



# Модернизация государственного первичного эталона активности ГЭТ 6-95

И.В. Алексеев, И.А. Харитонов, С.В. Сэпман

*ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И.Менделеева», Санкт-Петербург, [i.v.alekseev@vniim.ru](mailto:i.v.alekseev@vniim.ru)*

Состав ГПЭ единиц активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников



Работу эталона обеспечивает комплекс эталонных установок, входящих в его состав:

- УЭАП-1 со счетчиками для бета-излучения;
- УЭАПП-2 со счетчиками для альфа-излучения;
- УЭА-3 со счетчиками для альфа-, бета-, гамма- и характеристического рентгеновского излучений;
- УЭА-4 с ионизационной камерой для гамма-излучения;
- УЭА-5 с калориметрами для альфа-, бета- и фотонного излучений и излучений спонтанно делящихся ядер;
- УЭАПП-6 со счетчиками характеристического рентгеновского и гамма-излучения и счетчиками альфа-излучения



ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ  
СХЕМА ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ  
АКТИВНОСТИ РАДИОНУКЛИДОВ,  
ПОТОКА И ПЛОТНОСТИ ПОТОКА  
АЛЬФА-, БЕТА-ЧАСТИЦ И  
ФОТОНОВ РАДИОНУКЛИДНЫХ  
ИСТОЧНИКОВ**

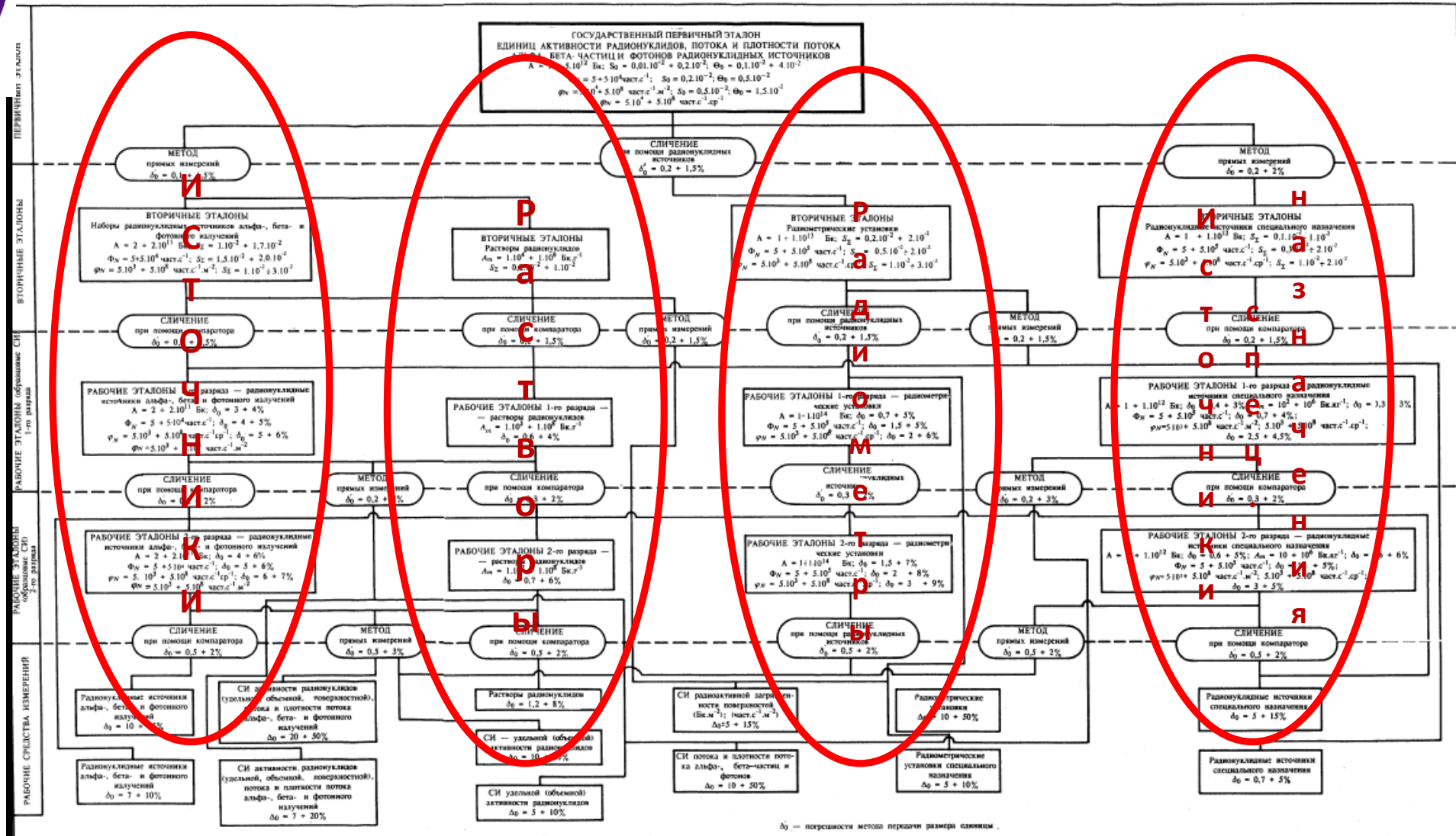
Издание официальное

БЗ 6—95/281



МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ  
ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ

Минск





# Основа метрологического обеспечения измерений активности радионуклидов

Государственный первичный эталон  
единицы активности радионуклидов  
ГЭТ 6-95

Вторичные эталоны

Эталонные средства измерений

Рабочие средства измерений

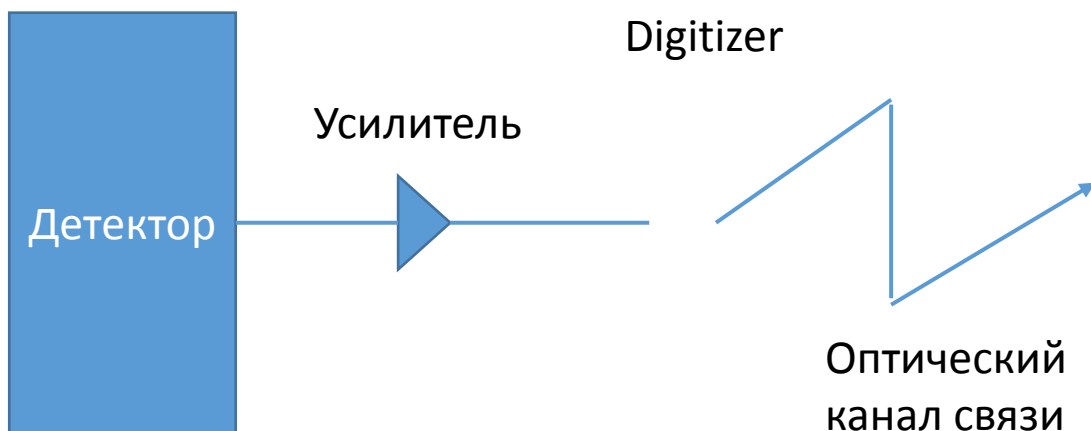


## Общие технические принципы модернизации каналов регистрации

- Максимальное использование стандартного, серийно производимого оборудования
- Унификация каналов регистрации всех установок
- Оцифровка сигналов как можно “ближе” к детектору
- Использование архитектуры с off-line обработкой результатов эксперимента



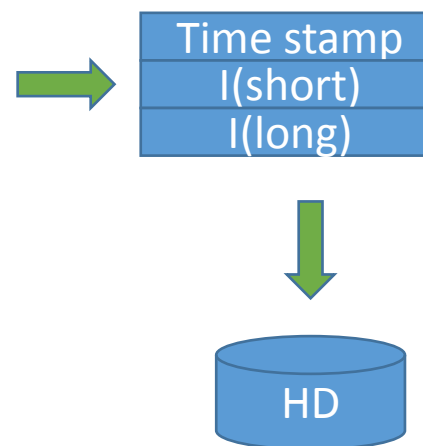
# Устройство оцифровки CAEN "Digitizer"



- Анализатор импульсов на основе перепрограммируемой логики FPGA
- Анализ формы импульсов на основе интегралов сигнала по двум окнам
- Метка времени события с разрешением 4 ns
- Канал связи по оптической магистрали (1 Gbps)
- Принципиально неперегружаемая архитектура (в случае работы с оптическим каналом связи)



# Принцип работы устройства “Digitizer”



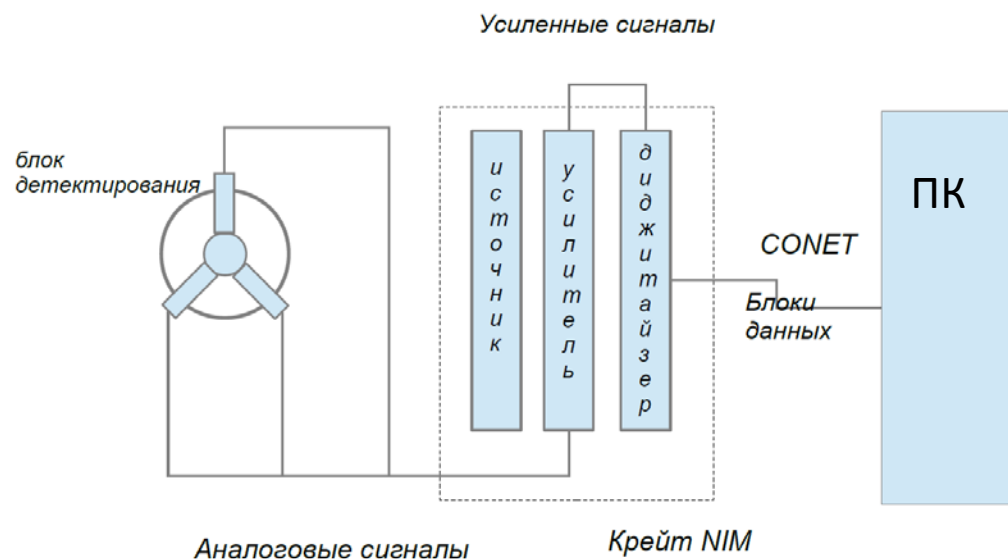
- Анализатор импульсов на основе перепрограммируемой логики FPGA
- Анализ формы импульсов на основе интегралов сигнала по двум окнам
- Метка времени события с разрешением 4 ns
- Канал связи по оптической магистрали (1 Gbps)
- Принципиально неперегружаемая архитектура (в случае работы с оптическим каналом связи)







# Установка TDCR на основе жидкого сцинтиллятора

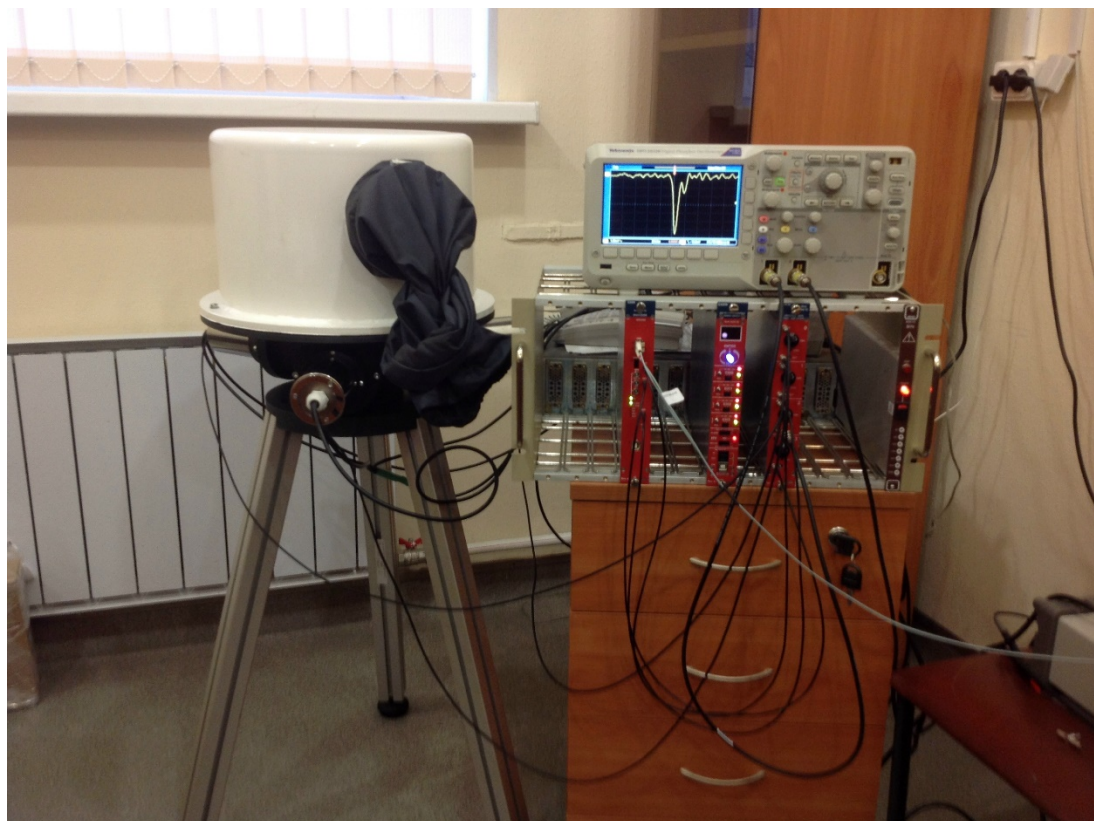


## МЕТОД TDCR:

- Абсолютный метод  $4\pi$ - $\beta$  счета
- Регистрация одноэлектронных событий
- Максимальный светосбор
- Камера светосбора, препятствующая взаимному влиянию ФЭУ



# Установка TDCR на основе жидкого сцинтиллятора

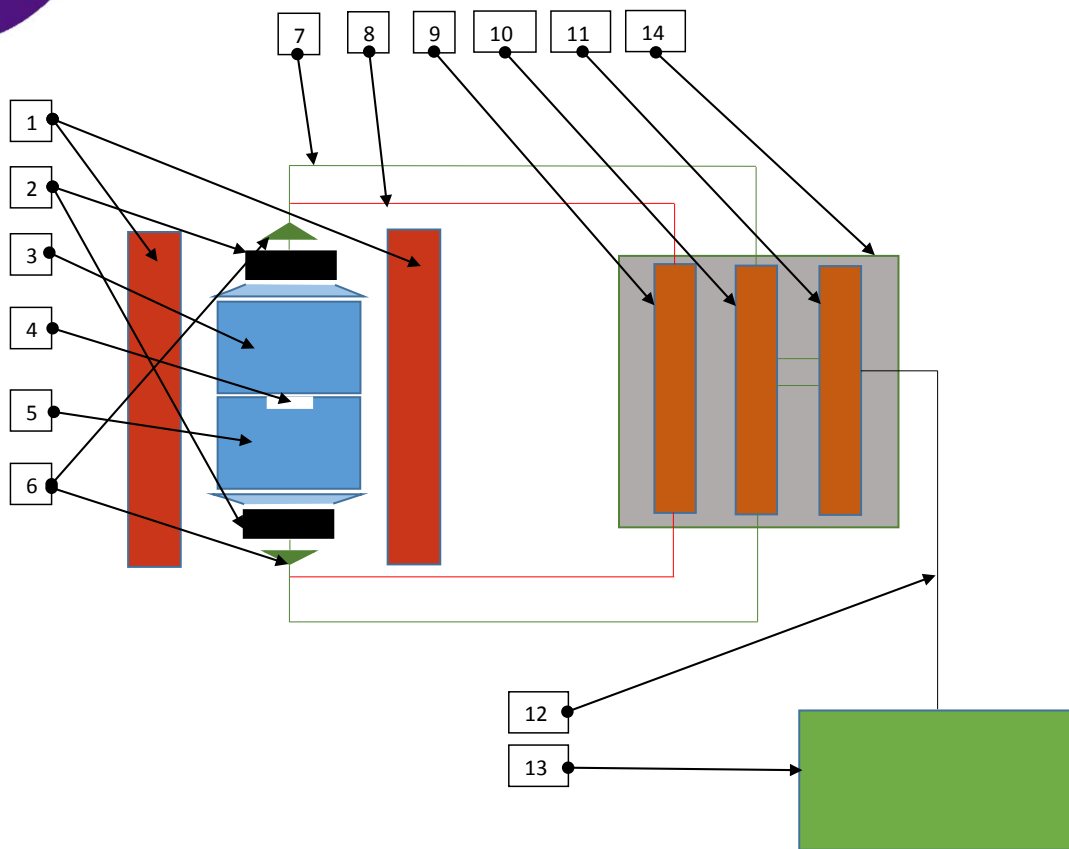


## Реализация метода TDCR ВНИИМ/НТЦ РАДЭК:

- Сменная вставка в камеру светосбора
- Оцифровка сигналов после быстрого усилителя
- Off-line цифровой анализ совпадений
- Потенциально: фильтрация по форме импульса
- Продляемое назначаемое мертвое время высокой точности ( $2 \text{ ns}/20 \text{ mks}=10^{-4}$ )



# Установка абсолютного 4π-γ счета



Требования к установке:

- Высокая стабильность [фона]
- Высокая эффективность в возможно большем диапазоне энергий

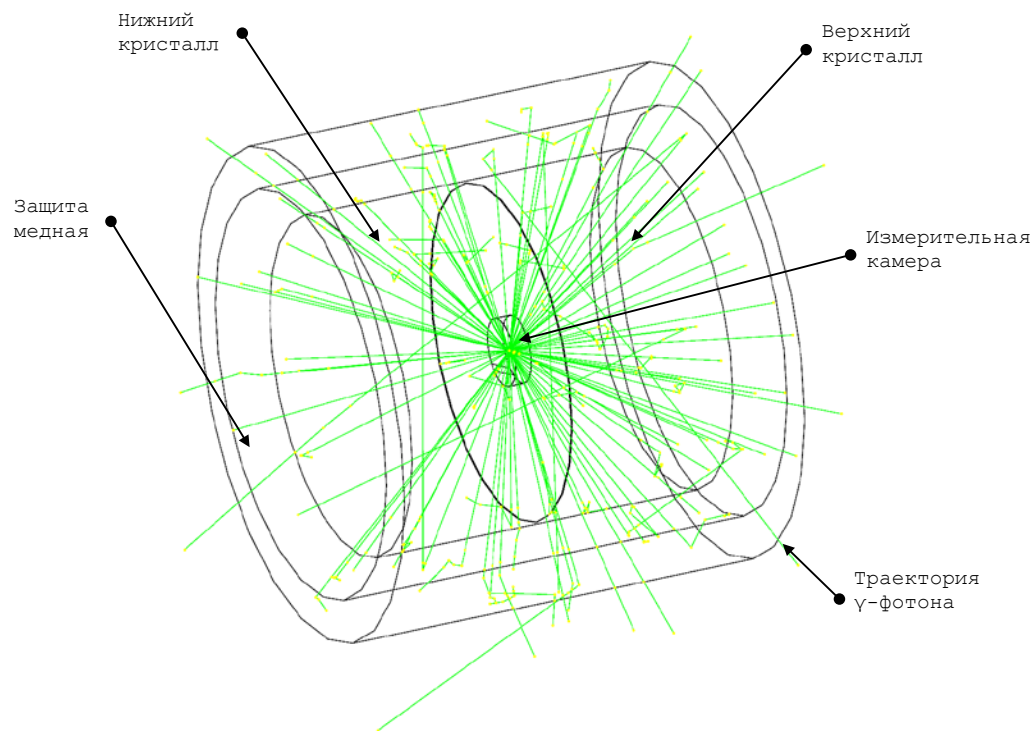
Установка ВНИИМ/ИТЦ РАДЭК

- Сцинтилляционные кристаллы NaI(Tl) 200x100 mm
- Кристалл с проточкой под источник
- Подвижный нижний кристалл
- Устройство оцифровки CAEN digitizer
- Off-line обработка с возможностью анализа совпадений
- Off-line обработка с переменными порогоми и спектральной селекцией
- Назначаемое мертвое время высокой точности с различными алгоритмами

Рисунок 1. Схема подключения модулей установки 4π: 1 – Медная защита; 2 – Фотоэлектронные умножители; 3 – Верхний сцинтилляционный кристалл NaI(Tl); 4 – Камера для размещения измеряемого источника; 5 – Нижний сцинтилляционный кристалл NaI(Tl); 6 – Предварительные усилители; 7 – Аналоговая сигнальная магистраль; 8 – Высоковольтная магистраль питания фотоумножителя; 9 – Источник высокого напряжения CAEN; 10 – Быстрый усилитель CAEN; 11 – Устройство оцифровки CAEN; 12 – Высокоскоростная оптическая магистраль; 13 – Компьютер управления и обработки.



# Моделирование установки 4π-γ счета



- Код на основе объектной библиотеки GEANT4
- Ядерные константы ENSDF
- Оптимизация со свободными параметрами, описывающими установку
- Оценка эффективности регистрации
- Отличия от калибровки

Рисунок 1. Общий вид моделируемого детектора с траекториями 100 модельных фотонов энергии 1МэВ.



## Выводы

- Модернизация первичного государственного эталона единиц активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников происходит по графику предоставления субсидии, в соответствии с техническим заданием
- Модернизация каналов регистрации проведена по современной цифровой технологии, «через ступеньку»
- Обращайтесь в отдел ионизирующих излучений ВНИИМ им. Менделеева!

## **Контактная информация:**

**Руководитель лаборатории Алексеев И.В.**

**(812)323-96-12**

**[i.v.alekseev@vniim.ru](mailto:i.v.alekseev@vniim.ru)**

**Старший научный сотрудник Сэпман С.В.**

**(812)323-96-12**

**[ssv@vniim.ru](mailto:ssv@vniim.ru)**