

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ имени Д.В.СКОБЕЛЬЦЫНА

Состояние работ по ускорителю
электронов непрерывного действия на
энергию 1 МэВ

Выполнил
м.н.с. Юров Д.С.

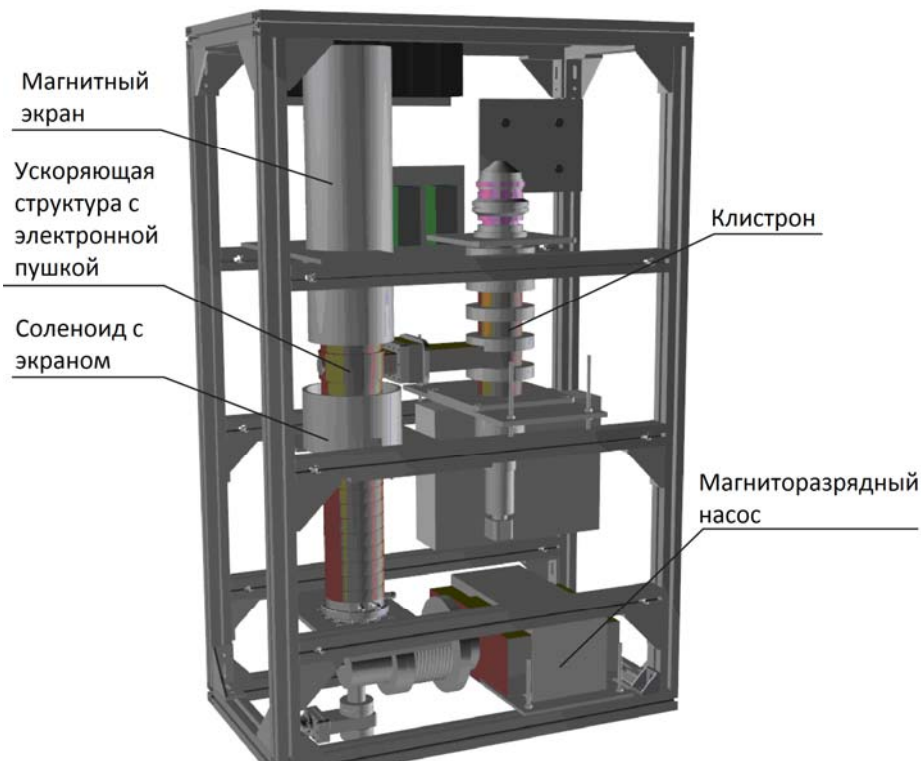
На основе опыта работ по созданию мощных СВЧ ускорителей в НИИЯФ МГУ разрабатывается предсерийный образец промышленного ускорителя электронов непрерывного действия на энергию 1 МэВ с мощностью пучка до 25 кВт.

Основные задачи, которые планируется решать с помощью пучка данного ускорителя:

- испытания электронных компонент на радиационную стойкость;
- испытания фотопреобразователей на радиационную стойкость;
- получение новых данных об изменении механических свойств, свойств поверхности, фазового состава и микроструктуры модельных и конструкционных материалов для ядерных и термоядерных установок и наноструктурных объектов;
- исследование радиационно-химических процессов;

Проектные параметры ускорителя

Энергия пучка	1,0 МэВ
Средний ток пучка	0 - 25 мА
Максимальная мощность пучка	25 кВт
Напряжение питания клистрона и пушки	15 кВ
Рабочая частота	2450 МГц
Мощность клистрона	50 кВт
Потребляемая мощность	~75 кВт
КПД	~33%
Габариты ускорителя	500x900x1400 мм ³

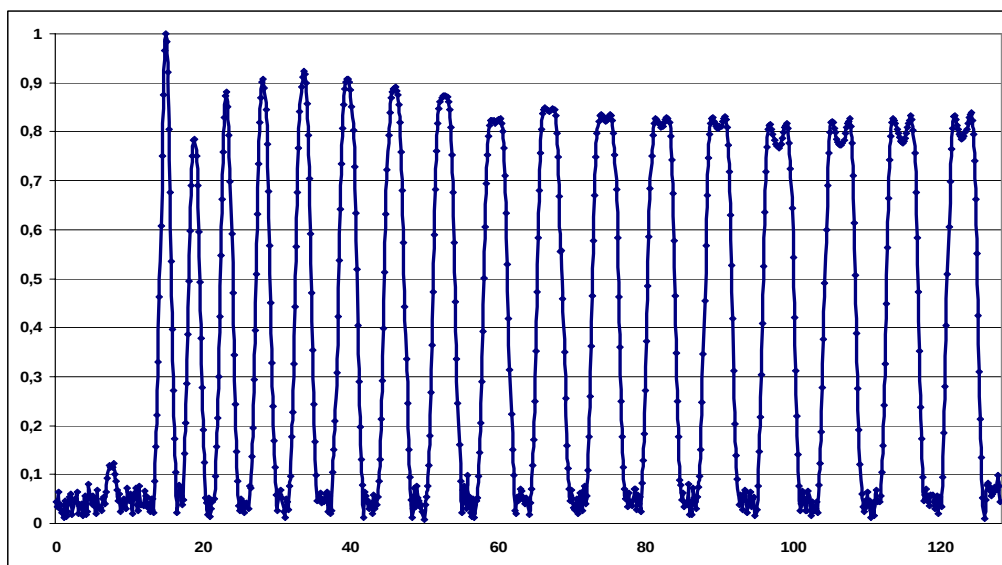


Общий вид ускорителя

Особенности ускорителя

- Разработана электронная пушка с регулируемым током от 0 до 250 мА без существенных изменений оптических характеристик пучка.
- Выбранная выходная энергия электронов электронной пушки 15 кэВ позволяет запитывать клистрон и пушку от одного источника.
- Электронная пушка установлена непосредственно на входном фланце ускоряющей секции, а продольная группировка и захват пучка в процесс ускорения производятся в первых 3 ускоряющих ячейках секции.
- Ускоряющая структура бипериодическая с внутренними ячейками связи и с переменной длиной ускоряющих ячеек.
- В основе системы высокочастотного питания ускорителя лежит автоколебательный принцип работы клистрона с ускоряющей секцией в цепи обратной связи.

В процессе разработки ускорителя были выполнены расчеты электродинамических характеристик ускоряющей структуры, динамики пучка, СВЧ системы. На основании этих расчетов была создана ускоряющая структура и определены требования к оборудованию, закупаемому на сторонних предприятиях. Летом 2013 года была закончена сборка ускорителя, и начаты пуско-наладочные работы.



Измеренное распределение электрического поля на
оси структуры



Фотография ускоряющей
структуры

На настоящий момент:

- Достигнут ток 1 мА (мощность пучка 1 кВт).
- С помощью 45-градусного электромагнита с заранее измеренной зависимостью магнитного поля от питающего тока были получены спектры пучков для разных уровней мощности электромагнитного поля в ускоряющей секции.
- Проведены измерения энергии пучка с помощью дифференциального цилиндра Фарадея, хорошо согласующиеся с расчетами.
- На ускорителе проведен ряд облучений по проверке радиационной стойкости фотопреобразователей и по исследованию изменения механических свойств материалов под действием электронного пучка.

План дальнейших работ:

- Получение проектного тока 25 мА.
- Разработка системы развертки пучка на постоянных магнитах.
- Завершение работ над системой контроля и управления.