетельствуют данные музея Ваза и музея Стокгольма. Диаметр сосуда 17 см, объемом, примерно, на 2,5 литра, декор — горизонтальные полосы по внешней стороне, внутренняя сторона покрыта прозрачной глазурью. Особенным в сосуде стоит отметить его округлость формы. Сосуд больше похож на "надутый шар", окантовкой по внешней

стороне венчика, кроме трёх крупных стандартных горизонтальных полос, идёт плетёная полоса.



Илл.38 Фрагмент из немецкого каталога Ceramic 1000-1600

В6 Самый объемный грапен исследуемой группы. Аналоги были найдены по формообразующему признаку в музее Стокгольма. (Рис.39 Рис.40). Этот грапен выделяется не только внушительными размерами, но и огромной ручкой-носиком. В ручке отчётливо видно отверстие, в которое предположительно вставляли деревянные ручки или другие крепежи. Сам сосуд орнаментирован горизонтальными полосами, которые к донцу расширяются до предположительной стыковки ножек грапена. Внутренняя сторона покрыта прозрачной глазурью.



Илл.39 Илл.40 Экспонаты в музее Стокгольма. Аналоги В6.

Сосуд объемом в 3 литра и диаметром 19,5 см. В реконструкции сосуда можно наблюдать почти полную сохранность венчика и тулова и полное отсутствие донца.

Вероятно, что многие фрагменты могут быть найдены и в других музеях, что предоставлены в Госкаталоге Российской Федерации. Например, находки с экспедиций с судна «Архангел Рафаил» 2004г. можно увидеть в коллекции Государственного Эрмитажа.

Группа С

Группа С была сформирована по форме без ножек, с плоским поддонником, цвету глазури, или декору. С одной или двух сторон присутствует темно-зеленая, охристая глазурь или светло-зеленые точки. Тесто фрагментов различных оттенков охры. С внешней стороны венчики имеют декор из горизонтальных полос или точек. Вероятно, это широко раскрытые кастрюльки или чуть круглые миски.



Илл.41, 42 Подбор фрагментов миски С1



Илл.43, 44 Фрагменты, не формирующиеся в сосуды

По аналогам из Госкаталоге (рис.45) из государственного Эрмитажа, такая керамика распространена к XVI веку. Аналог зелёной миски С1 (первая полнопрофильная находка этой группы) был найден в подводных снимках ЦПИ РГО с места затопления судна «Архангел Рафаил». (рис.47)



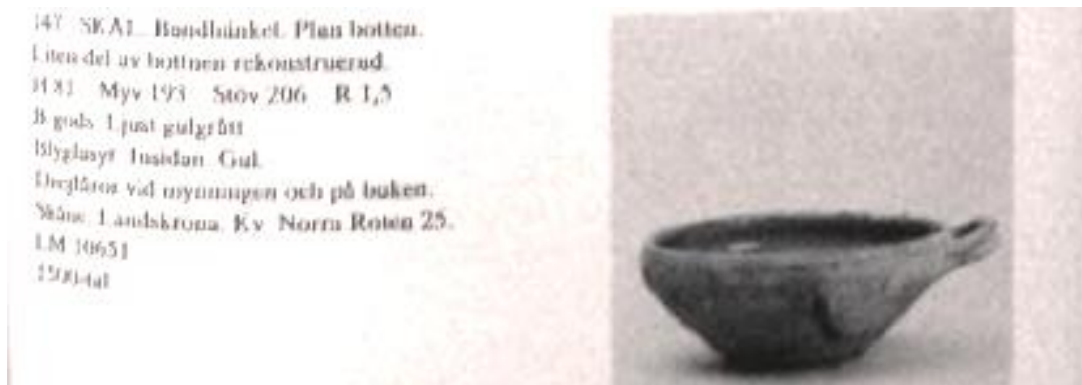
Илл.45 Аналог миски (Поливное блюдо) группы С из коллекции Государственного Эрмитажа XVв. КПГЭ 2000-2361/1

Илл.46 Экспонат №8 Кронштадтского исторического музея, пример с витрины.



Илл.47 Аналогичная целая миска на подводной фотографии РГО.

Второй полнопрофильный экспонат этой группы – небольшая миска или сахарница С2 со светлой глазурью с обеих сторон, на внешней стороне имеется точечный декор. Точного аналога этой сахарницы не было найдено.



Илл.48 Примерный аналог сахарницы, фото каталога Ceramic 1000-1600



Илл.49 Находки на судне «Архангел Рафаил». С пометками на аналогичные сосуды B5 и C1. Фото пресс-службы Русского географического общества, Центр подводных исследований ЦПИ РГО. ⁸²

⁸² Ссылки на фото: <https://raphail.urg-rgs.ru/> <https://digitaltmuseum.se/021025722796/gryta> и <https://digitaltmuseum.se/011024625216/gryta> и <https://digitaltmuseum.se/011024604377/gryta> и <https://digitaltmuseum.se/011024604407/gryt>

Найденные фрагменты группы В и С можно классифицировать по форме и отделке. Группа А сформирована по цвету теста. Они группируются в несколько выраженных форм горшков. Такие формы распространены на севере Европы, начиная с XIII века.

Реконструкция формы фрагментированных сосудов на основании реставрационного исследования и аналогов.

Для более точного понимания количества утрат были созданы графические работы, а также картограммы формирующихся с утратами объектов. Среди составленных форм только три сосуда имеют полный археологический профиль. Одни фрагменты формируют только венчик, другие фрагменты могут показать археологический профиль, но иметь большие потери, некоторые были сохранены почти без тулова. Поэтому если округлить в цифры число утрат, то сборка исследуемых фрагментов, найденных на затонувшем судне «Архангел Рафаил», равна 35-60% от общего объема сосуда.

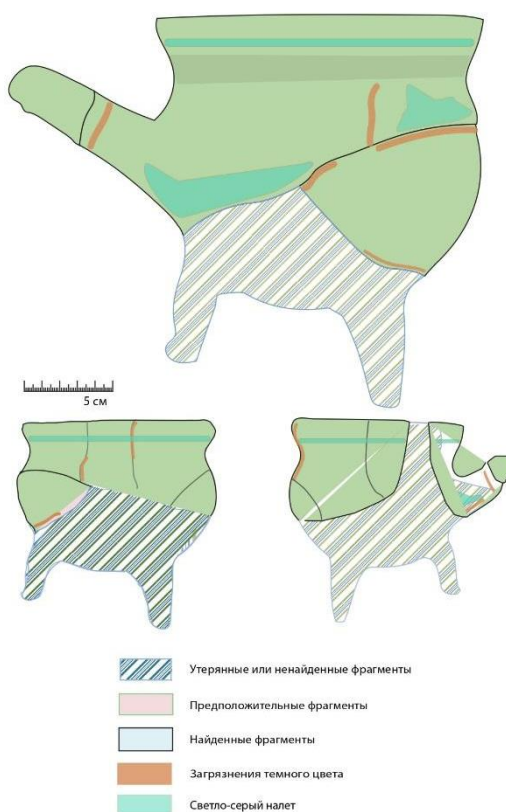
Черноглииный горшок группы А не имеет тулова. Неизвестно расстояние тулова от венчика до донца. В аналогах имеются как заниженные, так и завышенные сосуды. Предположительно сосуд имел 2 ручки, поскольку у венчика были найдены остатки от ручки. Также у придонной части есть небольшая ножка. Для примерной расстановки расстояния между венчиком и донцем была создана графическая реконструкция из склеенных фрагментов. (Рис.50)



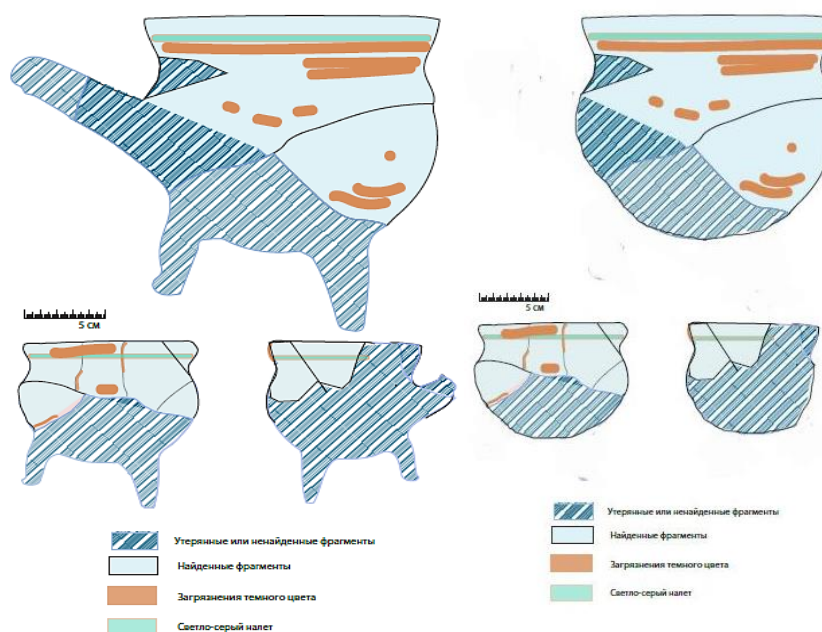
Илл.50 Фрагменты сосуда А. Графическая реконструкция формы.

Сосуды группы В. В этой части стоит рассматривать сборку сосудов по отдельности или попарно, через созданные картограммы утрат и степени сохранности.

Сосуд В1 и В2. По предварительной сборке оба сосуда В1 и В2 собираются около 40-50% от общей формы.

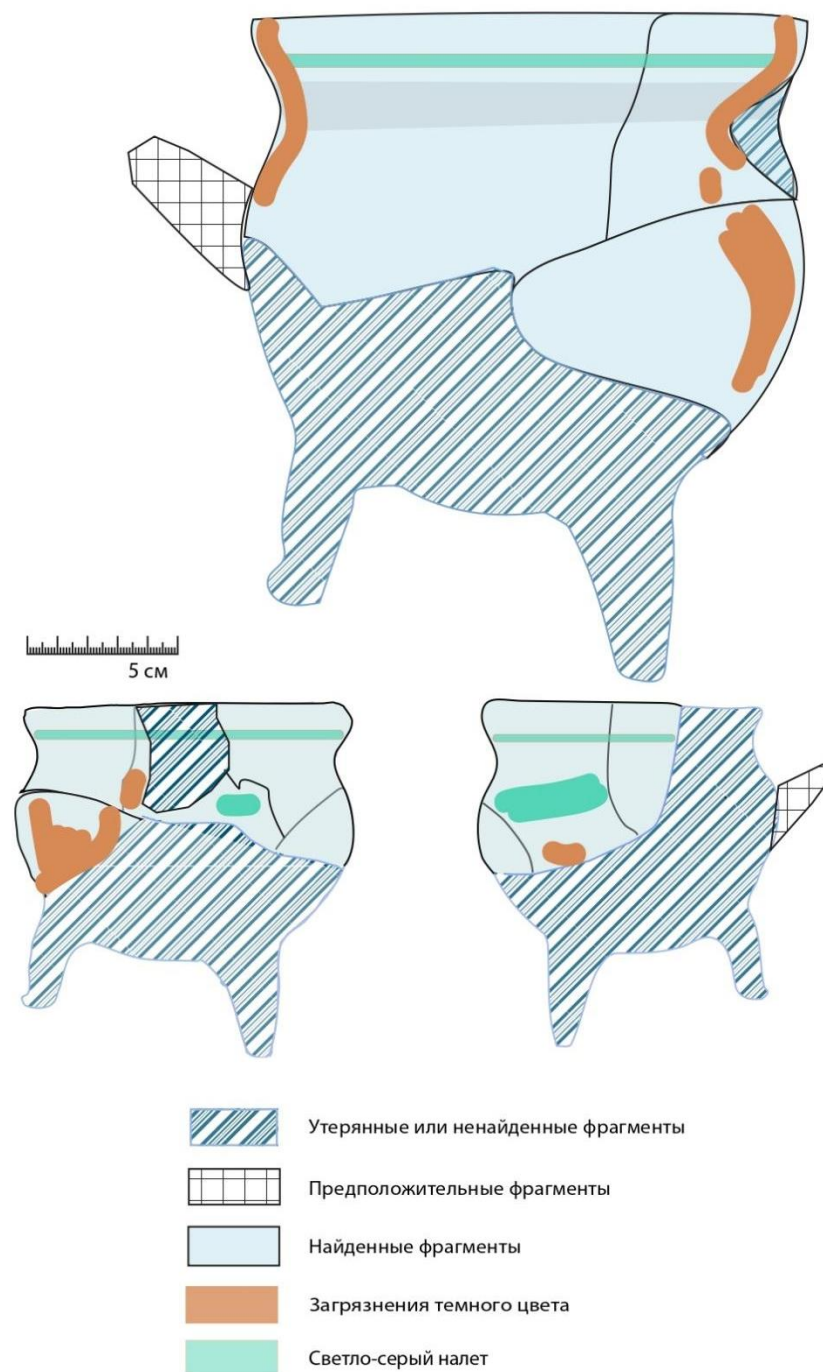


Илл.51 Картограмма утрат сосуда В1.



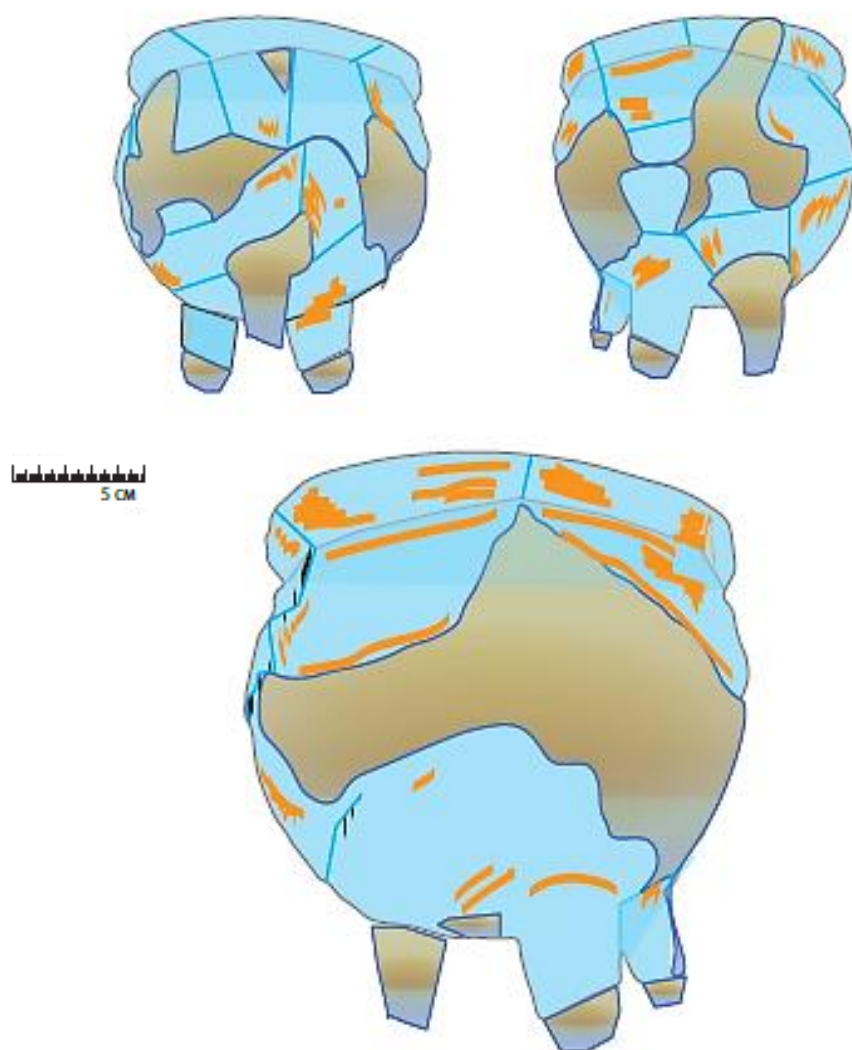
Илл.52 и илл.53 Картограммы утрат сосуда В2. Предполагаемые формы.

По идентичному аналогу (Рис.35,36) у сосуда В1 должны быть ножки, но они утрачены. У В2 также отсутствует донце с ножками, как можно видеть на реконструкции, полностью похожего аналога не было найдено.



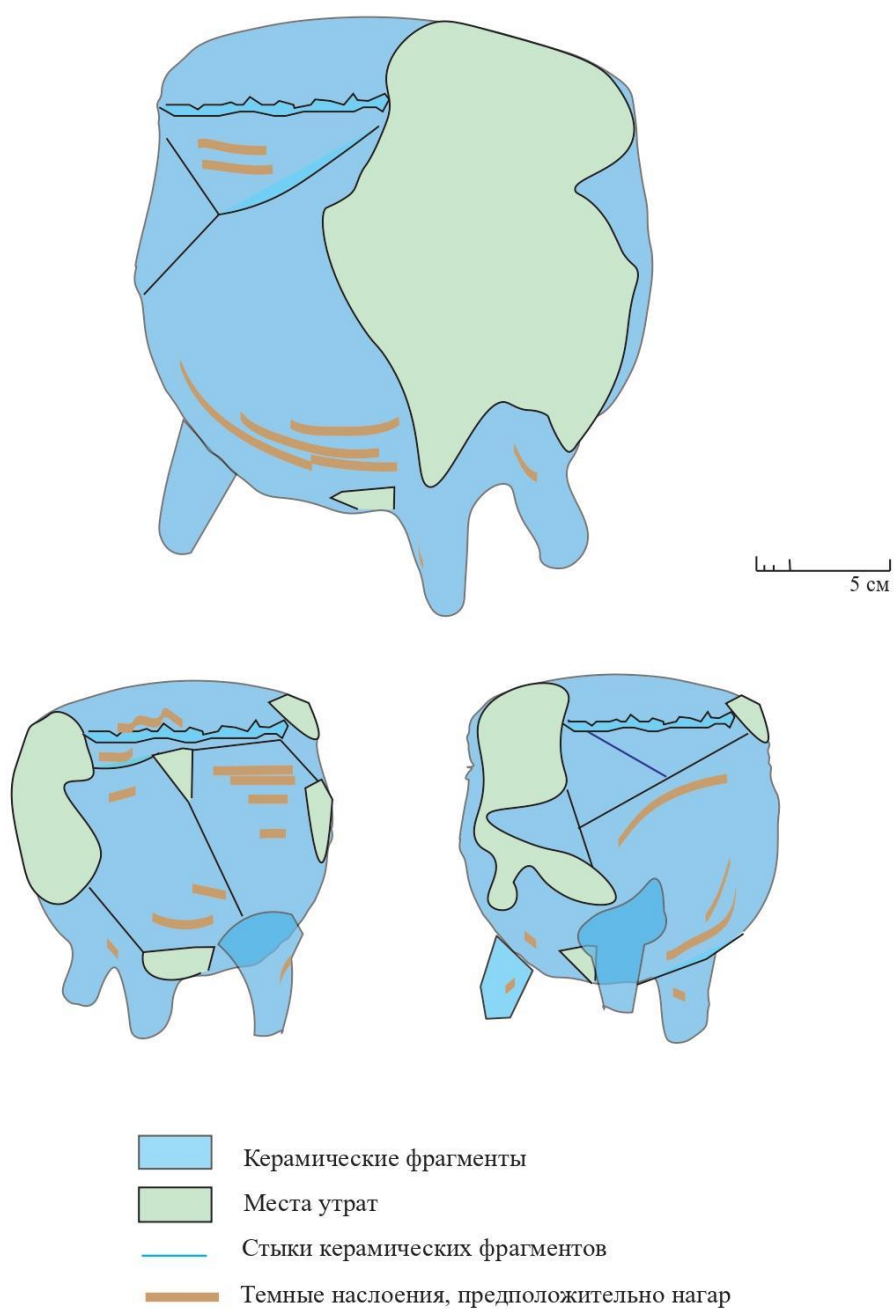
Илл.54 Картограмма сосуда В3.

У сосуда В3 носик и ручка отсутствует, но по аналогам они должны быть.
Собран на 40-45% от изначальной формы.



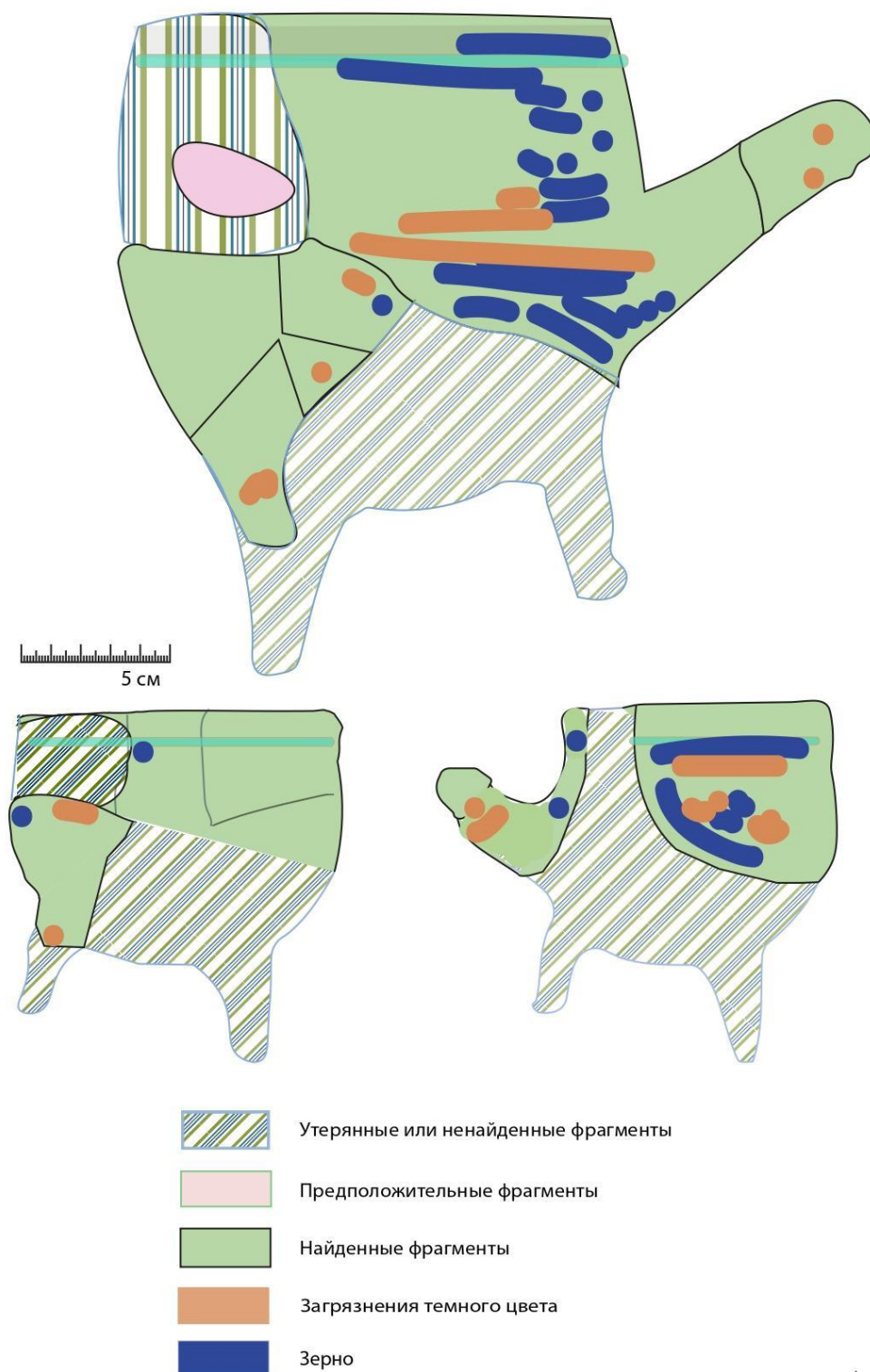
Илл.55 Картограмма Сосуд В4.

Сосуд собирается в полный археологический профиль с двумя ножками, собран на 70% от изначальной формы. Вероятно, у сосуда В4 не было ручки, поскольку не было найдено остатков ручки.



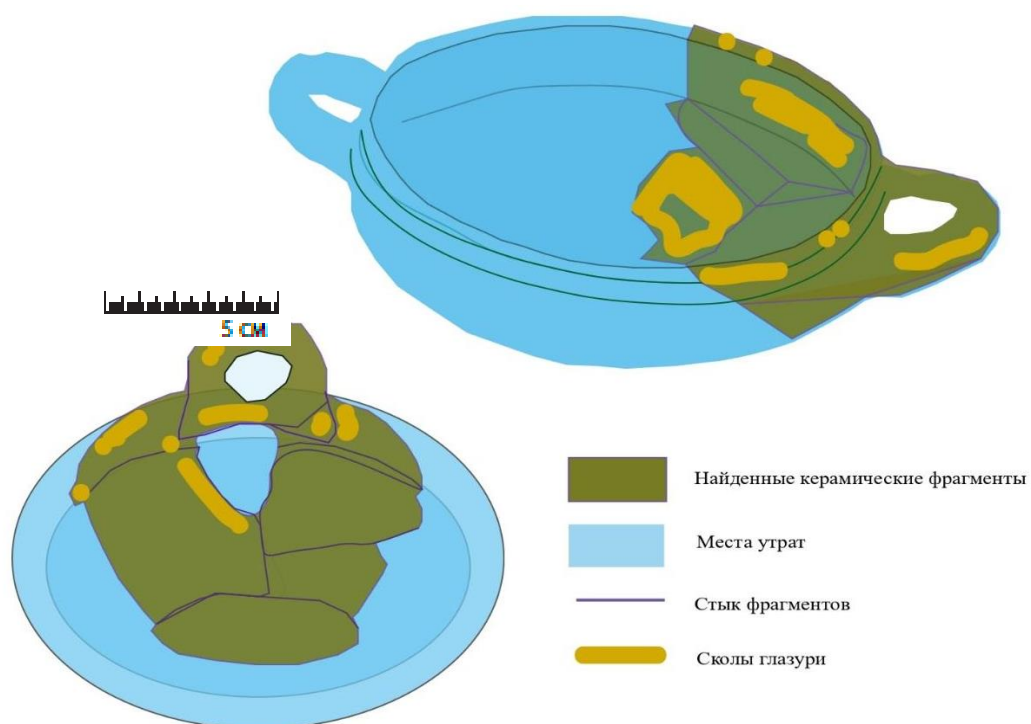
Илл.56 Картограмма сосуда В5

Сосуд собран на 85%. Имеет полный археологический профиль с тремя ножками, без ручки.



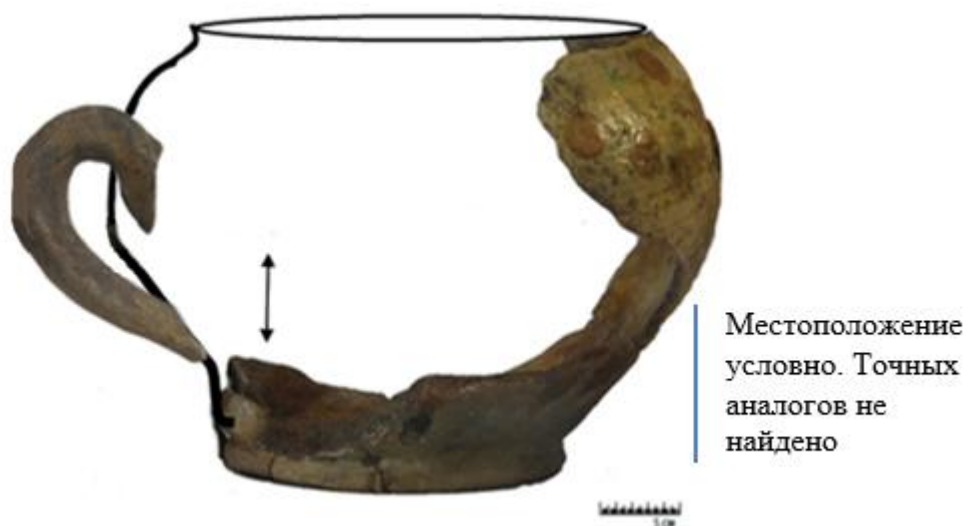
Илл.57 Картограмма сосуда B6.

Сосуд собран на 50-60%. Отсутствует донце и часть тулова. Есть небольшой фрагмент ножки.



Илл.58 Картограмма миски С1.

Миска собрана в полный археологический профиль, есть идентичный аналог.



Илл. 59 Графическая реконструкция сахарницы С2

Поскольку точного аналога сосуда С2 не было найдено, была сделана графическая реконструкция по фрагментам с предполагаемым расстоянием тулова.

2.2 Основные виды повреждений керамики с судна «Архангел Рафаил» в воде и причины их возникновения

Керамические предметы принято считать, как обожжённые изделия из природных глин, с добавлением минералов и добавок. Плотность спекания теста зависит от состава керамической массы и режима сплавления изделий. Для улучшения свойств глин применяются вещества, регулирующие излишнюю пластичность и температуру спекания, такие как обычный песок, кальцит, кремнезем, полевой шпат, известняк, шамот и другие.⁸³ Эти включения видны под микроскопом при изучении структуры теста. Специалисты атрибутируют мастерскую по производству керамических изделий по изучению применяемой глины. От состава и степени спекания напрямую зависит деградирование материала. Слабые, плохоспекшиеся черепки с огромным включением камней больше подвержены разрушению.

Керамические артефакты подлежат внутренним и внешним факторам воздействия. К внутренним факторам относят структурные изменения характеристик материала. Внешние факторы разделяют на две основные группы: естественные (т.е. физические, химические, биологические) и механические, созданные деятельностью человека.⁸⁴

Находки, частично выступающие из воды, могут прореагировать на понижение температуры и фрагментарно разломаться и раскрошиться вглубь трещин и по поверхности. Это происходит из-за перехода влаги внутри артефакта в твердое, замороженное состояние. На черепке могут образоваться наслоения при взаимодействии с почвой, песком, илом и другими загрязнителями, а также возникнуть кальцинированные соли в виде

⁸³ А.С. Сахарова Материалы и технология изготовления керамических масс и изделий Ханты-Мансийск 2013 – 230с.

⁸⁴ Андреева Л.Н. Реставрация музейной керамики / Л.Н. Андреева , А.С. Антонян [и др.] – ВХНРЦ, М., 1999 —144 с.

наростов. При подъёме из воды адаптация артефакта должна проводиться плавно.

Вода взаимодействует с керамическим объектом на физическом и химическом уровнях. Как говорилось ранее, вода, особенно с повышенной кислотностью, наиболее встречающийся фактор деградации археологической находки. Растущий уровень CO_2 привел к повышению концентрации ионов водорода в океане, увеличивая кислотность морской воды и снижая ее pH (уровень кислотности). Среднее снижение уровня pH в поверхностных водах мирового океана уже составило приблизительно 0,1 единиц pH (OSPAR, 2005c). Химической реакцией в кислой среде считается растворение некоторых компонентов состава керамического теста, с последующим выщелачиванием водой кальция. Вещества, которые вызывают особую обеспокоенность в связи с их вредным воздействием на морскую среду, содержат металлы, например, кадмий, свинец, ртуть, цинк и медь, а также CO_3 . Концентрации некоторых вредных веществ в Балтийском море по-прежнему иногда в 20 раз выше, чем в северо-восточной Атлантике.⁸⁵

В добавок, в воде существуют растворимые соли: хлориды, сульфаты, нитраты, их ещё называют мигрирующие соли. Сульфаты и нитриты имеются в пресной воде, образуюсь при взаимодействии с органическими веществами; а хлориды появляются и в составе морской воды.⁸⁶

Физическим свойством воды считается циклический переход ее из жидкого состояния в твердое, кристаллообразное. Лед заполняется в порах большим объемом, чем вода в жидком состоянии, поэтому затвердевание воды в тесте керамики разрушает структуру до полного уничтожения.

⁸⁵ Морская среда и прибрежные районы, защита окружающей среды, четвертая оценка вып. №05 —205с.

⁸⁶ Donny L. Methods of Conserving Archaeological Material from Underwater Sites / Hamilton Revision, Conservation of Archaeological Resources I 1999.— С. 11-14

Во время подъема находок из воды с перепадом температуры и относительной влажности, миграционные соли кристаллизуются в иглы и снова гидролизуются. Процесс «преобразования» солей быстрый, а спекшийся керамический черепок не пластичен, из-за чего тесто находки подвержено структурной деформации и возможному рассыпанию. Твердые соли изнутри доходят до верхнего слоя сосуда, где скапливается максимальная кристаллизация солей. Этот процесс вызывает крошение глазурного слоя и теста. Финально изделие может разрушиться из-за внутренних напряжений. Поэтому необходимы стабильные условия транспортировки и хранения, а также, вероятное, обессоливание находок.

Вылезаемые на поверхность дна находки, особенно страдают из-за абразивного воздействия песка. Его части двигаются как «пескоструи», гладко полируя предмет. Трение сглаживает торцы керамики, часто до полного истирания, что осложняет дальнейший подбор фрагментов.

Еще к естественным формам воздействия относят микробиологические повреждения. Плесень и грибы развиваются во влажной среде, вследствие нарушений норм хранения. При климатических изменениях и значительных перепадах частички пыли и разные органические включения создают условия для грибковой коррозии на поверхности предмета. Сохраняются микробиологические агенты с отсутствием вентиляционного продува и наличием высокой влажности. Споры грибов со временем могут маскировать цвет керамики. У микроорганизмов продукты обмена веществ выводятся в виде органических кислот, которые на химическом уровне уничтожают структуру предмета и уменьшают его прочность. В воде водоросли выделяют биохимический эффект секреции, которая растворяет керамическую породу. Морские жители (моллюски, улитки, рыбки, черви) влияют на поверхность находки механическим воздействием, проникая в структуру челюстями.⁸⁷

⁸⁷ Donny L. *Methods of Conserving Archaeological Material from Underwater Sites / Hamilton Revision, Conservation of Archaeological Resources I 1999.* – С. 11-14

Хрупкость керамики заключается в том, что часто черепок имеет пористую структуру и в результате многие внешние воздействия могут быть губительны. Большая пористость сильнее подвержена деградации. Пористая поверхность удобна для морских обитателей, которые могут проникать в структуру объекта и разрушать его изнутри.

Немного иначе глазурь на находках взаимодействует с подводными обитателями. При обжиге полива (стекловидное вещество) спаивается с керамической подложкой, формируя цельное тело. В этом случае создание карбонатных, органических и других деструктивных отложений, характерных для подводных находок, появляется лишь на поверхности, не проникая в поры объекта.

Большая часть исследуемых фрагментов имеет глазурованную поверхность. Только группа А, изготовлена из сыпучего черного теста и без поливы. Эти фрагменты находятся в более разрушенном состоянии. Торцы замылились, в порах имеются загрязнения.

При нарушении обжига глазурованных изделий, на поврежденной поливе могут образоваться трещины, которые в дальнейшем могут быть средой для проникновения воды, хлористых солей и других примесей. Со временем это может привести к отслоению глазурованного слоя от керамической основы.

Многие из существующих факторов послужили причиной нынешнего состояния сохранности.

Причины повреждения фрагментов на момент поступления:

1. Фрагменты в стрессовом состоянии при изъятии из воды
2. Расколоты на различные части
3. Некоторые торцы замылены водой

4. Первые экспедиции не обессоливали фрагменты, поэтому из-за изменений температуры потрескался глазурованный слой, когда миграционные соли выходили наружу
5. Испачканы в иле, дегте, еде, налетах
6. Исследуемые фрагменты ослаблены отсутствием постоянного, стабильного хранения

Все перечисленные факторы влияют на физическое состояние фрагментов в настоящий момент. Первой выделенной причиной является изъятие артефактов из водной среды. Это наиболее стрессовый для материальной структуры этап работы с находками. При изъятии фрагменты меняют среду залегания, вступают во взаимодействие с кислородом. Наличие хлористых солей в структуре керамического теста чаще всего негативно влияют на сохранность предмета. Наличие миграционных солей возможно наблюдать при визуальном рассмотрении. На некоторых фрагментах видны белые точки. Сложно предполагать являются ли эти включения солями до проведения точечного исследования с использованием бинокулярного микроскопа измерении солемером, дифракционного анализа. Предположительно, кораблекрушение стало одной из причин фрагментации керамических предметов. Вероятность разломов фрагментов после изъятия - исключены, поскольку торцы не имеют свежих сколов. Но резкое изъятие находок может привести к яростному отслаиванию структуры черепков. Эту деформацию можно наблюдать у фрагментов группы А.

Сложность работы с исследуемыми фрагментами в их количестве. Фрагменты со временем могли изменить цвет и фактуру от загрязнений, обточиться водой или отколоться кусками керамики. Поэтому при подборе фрагментов многие грани не очевидны в стыковке торцов. Сложно сразу группировать и подбирать фрагменты к одному предмету. С большим количеством разнородных керамических фрагментов работает похожая схема подбора, но с одним отличием, вероятно, что при изъятии/бытовании

несколько фрагментов утеряны и отсутствуют в работе, поэтому вероятность собрать целостный сосуд уменьшается.

Из перечисленных групп самые утерянные фрагменты группы С. В зависимости от состава и плотности теста – вода может по-разному влиять на керамику. Торцы у этой группы были замылены не у всех фрагментов, а только у определенных – зеленых глазурованных мисках. Вероятно, состав теста этих мисок из мягких пластичных материалов или плохо обожжённого теста.

Если хранить глиняные предметы в неблагоприятных условиях, изделия могут дополнительно получить физические повреждения: бой, утраты частей, появление сквозных или пружинящих трещин, впадин и царапин, повреждение фактуры и декоративных слоев, сколов и отслоения глазури, а также загрязнения от песка, ила, дегтя, нагара и жира. Консервируемые фрагменты имеют черные, тёмно-серые наслоения, предположительно, осадочного характера (возможно, ил, деготь), а также несколько наслоений светлых цветов (например, еда, грибковые или известковые наслоения). Сложно предполагать, из чего состоят наслоения без проведения должных исследований.

Некоторые повреждения не убрать при реставрационном вмешательстве, но они и не угрожают сохранности артефакта: цек, пузыри и вздутия в тесте и на поверхности глазури; пережог или выгорание теста или надглазурной краски. Многие поливные фрагменты имеют цек, различные точечные включения, наподобие камней. Если в этих изъянах нет загрязнений, мешающих поддержанию стабильного состояния сохранности, то они не требуют отдельного внимания в консервационной работе. Дефекты, обязательные для реставрационного вмешательства, такие, как трещины, сколы и т.д., являются причинами гибели хрупкого объекта. В археологической керамике частым явлением бывают трещины с вероятно последующими сколами. Это связано с хрупкостью пористого теста,

прорастанию различных включений, типа корешков и водорослей, остатков раковин от моллюсков во впалях и углублениях. У многих исследуемых фрагментов имеются сколы и трещины. Темно-зелёные глазури отслаиваются от теста, имеют пузыри, цек по поверхности и сколы, возможно, что при изготовлении предмета была нарушена технология изготовления.⁸⁸

Миска, глазурованная с двух сторон (предмет группы С), и полнопрофильный грапен (из группы В) имеют сколы по краям и пузыри глазури. Необходимой мерой сохранения глазурованного слоя становится укрепление.

Неизвестно после изъятия фрагментов, были ли дополнительные повреждения фрагментов, до передачи в реставрационную лабораторию. К сожалению, после экскавации, фрагменты не существовали в стабильной среде, были подвержены перемещением без постоянного места хранения. Из документов о передаче фрагментов изначально описано хранение в Русском географическом обществе в Санкт-Петербурге. Позже после открытия мастерской ЦПИ РГО в городе Кронштадт на базе Кронштадтского исторического музея фрагменты 2004, 2014 годов подъемов переместили в эту лабораторию. Там они хранились до конца 2017 года, пока не были частично отданы в реставрационную мастерскую СПбГК для проведения консервационных мероприятий. В мастерской были составлены необходимые мероприятия по проведению предреставрационных исследований и сформулирован предварительный план консервационных работ. Исследования не проводились и фрагменты лежали в стабильных условиях больше года.

Следующий этап работы с фрагментами был произведен в рамках этой диссертационной работы. Фрагменты были переданы в ведение СПбГУ на кафедру реставрации с возможностью проведения необходимых

⁸⁸ Donny L. Hamilton Ceramic Firepots/Conservation Research Laboratory Research Report Texas: Nautical Archaeology Program, 1997. - С. 24-27

исследований с последующими консервационными мероприятиями. Перемещение из мастерской в мастерскую также является отсутствием постоянного места хранения. Завершающим этапом сбора керамического материала является проведение осенней экспедиции 2020 года ЦПИ РГО в части корабля, где находилась кухня. Оставшиеся фрагменты из раскопа 2020 года были перемещены в декабре этого же года из лаборатории Кронштадтского музея в мастерскую СПбГУ. За счёт новых найденных фрагментов пополнилась база для сборки полнопрофильных сосудов.

Стоит помнить, что вмешательства в структуру объекта должны быть задокументированными и по возможности минимальными. Все фрагменты подлежат консервации с частичным обессоливанием некоторых фрагментов. По данным реставратора Романа Юрьевича Прохорова фрагменты, найденные в 2020 году, были обессолены в экспедиционных условиях в пресной воде.

Артефакты — это исторические документы, поэтому каждое вмешательство в исторический материал изменяет дальнейшие результаты в исследовательской работе. Деграцию керамики стоит рассматривать на уровне механических повреждений и химических изменений. Специфическими механическими повреждениями подводно-археологических объектов считается: абразивное воздействие песка, особенно на торцах фрагментов, отложение донных останков, вымывание структурных элементов. Стоит помнить, что артефакты, сменяемые водную на воздушную среду, уязвимы для дополнительного урона.

2.3. Предреставрационные технико-технологические исследования археологической керамики с судна «Архангел Рафаил»

Перед составлением и проведением реставрационных мероприятий необходимо проведение предреставрационных исследований. Для их

реализации были применены доступные неразрушающие методы: визуальный осмотр памятника, оптическая микроскопия, измерение водорастворимых солей.

К доступным методам исследований, в зависимости от способа и количества отбора проб, рассматривались в применении: Рентгено-флюоресцентный анализ (РФА); Инфракрасная, Рамановская спектроскопии.

С помощью этих методов можно предполагать о наличии веществ органического характера (ил, деготь, остатки еды), а также неорганических примесей в тесте.

2.3.1 Микроскопия

Относительно доступным неразрушающим методом для исследования реставрируемого памятника является микроскопия. Выбор микроскопа зависит от того, какое исследование будет проводиться и на какой конечный результат есть расчет.

Цель исследования— изучить фрагменты: поверхность теста, природу наслоений, наличие солей.

Поставлены задачи:

- Исследовать покрывной слой загрязнений, его площадь
- Выявить кристаллы растворимых солей, идентифицировать естественные и искусственные добавки теста
- Выявить микроструктурные особенности включений

Для исследования наиболее применим бинокулярный микроскоп, с помощью которого можно выявить признаки и особенности объекта, скрытые от обычного визуального наблюдения. Используется стандартное

увеличение в 50 крат. Такой вид микроскопа относительно не дорогой, поэтому он распространен во многих учреждениях.⁸⁹

Изучение предмета также возможно при помощи разновидности бинокулярного микроскопа – стереомикроскопа. Он предназначен для тонких работ, что необходимо для определения состояния сохранности живописного произведения, вид глазурованной поверхности. Из-за большого рабочего расстояния микроскопа легко выявить степень прежних реставрационных вмешательств.

Государственный Эрмитаж обладает схожим специализированным оборудованием. Фрагменты с Архангела Рафаила были исследованы под стереоскопическим микроскопом CARL Zeiss Stemi 2000 C, микроскоп позволяет увидеть микроструктуру керамических образцов (увеличение, 10–160 крат, окуляры WF10x, WF20x).

Позже фрагменты перепроверялись на более мощном микроскопе (Olympus BX51, увеличение объектива 5-20 крат, окуляры 10x., с фотокамерой) на базе Ресурсного центра СПбГУ «Оптические и лазерные методы исследований».

Под микроскопом изучались образцы миграционных солей, светлых и темных наслоений. Из нескольких десятков типологически схожих фрагментов были выбраны по одному фрагменту с наиболее наглядными наслоениями. Под микроскопом были исследованы светло-зеленые наслоения, зерновые культуры, остатки, предположительно, ила и дегтя. Наслоения характеризуются специфической окраской, состоят из минеральной основы (минеральных включений, солей), органоминеральных соединений и, вероятно, органического вещества (дегтя и ила) в различных стадиях сохранности и переливов, а также растительных остатков (зерен).

⁸⁹ Хорошун Т. А. Результаты петрографического исследования керамики среднего неолита – раннего энеолита Карелии (рубеж V-IV – начало III тыс. до н.э.). Актуальная археология 3. Санкт-Петербург, 25-28 апреля 2016 г. СПб.: ИИМК РАН. 2016. С. 132–136.

Под микроскопом были рассмотрены остатки зерновой культуры на поверхности керамики и соотнесены с базой зерновых культур. (рис.60,61)



Илл.60 Примеры вариантов зерна.

Илл.61 Образец зерна с фрагмента В14, визуально схожа с рожью.

Окраска минеральных соединений варьируется от белого, светло-зеленого до охры.⁹⁰ Органические соединения от серого матового до темно-серого с глянцем. Следы имеют неоднородный, плотнокроющий, поверхностный слой, без внедрения в структуру черепка, не считая некоторых пор в тесте.

⁹⁰ Хорошун Т. А. Актуальная археология 3. Санкт-Петербург, 25-28 апреля 2016 г. СПб.: ИИМК РАН. 2016. С. 132–136.



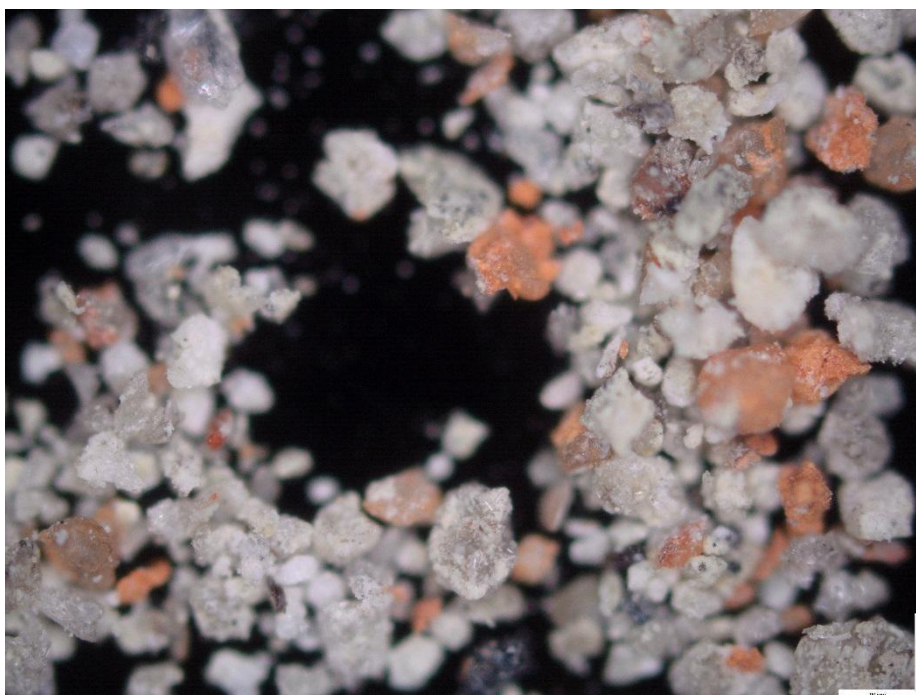
Илл.62 Поверхностные наслоения фрагмента В22, донные отложения, предположительно ил увеличение 5 крат.

Контакт поверхностных наслоений с черепком статистический, отсутствует динамика передвижения наслоений. Локализуются преимущественно с одного боку, больше с внешней, неглазурованной стороны. Местами отсутствует четкость границ локализуемых участков наслоений.

Из наслоений иногда виднеется тесто керамического черепка с каменными включениями. В результате изучения определены предположительные минеральные составы формовочных масс (компонент глины и отощитель). К естественным добавкам отнесены каменные включения, вероятно, кварц. (Информация уточнялась через исследование образцов в РФА) Само тесто у группы В имеет охристый цвет по структуре и имеет продольные полосы от гончарного круга, пористость.



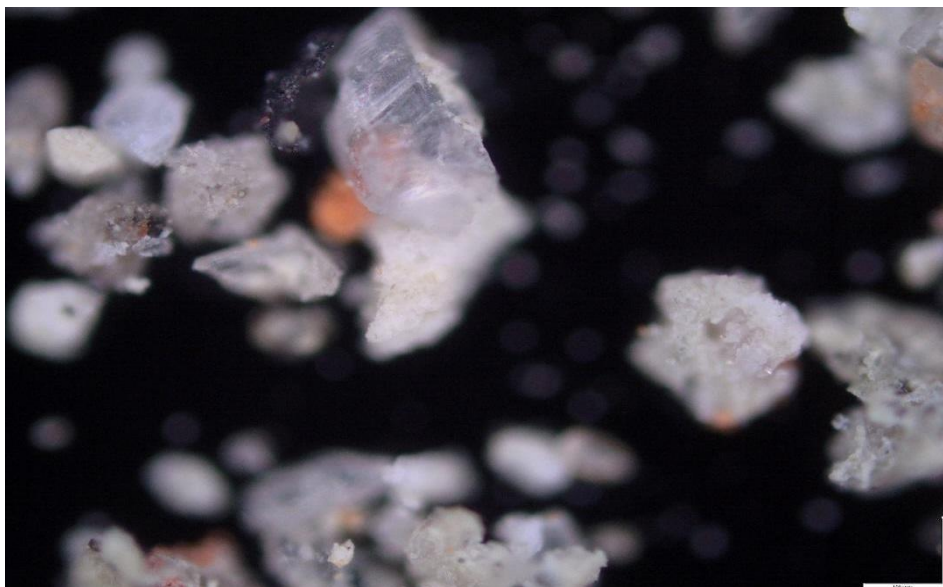
Илл.63 Тесто группы В под микроскопом с объективом 5 крат.



Илл. 64 Фотография образца теста В 71.1 полученная под микроскопом с объективом 5 крат, темное поле.

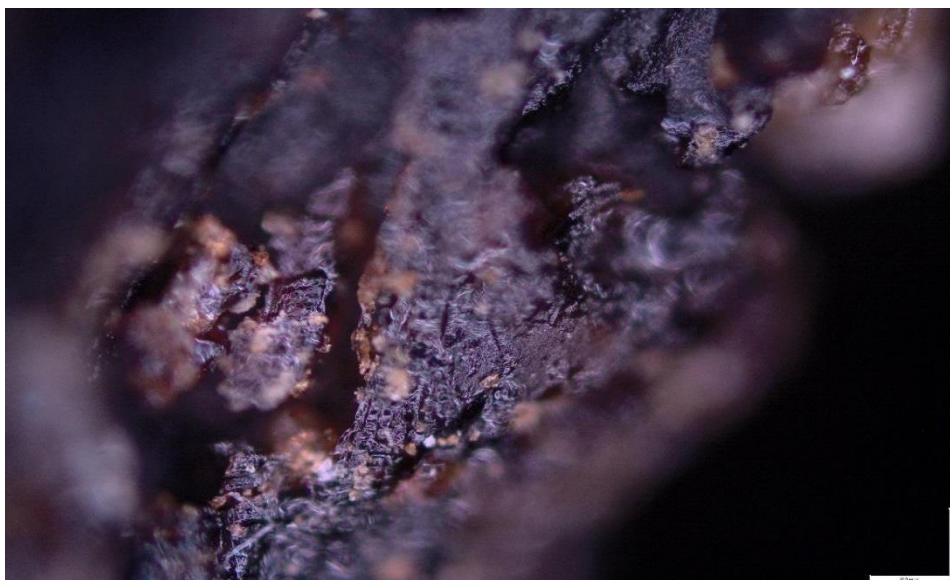
При увеличении в 50 крат на некоторых фрагментах (у группы В, сосуда В3 и группы С) были видны кристаллические соли (рис.65). Внешне они похожи на ромбовидную светло-белую решетку. Соли видны мелкими кристаллами на поверхности. Данное наблюдение в дальнейшем легло в

основу подготовки реставрационного задания, необходимости проведения работ по обессоливанию фрагментов.



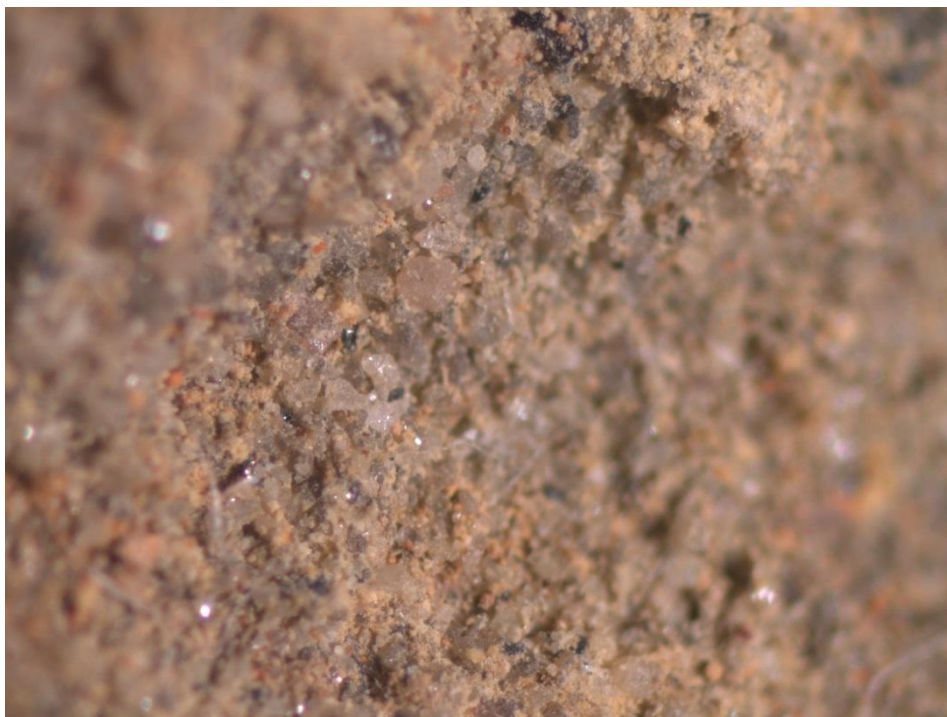
Илл.65 Фотография образца В 71.1 полученная под микроскопом с объективом 10 крат, темное поле.

Под микроскопом были видны темные с переливом наслоения, предположительно деготь.



Илл.66 Фотография образца В82 полученная под микроскопом с объективом 10 крат, темное поле.

Следов биологических агентов через микроскоп не обнаружено. У фрагмента группы В, сосуда В3 светло-белое загрязнение не имеет внешнюю схожесть с грибковыми наслоениями.



Илл.67 Белое наслоение на поверхности сосуда В3 увеличение 5 крат.

Результатом исследований под стереоскопическим микроскопом является обнаружение кристаллов солей. Были рассмотрены зерновые культуры, по сравнительным снимкам различных групп зерновых культур. Под микроскопом выявлено, что исследуемое зерно — рожь. Визуально изучен состав теста: имеется основная масса и каменные включения.

2.3.2 Проверка на наличие миграционных солей

После проверки фрагментов под микроскопом было выдвинуто предположение, что в составе теста присутствуют хлористые, растворимые в воде соли.

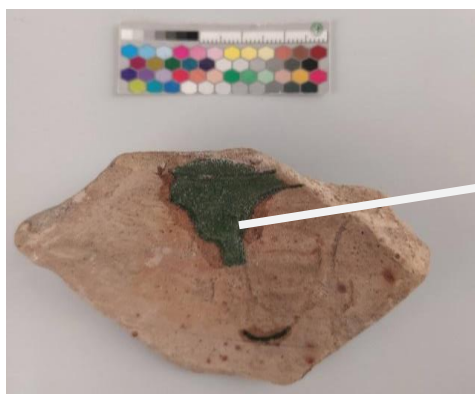
Цель исследования: определить наличие солей в структуре фрагментов с судна «Архангел Рафаил».

Задачи исследования:

- выявить наличие растворимых солей
- предположить концентрацию солей в черепках

- выявить наиболее подходящий метод обессоливания для исследуемой керамики

Перед обессоливанием проводился визуальный осмотр на поиски солей. Через микроскоп Olympus были обнаружены кристаллы, предположительно, хлористых солей. Эти соли растворимы в воде. Также проводился осмотр находок на наличие карбонатных наслоений. Нерастворимые соли на поверхности отсутствовали.



Илл.68,69,70 Рабочий процесс поиска растворимых солей. Микроскопия на Zeiss.

Несколько позднее, при проведении дополнительных исследований на элементный состав теста были найдены нерастворимые гипсовые соли. Визуально на поверхности они обнаружены на нескольких фрагментах в виде

точечных белесых наслоений, изначально маскировавшихся под биоповреждения.

Практическая проверка на растворимые соли. Из числа крепких фрагментов выбирается 2 образца. Каждый фрагмент помещается в пластмассовую емкость с дистиллированной водой, превосходящей объект по объему в несколько раз (6 или более, если не обеспечивается полное покрытие поверхности объекта водой). Необходимо следить, чтобы объем дистиллированной воды для фрагментов в процессе выявления солей оставался постоянным: пластмассовая емкость закрывается пищевой пленкой, чтобы свести к минимуму испарения воды.

Через час наличие солей в воде проверялось двумя способами:

- аргентометрическим способом (качественный анализ)
- изменением солемером (количественный анализ)

Для проверки был проведен аргентометрический способ исследования на основе химической реакции солей 0,5 Нитрата серебра (AgNO_3). Перед измерением загрязненная вода отбиралась в пробирку емкостью 8-10 мл. В пробирку заливалось небольшое количество соленой воды с добавлением нескольких капель нитрата серебра. В пробирке образовался белый осадок.

Для подтверждения информации и проверки на количество солей был проведен тест Солемером. При проверке реакции выявлены водорастворимые соли в черепке. Показания прибора варьировались от 160-250 ppm до питьевого 100–150 ppm, что тоже неидеально по солевому составу, но наиболее распространено по фразе «промыть под проточной водой».



Илл.71, илл.72 Проверка солей аргентуметрическим способом и солемером.

Была проверена проверка на количество миграционных солей каплей AgNO_3 , а также солемером в дистиллированной воде 4,5-6,5 мг/л.

Результатами исследований стало выявление хлористых солей. Из проведенных экспериментов и на основании изучения литературных данных можно применять обессоливание с периодической сменой дистиллированной воды равный 12-14 дням через день. Перед уточнением количества дней и частоту смены воды, необходимо провести исследование солемером и микрохимический анализ на наличие солей во время обессоливания засоленного пробного образца из коллекции.⁹¹

К сожалению, многие существующие методы исследования керамики включают многоподходность и подразумевают разрушающие действия, только так возможно составить полное представление о составе и свойствах материала. **Но в приоритете диссертационной работы неразрушающие исследования.**

⁹¹ Андреева Л.Н. Реставрация музейной керамики / Л.Н. Андреева, А.С. Антонян [и др.] – ВХНРЦ, М., 1999 —144 с.

2.3.3. Рентгенфлуоресцентный и рентгендифракционный анализ

Цель частично разрушающих исследований — проведение анализов на элементный и молекулярный состав веществ: наслоений и включений керамического теста, сосудов, поднятых с судна «Архангел Рафаил» (минералов и наполнителей).

Задачи исследований состоят в изучении состава материалов отобранных проб в целях выработки оптимальных методик консервации, а именно:

- определить качественный состав веществ образцов.
- определение наслоений неорганического характера, таких как железо или пигменты;
- определение состава керамических масс у крошащихся или затертых сосудов.

Отбор проб производился со всеми методическими рекомендациями по снятию, сбору и упаковке проб, с использованием средств индивидуальной защиты: медицинские перчатки, чистое рабочее место, стерильные рабочие инструменты.⁹² Условием отбора было поиск проб, без вреда объекту, которые можно измельчить в порошок, если это необходимо для измерений.

Выбранный образец помещался на светлую поверхность. В месте, где было наибольшее скопление интересующих поверхностных наслоений, производилось снятие с помощью скальпеля до порошкообразного состояния. Отбор ссыпался в полиэтиленовый пакет, запечатывался. На пакете помещалась этикетка с номером фрагмента, описанием пробы и предполагаемое проводимое исследование. Пробы, которых было в достатке делились на две части и помещались в два пакета с пометкой прохождения нескольких исследований.


⁹² ГОСТ Р 57424 2017

Пробы отсылались в два ресурсных центра Оптические и лазерные методы исследования вещества (ОЛМВИ) и Рентгенодифракционные методы исследования (РМИ) Санкт-Петербургского государственного университета.

Для подачи заявления в центры все пробы фиксировались в отчёте в виде таблицы с кратким описанием вида пробы, фотографии и номером фрагмента. (Таб 1,3)

Таблица 1 Рентгеноструктурный (XRD) и рентгенофлуоресцентный анализ (XRF):

фото	название	проба
	A2.2 (черный венчик)	1. взят черный переливчатый налет
	A5 (маленький тонкий)	2. взят оранжевый налет
	B11 (большой с носиком)	3. переливчатое напластование
	B14.2 (венчик с зерном)	4. взято зерно и взято темное матовое наслоение, предположительно ил
	B22 (Донце, с чёрным)	5. взято чёрное матовое наслоение (возможно, ил)
	B23 (тулово ребристое)	6. взято желто-оранжевое загрязнение, вероятно железо
	B72.2 (большой кирпич)	7. взято белое как грибок наслоение
	C59.2 (венчик со светлым пятном)	8. взято светлое пятно, предположение на молоко

	С93 (венчик зел.)	9. темно-зеленое наслоение на торце
-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------	-------------------------------------

Для каждого исследуемого фрагмента был присвоен именной номер. Для удобства была составлена таблица с изображением, названием фрагмента, и кратким описанием собранных проб. (табл.1)

Рентгенодифракционные методы исследования⁹³

Цель исследования: Методами спектроскопии рентгенодифракционного и рентгенофлуоресцентного анализа определить состав основных веществ, входящих в подготовленные пробы.

Задачей данного исследования было определить элементный состав теста, наличие грибковых наслоений, деградации глазурного слоя.

Рентгеновская дифрактометрия применяется для идентификации веществ, с кристаллическим строением решетки. Дифрактометрия пропускает рентгеновские лучи в межатомное расстояние кристаллов вещества. Идентифицируемые элементы отображаются в виде рентгеновского снимка или электронно в графических таблицах.

Присутствующие минералы определяются путем сравнения проб со стандартными эталонными образцами. В данной исследовательской работе сравнение результативных пиков проводилось с базой данных ICDD за 2011 год.

В результате дифрактометрии были выявлены качественные составы теста керамических фрагментов, а также включений, появившихся в процессе археологизации. Количественный анализ не проводился.

⁹³ Рентгенодифракционные методы исследования № заявки: 103-19659

Проведенный анализ показал содержание в пробах следующих минералов:

Quartz (Кварц)- SiO_2

Albite (Альбит) - $\text{Na} (\text{Al Si}_3\text{O}_8)$

Microline (Микролин) - $(\text{K, Na}) \text{Al Si}_3$.

Muscovite- (Мусковит) - $\text{K Al SiO} (\text{OH})_2$

Richterite (Рихтерит) - $\text{NaCa Mg}_5 (\text{Si}_8\text{O}_{22} (\text{OH})_2)$

Gypsum (Гипс) - $\text{Ca}(\text{SO}_4) (\text{H}_2\text{O})_2$

Birnessite (Бернесит) - $\text{K Mn O}_2 (\text{H}_2\text{O})$

Shannonite (Шанонит) - $\text{Pb}_2 \text{O} (\text{CO}_3)$

Tamarugite (Тамаругит) - $\text{Na Al} (\text{SO}_4)_2 (\text{H}_2\text{O})_6$

Jarosite (Яросит) - $\text{K Fe}_3 (\text{SO}_4)_2 (\text{OH})_6$

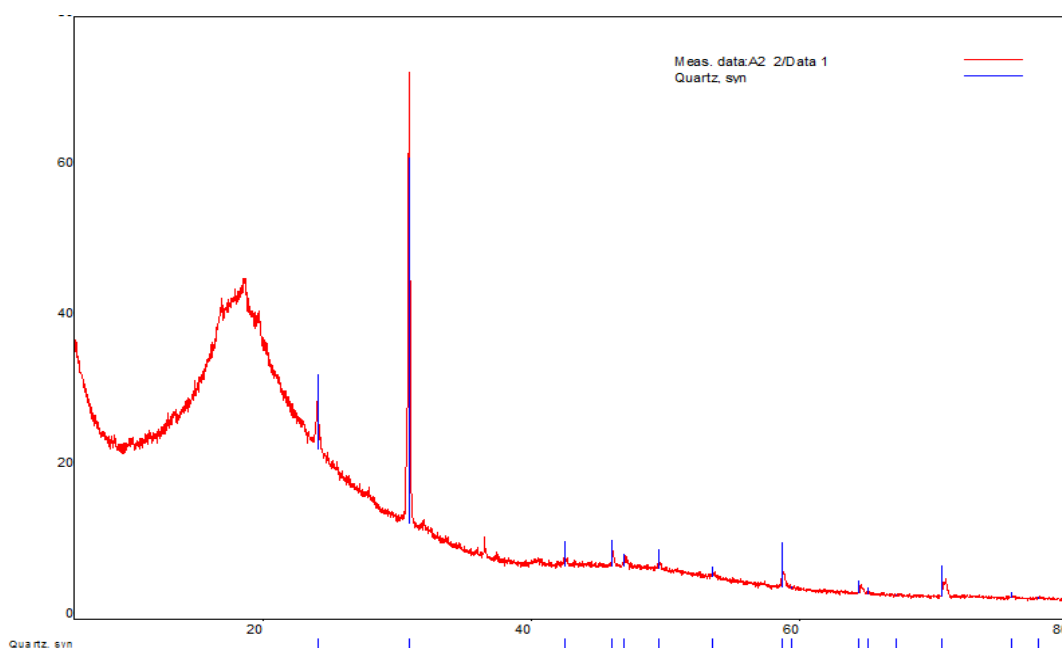
Polyhalite (Полигалит) - $\text{K}_2 \text{Ca}_2 \text{Mg} (\text{SO}_4)_4 (\text{H}_2\text{O})_2$

Rozenite (Розонит) - $\text{Fe SO}_4 (\text{H}_2\text{O})_4$

Plagioclase(Плагиоклаз) - $(\text{Na Ca}) \text{Al Si}_2$.

Ilmenite (Ильменит) - Fe Ti O_3

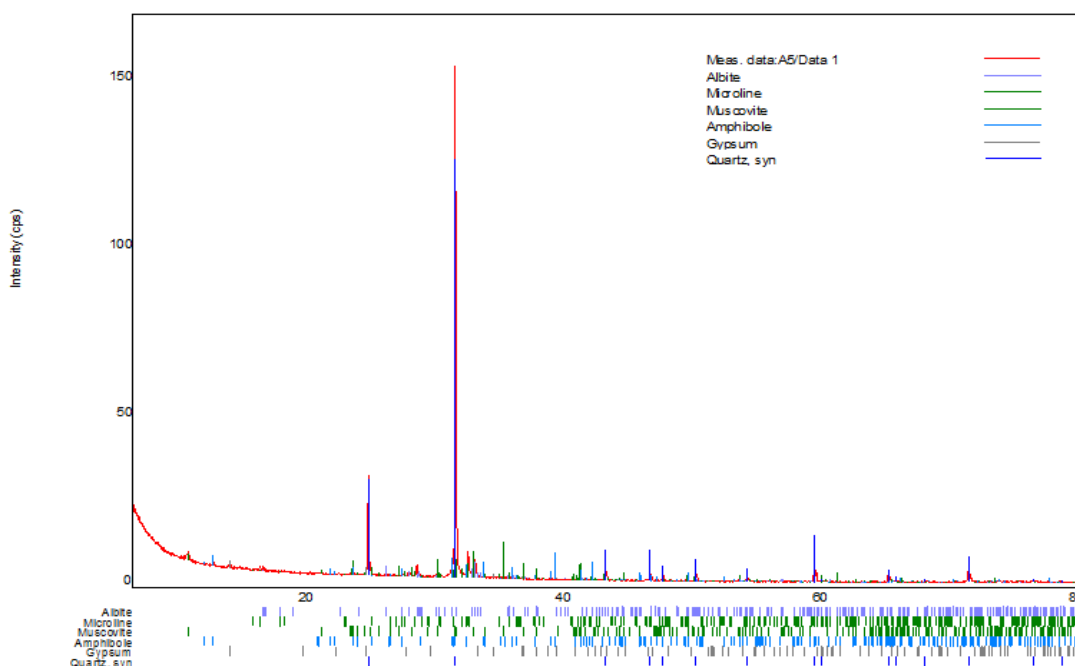
Разберём полученные результаты для каждого фрагмента. Результат исследования пробы образца **A2** в значительном количестве показал рентгеноаморфную фазу. У образца нет жесткой кристаллической решетки, проба имеет аморфное состояние, лучи не преломляются, поэтому наложение с фрагмента A2 имеет органическую природу. Примером для сравнения по пикам из базы данных ICDD был выбран кварц. На графике синим изображен образец кварца из базы данных, красным — вещества.



Илл.73 График пробы A2 в дифракционном исследовании

Можно предполагать, что в пробе кроме наличия органических веществ, имеются включения кварца, вероятно, в составе керамической массы. Аналогичным образом поисковая система путем сравнения с базой данных ICDD подбирала примеры для последующих сравнений веществ по пикам.

Проба фрагмента **A5** имеет более плотный график, где представлено большее количество спектральных пиков и расшифрованных по ним веществ. По базе данных представленные минералы светло-желтого цвета микролин, мусковит, рихтерит, вероятно, являются основой глин, а минералы: альбит, кварц - относят твердым составляющим теста.



Илл.74 График пробы A2 в дифракционном исследовании

Представленный на графике гипс является следствием археологизации керамики в воде или на воздухе, гипс кристаллизуется в структуре текста, это изменение именуют гипсовой солью.

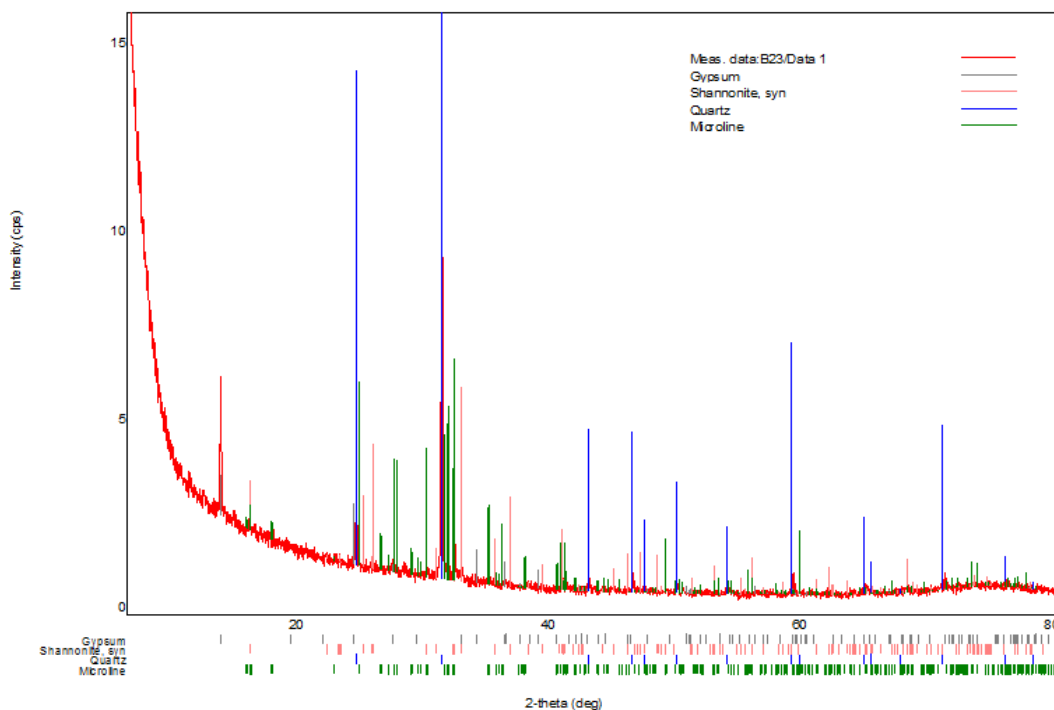
Проба фрагмента **B11** имеет в составе рентгеноаморфную фазу. Это вещество невозможно идентифицировать с помощью рентгеновской дифракции. Исследуемое органическое вещество стоит проверить на ИК

спектр для выявления природы вещества. В пробе кроме наличия органических веществ, имеются включения кварца и гипса, вероятно, в составе керамической массы.

Проба фрагмента **V14.2** имеет кварц и плагиоклаз. Плагиоклаз — это группа минералов изоморфного ряда альбит/анортит. Эти минералы относятся к классу полевых шпатов, их используют как твердые наполнители для теста керамики.

Наслоение фрагмента **V22** состоит из гипса, кварца, бирнесита. Бирнесит — это водный минерал, образовавшийся в результате археологизации осадочных пород (в озерах, грунтах). Этот минерал подтверждает то, что исследуемый предмет имеет происхождение из водоема.

Проба фрагмента **V23** в своем составе имеет вещества: гипс, шанонит, карбонат свинца.



Илл.75 График пробы V23 в дифракционном анализе

Образование карбоната свинца с дополнительным одним кислородом предполагает либо изготовление керамики с поливой на основе свинца, а

впоследствии ее деградации. К известным краскам на основе свинца относят сурик, масикот, минимум. Либо образование более поздних наслоений, например, в соединении со свинцовым предметом. Чтобы подтвердить предположение 1 проверим наличие в графике РФА фрагменты с глазурью на наличие свинца.

Проба **В72.2** в своем составе имеет кварц, тимаругит, минерал содержащийся в отложениях керамики, ярозит (железистый минерал). Ярозит мог проявиться как коррозия из-за долгого времени нахождения под водой.

В пробе **С59** отсутствует органика, из веществ выявлен элемент титан (возможно, включен в состав керамики) темный минерал ильменит, отмечены глинистые минералы: альбит, ярозит, микролин; также выявлен гипс (вероятно, в виде гипсовых солей). В составе пробы присутствует розенит — водный минерал.

В наслоениях фрагмента **С93** зафиксированы вещества: гипс, мусковит, микролит и альбит — это минералы в составе глины, а зафиксированный кварц является наполнителем керамической массы.

Результатами рентгенодифракционного исследования были выявлены вещества в составах теста фрагментов. В тесте обнаружены глинистые минералы мусковит, микролин, альбит, рихтерит, ярозит из класса алюмосиликатов относятся к глине, а также кремний и плагиоклаз в качестве наполнителей. Также вероятно, со временем в составе теста появились соли гипса и водные минералы бирнесит и розенит. Присутствуют металлические элементы: свинец, молибден, марганец, медь, которые обычно используются для окраски глазурей. Вероятно, при изготовлении в фрагментах В72.2, В23 использовалась цветная глазурь.

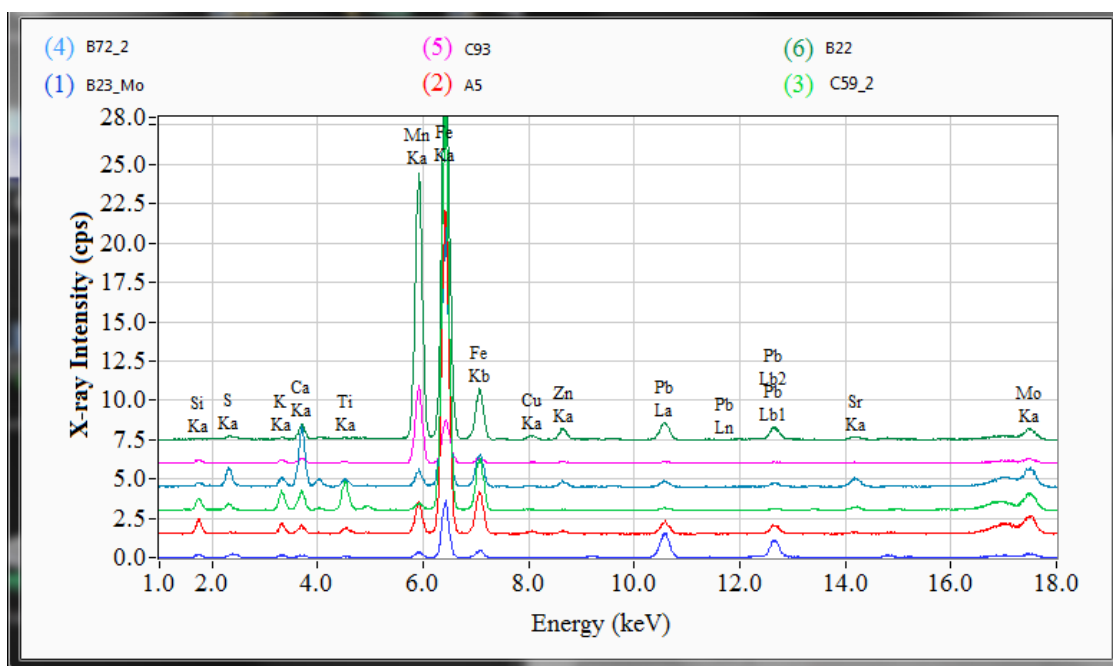
Рентгенофлуоресцентный анализ.

Рентгенофлуоресцентный анализ — один из современных спектроскопических методов исследования вещества с целью получения его

элементного состава и концентрации этого вещества. Исследование методом РФА позволяет за короткий промежуток времени узнать качественный состав веществ, без дополнительной подготовки пробы. В этом исследовании пробы использовались те же, что и при рентгенодифракторном анализе.

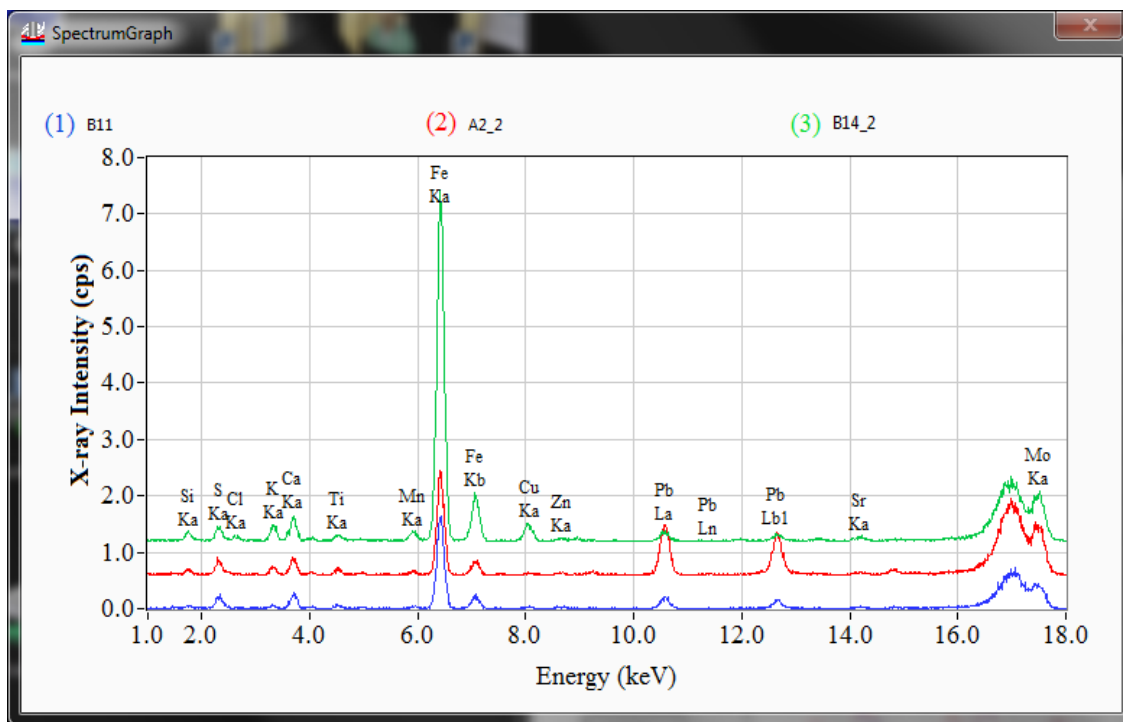
Метод РФА создает рентгеновское излучение на исследуемую пробу и отображении его в РФА спектре. Сбор спектральных данных формируется в единый график веществ. Проба подвергается первичным излучением с высокой энергией, которое выбивает электроны из центральных орбит атомов. Вакансии на центральных оболочках неустойчивы и занимаются электронами с внешних орбит. Энергия от перехода высвобождается в виде квантов последующего рентгено-флуоресцентного излучения. Образование спектра выполняется с помощью решётки кристалла анализатора. Портативный прибор РФА отображает элементы с атомными номерами после 21, стационарный прибор с номерами после 10, элементы Na и K не определяются.

На РФА графике наличие свинца обнаружено в пробах B22, B23, B11, C93, A5 присутствует свинец.



Илл.76 Сравнение XRF спектров образцов B23, A5, C59_2, B72_2, C93, B22.

Вероятно, свинец из глазури, в В23 деградировал (путем естественных изменений) и вышел на поверхность в виде оранжевого наслоения. В72.2 по графику исследования РФА в этом фрагменте содержится марганец, свинец и железо. С93 для проверки металлических элементов был проведено РФА.



Илл.77 Сравнение XRF спектров образцов B11, A2_2, B14_.

Результаты исследования в РФА спектре выявлены: медь, вероятно, как краситель, железо, как и во многих пробах и марганец, краситель, который красит глазурь в темный цвет. Также были подтверждены элементы, входящие в глинистые минералы и наполнители теста: кальций, алюминий, калий, кремний и другие.

Полученные результаты помогут подготовить методику консервации керамики, уточняют состояние сохранности фрагментов, а также суммируют знания о бытовании предметов. Перечисленные глинистые минералы идентифицируют керамику по составу используемых глин, как прибалтийского региона.

Таблица 2. Результаты исследования образцов методами рентгеноструктурного и рентгенофлуоресцентного анализа.

образец	Минералы, обнаруженные методом рентгеновской диффракции	Элементы, обнаруженные методом рентгенофлуоресцентного анализа
A2	Кварц, органическое вещество	железо
A5	микролит, мусковит, рихтерит, вероятно, являются основой глин, а минералы: альбит, кварц, наполнением, гипс	железо, медь, калий, марганец, кальций
B11	кварц и гипс, органическое вещество	железо, молибден
B14.2	кварц и плагиоклаз	много железа, кальций, свинец
B22	гипс, кварц, бирнесит (водный минерал)	железо и марганец в избытке
B 23	гипс, карбонат свинца.	свинец, молибден, марганец, медь
B72.2	кварц, тимаругит, ярозит	марганец, свинец и железо
C59	титан, ильменит, отмечены глинистые минералы: альбит, яросит, микролин; гипс розенит - водный минерал.	марганец, свинец и железо
C93	гипс, мусковит, микролит и альбит	марганец и чуть железа

Найденные железистые минералы обращают внимание на иризацию глазурей. Вероятно, при изготовлении керамики на некоторых черепках были использованы некачественные, корродирующие глазури. Полученные результаты обращают внимание на состояние сохранности этих предметов, а также формируют их дальнейшую превентивную консервацию.









Новообразование минералы: бирнесит и розенит свидетельствуют об археологезации предметов, их залегании под морской водой. Эти сведения необходимы для подтверждения истории бытования предметов, а также корректировки методов консервации.

Были выявлены гипсовые соли, которые выходят на поверхность на некоторых фрагментах. Видимые гипсовые соли необходимо выводить из керамического теста. Поэтому, на основании полученных сведений

предполагаемые ранее грибковые наслоения будут корректироваться на удаление гипсовых солей.

2.3.4 Спектроскопия: ИК-Фурье и Рамановская

Таблица 3 Пробы Рамановской (Raman) и инфракрасной спектроскопии(FTIR):

фото	название	Место отбора, характер пробы	Задача, предполагаемый состав, методы исследования
	^{A1} (черная стенка)	взят белый налет сбоку. При взятии проб могло попасть черное керамическое тесто	Грибок или гипс? ОМ, raman Получить фотографию грибка или солей под микроскопом
	^{A2} A2.1 (черный венчик)	взят черный переливчатый налет, как и в B11 При взятии проб могло попасть черное керамическое тесто	Деготь? FTIR, raman
	B14.1 (венчик с зерном)	взято темное матовое наслоение, При взятии проб могло попасть охристое керамическое тесто, зерно	Ил? Деготь? Нагар? FTIR, raman сделать снимок зерна ОМ
	B71.1 (большой кирпич)	взято белое как грибок наслоение (гипсовые соли) При взятии проб могло попасть красное керамическое тесто	Гипсовые соли или грибок? ОМ, raman
	B82 (тулово)	чёрное наслоения При взятии проб могло попасть охристое керамическое тесто	Нагар, деготь? FTIR, raman
	B92 (тулово тонкое)	взято белое наслоение, похоже на соли При взятии проб могло попасть охристое керамическое тесто	Гипсовые соли или грибок? ОМ, raman
	B30 (тулово треугольный)	взято оранжевое (с примесью черного матового) наслоение При взятии проб могло попасть охристое керамическое тесто	Деготь? Ил? Нагар? FTIR, raman
	C59.1 (венчик со св. пятно)	взято светлое пятно, предположение на молоко При взятии проб могло попасть охристое керамическое тесто	Грибок? Остатки еды? Гипсовые соли? ОМ, raman
	C 89 (зеленый венчик)	взято светлое зелёное с темным наслоение на торце. При взятии проб могло попасть охристое керамическое тесто и/или зеленая глазурь	Органика? Клей FTIR, raman

Оптические и лазерные методы исследований⁹⁴

Изучение состава проб с артефактов, найденных при подводном археологическом исследовании акватории Финского залива.

Цель исследований: методами оптической спектроскопии изучить состав материалов отобранных проб с керамических сосудов, поднятых с судна «Архангел Рафаил» в целях выработки оптимальных методик консервации.

Задачи исследования:

- Определить органическую природу наслоений, не выявленных методами РФА и дифракционным анализом. Выявить и подтвердить наличие дегтя, как консерванта подводных артефактов с судна «Архангел Рафаил».
- Подтвердить полученные ранее результаты о наличии известковых солей, в частности, гипсовых солей.
- Подтвердить отсутствие биологической жизнедеятельности

Задачи предполагают проверить и исследовать отобранные пробы методами спектрального анализа и микроскопии. Для этого были отобраны несколько наслоений с фрагментов, на которых остались не выявленные вещества с прошлых исследований. Для изучения выбраны методы: ИК-Фурье и Рамановская спектроскопия. Измерения проводились на оборудовании ресурсного центра Научного парка СПбГУ «Оптические и лазерные методы исследования вещества». С каждой пробы предполагается провести 3-8 измерений. Специалистами по проведению спектральных анализов и интерпретации полученных результатов являются Курганов Н.С., Борисов Е.В., Поволоцкая А.В.

⁹⁴ Оптические и лазерные методы исследований (№ заявки 113-19662-4720)

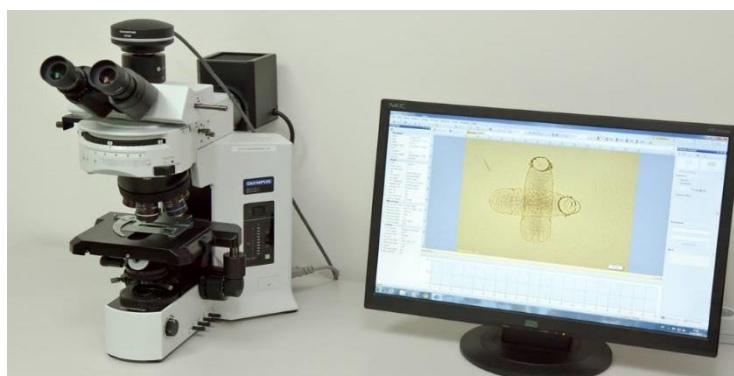
Рамановская спектроскопия — вид спектроскопии, в основе которой лежит способность молекул к неупругому рассеянию постоянной электромагнитной волны.⁹⁵ Это технология исследует неупругое рассеяние лазерных лучей молекулами вещества, что позволяет выявить неизвестные химические вещества. Применяется для изучения молекулярного состава неорганических и органических веществ.

Результаты отображаются на мониторе в виде рамановского спектра, не требует подготовки проб. Спектрометр оснащен тремя лазерами с длинами волн 488, 532, 785 нм.



Илл.78 Рамановская спектроскопия СПбГУ.

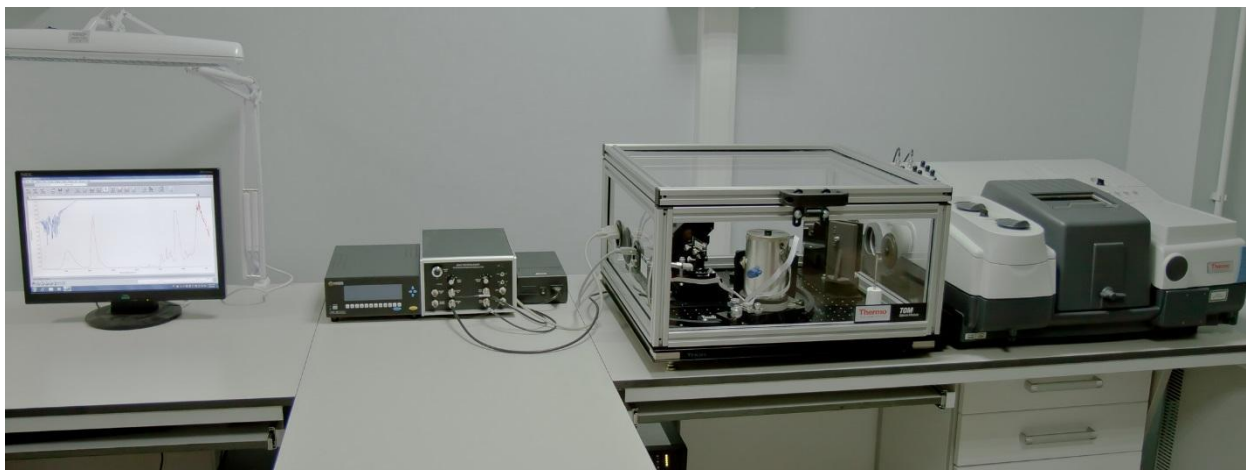
Комплекс спектрометра комбинационного рассеяния на базе оптической системы визуализации образцов микроскопа Olympus.



Илл.79 Микроскоп с фотокамерой Olympus СПбГУ.

⁹⁵ Ewen Smith, Geoffrey Dent. Modern Raman spectroscopy — A practical approach. — John Wiley & Sons, LTD, 2005. — p.35

ИК-Фурье спектроскопия



Илл.80 ИК-Фурье спектроскопия СПбГУ.

Этот метод применяется для установления содержимого образца. Образцом могут быть как твердые, так и газообразные вещества органической и неорганической природы. ИК-Фурье спектроскопии определен как $11000 - 350 \text{ см}^{-1}$, с разрешением $- 0.1 \text{ см}^{-1}$.

Прибор Санкт-Петербургского государственного университета оснащен приставкой НПВО, которая позволяет исследовать наслоения без специальной пробоподготовки, прижав кристалл к поверхности пробы, с которой проводятся измерения. В качестве кристалла с оптикой одинарного отражения применяется алмаз, окантованный разнодиаметровыми наконечниками.

Спектрометр СПбГУ дополнен базой данных спектров различного класса веществ, что позволяет проводить идентификацию исследуемых проб.⁹⁶

В ходе микроскопического исследования (Olimpia VX51, увеличение объектива 5 крат и 10 в одной плоскости, окуляры 10х.) образцов следов биоповреждений не было обнаружено. Керамическая масса показана

⁹⁶ Ссылка на оборудование <https://researchpark.spbu.ru/equipment-laser-rus/110-olmiv-nicolet-8700-rus>

однородной, серой массой. В отобранных пробах кристаллы минералов могут быть смяты. В пробах загрязнений С59, В72 видны в основном минеральные соли белой кристаллической решетки: альбит, микроклин, гипс.

На некоторых образцах видны небольшие следы гипсовых солей. На образцах А2, В82 видны следы аморфного черного вещества. По исследованиям метода дифракционного анализа — это вещество было отнесено к аморфной органической природе.

Фрагменты А2 и А1 вызывают наибольший интерес, поскольку взяты наиболее показательные наслоения. Проба с фрагмента А1 существовала белым наслоением в придонной части сосуда с черным тестом. Вероятно, в



пробе А1 также присутствуют минеральные соли, но по базе данных рамановской спектроскопии не определить точное вещество.

Илл.81 Фотография образца А1 полученная под микроскопом с объективом 10 крат, темное поле.⁹⁷

Проба с фрагмента А2 визуально имеет темный цвет с глянцем. Рамановская спектроскопия (интервал лазерного излучения по 100 секунд 2 раза) выявила, что в пробе А2 есть органические образование, но образец люминесцирует в лазере и поэтому было принято решение дополнительно проверить на ИК спектре. По результатам исследований инфракрасной спектроскопии образца А2 с уверенностью можно утверждать, что черное вещество, содержащееся в образце, является дегтем. Таким образом

⁹⁷ "Исследования проведены с использованием оборудования ресурсного центра Научного парка СПбГУ «Оптические и лазерные методы исследования вещества»

спектральный анализ ИК-Фурье подтвердили теоретические предположения, что подводным консервантом артефактов с судна «Архангел Рафаил» является деготь.

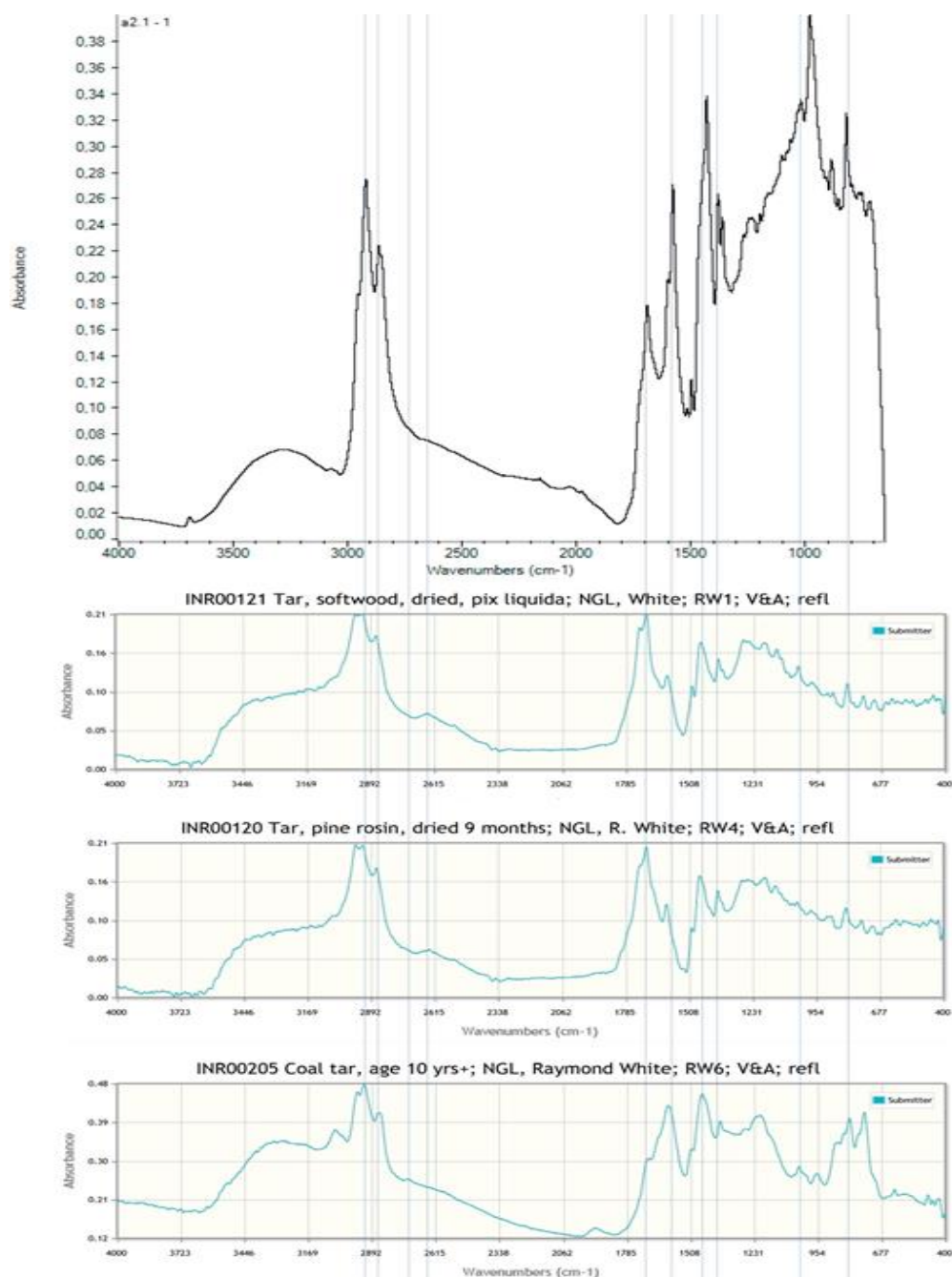


Илл.82 Фотография образца A2 полученная под микроскопом с объективом 10 крат, светлое поле.

Полученный спектр сравнивался с образцами из базы данных IRUG. При сравнении с образцами дегтя из березы, сосны и угля наибольшее совпадение получено со спектрами дегтя из каменного угля (образец INR00205 Coal tar, база данных IRUG).

Деготь - это в основном жидкий дым от соснового леса. Сосновый деготь получают путем нагревания сосновой смолы в древесине при очень высоких температурах, не допуская возгорания. При нагревании влага (вода) и деготь испаряются из сосновой древесины, оставляя после себя древесный уголь. Его собирают обычно через фильтр. Сосновый деготь можно использовать как герметик, в медицине и для изготовления мыла. Известно также, что деготь получали и из торфа. Но таких спектров для сравнения в базах данных не содержится. Каменноугольный деготь получали во второй половине XIX веке, как побочный продукт, при добыче светильного газа и

кокса. К концу столетия — это сырье приобретает большую ценность для промышленности. Из каменноугольного дегтя изготавливались синтетические краски на основе антраценовых и анилиновых красителей, искусственный асфальт, нафталин, смоленный картон, кровельный толь и др. (см. Деготь в ЭСБЭ).



Илл.83 Полученный в лаборатории спектр (сверху) и спектры дегтя из базы данных IRUG. Сверху вниз: берёзовый, сосновый, каменноугольный. Наибольшее совпадение с каменноугольным дегтем.⁹⁸

⁹⁸ Ссылки: The Infrared and Raman Users Group (IRUG) database. <http://irug.org>

Результаты исследований

Идентификации фрагментов производилась методом поиска аналогов по формообразующему признаку. Были найдены аналоги 7 из 9 объектов в каталогах и научных фондах музеев. К двум сосудам был применен метод графической реконструкции для фиксации отсутствующих частей по фотографиям фрагментов.

Проведенные исследования способствовали визуальному и структурному исследованию черепков. С помощью микроскопии были обнаружены миграционные соли, на поверхности теста. Также макрофотографии проведен аналог зерна на фрагментах. Результатами сравнения считается рожь.

В ходе Рентгенфлуоресцентного анализа (РФА) и дифракционного анализа был определён минеральный состав теста и найдены новообразовавшиеся водные минералы. Новообразование минералы: бирнесит и розенит свидетельствуют об археологизации предметов, их залегании под морской водой. Найденные железистые минералы, свинец, молибден, марганец, медь обращают внимание на присутствие глазурей на керамике, их состав и постепенную иризацию.

Были выявлены гипсовые соли, которые выходят на поверхность некоторых фрагментов, вероятно, это последствия залегания под водами Финского залива. На фрагментах подтверждено отсутствие биологической жизнедеятельности.

Методами Инфракрасной, Рамановской спектроскопии было выявлено органическое вещество – каменный деготь. С помощью спектроскопии было подтверждено, что даже керамические предметы были пропитаны дёгтем, как консервантом.

ГЛАВА III Методика консервации керамических объектов с судна «Архангел Рафаил»

3.1 Методика консервации керамических объектов подводной археологии

Под консервацией – подразумеваются действия, применяемые к артефакту или группе артефактов, направленные на прекращение разрушительных процессов, и приведение их в стабильное состояние; и в некоторых случаях реставрацию – сохранение, с необходимым восстановлением оригинальной поверхности объекта. Методики консервации керамических объектов зависят от двух принципиально важных факторов:

- 1) структуры черепка,
- 2) состояния окружающей среды, в которой залегала керамика (солёность воды).

Также не стоит исключать случайные факторы, необыкновенные условия, чаще всего они относятся к индивидуальным особенностям условий сохранности керамики.

Важное значение в этом отношении играет среда, в которой был обнаружен объект: элементный и количественный состав воды в акватории, состав осадочного субстрата, подводные течения – все факторы формируют специфические особенности деградации находок.

Методика должна базироваться также на изучении предшествующей практики консервации и реставрации археологической керамики (по возможности, подводно-археологической), отраженной в отечественных и зарубежных трудах.

При залегании в солёной водной среде в пористом керамическом объекте накапливаются растворимые соли. Они проникают с химическим составом воды в тело и фиксируются там. При попадании в воздушную среду растворимые соли кристаллизуются, разрушая структуру артефакта. При часто меняющихся влажностно-температурных показателях происходят перманентные процессы растворения, миграции и кристаллизации солей, разрушающие керамику изнутри.

Практика работы с керамикой, извлеченной из водной среды, основывается чаще всего на определении засоленности воды, поскольку



16. Fragments of a ceramic jug covered in iron oxides
(Photo: A. Jelić)

основные отечественные разработки методик консервации подводных артефактов сконцентрированы на результатах изучения памятников, извлеченных из Средиземноморья. На объектах часто встречаются известковые отложения, различная биожизнедеятельность.

Илл.84 Наросты микроорганизмов.⁹⁹

В работе рассматриваются следующие этапы консервации и реставрации: обессоливание, очистка от загрязнений, укрепление, склейка и мастиковка.

⁹⁹ Bekić L. Conservation of Underwater Archaeological Finds Manual, 2011. —Рис.16, с 32.

Обессоливание

Керамические артефакты могут содержать продукты коррозии металлов и глазури (окиси железа), известковых и кремнистых отложений, остатков жизнедеятельности подводных организмов, частички еды и нагара. Многие загрязнения устойчивы и сохраняются после этапов первичной обработки: обессоливания и просушки. Решение о расчистке артефакта от таких наслоений обязано иметь вескую аргументацию о пагубном влиянии на сохранность объекта или экспозиционной нецелостности. Процессы деградации объекта подразумевают часть его индивидуальной истории. Убирая свидетельства бытования находки, частично теряется информация о процессах, проведенных до изъятия артефакта.

Кристаллизация нерастворимых солей: карбонатов, сульфатов и силикатов происходит гораздо медленнее, чем кристаллизация более растворимых солей (хлористых, фосфатных, нитратных) и вряд ли вызовет деформацию поверхности теста. Удаление нерастворимых наростов выносится на реставрационный совет. Если наслоения мешают эстетическому восприятию предмета, то такие соли часто удаляют. В этих случаях используют механическую очистку.

Если визуально или под микроскопом были обнаружены известковые наслоения, то их удаляют либо механически с помощью деревянных палочек, если имеется толстая известковая корка, или раствором 3-5 % слабой кислоты (уксусной, лимонной, щавелевой и т.д.) с водой. Более агрессивные кислоты нежелательны в использовании, хоть и ранее были рекомендованы.¹⁰⁰ После полного напитывания черепка дистиллированной водой, фрагмент погружается в слабый раствор кислоты. В редких случаях раствор с кислотой точно наносят сменными ватными компрессами или пипеткой при условии, что корки сгруппированы и нет хлористых солей.

¹⁰⁰ Антонян А.С. Реставрация музейной керамики 1999, — с.34-35

После удаления известковых наслоений необходимо нейтрализовать кислую среду путем замещения дистиллированной воды.

Удаления гипсовых солей необходимо, если они мешают предмету и закрывают его поверхность. Ранее был применен способ нагревания, этот способ был возможен только для крепких черепков, без первичных склеек.¹⁰¹ Но сейчас считается наиболее практичным и безопасным способом удаления гипсовых солей — механический способ.

Зарубежные коллеги используют мягкий раствор от 3 до 5% Трилон Б (соли ЭДТА) в водном растворе и от 15 до 20% на поверхности керамики методом компресса, чтобы удалить известковые пятна. Большие биологические отложения удаляются механически. Многие известковые скопления можно легко удалить во влажном состоянии, соскоблив их хирургическим скальпелем, стоматологическим инструментом или другими приспособлениями. Инфильтрированные отложения удаляются погружением объекта в раствор от 10 до 25% перекиси водорода или методом компресса.¹⁰²

Выведение миграционных солей для малых форм проводится около 2-3 недель, с ежедневной сменой. Необходим внимательный контроль за выходом солей.

Общие рекомендации по выведению миграционных солей для нормальнообожженной керамики:

Артефакт помещается в дистиллированную воду. Соли выводятся из объекта в воду, до момента, пока между находкой и средой не устанавливается физико-химическое равновесие. Наиболее активной фазой выхода солей становятся первые погружения. В этот период необходим строгий надзор за выведением. Если содержание накопленных солей

¹⁰¹ Антонян А.С. Реставрация музейной керамики 1999, — с. 35

¹⁰² Bekić L. Conservation of Underwater Archaeological Finds—Manual, 2011. —С. 32-33

большое, то процесс выведения будет интенсивным и может деструктировать внешние слои керамической поверхности — лака, ангоба, глазури. Для замедления сильного выхода солей и урегулирования обессоливания, изначально используется 50% раствор воды с места изъятия артефакта (или водопроводной) и 50% дистиллированной воды. Позже раствор полностью заменяют на дистиллированную воду.

Иногда при непрветриваемых, влажных условиях хранения объекты могут подвергаться деструкции биологического характера: плесень, грибы. Необходимо внимательно смотреть за активным или отсутствующим ростом плесени, грибов. В активной фазе процедуру по извлечению растворимых солей рекомендуют проводить в водно-спиртовом растворе в процентном соотношении 10% этилового (изопропилового) спирта к 90% дистиллированной воды (ссылка Г.В. Козлов) для небольших фрагментов. Этиловый спирт сложнодобываемый в больших количествах, поэтому вторым профилактическим способом избегания роста биоповреждений является применение биоцидов. Применяют раствор Катамина АБ в концентрации 1,5% для большого количества зараженных фрагментов.¹⁰³

Вымершие и высохшие биогены за несколько недель обессоливания не получают должного биороста, способного нанести как-то урон керамике. Поэтому часто введение какой-либо лишней химии в структуру черепка считается не нужной.

Общие рекомендации по обессоливанью для слабообожжённой керамики:

Наиболее часто встречающимся объектами археологической керамики являются пористые, хрупкие, слабообожженные черепки. Важной

¹⁰³ Никитин М. К., Мельникова Е. П. Химия в реставрации: Справочное пособие. Л.: Химия. Ленингр. отделение, 1990. — 302 с.

особенностью такого археологического материала является повышенная растворимость керамики и склонность к абразивному воздействию в воде. Слабость теста состоит в высокой степени впитываемости воды через поры. Поэтому рекомендованные методики для майолики, терракоты, фаянса носят больше укрепляющий характер.

Для пористого керамического материала время, проведенное в воде необходимо минимизировать, а повторное погружение проводить осторожно. В таких случаях рекомендуют¹⁰⁴ провести процесс обессоливания методом компрессов: наложением бумажной пульпы или мокрого поролона. Размягченная в воде бумага накладывается компрессором на внешнюю поверхность керамики, не погруженную в воду или в смоченный поролон, все сверху покрывается пищевой плёнкой, а затем через несколько часов изымается. Часто ослабленная керамика нуждается в предварительном укреплении теста и глазури.

Контроль производят методами аргентометрического титрования AgNO_3 и TDS-метрию (солемером). Процесс обессоливания проводится до состояния, пока в воде не останется менее 0,02% ионов хлора. Сушить объект необходимо после его обессоливания. Во время сушки керамических находок важно обеспечить равномерное естественно-вентилируемое высыхание находки, предотвратить попадание прямых солнечных ультрафиолетовых лучей. Ускорение процесса приводит к разрушению теста, отслаиванию и осыпанию поверхности и защитных покрытий. Следует позаботиться о том, чтобы объект не подвергается значительным колебания температуры во время сушки.

¹⁰⁴ С.В.Антонян Реставрация музейной керамики. ВХНРИЦ, М., 1999 — 144с.

Очистка от загрязнений

Расчистку находки стоит производить в случае, когда нет вероятности полностью или частично удалить верхнюю оригинальную поверхность. Для всех черепков возможен сухой способ очистки или обеспыливание. Для слабоспеченных черепков используются мягкие кисти. Для плотноспеченного черепка рекомендовано проводить обеспыливание мягкими и щетинными кистями. Сложноудаляемые загрязнения удаляют механически скальпелями и деревянными палочками. Также крепкие загрязнения убирают мокрым способом промывки: проводят морской пемзой в проточной воде, иногда с добавлением ПАВ и последующей просушкой. Все удаления проверяются под увеличительным стеклом или лупой.

Укрепление

В случае, если есть опасность удаления оригинального слоя или артефакт находится в нестабильном состоянии сохранности — необходимо укрепление (или пропитка) полимерными веществами ПБМА, ПВБ, БМК-5, в малой концентрации (1-5%) и Paraloid B-72 (10-15%) в слабых растворителях: ацетон или этиловый спирт. Перед проведением любых операций с водой и другими растворителями производится тест на проверку растворимости теста или декоративного покрытия артефакта в незаметном месте. После утверждения растворителя, клеевые растворы кистью (пипеткой/шприцом) наносятся на поверхность либо оставляются в герметично закрытой упаковке (полиэтиленовой пленке или эксикаторе) на несколько дней. Раствор равномерно пропитывает структуру теста из-за циркуляции паров в закрытой упаковке.

Склейка

К реставрационным мероприятиям относят склеивание фрагментов и мастиковку. Все фрагменты сортируют по парным склейкам. В некоторых

случаях по три фрагмента или более. Торцы обезжиривают, если есть необходимость. Пористую керамику пропитывают разбавленным клеевым раствором, до образования лёгкой плёнки. Затем кистью наносят клеящее вещество. Из материалов для склейки стоит подобрать растворители по силе действия обратимости клея. Для пористого черепка рекомендуют клеевые составы на основе твёрдого компонента (ПВБ, ПМБА, БМК-5, Paraloid В-72).¹⁰⁵ Для археологической керамики наиболее актуальны клеи марки ПВБ и Paraloid В-72. Эти марки обратимы, прочны, прозрачны, долговечны, светостойки, влаго- и био-устойчивы.

Клей наносится деревянными палочками, кистями, пипетками или шприцами. Промазанные и совмещенные фрагменты оставляют в емкости с простым кварцевым песком на сутки. Между черепком и песком прокладывают полиэтиленовый пакет или микалентную бумагу. Так черепок меньше подвержен лишнему истиранию. Если склейка недостаточно устойчива под собственным весом, то используют дополнительные зажимы, также с бумажной или полиэтиленовой прослойкой. Склеенные фрагменты фиксируют на крепежные системы: клейкую ленту, пластилин, гипсовые замочки.

Мастиковка

Мастиковочных массы создают на основе клея с добавлением наполнителей: пигментов, кремнезёма, талька, стеклянных микросфер и др. Необходимо максимальное обволакивание частичек наполнителя, для оптимальной вязкости, поэтому частички с клеем тщательно перемешивают. Крупные частички продавливают до порошкового состояния. Мастиковочная масса накладывается деревянным, пластмассовыми инструментами или скальпелями.

¹⁰⁵ Никитин М. К., Мельникова Е. П. Химия в реставрации: Справочное пособие. Л.: Химия. Ленингр. отделение, 1990. — 302 с.

Необходимо соблюдение правил индивидуальной защиты: использовать медицинские маски и перчатки. После проведения всех укрепляющих мероприятий необходимо очистить инструменты от остатков клея или мастиковочных масс.

3.2. Апробация методик. Проведение консервации объектов керамики с судна «Архангел Рафаил»

Памятники прибалтийских морей стали изучать недавно, после изобретения "сухого водолазного костюма", который помогает сохранять тепло в холодной воде из-за воздушной прослойки. Специфическая особенность Балтийского моря, и особенно Финского залива, как и говорилось ранее, их низкая температура и малая соленость. Поэтому на поверхности объектов редко встретишь скопления биологического характера, как было описано в Средиземноморском бассейне (глава 1.3).

Но в акватории Финского залива, все равно имеются растворимые соли. По исследованию солемером показатели 150-250 ppm. Наличие миграционных солей означает, что в методику рекомендуют включить обессоливание для керамических фрагментов. Основанием служит частое перемещение фрагментов с вероятным изменением условий микроклимата. Выведение солей предположительно становится быстрее, поскольку различие солевого состава в акватории Финского залива и южных морях в 1,5-2 раза (глава 1.3), поэтому вероятно время обессоливания артефактов из залива минимизируется, а значит и степень возможной деградации теста.

Предереставрационные исследования повлияли на методику консервации. Исследование наслоений акцентировало внимание на степень состояния фрагментов и необходимость снятия этих наслоений. Фрагменты, где на внешней стороне отсутствуют глазури, но имеются интересные наслоения с зерном, илом и дегтем их решено оставить. Эти напластования в

дальнейшем не повлияют на степень сохранности объектов, но несут в себе информацию о бытовании предметов.

Фрагменты группы В, С хорошо обожжённые, без известковых наслоений, имеют глазурь. Такие фрагменты могут обессоливаться погружным способом в ваннах. Фрагменты группы А слабообожжённые, без глазури. Тесто настолько крошащее, что обессоливание ставится под сомнение, без укрепления.

Исходя из проведенных исследований и рекомендуемых методиках, материалов в главе 3.1. практическая работа была разбита на этапы:

- фотодокументирование
- обессоливание
- контроль содержания солей в процессе работ
- сушка
- распределение по группам
- подбор фрагментов
- удаление загрязнений
- укрепление и пропитка торцов фрагментов
- склейка форм
- мастиковка

Находки поступили в фрагментированном состоянии, несколькими партиями. Первостепенно производилось **фотодокументирование**, подсчет фрагментов и описание сохранности всех объектов. Состояние сохранности описывалось во второй главе.



Илл.84 Находки с экспедиции РГО, фото Прохорова Романа. Партии керамических фрагментов 2004 и 2014 года.



Илл.85 Находки 2020 года.

После отбора проб и проведения предреставрационных исследований (глава 2.2) производилось **обессоливание**. Это необходимая процедура для археологических находок, особенно найденных в соленых водах.

Проба на обессоливание проводилась на одном фрагменте с миски С1. Объект помещался в дистиллированную воду на неделю, с периодической сменой воды (6 раз в 1,5 недели). В последствии при проверке солемером воды с пробным фрагментом, растворенные ионы кристаллов не были

обнаружены, и аналогичным способом обессоливались остальные находки 2004 и 2014 года. Находки, поступившие в 2020 году, были обессолены в проточной воде во время экспедиции и в повторном обессоливании не нуждаются. Поэтому только фрагменты 2004 и 2014 года помещались в емкости с дистиллированной водой. Каждые два дня в течение 2,5 недель соленая вода сменялась на новую дистиллированную.



Илл.86 Пример обессоливания фрагментов миски С1.

Была проведена **проверка** на остаток солей каплей AgNO_3 . При реакции воды с реактивом белесый осадок отсутствовал, а значит, выведение растворимых солей окончено. Фрагменты были вытащены из водных резервуаров и высушены на тряпичных полотенцах. Сушка фрагментов заняла неделю.

Следующим этапом работы было **распределение 126 фрагментов** по группам и производство подбора склеек. Некоторый подбор фрагментов

производился ещё на стадии изучения объектов. Фрагменты схожи по первичным визуальным признакам, но плохо стыкуются. Такие фрагменты можно сравнить с набором пазлов. У всех деталей есть схожие цвета, края, но это не делает определенную деталь универсальной, для каждой есть своя половинка по торцу. И в начале сборки сложность работы заключается в рассортировке деталей по схожим признакам, а также поиску подходящих стыков у этих групп. После проведения отбора деталей, они объединяются в общую картину.

По первичному подбору фрагменты были разделены на три группы, по цвету теста, глазури, форме декора. Внутри этих групп при подготовке сосудов для склейки, выделено по несколько предметов и около десятка фрагментов, не подходящих к какому-либо предмету из подгруппы. В группе А многие фрагменты не стыкуются, поэтому сложно предполагать, сколько сосудов в этой группе. По формальным признакам: толщина теста, цвет и изгибы формы выделяются один крупный сосуд на 4-5 литров объемом. Фрагменты группы А не стыкуются в полный археологический профиль. Самая разнообразная группа по количеству сосудов В группа. В ней насчитывается два больших графена, вероятно, с полным археологическим профилем и несколько маленьких, без донца и ножек. В группе С сформировалось 2 формы и около десятка фрагментов без стыковки.

Для определения аналогов необходимо придать фрагментам единую, визуальную целостность. Все фрагменты были разделены на категории по структуре теста, его цвету, наличию глазурей, орнаментике внутренней и внешней стороны. Дальше подбор фрагментов производился более тщательно по свежим разломам, а также с изучением замыленных торцов фрагментов. Последние находки наиболее сложны в подборе и стыковке.

После поиска подходящих пар фрагментов они очищались от загрязнений. **Очистка** от песка и пыли производилась мягкими кистями из

щетины. Многие мелкие частицы были удалены при обессоливании, поэтому обеспыливание было актуально для находок 2020 года, которые обессоливались в пресной воде ранее проводимых в этой работе мероприятий. Повторяющимися движениями вверх-вниз проводилось удаление загрязнения по всем сторонам фрагментов. Особое внимание уделялось очистке торцов, во избежание в дальнейшем перепадов при склейке у стекающихся фрагментов.

Удаление загрязнений, мешающих применению консервативных методик, являлась первостепенной задачей. К таким относились: очистка загрязнений со сколов и торцов фрагментов, по поверхности глазури. Пищевые наслоения и другие следы бытования не удалялись, поскольку они передают информативную значимость о бытовании предмета.



Илл.87 Водная очистка загрязнения на лазури фрагмента сосуда В4

Сложноудаляемые загрязнения ила и других донных отложений удалялись водой. Наслоения удалялись ватными палочками, смоченными в воде, поступательными круговыми вращениями по поверхности. Было

принято решение, что въевшиеся наслоения в безглазурную керамику оставить, чтобы не травмировать черепок частыми разбуханиями и высыханиями водных компрессов. Удаление наслоений с глазурованной поверхности также проводились ватными палочками, ватными дисками, смоченными в водном растворе.

Средняя пористость черепков и наличие глазури позволили не пропитывать всю поверхность укрепляющим раствором. Только фрагменты с черным тестом пропитывались полноценно, для укрепления осыпающейся структуры. Сосуд из черного теста не имеет глазурованной поверхности, тесто по структуре отслаивается и крошится.

Для **укрепления** поверхности был взят пропиточный раствор на основе клея ПВБ 1% в спирте. К положительным свойствам клея стоит отнести прозрачность, отсутствие потемнений на самой поверхности, слабый перелив клеевой пленки, отсутствие пузырей. Из недостатков стоит отнести скорость полимеризации — 24 часа, дополнительное отверждение клея с последующими годами.

Таким же раствором пропитывались торцы стыкующихся фрагментов перед склейкой. Пропитка велась до момента, пока черепок не перестанет впитывать раствор, а на поверхности образуется слабопереливчатая пленка. Эти показатели свидетельствуют, что черепок пропитался и его структура не будет всасывать клей глубоко в поры, а останется на поверхности шва.

Для **склейки** фрагментов выбирался принцип от маленьких стыкующихся пар до больших. Если сосуд имеет несколько взаимосвязанных склеек, то сначала также выбирались боковые парные склейки, а потом после застывания клея, соединялись уже эти пары в единую конструкцию. При необходимости склейка поддерживалась прищепками с полиэтиленовой прослойкой или эластичными тканями.



Илл. 88 Процесс склейки сосуда В5. Поддержка формы капроном.



Илл.89 Склейка на клей ПВБ сосуда В2.



Илл.90 Склейка на клей ПВБ сосуда В1.

Клей наносился на пропитанную поверхность с небольшим избытком, для возможности уйти в глубокие поры до конечной стадии всасывания. Если всасывание далее не происходит, то клей в дальнейшем не уйдет внутрь керамики и будет образовывать плотную клеевую пленку. Избыток клея при стыковке убирался.



Илл. 91 Склейка на клей ПВБ и мастиковка на ПВБ сосуда В3.

Места, где площадь сцепления меньше соединяющих фрагментов в 1,5 и более раз, дополнительно укреплялись мастикой. Выбор клеев зависел от клеевого состава склеек, а вязкости заполняемой мастиковки.



Илл.92 Склейка на клей Paraloid B72 и мастиковка на ПВБ сосуда В5.



Илл.93,94 Фрагмент мастиковки. Мастиковка сосуда В5.

Мастиковка швов и уязвимых стыковок фрагментов производилась 30% раствором Paraloid B-72 разведенным в ацетоне или на 10% клей ПВБ в спирте. ПВБ не пузырился и получался более жидким. Если необходима твердая, пузырчатая мастиковка, то вставки изготавливались из реставрационного клея отличимого по составу, от клея, используемого для склейки (Paraloid B-72). Наполнением вставок послужили сыпучие и отсоединившиеся исследуемых фрагментов частички, а также минеральные пигменты. Применялась желтая, красная охра, сажа черная, лес в разной пропорции.



Илл.95 Склейка на клей ПВБ и мастиковка на ПВБ миски С1. Внешняя сторона.

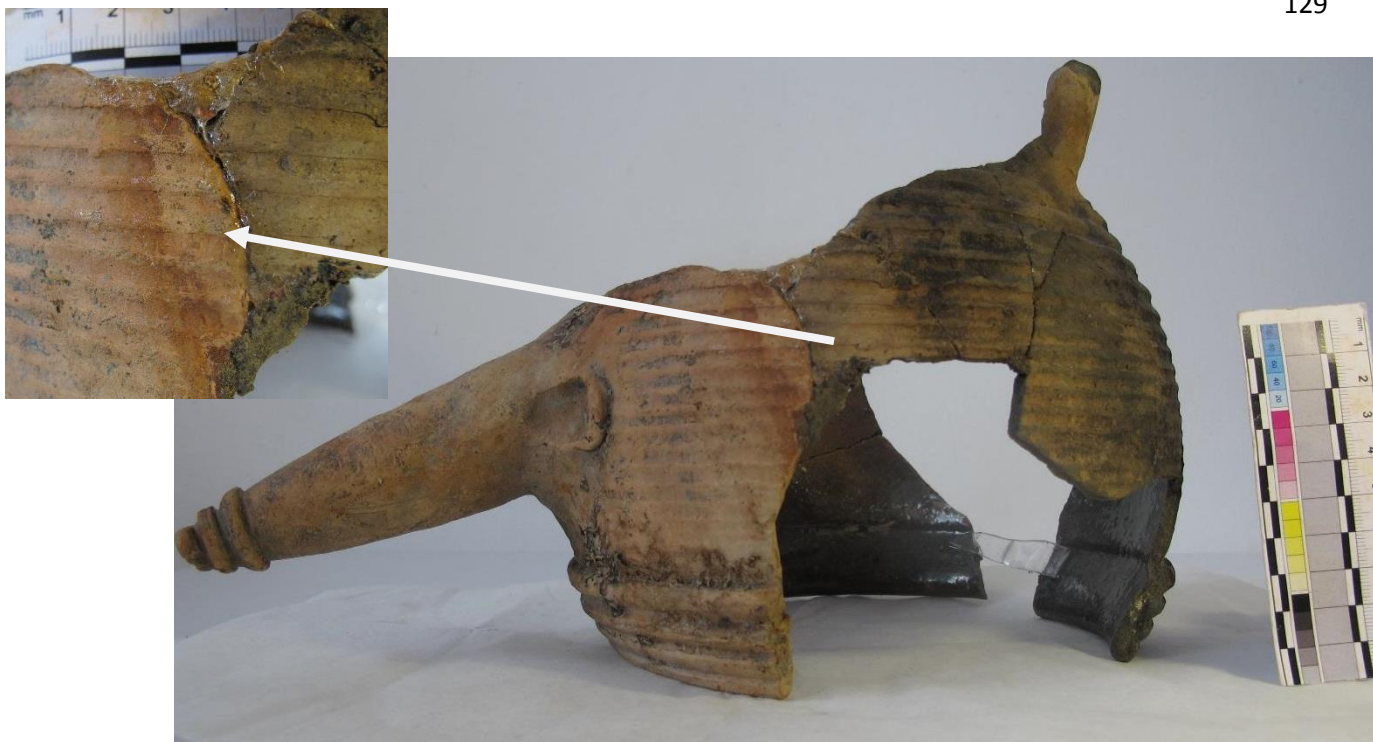


Илл.96 Склейка на клей ПВБ и мастиковка на ПВБ миски С1.

Некоторые сосуды дополнительно укреплялись прозрачным 1.5 мм Полиэтилентерефталатом (ПЭТ). Из листов вырезались небольшие пластинки и при нагревании форму пластинок искажали до полукруга. Эти вставки снижают нагрузку на некоторые фрагменты керамики. Места укрепления вбирались по силе нагрузки на фрагменты и площади стыковки склейки. Имитация формы шара помогает равномерно распределять силу тяжести на соседние фрагменты, поэтому, по возможности, полиэтилентерефталат округлялся по форме стенок сосудов и дополнял их округлую форму в местах утрат.



Илл.97,98,99 Сосуд В6 и В4 прозрачные укрепляющие вставки.



Илл.100,101 Склейка на клей ПВБ, мастиковка на клей Paraloid B72 и ПВБ, укрепление сосуда В6 пластинкой полиэтилентерефталата.



Илл.102 Итоговый вариант сосуда В4.



Илл.103,104 Итоговая склейка сосуда (сахарницы) С2.



Илл.105,106 Итоговая
склейка сосуда А1

Полученные результаты определяют состояние сохранности этих предметов, а также формируют основу методики консервации. В результате проведенных консервационных работ фрагментам обеспечена структурная стабилизация и дополнительное укрепление. Меры по проведенной консервации способны сохранить предметы в фондах Кронштадтского исторического музея. Рекомендованы периодические осмотры реставратора, а также контроль за микроклиматом места хранения.

Заключение

Подводно-археологические объекты – малоизученная группа памятников, сохранившихся в малоокислородной водной среде. В работе исследованы труды, написанные по следующим аспектам темы: исследование территории и артефактов Балтийского моря, история и результаты подводных экспедиций этого региона, апробация методик консервации подводно-археологических объектов керамики, созданных ранее и применимых к исследуемым фрагментам.

Рассмотрены общие методики тех акваторий, где давно ведутся исследования в области подводной археологии, чаще всего это соленые, южные моря. Прделанная работа на основе изучения характерных особенностей находок с судна «Архангела Рафаил» позволяет резюмировать специфику сохранности подводных артефактов в акватории Финского залива.

Исследуемое судно «Архангел Рафаил» представляет особую ценность, поскольку из-за малосоленой, холодной, темной (и мутной), без разнообразия морских обитателей водной среды акватории Финского залива, сохраняются как органические, так и неорганические предметы. Основой является концентрация химических веществ воды, а также перечисленные ее физические свойства. Большое количество ионов хлористых солей в составе морской воды может привести к разрушению артефакта при вступлении в связь с новой воздушной средой. Физические же свойства воды могут различаться из-за показателей проникновения ультрафиолетовых лучей, мутности и температуры воды, что формирует илистые донные отложения, а также ограничивает развитие разнообразного биологического мира. Обычные взвеси фитопланктона и остатки изолируют предметы от воздействия кислорода.

Керамические предметы, хранящие признаки повреждений, оказываются интегрированными в новую «воздушную» среду, где могут

нуждаться в консервационных мероприятиях. Деграция керамики можно рассматривать на уровне механических повреждений – отложения осадков на поверхности теста, и химической деграции (внутренних разрывах из-за кристаллизации миграционных солей). В качестве специфических механических повреждений подводно-археологического материала отметим абразивное воздействие песка, донных отложений, особенно на торцах фрагментов.

Также многие предметы с судна «Архангел Рафаил» были законсервированы случайным образом в дегте и теперь экспонируются в таких музеях как Государственный Эрмитаж и Кронштадский исторический музей. Сам же «Архангел Рафаил» с конца 2020г. законсервирован на месте. Бытовые предметы, найденные в трюме, были постепенно подняты с 2004 по 2020 года на сушу. Находки с судна «Архангел Рафаил» были атрибутированы, что важно в изучении и сохранении уникальных органических (одежда, деревянные предметы, продукты пищи) и неорганических находок (предметов посуды, инструментов).

Для атрибуции археологических фрагментов с судна «Архангел Рафаил» был выбран принцип классификации А.А. Бобринского, который заключается в поиске аналогов по особенностям внешнего вида предмета и его общей форме. Аналоги были найдены в каталогах и музеях. Фрагменты керамики были исследованы и на основании этого разработаны графические реконструкции сосудов, а также картограммы состояния сохранности. По аналогам была определена датировка создания бытовых керамических предметов: конец XVII начало XVIII веков.

Технико-технологические исследования в этой работе включали: микроскопию, проверку на наличие растворимых солей, исследования на поиск деструктурированных наслоений с помощью рентгенофлуоресцентного и рентгенодифракционного анализов, а также ИК-

Фурье и Рамановской спектроскопии для определения консерванта из органического вещества. Из сравнительного анализа стоит упомянуть сравнение злаковых культур. Результатами исследования является: обнаружение солей хлорида натрия, гипсовых солей, определение элементного состава теста (найлены глинистые минералы мусковит, микралин, альбит, рихтерит, ярозит из класса алюмосиликатов, наполнители кремний и плагиоклаз), определение органических наслоений, как консервационного материала, – каменноугольного дегтя; деградации глазури (найден свинец в некоторых глазурированных пробах), отсутствие грибковых заражений. Также, вероятно, со временем в составе теста появились водные минералы бирнесит и розенит, что подчеркивает нахождение находок в водах Финского залива. Минимальный состав хлористых солей в промывочных растворах (в пределах 200 ppm) предположительно указывают на слабосоленость вод.

С полученными результатами на элементный состав от ресурсного центра Научного парка СПбГУ формируют методику консервации керамики, уточняют состояние сохранности фрагментов, а также пополняют знания о бытовании предметов. Перечисленные глинистые минералы идентифицируют керамику по составу используемых глин. Найденные железистые минералы обращают внимание на иризацию глазури. Новообразованные минералы и соли свидетельствуют об археологизации артефактов, их залегании под морской водой. Были выявлены гипсовые соли, которые выходят на поверхность на некоторых фрагментах в виде белых ореолов. Также методами спектроскопии было выявлено органическое вещество – каменноугольный деготь. С помощью исследования было подтверждено, что на судне даже керамические предметы были пропитаны этим консервантом.

Был разработан и утвержден вариант консервации фрагментов исходя из их индивидуальных особенностей. Продукты зерновой культуры, в

частность рожь, и дёгтя не очищались. Проведено обессоливание, обеспыливание, подбор фрагментов. Количественный состав заполнения фрагментов миграционными солями минимален, поэтому время их обессоливания было сокращено до 1,5 недель. Механическая очистка не предполагалась. Стыкующие торцы были пропитаны и склеены. Малую площадь сцепления дополнительно укрепляли мастиковками и прозрачными вставками. Поверхность вставок обработана разными абразивами. Такие предметы должны храниться в сухих или нормальных условиях при относительной влажности 50-60%.

В исследовании применен научно-практический, комплексный подход работы. Полученные результаты могут быть использованы в исследовании артефактов, обнаруженных в водах прибалтийского бассейна, а также облегчить дальнейшую работу реставраторов с пористой, подводной керамикой. Подводные объекты многочисленны и малоизучены, но с развитием технологий постепенно становятся доступнее в музейном деле.

После проведения консервационных мероприятий, в рамках этой диссертационной работы, предметы войдут в научный фонд Кронштадтского исторического музея и, возможно, будут представлены на экспозиции в разделе «Подводная археология» на примере предметов из Финского залива.

Список литературы:

1. Александров С. А. Подходы к исследованию и использованию крупных объектов подводного культурного наследия // Проблемы изучения и сохранения морского наследия России: Материалы Первой Международной научно-практической конференции (Санкт-Петербург, 27–30 октября 2010 г.). – Калининград: Terra Балтика, 2010. – 126 с.
2. Августиник А.И. Керамика. Изд. 2-е, перераб. и доп. — Л.: Стройиздат (Ленингр. отд-ние), 1975. — 592 с.
3. Андреева Л.Н. Реставрация музейной керамики / Л.Н. Андреева , А.С. Антомян [и др.] – ВХНРЦ, М., 1999 —144 с.
4. Арискина К.А. Качественная и количественная оценки цвета керамических материалов / Р.А. Арискина., и др. — Казань: Вестник казанского технического университета, 2017. — 22 с.
5. Археологический отчет ЦПИ РГО (от Прохорова Р.Ю.)
6. Бабекин Д. «Повестка дня подводного царства» Охраняется государством Вып.№ 05 ФГБУК АУИПИК 2017, — С.13-15
7. Багашев А.Н Вестник археологии, антропологии и этнографии /А.Н Багашев // Электронный журнал № 3 (34) - Тюмень: Институт проблем освоения Севера СО РАН, 2016. — 190 с.
8. Бердников И. М. Керамика в археологии: описание, анализ, методы исследования : учеб. пособие / И. ... Иркутск : Изд-во ИГУ, 2014. — 163с.
9. Бюллетень Института истории материальной культуры РАН.[1] [№] 2 (охранная археология) / науч. ред. Н. Ф. Соловьёва ; ИИМК РАН. СПб.: Изд-во ООО «ЭлекСис», 2011. – 360 с.
10. Бердников И. М. Керамика в археологии: описание, анализ, методы исследования : учеб. пособие / И. М. Бердников, Д. Н. Лохов. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2014. – 163 с.

11. Бобринский А.А. О методике изучения форм глиняной посуды из археологических раскопок // Культуры Восточной Европы I тысячелетия. Куйбышев, 1986. — С. 137–157
12. Виноградов А. В. Опыт реконструкции керамических комплексов древних поселений по фрагментам // Проблемы реконструкции в археологии. — Новосибирск: Наука, 1985. — С.121-141.
13. "Водный кодекс Российской Федерации" от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 08.12.2020)
14. Генинг В. Ф. Программа статистической обработки керамики из археологических раскопок // Советская археология. № 1, 1973. — С. 114-136.
15. Генинг В.Ф. Древняя керамика: методы и программы исследования в археологии/ В.Ф. Генинг Киев: Наукова думка, 1992. — 188 с.
16. Горохова, Е.В. Материаловедение и технология керамики / Горохова, Е.В. — СПб.: ПрофТех, 2009. — 224 с.
17. Грач А. Д. Археологические раскопки в Ленинграде. К характеристике культуры и быта населения Петербурга XVIII в. А. Д. Грач Л.: 1980 —
18. Каменецкий И.С. Анализ археологических источников: Возможности формализованного подхода / Б.И. Маршак., Я.А. Шер. Изд. 2-е — М.: ИА РАН, 2013. — 182 с.
19. Каталог «Три века под водой» Ред. С. Фокин, Р.Ю. Прохоров "Three centuries under water" Underwater search center 2017. — 92 с.
20. Кимеева Т.И., Окунева И.В. Основы консервации и реставрации археологических и этнографических музейных предметов / Т.И. Кимеева, И.В. Окунева ред. Шевцова. Н.В.-Кемерово: КемГУКИ 2009. — 252 с.
21. Кирпичников А. Н. Древности славян и финно-угров. /Е.А.Рябинин СПб.: Наука, 1986. —181 с.
22. Клейн Л.С. Проблема определения археологической культуры/ Л.С. Клейн —Л.: СА. № 2, 1970. — С.298-302.

23. Колпаков Е.М. Классификация в археологии. Е.М. Колпаков СПб.: ИИМК РАН, 2013 – 251 с.
24. Конвенции об охране подводного культурного наследия 2001 г. / UNESCO, 2001 — 26с.
25. Конвенция Организации Объединенных Наций по морскому праву" (UNCLOS) (заключена в г. Монтего-Бее 10.12.1982) (с изм. от 23.07.1994).
26. Крамаренко В. Ф. Токсикологическая химия. — К.: Выща шк. Головное изд-во, 1989. — С. 146-149.
27. Кулагин А. "О результатах работы первого в России профессионального объединения подводных археологов" Охраняется государством Вып.№ 05 ФГБУК АУИПИК 2017, 34-35 С.
28. Лелеков. Л. А. Теоретические проблемы современной реставрационной науки /Л. А. Лелеков./ Художественное наследие. Хранение, исследование, реставрация. М., 1989. — С.5-43
29. Лелеков Л.А. Зверев В.В. Методические рекомендации по реконструкции и реставрации археологических находок //Художественное наследие. В сб.: Внеочередной выпуск. М.: ВНИИР, 1989. — С. 61-65.
30. Мартынов А.И., Шер Я.А. Методы археологического исследования./ А.И.Мартынов, Я.А. Шер 2-е изд., испр. и доп.— М.: Высш. шк. 2002. —240 с.
31. Малевская. М. В. Керамика западнорусских городов X-XIII вв./ М. В.Малевская. Труды ИИМК РАН. Т. XVII. — СПб: Изд-во Санкт-Петербургского института истории РАН «Нестор-История», 2005. — 160 с.
32. Маттосон-Попова С. Корабль “Васа”/ Наука и жизнь, вып. 12, 2007. — С. 65-68
33. Молодин В. И. Физико-химическое исследование керамики. На примере изделий переходного времени от бронзового к железному

- веку/ В. И. Молодин [и др.] ; под ред. В. В. Болдырев – СПб. : Изд-во СО РАН, 2006. — 118 с.
34. Морская среда и прибрежные районы, защита окружающей среды, четвертая оценка, Европейское агентство по окружающей среде/ вып. №05 Москва: 2013. — 205с.
35. Муртазина С.А. Технология развития керамических изделий/С.А. Муртазина //Вестник Казанского технологического университета — Казань: 2015. — С.14-18.
36. Никитин М. К., Мельникова Е. П. Химия в реставрации: Справочное пособие. Л.: Химия. Ленингр. отделение, 1990. — 302 с.
37. Окоороков А. В., Мадикова Л. В. Энциклопедия подводного культурного наследия М.: Институт Наследия, 2020. — 516 с.
38. Окоороков А.В., Бабекин Д.В. Подводное культурное наследие: изучение, сохранение, музеефикация/ М.: Институт наследия, 2017. — 308 с.
39. Ольховский С.В., Прохоров Р.Ю. «Архангел Рафаил» № 6 ЦПИ РГО СПб. Нептун 2014. — С. 91-98
40. Орлов Е.И. Глазури, эмали, керамические краски и массы /Е.И. Орлов Ч. 1–2 М.; Л., 1938. — 106 с.
41. Отечественная история, Выпуск 5 ред. Р.Г.Пихоя Институт российской истории Наука, 1995. —178с.
42. Прохоров Р.Ю., Ольховского С.В. «Архангел Рафаил» Охраняется государством Вып.№ 05 ФГБУК АУИПИК 2017. —34-35 С.
43. Пруцын О.И. Реставрационные материалы : Учебник для вузов / О. И. Пруцын. — М. : Институт искусства реставрации, 2004. — 264 с.
44. Путрик Ю.В. "Свод всех сводов" Охраняется государством Вып.№ 05 ФГБУК АУИПИК 2017, — С.25-29.
45. Ребрикова Н.Л. Биология в реставрации/.Ребрикова Н.Л. М., РИО ГосНИИР, 1999. —184 с.
46. Реми Г. Курс неорганической химии. Том 2. Пер. с нем. - М.: Мир, 1966. — 838 с.

47. Салахов, А.М. Керамика: исследование сырья, структура, свойства : учебное пособие / А.М. Салахов, Р.А. Салахова – Казань : Издательство КНИТУ, 2013. – 316 с.
48. Сахарова А.С. Материалы и технология изготовления керамических масс и изделий, Ханты-Мансийск 2013 — 156с.
49. Семенова С.А. Васильева С. А. Новые материалы к археологической карте Ленинградской области (по результатам полевых работ 2018 г.) ИИМКА РАН. СПб, 2019 — С. 76-124
50. Скотт А. Очистка и реставрация музейных экспонатов / А. Скотт,— ОГИЗ, М.-Л., 1935 —70 с.
51. Сорокин П.Е. Подводно-археологические памятники на северо-западе России Проблемы их изучения и сохранения Изучение памятников Морской археологии, выпуск 3. СПб, 1998 –144с.
52. Сорокин П.Е. Проблемы изучения и сохранения подводного историко-археологического наследия акватории Восточной Балтики //Выборг и морская археология. – СПб., 1997. – С. 64–71.
53. Седов В.В. Прибалтийские финны // Финны в Европе. VI-XV века. Вып. 1: Формирование прибалтийских финнов, племена Прибалтики и юго-восточной Прибалтики. — М. : Языки русской культуры, 1990. — С. 20.
54. Система научного описания музейного предмета: классификация, методика, терминология: Справочник. В 2 кн. Кн. II. Методики научного описания тематических групп этнографических памятников / Федеральное государственное бюджетное учреждение культуры «Российский этнографический музей». — 2-е изд. — СПб.: Нестор-История, 2017. — 256 с.
55. Туровина В.Ф. Учёт, камеральная обработка и хранение археологических коллекций. Методические рекомендации / В.Ю. Туровина под ред. Приступа О.И. – Ханты-Мансийск, 2014.– 28 с.
56. Фармаковский Б.В. Прошлое человечества в трудах петербургских археологов на рубеже тысячелетий (К 100-летию создания российской

- академической археологии). — СПб.: Петербургское Востоковедение, 2019. — 420 с
57. Федосеева Т.С. Реставрационные материалы. Курс лекций/ О.Н. Беляевская [и др.], под ред. Т. С. Федосеева – М.:ГосНИИР, 2016.– 233с.
58. Федеральный Закон "Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации" от 25.06.2002 N 73-ФЗ
59. Хокер, Фред Vasa: шведский военный корабль. Медстрёмс, Стокгольм. 2011, — С.36—38.
60. Хорн Р. Морская химия, структура воды и химия гидросферы М.: Мир, (Науки о земле).1972. — 398с.
61. Хорошун Т. А Результаты петрографического исследования керамики среднего неолита – раннего энеолита Карелии (рубеж V-IV – начало III тыс. до н.э.). Актуальная археология 3. Санкт-Петербург, 25-28 апреля 2016 г. СПб.: ИИМК РАН. 2016. — С. 132–136.
62. Чистяков А.Н. Типология разрушений памятников культуры /А. Н. Чистяков, М. Э. Крогиус — СПб: Изд-во СПбКО, 2014. —153 с.
63. Човнык А.В. Реставрация сосуда из раскопок в Киеве/ А.В.Човнык, М.Н. Стрихарь/ Восточноевропейский археологический журнал, № 5 (6) – Киев: музей истории, 2004. — С. 52-58.
64. Чудина А.В., Ушакова К.С. под названием Анализ неинформативной археологической керамики методами физико-химического исследования Актуальная археология СПб СПбГУ ИИМК 2018, — С. 28-32.
65. Швецова А.А. Техничко-технологический анализ керамики поздняяковской культуры из поселения Шава-1 // Актуальная археология 3. Новые интерпретации археологических данных: тезисы междунар. науч. конф. молодых ученых. СПб.: 2016. – С. 197-200.
66. Штейнберг Ю.Г. Стекловидные покрытия для керамики /Ю.Г. Штейнберг — Л.: Стройиздат : Ленингр. отд-ние, 1989. — 191 с.

- 67.Энциклопедия подводного культурного наследия / А. В. Огороков, Л. В. Мадикова. — М. : Институт Наследия, 2020. — 516 с.
- 68.Bachrach, Arthur J. "History of the Diving Bell" // Historical Diving Times, Spring 1998. — 63 с.
- 69.Bekić L. Conservation of Underwater Archaeological Finds—Manual / Authors: Ćurković M., Jelić A., Jozić A., Mustaček M., Perin T., Pešić M., Translation to English: Ferenčić N., International Centre for Underwater Archaeology in Zadar, 2011.—94p.
- 70.Crisci G.M., La M.F. Study of archaeological underwater finds: deterioration and conservation 2010. — p.855-863.
- 71.Donny L. Hamilton Ceramic Firepots/Conservation Research Laboratory Research Report Texas: Nautical Archaeology Program, 1997. - C. 24-27
- 72.Donny L. Methods of Conserving Archaeological Material from Underwater Sites / Hamilton Revision, Conservation of Archaeological Resources I 1999.— C. 11-14
- 73.Daniel Albero Santacreu Materiality, Techniques and Society in Pottery ProductionThe Technological Study of Archaeological Ceramics through Paste Analysis,Warsaw/Berlin 2014. — 324p.
- 74.Dafydd Kidd och John Cherry av Jan-Erik Keramikmaterialet i svenska museer inventerat Augustsson Terminologin översatt i samarbete med 1000-1600, British Museum 1976, — 208p.
- 75.Herfert P. - Slawische Schallengefäße von der Insel Rügen, 1964.— P. 79-94.
- 76.Ewen Smith, Geoffrey Dent. Modern Raman spectroscopy — A practical approach. — John Wiley & Sons, LTD, 2005. — 256p.
- 77.Francesco, De' Marchi – Brescia: Appresso Comino Presegni, ad istanza di Gasparodall'Oglio, 1599 – 730 p.
- 78.Mibach E. T. G. The restoration of coarse archaeological ceramics// Studies in Conservation Volume 20:sup1 / Stockholm Congress: Conservation in Archaeology and the Applied Arts. Canada: INA, 1975. — P.55-61.

79. Margaret A., Carlson H. Analysis of restoration materials: The Campbell Collection at Winterthur Museum Author(s)/ The American Institute for Conservation of Historic & Artistic Works Volume Five, 1997 — P. 52-74
80. Pedeli C., Pulga S. Conservation practices on archaeological excavations. Principles and methods // Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2013. — 159 p.
81. Rinne, J. Viipurin entinen tuomiokirkko. Suomen museo Helsinki, 1914. — P. 53- 67.
82. Rice, P.M. Pottery analysis: A sourcebook. Chicago, IL: University of Chicago Press, 1987. — 584 p.
83. Training Manual on the Protection and Management of Underwater Cultural Heritage // UNESCO, 2012 – 652 p.
84. Vasa // Vasamuseet, Stockholm, 2012 – 48 p.
85. Viipuri. Vanhan Suomen pääkaupunki. Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seura. Meurman O.-Helsinki, 1983. — 246 p.
86. Viipurin kivikirkot. Viipurin Suomalaisen Kirjallisuusseuran toimitteita 6. Helsinki: Viipurin Suomalainen Kirjallisuusseura. Neuvonen 1994. — 284p.
87. KERAMIИККА [Электронный ресурс] : музей – Helsinki, 2018. – Режим доступа: <https://www.finna.fi/Search/Results?lookfor=+KERAMIИККА&type=AllFields> – Дата обращения: 21.01.2021 – Загл. с экрана.
88. Видеоматериалы ЦПИ РГО [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
89. https://www.youtube.com/watch?v=N5_W3710W3s&ab_channel=%D0%A6%D0%9F%D0%98%D0%A0%D0%93%D0%9E – Дата обращения: 19.12.2020. – Загл. с экрана.
90. Центр подводных исследований РГО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://urc-rgs.ru/> – Дата обращения: 09.10.2020 – Загл. с экрана.
91. UNESCO / Underwater Cultural Heritage [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.unesco.org/new/en/culture/themes/underwater->

culturalheritage/underwater-cultural-heritage/ – Дата обращения:
15.11.2020 – Загл. с экрана.

92. Ссылка Ик-Фурье, микроскопия СПбГУ [Электронный ресурс]. –
Режим доступа: <https://researchpark.spbu.ru/equipment-laser-rus/110-olmiv-nicolet-8700-rus> – Дата обращения: 04.04.2021 – Загл. с экрана.

93. Ссылки на фото аналогов [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

a. <https://digitalmuseum.se/021025722796/gryta> и
<https://digitalmuseum.se/011024625216/gryta> и
<https://digitalmuseum.se/011024604377/gryta> и
<https://digitalmuseum.se/011024604407/gryta>

b. <https://digitalmuseum.se/021025873872/tunna>

c. <https://digitalmuseum.se/021025722717/kopp>

d. <https://visitkronshadt.ru/showpiece/image/zharovnya-trenozhnik>

– Дата обращения: 02.12.2020 – Загл. с экрана.

Список сокращений

ВНИИР – Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии

ВХРНЦ – Всероссийский художественный научно- реставрационный центр имени академика И. Э. Грабаря

ГосНИИР – Государственный научно- исследовательский институт реставрации

ИИМК РАН – Институт истории материальной культуры Российской академии наук

ОКН – объекты культурного наследия

ПКН – подводное культурное наследие

РФА – Рентгенофлуоресцентный анализ

СПбГУ – Санкт-Петербургский государственный университет

ЦПИ РГО – Центр подводных исследований Русского географического общества"