

# МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ

## НЕЙТРОННЫЙ АКТИВАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ (НАА)

- исследовательская установка ИРЕН и установка на канале 3 реактора ИБР-2
- определение элементного состава пробы с чувствительностью 1 часть на миллион (в некоторых случаях - на миллиард)
- массовый многоэлементный анализ
- определение массовых долей 30-40 элементов

## АКТИВАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ НА МГНОВЕННЫХ ГАММА-КВАНТАХ (ААМГК)

- установка на канале 116 реактора ИБР-2
- возможность изучения элементного состава объемных проб
- полностью неразрушающий анализ

## РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ АНАЛИЗ

- волнодисперсионный спектрометр S6 Jaguar (Bruker)
- портативный энергодисперсионный спектрометр Tracer 5i (Bruker)
- определение элементного состава образцов в широком диапазоне

## ИНФРАКРАСНАЯ (ИК) СПЕКТРОСКОПИЯ С ФУРЬЕ-ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ

- инфракрасный спектрометр Invenio-R (Bruker) с набором приставок, позволяющим исследовать жидкие и твердые пробы методами пропускания и нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО)
- изучение структуры органических и неорганических веществ

## СПЕКТРОСКОПИЯ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ (КР, РАМАНОВСКАЯ)

- переносной спектрометр, оснащенный видеомикроскопом
- изучение структуры органических и неорганических веществ

## ОПТИЧЕСКАЯ МИКРОСКОПИЯ

- микроскоп стереоскопический панкратический МСП-2 (ЛОМО)
- поляризационный микроскоп Полам-215 (ЛОМО)
- микроскоп люминесцентный Биоскоп-3201 (ЛОМО)
- микроскоп-камера МК-20 (ЛОМО)

## СТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

- изготовление микрошлифов поперечных срезов живописи с последующим исследованием с помощью оптической микроскопии

## ХИМИЧЕСКИЙ МИКРОАНАЛИЗ

- изучение состава микропробы под микроскопом с помощью капельного анализа на основе качественных реакций

## СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ

- применение методов математической статистики для обработки полученных данных

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОБОПОДГОТОВКИ

- система очистки воды Direct Q5 UV (Merk Millipore)
- шаровая мельница Pulverisette 6 (Fritsch)
- аналитические весы AF 225DRCE (Vibra)
- лиофилизатор FreeZone (Labconco)

# ИЗУЧЕНИЕ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ И РЕШЕНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ПРОБЛЕМ



<http://flnph.jinr.ru/>



[andmitriev@jinr.ru](mailto:andmitriev@jinr.ru)



+7 (496) 216-73-71



141980, Россия, Московская область,  
г. Дубна, ул. Жолио-Кюри, д. 6



ГРУППА НЕЙТРОННОГО АКТИВАЦИОННОГО АНАЛИЗА  
ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ ИМ. И.М. ФРАНКА  
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

## МОНУМЕНТАЛЬНАЯ ЖИВОПИСЬ

### ИССЛЕДУЕМЫЕ ОБРАЗЦЫ:

пигменты и штукатурные основания фресок, кладочные растворы средневековых построек

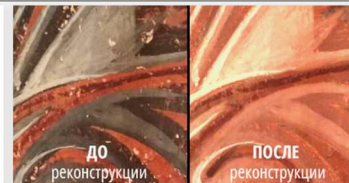
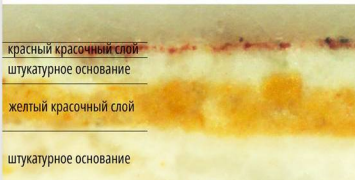
### ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ:

комплексное исследование фресковых циклов из монастырей Великого Новгорода, Пскова и Москвы XII - XVI вв.



**ЗАДАЧА:** изучение пигментного состава  
**МЕТОДЫ:** *in-situ* РФА, ИК-спектроскопия, химический микроанализ, стратиграфический анализ  
**РЕЗУЛЬТАТ:** исследован состав красок (пигменты и связующие) уникальных домонгольских росписей для подготовки к реставрации Спасо-Преображенского собора Мирожского монастыря (г. Псков, XII в.)

**ЗАДАЧА:** идентификация техники росписей  
**МЕТОДЫ:** стратиграфический анализ микрошлифов  
**РЕЗУЛЬТАТ:** по количеству и взаимному расположению слоев росписи сделан вывод о применении смешанных (*fresco-secco*) техник уникальной домонгольской росписи Георгиевского собора Юрьева монастыря (г. В. Новгород, XII в.)



**ЗАДАЧА:** цифровая реконструкция возможной исходной цветовой гаммы фресок  
**МЕТОДЫ:** РФА, цифровая обработка результатов  
**РЕЗУЛЬТАТ:** на основании данных о составе пигментов воссоздан исходный колорит фрагмента фрески Смоленского собора Новодевичьего монастыря (г. Москва, XVI в.)

**ЗАДАЧА:** сравнение кладочных растворов  
**МЕТОДЫ:** НАА, РФА, химический микроанализ  
**РЕЗУЛЬТАТ:** по данным о содержании и соотношении элементов сделано предположение о более позднем времени создания отдельных фрагментов средневековых построек Владимира, В. Новгорода, Юрьева-Польского



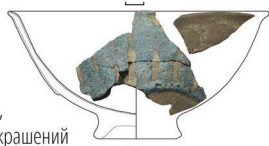
## АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОБРАЗЦЫ

### ИССЛЕДУЕМЫЕ ОБРАЗЦЫ:

артефакты из керамики, стекла и металла

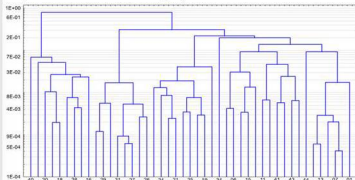
### ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ:

анализ красноглиняной и кашинной керамики, фрагментов стеклянных браслетов и золотых украшений



**ЗАДАЧА:** определение источников сырья археологических артефактов из керамики  
**МЕТОДЫ:** НАА, РФА  
**РЕЗУЛЬТАТ:** по содержанию микропримесей сделан вывод о происхождении сырья для производства античной терракоты, найденной при строительстве Крымского моста, - Апеннинский полуостров

**ЗАДАЧА:** создание референтных групп для выявления мест производства фрагментов глиняных изделий  
**МЕТОДЫ:** НАА, статистический анализ  
**РЕЗУЛЬТАТ:** найдены критерии, позволяющие проводить сортировку образцов неизвестного происхождения по месту производства



**ЗАДАЧА:** определение происхождения артефактов из металлов: природное или искусственное  
**МЕТОДЫ:** НАА, ААМГК, РФА  
**РЕЗУЛЬТАТ:** по выявленному содержанию микропримесей сделан вывод о природном происхождении сплава - электрума

**ЗАДАЧА:** определение центров производства фрагментов стеклянных браслетов  
**МЕТОДЫ:** НАА  
**РЕЗУЛЬТАТ:** сравнение полученных данных с рецептурными нормами основных мастерских по производству стекла позволило сделать вывод о древнерусском происхождении артефактов



## ОСТАНКИ ЛЮДЕЙ ПРОШЛОГО

### ИССЛЕДУЕМЫЕ ОБРАЗЦЫ:

кости, волосы, зубы, фрагменты мозга, органика из черепа

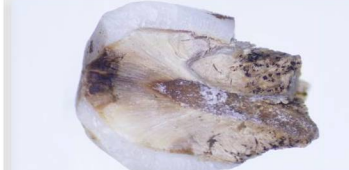
### ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ:

исследование останков людей, принадлежавших средневековой русской знати, костей древних кузнецов



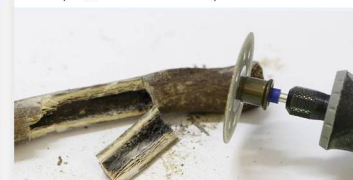
**ЗАДАЧА:** определение возможных причин смерти на основании содержания ртути и мышьяка  
**МЕТОДЫ:** НАА  
**РЕЗУЛЬТАТ:** в костях Ивана Ивановича - сына Ивана IV Грозного - обнаружено повышенное содержание ртути, что подтверждает сведения о лечении царевича ртутными мазями

**ЗАДАЧА:** определение содержания элементов по длине волос  
**МЕТОДЫ:** НАА  
**РЕЗУЛЬТАТ:** исходя из скорости роста волос (1 см в месяц), построены графики содержания элементов в волосах первой русской царицы Анастасии Романовны в зависимости от времени до смерти



**ЗАДАЧА:** составление базы данных элементного состава останков людей средневековья  
**МЕТОДЫ:** НАА  
**РЕЗУЛЬТАТ:** проведен элементный анализ различных останков десяти высокостатусных средневековых личностей, начато создание базы данных останков средневековой знати

**ЗАДАЧА:** определение содержания меди и основных микропримесей медных руд  
**МЕТОДЫ:** НАА, РФА  
**РЕЗУЛЬТАТ:** обнаружена медь, определяющая род занятий человека - кузнечное дело, а также мышьяк, позволяющий предположить конкретное месторождение - источник сырья



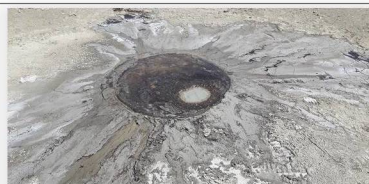
## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ, ВНЕЗЕМНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОБРАЗЦЫ

### ИССЛЕДУЕМЫЕ ОБРАЗЦЫ:

выбросы грязевых вулканов, породы из шахт, морские отложения, воздушные фильтры, метеориты

### ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ:

экологические исследования образцов из Египта и Чехии, анализ характеристик грязевых вулканов Азербайджана, метеорита Челябинск



**ЗАДАЧА:** определение элементного состава, активностей естественных изотопов, микрофауны  
**МЕТОДЫ:** НАА, РФА, измерение естественной радиоактивности, микрофаунистический анализ  
**РЕЗУЛЬТАТ:** исследованы корреляции элементных составов твёрдых выбросов грязевых вулканов Шемаха-Гобустанского района Азербайджана

**ЗАДАЧА:** поиск потенциальных полезных ископаемых в отвалах переработанных пород  
**МЕТОДЫ:** НАА, статистический анализ  
**РЕЗУЛЬТАТ:** выявлен факт обогащения ураном и торием отвалов переработанных золотоносных пород шахт Сукари и Хамаш (регион Красное море, Египет)



**ЗАДАЧА:** определение содержания опасных с точки зрения экологии микроэлементов в морских отложениях  
**МЕТОДЫ:** НАА, статистический анализ  
**РЕЗУЛЬТАТ:** выявлены источники экологических проблем и степень загрязнения египетского побережья Средиземного моря

**ЗАДАЧА:** определение содержания экологически вредных веществ в воздухе с помощью фильтров  
**МЕТОДЫ:** НАА, статистический анализ  
**РЕЗУЛЬТАТ:** определен источник загрязнения воздуха Моравско-Силезского края Чехии - трансграничный перенос продуктов сгорания угля, применяемого для отопления в Польше

