



РФЯЦ-ВНИИЭФ
РОСАТОМ

Модуль импульсного питания электромагнита бетатрона мобильного генератора гамма-излучения

Международная конференция «XVII Забабахинские научные чтения»

Бунин Алексей Иванович, В.И. Нижегородцев, К.В. Савченко, В.Д. Селемир,
В.А. Фомичёв, А.А. Чинин, О.А. Шамро

19.05.2025 - 23.05.2025



1. Мобильный генератор для исследования
быстропротекающих процессов
2. Модуль импульсного питания электромагнита (МИПЭ)
бетатрона
 - 2.1. Система импульсного питания
 - 2.2. Система транспортировки, эксплуатации и хранения
3. Результаты тестовых включений МИПЭ
4. Заключение
5. Видеофрагмент мобильного генератора гамма-излучения

Мобильный генератор гамма-излучения для исследования быстропротекающих процессов



РФЯЦ-ВНИИЭФ
РОСАТОМ



Рисунок 1. Фотография мобильного генератора гамма-излучения: слева – ускорительный модуль, по центру – модуль управления и контроля, справа – модуль импульсного питания электромагнита.

Импульсная рентгенография широко применяется для исследования быстропротекающих процессов в оптически плотных средах.

В качестве источника рентгеновского излучения во ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» применяются циклические ускорители на базе бетатрона типа БИМ.

Преимущества:

- мобильность;
- многокадровость;
- компактность;
- возможность изменения граничной энергии электронного пучка (от 10 до 65 МэВ).

Параметры	Значение
Граничная энергия электронного пучка ($C_{эл}=2400$ мкФ), МэВ	65
Экспозиционная доза излучения в воздухе на расстоянии 1 м от источника излучения, Р	25
Просвечивающая способность <u>по свинцу</u> на расстоянии 4 м от источника до объекта, мм	140
Размер источника излучения, мм	3×6
Длительность импульса тормозного излучения на полувысоте в одноимпульсном режиме, нс	≤120
Длительности последовательных импульсов тормозного излучения на полувысоте в трехимпульсном режиме, нс	200, 180, 150

Система импульсного питания электромагнита бетатрона [1]



РФЯЦ-ВНИИЭФ
РОСАТОМ



Система импульсного питания предназначена для создания в обмотках электромагнита бетатрона унipoлярного импульса тока амплитудой 110 кА и длительностью по основанию 1 мс с разбросом по времени срабатывания не более 50 нс.

1

Рисунок 2. Фотография оборудования системы импульсного питания электромагнита бетатрона, размещенной в двадцатифутовом контейнере:
1 – емкостный накопитель (8 конденсаторов ИЭПС - 24 – 290, $C_6 \approx 2,4$ мФ), 2 – стойка коммутации, 3 – система соединителей импульсного питания.

Система транспортировки эксплуатации и хранения



РФЯЦ-ВНИИЭФ
РОСАТОМ



Контейнер МИПЭ оборудован системами:

- климат контроля;
 - пожаротушения;
 - светозвуковой сигнализации;
 - видеонаблюдения;
 - отопления;
- 2 - блокировки по высокому напряжению;
грузоподъемным механизмом на 1 т.

Рисунок 3. Фотография системы транспортировки, эксплуатации и хранения МИПЭ: 1 – двадцатифутовый контейнер, 2 – полуприцеп, 3 – подкатная тележка.



Результаты тестовых включений МИПЭ

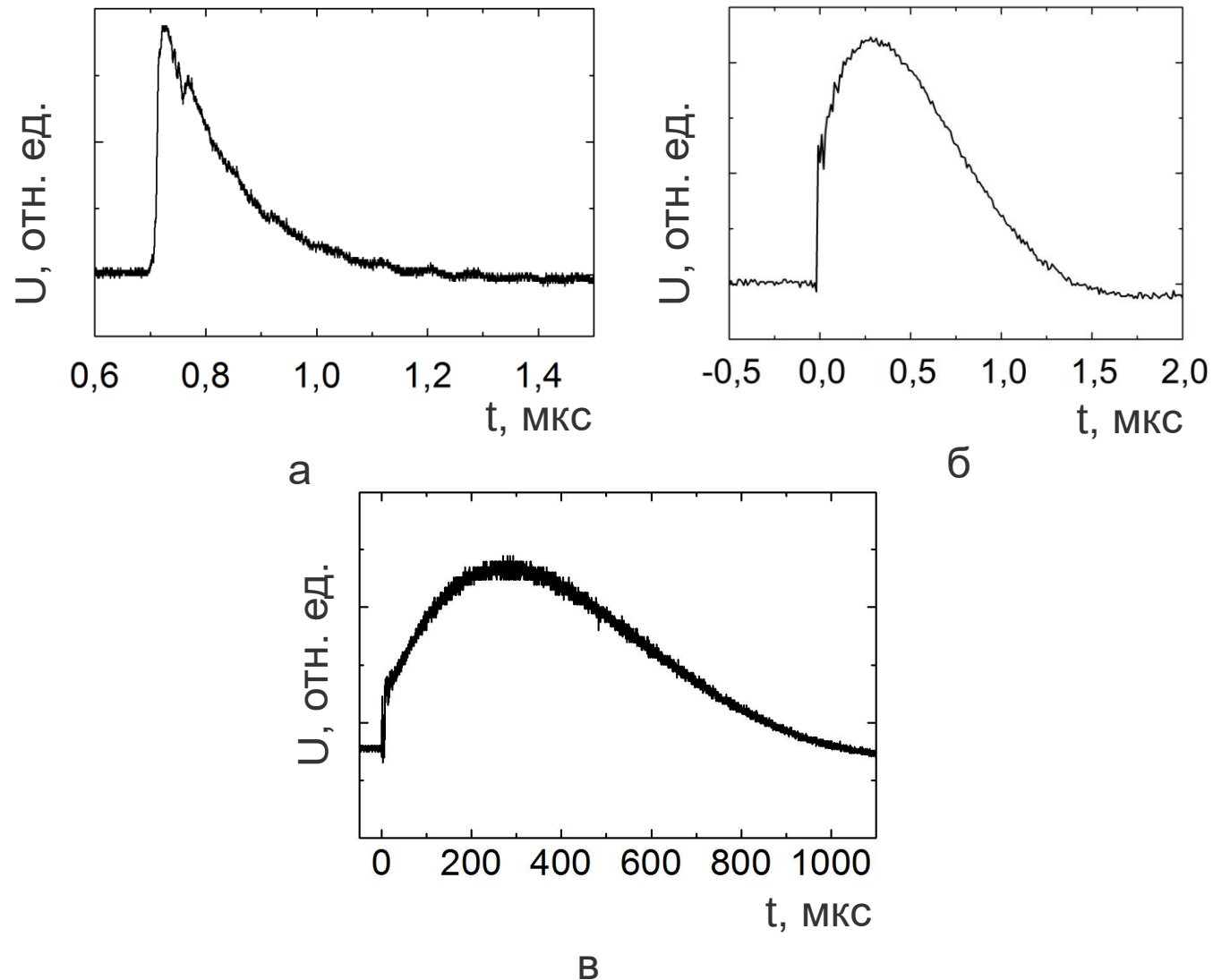
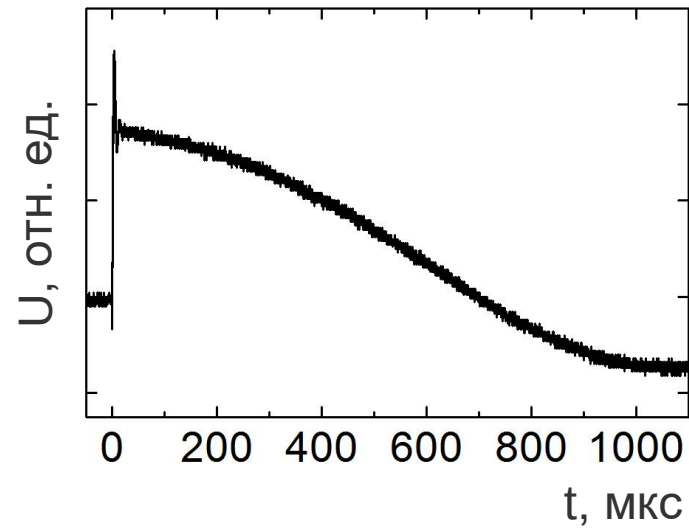


Рисунок 4. Осциллограммы сигналов импульсов с датчиков контроля параметров системы импульсного питания электромагнита бетатрона в рабочем цикле: а – напряжения с генератора накачки блока управления КРД1-250-25, б – тока накачки КРД1-250-25, в – тока разряда емкостного накопителя на электромагнит.

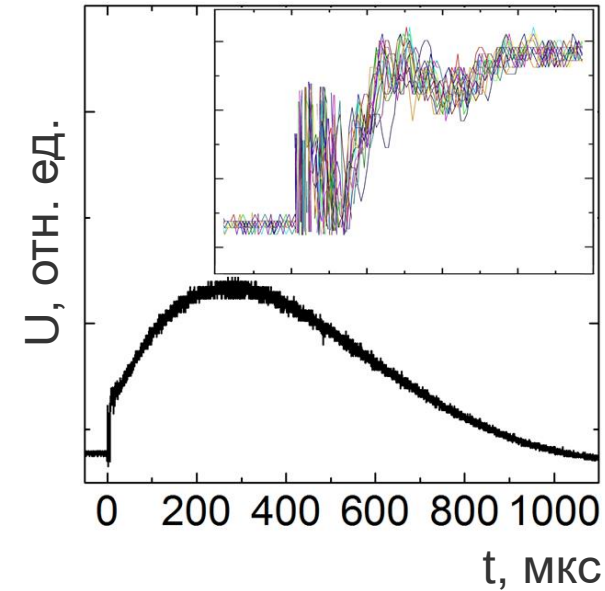
Результаты тестовых включений МИПЭ



РФЯЦ-ВНИИЭФ
РОСАТОМ



а



б

Рисунок 5. а – импульс напряжения с датчика, расположенного в медианной плоскости электромагнита, б – наложенные осциллограммы импульса тока системы импульсного питания электромагнита, разброс срабатывания системы импульсного питания ≤ 50 нс.



Разработан, испытан и выведен на рабочие параметры модуль импульсного питания электромагнита бетатрона мобильного генератора гамма-излучения.

Успешно проведены натурные транспортные испытания и тестовые включения модуля в составе мобильного генератора гамма-излучения.

На выходе системы импульсного питания сформирован униполярный импульс тока амплитудой ≈ 110 кА и длительностью по основанию 1 мс. Разброс по времени срабатывания составил ≤ 50 нс, что соответствует штатным параметрам.

Конструкция модуля может найти применение и в других мобильных электрофизических установках с учетом их электрических параметров.



Спасибо за ВНИМАНИЕ

Бунин Алексей Иванович
Инженер-исследователь

19.05.2025 - 23.05.2025