

Ускорительный масс-спектрометр ИЯФ СО РАН

С.А. Растигеев
ИЯФ СО РАН

март 2018

Ускорительная масс-спектрометрия.

Ускорительная масс-спектрометрия (УМС или AMS) – современный, сверхчувствительный метод изотопного анализа вещества.

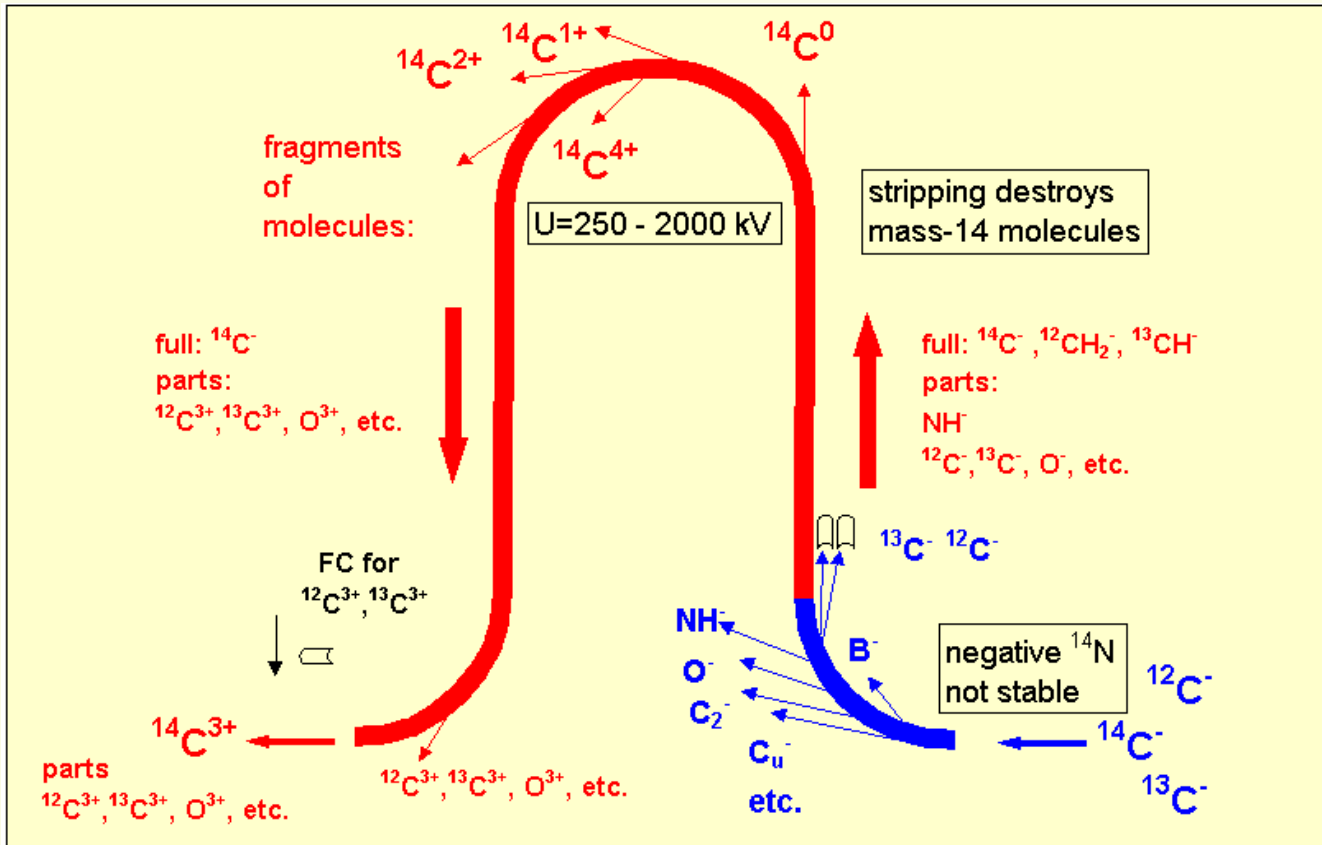
Метод основан на «извлечении» из исследуемого образца отдельных атомов, с последующим поштучным подсчетом интересующих атомов.

Содержание регистрируемого, редкого изотопа в образце может находиться на уровне 10^{-12} - 10^{-15} относительно основного изотопа.

Для УМС-анализа необходимо всего 0.001 грамм вещества.

Метод УМС предназначен для проведения исследований в геологии, археологии, биологии, медицине, химии, физике, экологии, климатологии, океанологии, фармакологии и других областях науки.

Принцип работы УМС-анализатора



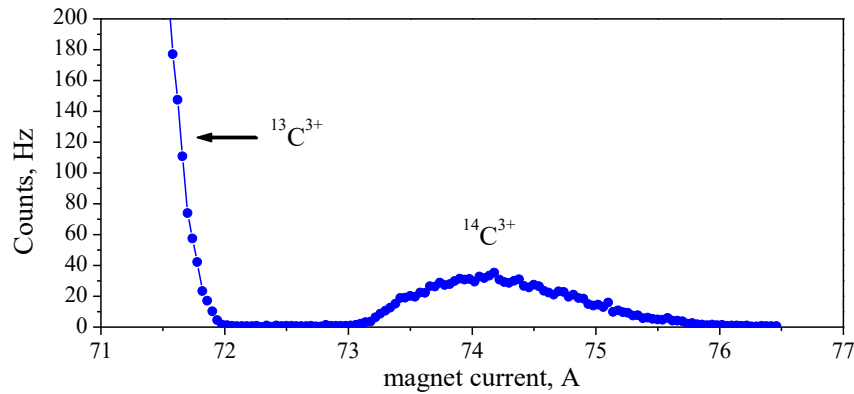
- Выбивание ионов из образца
- Отклонение основных изотопов из ионного пучка
- Ускорение ионного пучка
- Очищение ионного пучка от изобар
- Поштучный подсчет редкого изотопа

Атомные и молекулярные изобары радиоуглерода

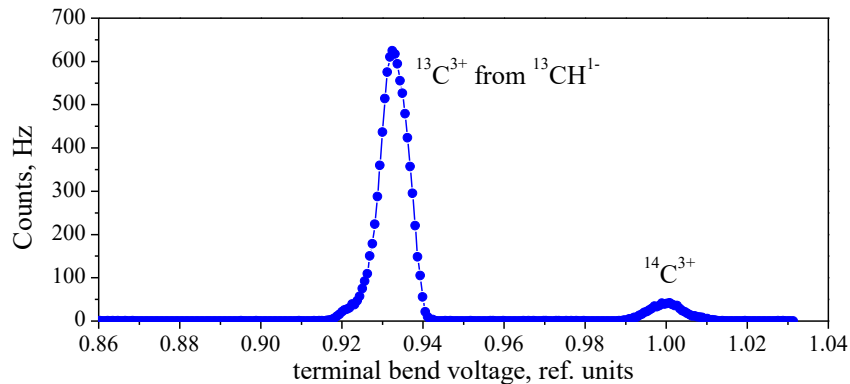
- ^{14}N $m/dm=84000$
- $^{13}\text{CH}, ^{12}\text{CH}_2$ $m/dm \sim 1000$

(На каждый ион радиоуглерода приходится более 10^8 молекулярных изобар)

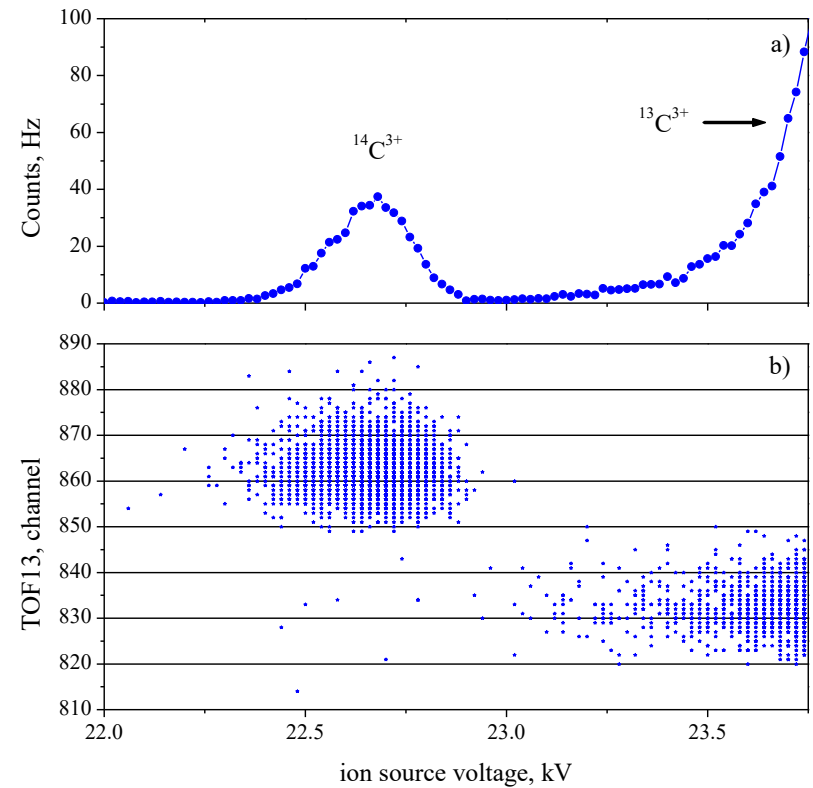
Пример исследований по сверхчувствительной селекции и регистрации ионов на УМС ИЯФ.



Счет частиц ТОФ детектором в зависимости от тока выпускного магнита.



Счет частиц ТОФ детектором в зависимости от напряжения 1800 электростатического поворота в высоковольтном терминале.



Счет частиц ТОФ детектором в зависимости от напряжения ионного источника.

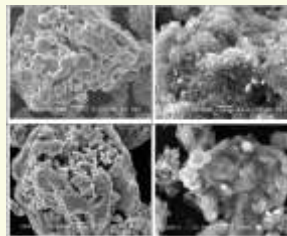
При распылении ионов с образца, часть энергии бомбардирующих ионов передается выбиваемым. При анализе радиоуглерода на УМС ИЯФ данный эффект незначителен.

При создании УМС рассчитанного на анализ тяжелых ионов, необходим фильтр по энергии (электростатический поворот) на выходе ионного источника.

Типичный пример радиоуглеродного анализа образцов на УМС ИЯФ (пробоподготовленных НГУ).

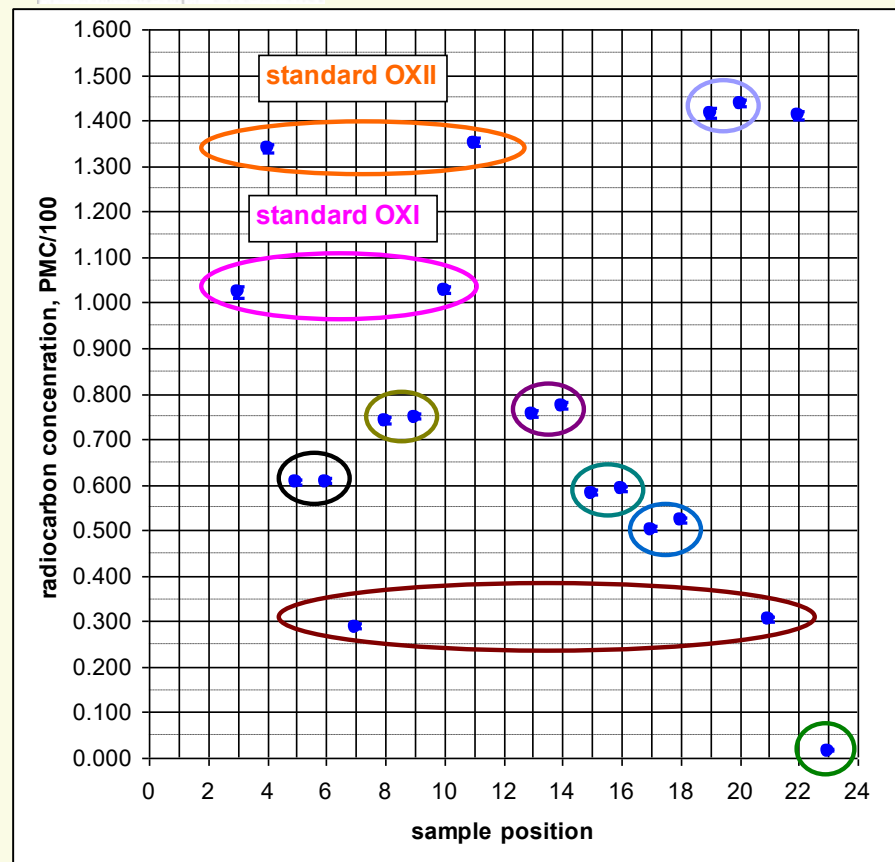


Барaban с образцами.



Образцы после пробоподготовки.

Позиция в барабане	Образец	Расшифровка
3	CN772	OXI
4	CN773	OXII
5	CN774	Азарова 17-19 см
6	CN775	Азарова 17-19 см
7	CN776	Азарова 38-40 см
8	CN777	Туманное 38-40 см
9	CN778	Туманное 38-40 см
10	CN779	OXI
11	CN780	OXII
13	CN781	Угловое 15-17 см
14	CN782	Угловое 15-17 см
15	CN783	Угловое 39-41 см
16	CN784	Угловое 39-41 см
17	CN785	Преображенское 30-31 см
18	CN786	Преображенское 30-31 см
19	CN787	1973
20	CN788	1973
21	CN789	Азарова 38-40 см
22	CN790	1974
23	CN791	МПГ

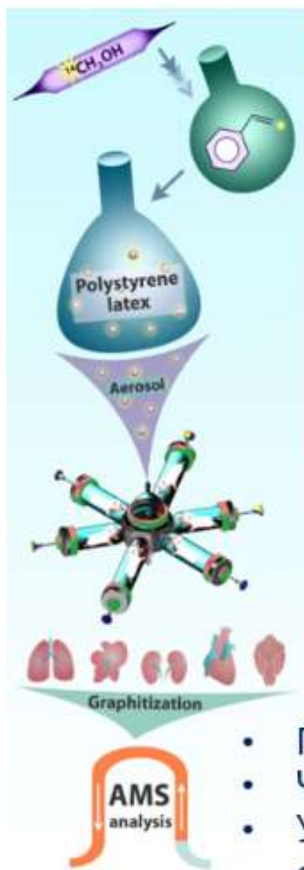


Концентрация радиоуглерода в образцах.

Список образцов в барабане.

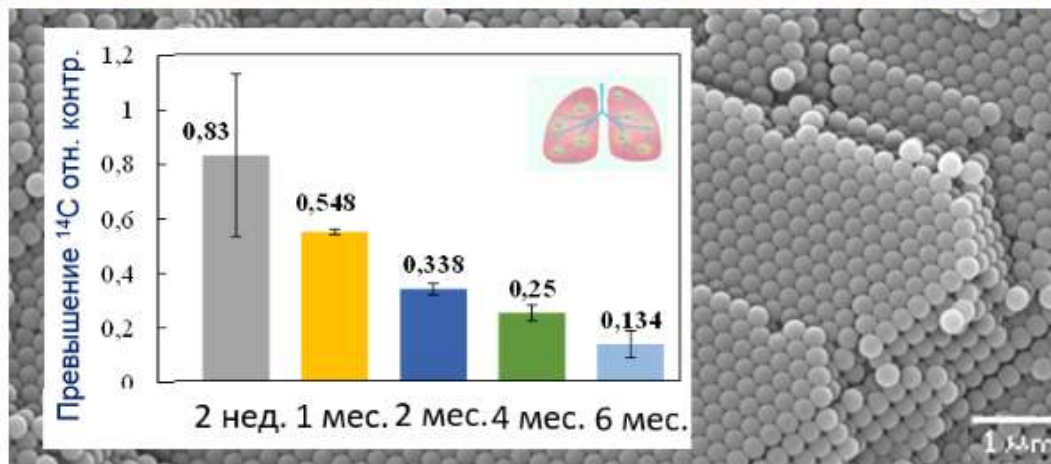
Применение УМС ИЯФ в биомедицинских приложениях.

Исследование проникающей способности аэрозольных полистирольных частиц в органы лабораторных мышей методом ускорительной масс-спектрометрии



Участники: Институт Катализа СО РАН, Институт ядерной физики СО РАН, Новосибирский Государственный Университет, Институт органической химии СО РАН, Институт химической кинетики и горения СО РАН, Институт клинической и экспериментальной медицины СО РАН, ООО «Тион»

Мыши вдыхали ПС-80 нм в течение 30 мин/день 5 дней, 10^4 шт/см³



- Превышение ¹⁴C обнаружено в печени, почках, мозге, сердце!
- Частицы находятся в легких более полугода!
- Удалось зафиксировать 90 нг или неск. млн. шт. ПС-225 нм в 1 г органа!

Низкая концентрация аэрозоли 10^4 /см³ во вдыхаемом мышами воздухе. Аэрозоль непосредственно детектировалась посредством УМС ИЯФ в легких, печени, почках, мозге, сердце лабораторных мышей.

Древняя фауна России датированная на УМС ИЯФ



15809 ± 138 years



19034 ± 165 years



781 ± 65 years



6865 ± 89 years



3813 ± 72 years



5281 ± 77 years



4775 ± 75 years



18141 ± 169 years



5190 ± 80 years

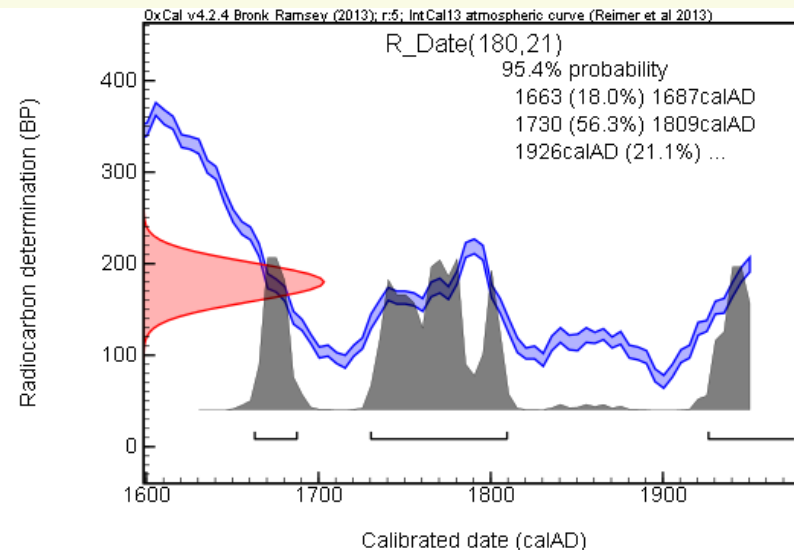


3161 ± 78 years

Холст из музея А.С. Попова, датированный на УМС ИЯФ.



Исследуемая копия /СНГ, 116-172, дублирована /



Радиоуглеродный возраст:

Образец холста 2 : **203 ± 49 лет**

Образец холста 3 : **544 ± 36 лет ???**

Образец холста 4 : **213 ± 40 лет**

Образец холста 5 : **176 ± 40 лет**

Образец холста 6 : **134 ± 39 лет**

Усредненный возраст: 180 ± 21 лет

Наиболее вероятный
календарный возраст:

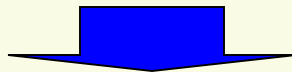
1730-1809 AD

1)

В 2017 году совместно с 25 организациями-пользователями было проведено 52 научно-исследовательские работы с использованием УМС ИЯФ.

2)

«Ускорительный масс-спектрометр ИЯФ СО РАН» – единственная в России установка по проведению сверхчувствительных анализов методом ускорительной масс-спектрометрии.



УМС ИЯФ – уникальная научная установка

3)

ФАНО России
Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ
им. Г.И. Будкера
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИЯФ СО РАН)

П Р И К А З

13.10.2014 № 154/1
г. Новосибирск

О статусе Уникальной научной установки –
Ускорительного масс-спектрометра

В конце 2017 года зарегистрирована уникальная научная установка «УМС ИЯФ СО РАН»




УНИКАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ УСТАНОВКИ

[↑ НА ГЛАВНУЮ](#)




Ускорительный масс-спектрометр ИЯФ СО РАН (УНУ "УМС ИЯФ СО РАН")

УНУ создана в 2009 году

АДРЕС

 Сибирский
 630090, г. Новосибирск, ул. Кутателадзе, 7/3
 <http://press.inp.nsk.su/nauka/issledovatelskaya-infrastruktura/nauchnye-ustanovki/uskoritelnyj-mass-spektrometr>

РУКОВОДИТЕЛЬ РАБОТ

 Пархомчук Василий Васильевич
 (383) 3307163
 V.V.Parkhomchuk@inp.nsk.su

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ЗА 2017 ГОД (ДААННЫЕ МОНИТОРИНГА)

УЧАСТИЕ В МОНИТОРИНГЕ	ЧИСЛО ОРГАНИЗАЦИЙ-ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ, ЕД.	ЧИСЛО ПУБЛИКАЦИЙ, ЕД.	ЗАГРУЗКА В ИНТЕРЕСАХ ВНЕШНИХ ОРГАНИЗАЦИЙ-ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ, %
да	26	8	55.34

БАЗОВАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук

ИНФОРМАЦИЯ ОБ УНИКАЛЬНОЙ НАУЧНОЙ УСТАНОВКЕ (УНУ)

Уникальная научная установка «Ускорительный масс-спектрометр ИЯФ СО РАН» – единственная в России установка по проведению сверхчувствительных анализов методом ускорительной масс-спектрометрии (УМС) (в англоязычной

С 2018 года, организациям, заинтересованным в проведении совместных с ИЯФ научно-исследовательских работ с использованием УНУ «УМС ИЯФ СО РАН», предоставляется возможность подачи заявки на сайте ИЯФ СО РАН:

<http://press.inp.nsk.su/nauka/issledovatel'skaya-infrastruktura/nauchnye-ustanovki/uskoritelnyj-mass-spektrometr/sdelat-zayavku-ams>

Регламент доступа к оборудованию	Контакты	
Типовые работы и услуги	ФИО *	<input type="text"/>
Методики измерений	Организация *	<input type="text"/>
Перечень оборудования	Адрес рабочий *	<input type="text"/>
План работы установки	Телефон рабочий *	<input type="text"/>
Выполненные работы и услуги	E-Mail *	<input type="text"/>
Контакты	Fax	<input type="text"/>
Подать заявку		
Заявки в УНУ УМС		
Станд. ИЯФ		
ИНЭТ		
Проекты		
	Состав группы экспериментаторов	
	Состав группы экспериментаторов *	<input type="text"/>
	Эксперимент	
	Название *	<input type="text"/>
	Цель работы *	<input type="text"/>
	Актуальность *	<input type="text"/>
	Новизна ожидаемого результата	<input type="text"/>
	Название гранта, программы *	грант ▾
	Номер и дата гранта, программы, договора *	<input type="text"/>
	Тип эксперимента *	Новый эксперимент ▾
	По результатам выполнения заявки планируется публикация? *	По результатам выполнения заявки планируется п. ▾
	Где планируется публикация?	журнале ▾
	По результатам выполнения планируется подача заявки на новый грант РФФИ, РФФИ?	<input type="radio"/> да <input type="radio"/> нет
	Отчет по предыдущему эксперименту	был предоставлен ▾
	Образцы (условия безопасности) *	<input type="text"/>
	С кем обсуждалось?	<input type="text"/>
	Что требуется?	
	Станция	<input type="text"/>
	Продолжительность	<input type="text"/>
	Желаемая дата начала	<input type="text"/> ...
	Невозможные даты	<input type="text"/> ...
	Приоритетные направления, по которым проводится данная работа	
	Приоритетные направления развития науки, технологий и техники РФ *	<input type="text"/>
	Критические технологии РФ *	<input type="text"/>
	Краткое изложение (не более 2 стр. включая список литературы и публикации) Краткое изложение (формат файла zip, rar, pdf, doc, xls) *	<input type="button" value="Выберите файл"/> Файл не выбран
		<input type="button" value="Отправить заявку"/>

Заключение

- Продолжаются исследования по сверхчувствительной селекции и регистрации ионов на УМС ИЯФ.
- Проведен УМС-анализ примерно 1000 образцов, в основном, для 25 организаций пользователей (пробоподготовка образцов выполнялась НГУ (2/3 образцов) и ИАЭТ СО РАН (1/3 образцов)).
 - В конце 2017 году официально зарегистрирована УНУ «УМС ИЯФ СО РАН» (ранее установка входила в состав ЦКП «Геохронология Кайнозоя» ИАЭТ СО РАН с неопределенным статусом)