

Создание системы регулирования собственной частоты ускоряющей структуры двухсекционного ускорителя с энергией 35 МэВ

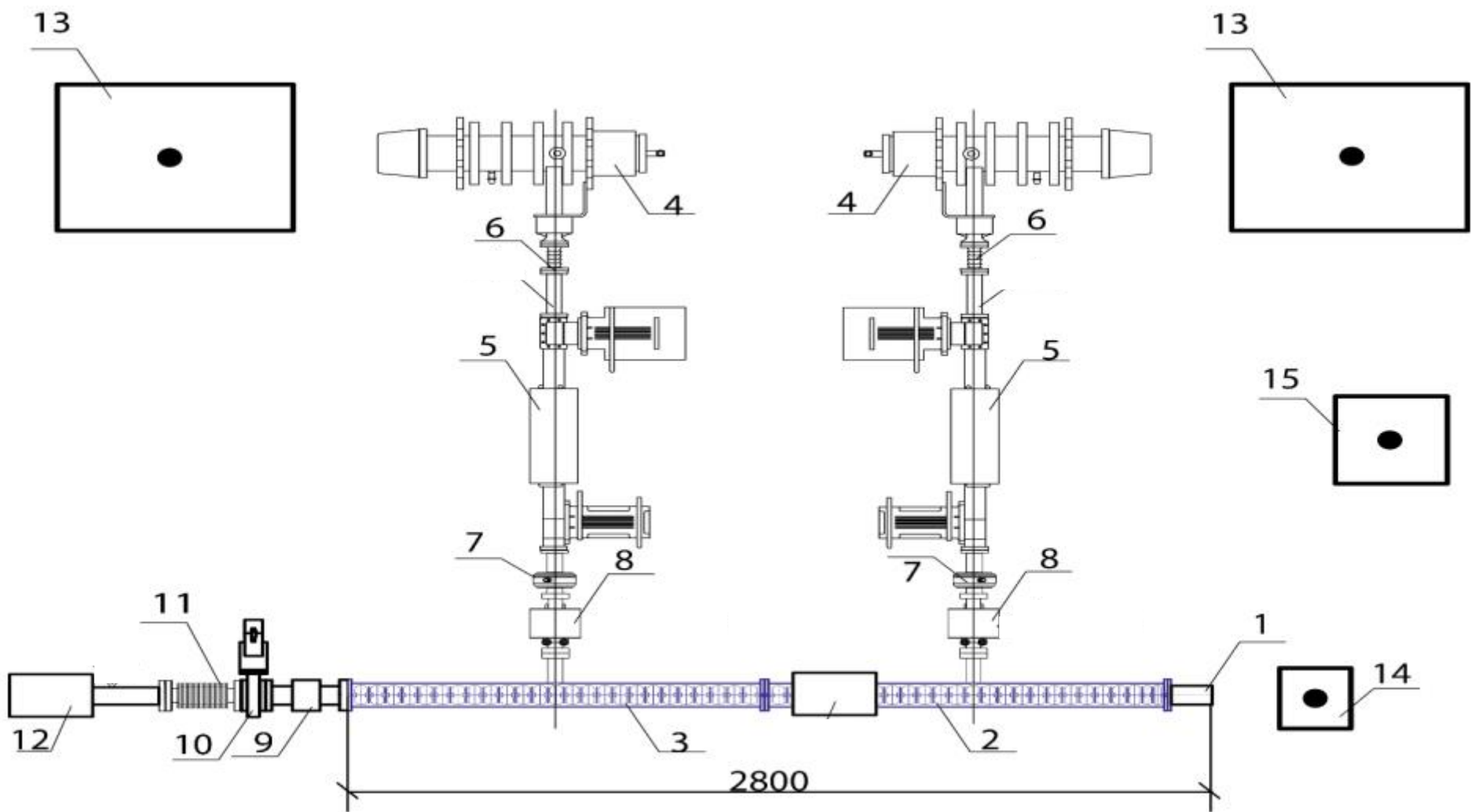
Т. П. Михальков¹, А. Н. Ермаков², А. Р. Конеев¹, Д. С. Юров²

*¹Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,
физический факультет, Москва, Россия,*

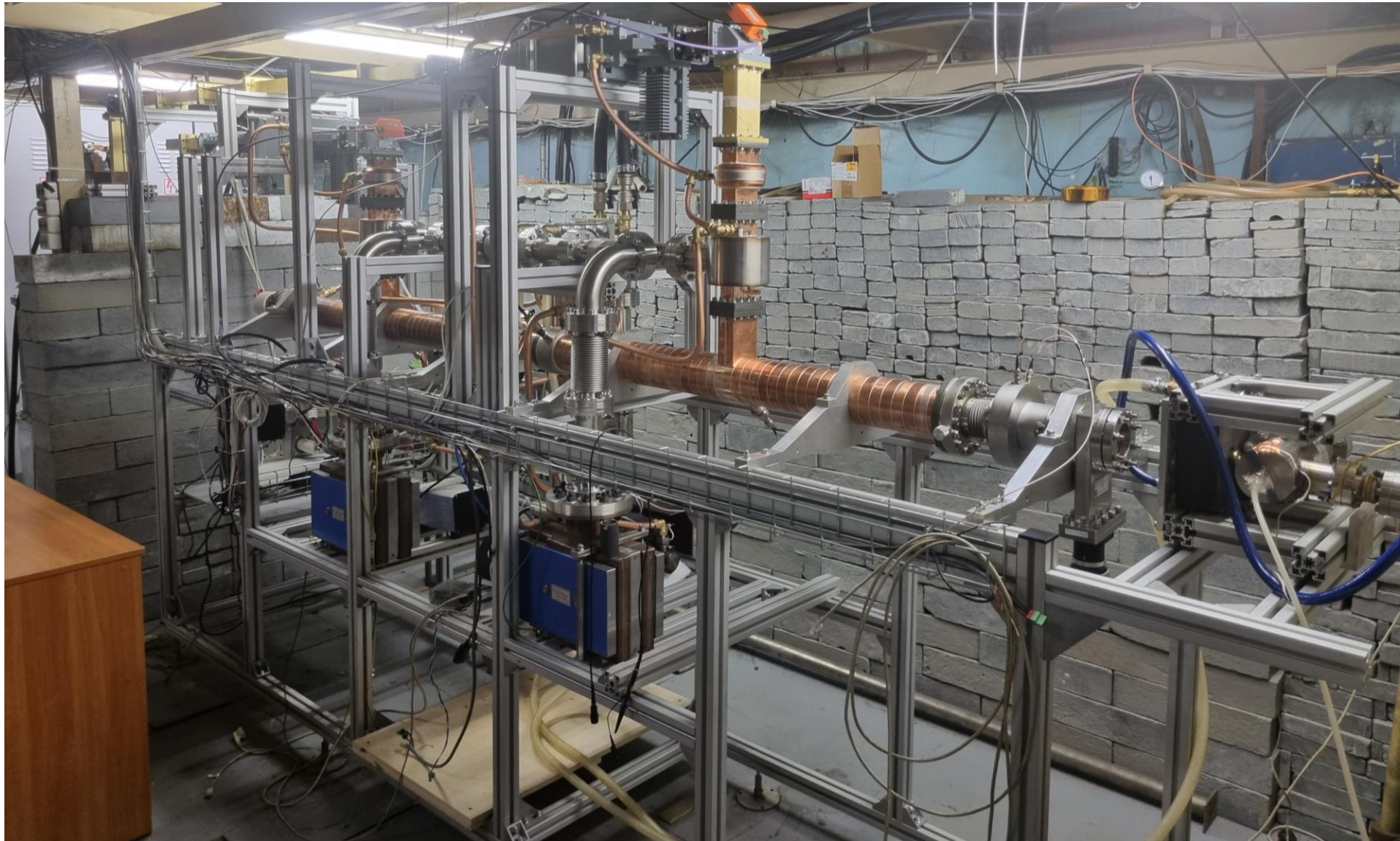
*²Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д. В. Скобельцына,
Москва, Россия*

ЛОМОНОСОВКИЕ ЧТЕНИЯ 2025 НИИЯФ МГУ, Москва

Проект линейного ускорителя с энергией 35 МэВ



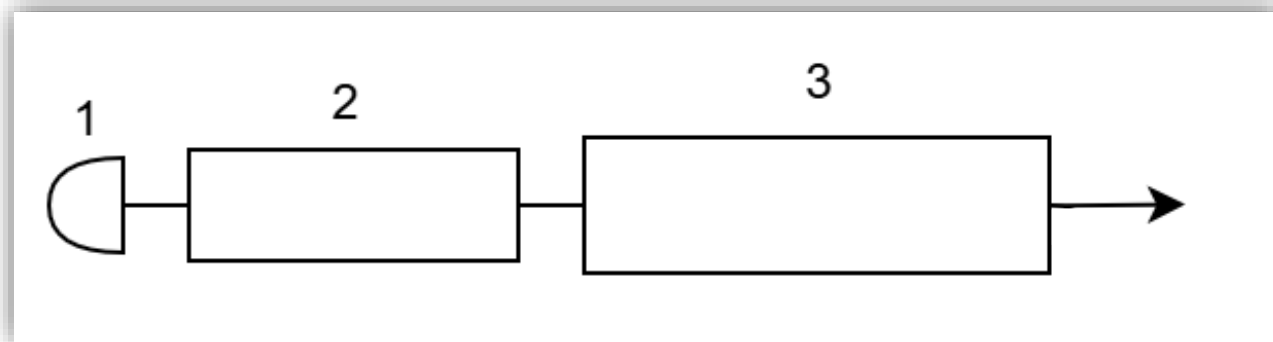
Внешний вид ускорителя с энергией 35 МэВ



Проблема регулировки резонансных частот ускоряющих структур

Задача:

Обеспечить регулировку резонансной частоты каждой структуры таким образом, чтобы при подаче СВЧ-мощности резонансные частоты каждой структуры были как можно ближе друг к другу.



Упрощенная схема ускорителя на энергии 35 МэВ.
1 – электронная пушка; 2,3 – ускоряющие структуры

Зависимость резонансной частоты структуры от температуры охлаждающей жидкости

Для ускоряющей структуры справедлива зависимость:

$$f_0(T) = f_0(T_0) - \alpha(T - T_0)$$

f_0 - резонансная частота ускоряющей структуры, МГц

α – коэффициент пропорциональности $\left[\frac{\text{МГц}}{^\circ\text{C}} \right]$

T – температура стенок структуры, $^\circ\text{C}$

T_0 – начальная температура стенок структуры, $^\circ\text{C}$

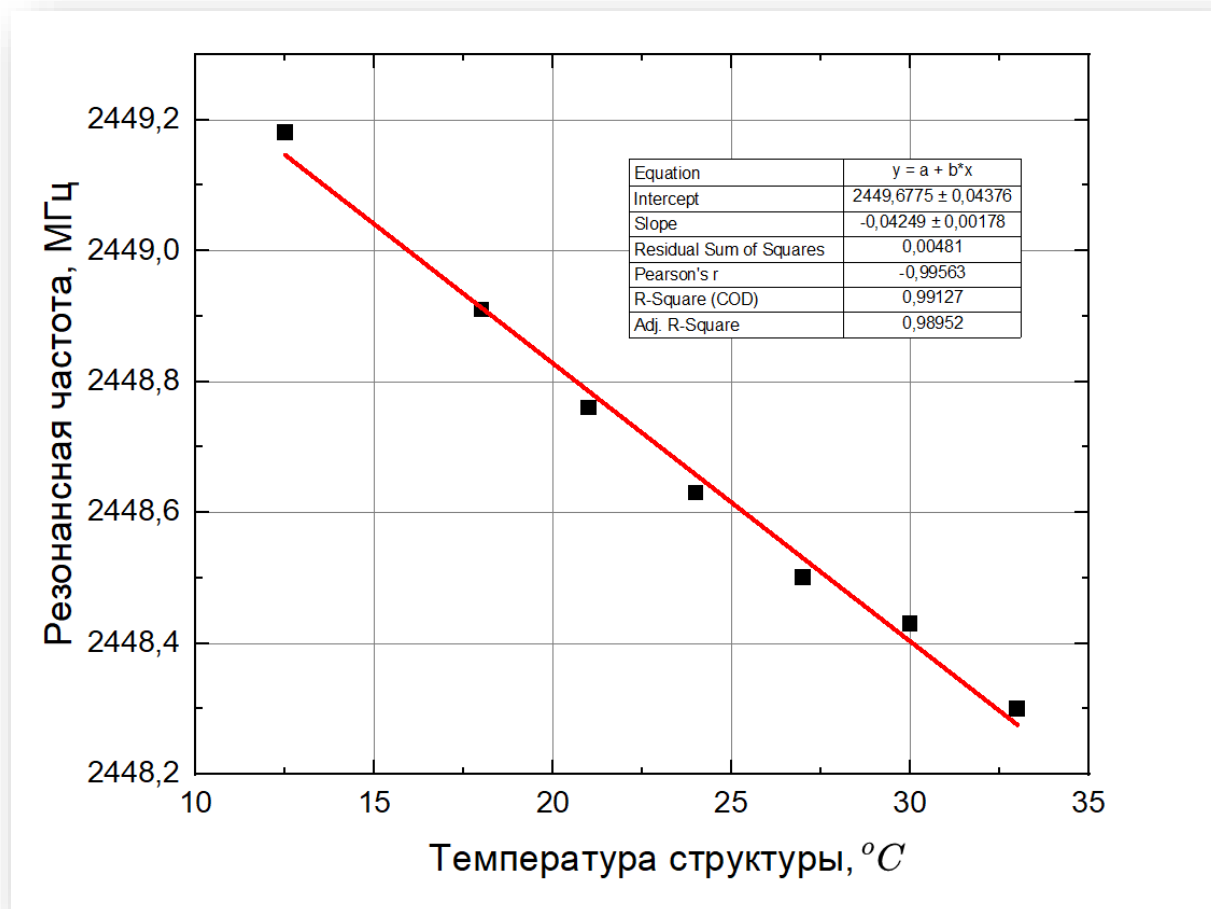


Схема реализации системы подстройки резонансной частоты ускоряющей структуры

Регулирование температуры ускоряющей структуры будет производиться за счет регулирования температуры охлаждающей жидкости.

Общая схема установки.

1 – ускоряющая структура ускорителя,
2 – насос, 3 – тройник, 4 – ТЭН,
5 – трёхходовой клапан, 6 – коллектор

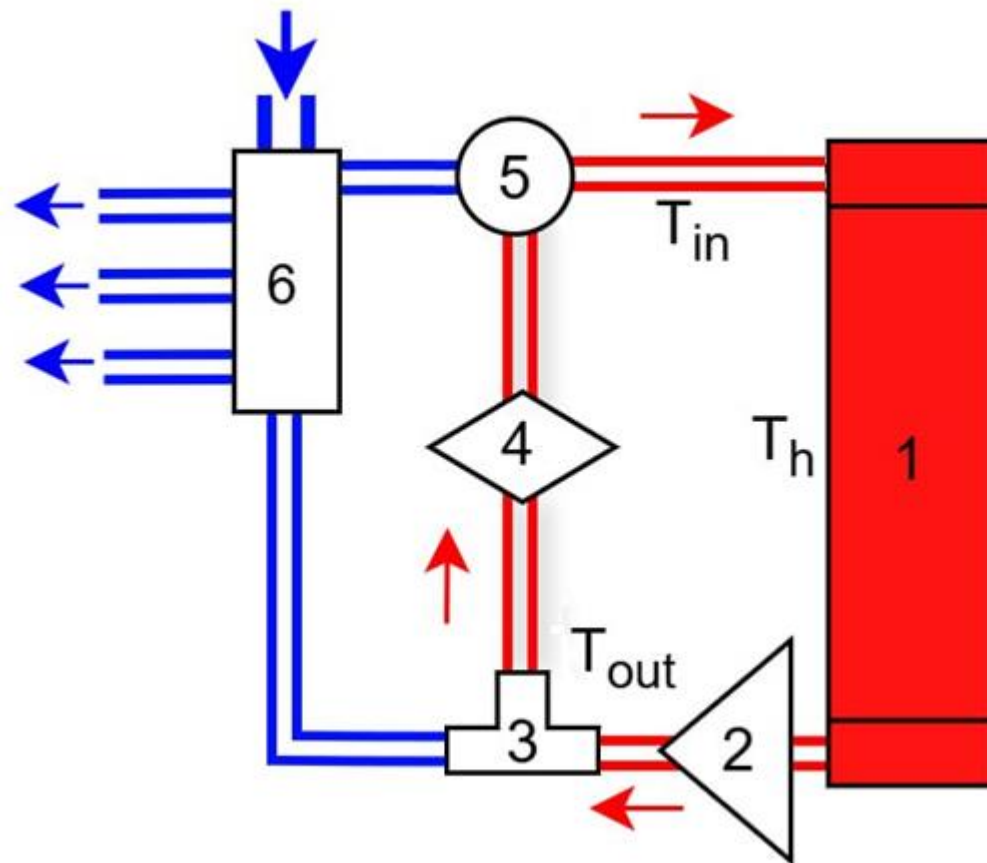
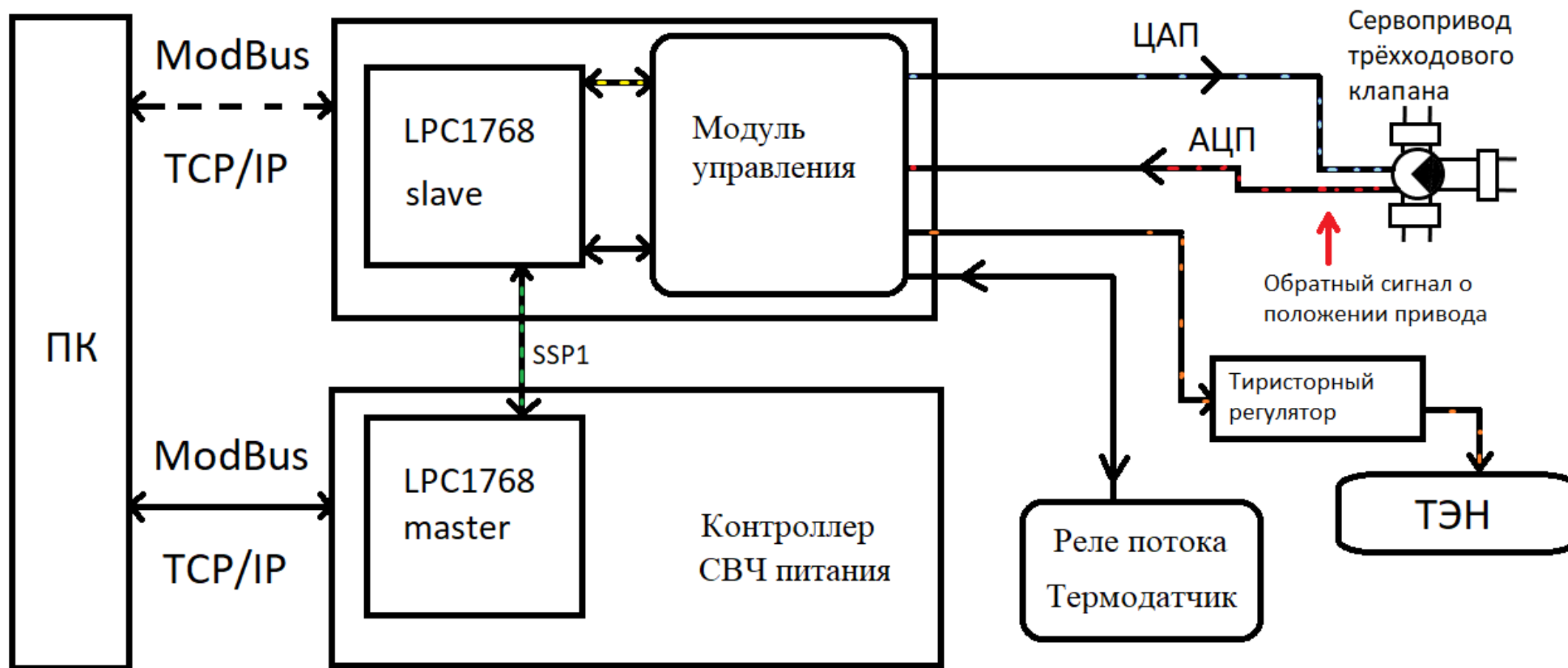
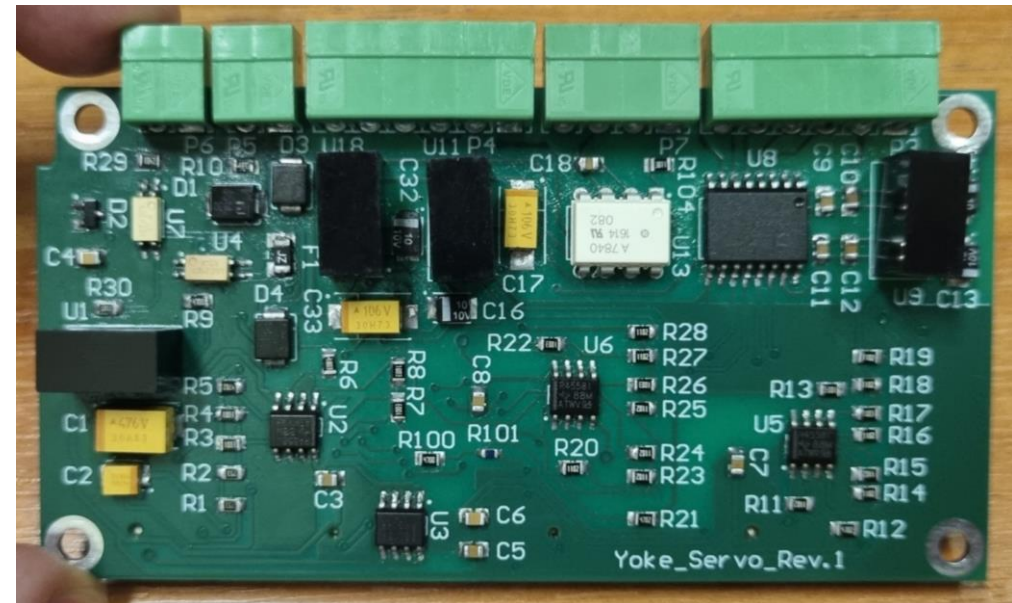
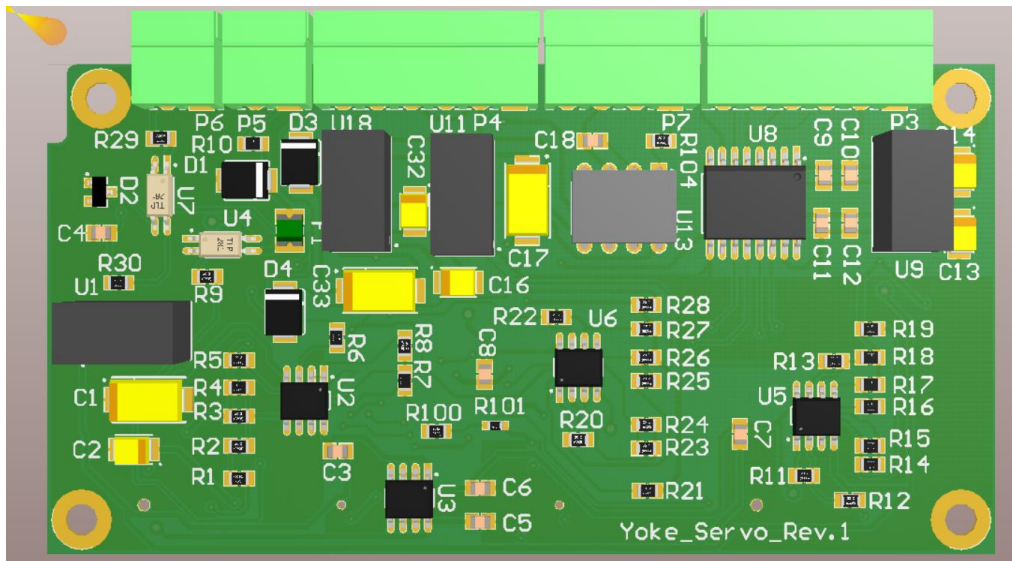
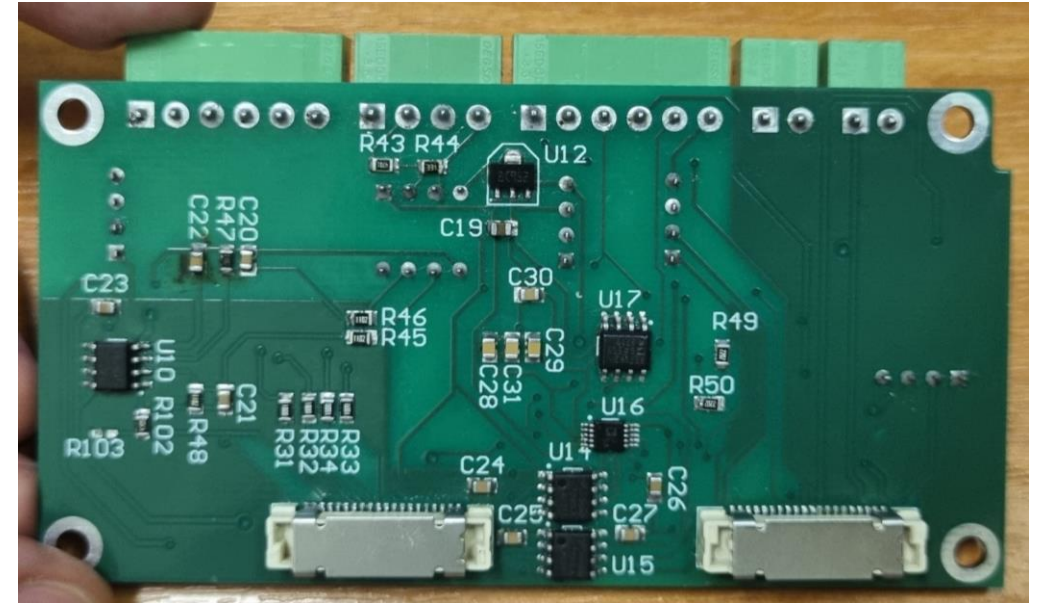
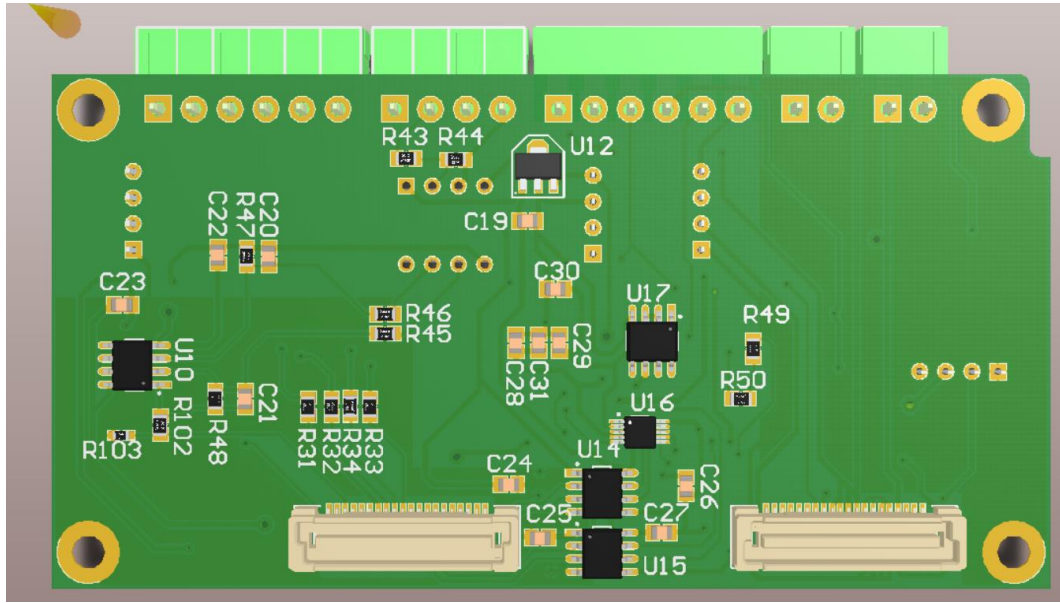


Схема реализации системы подстройки резонансной частоты ускоряющей структуры

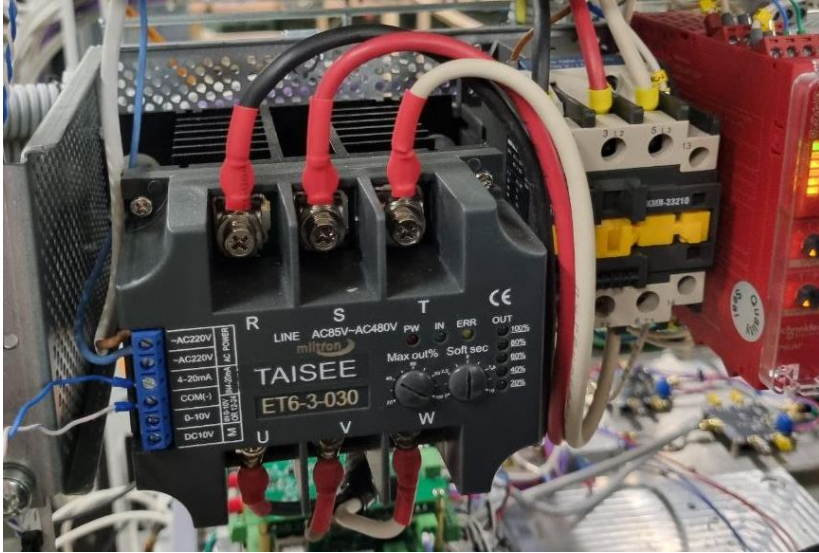


Проект печатной платы модуля управления

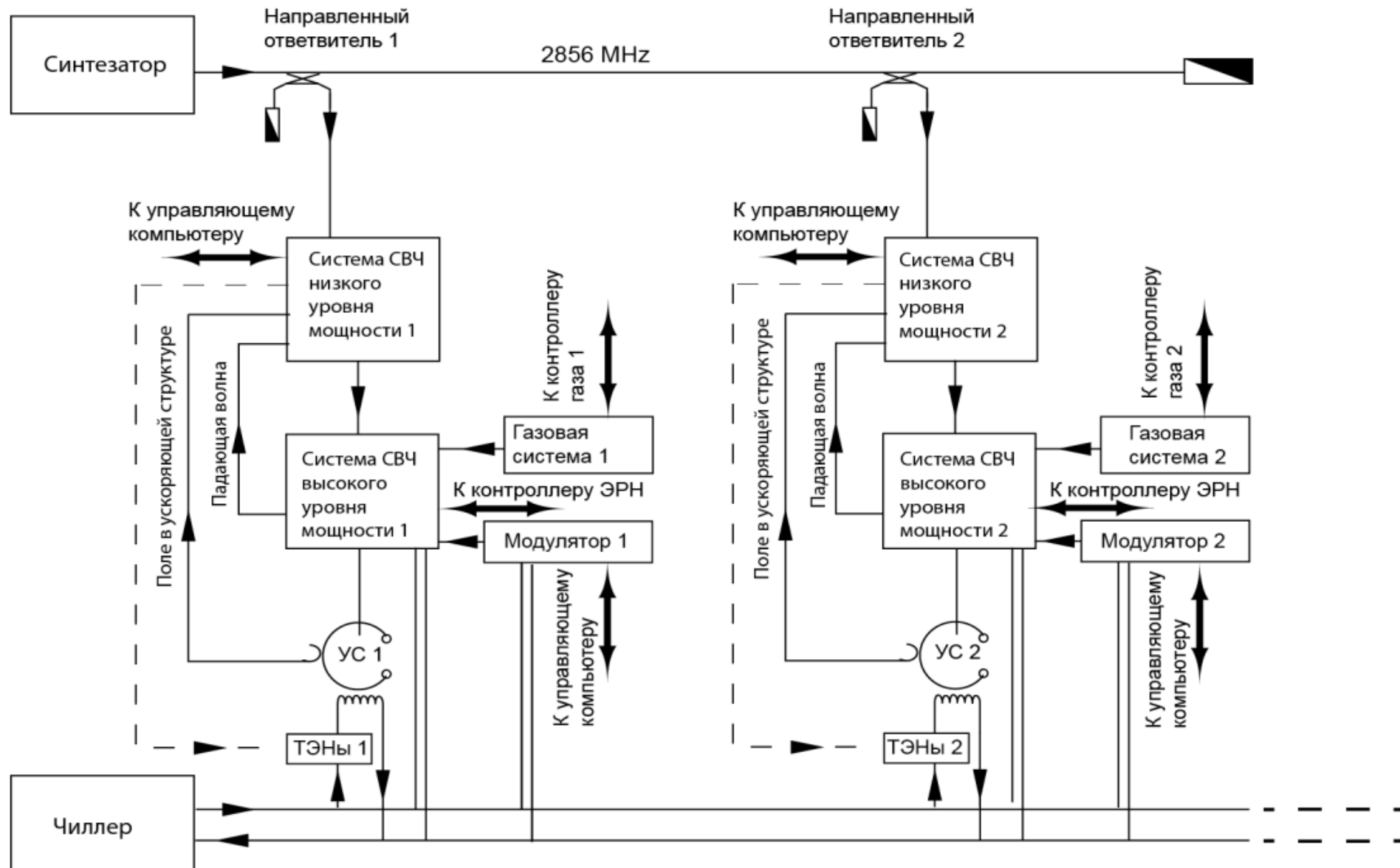


Спасибо за внимание!

Первая версия системы в собранном виде на ускорителе



Блок-схема СВЧ питания ускорителя



Основные параметры ускоренного пучка

Номинальная энергия электронов в пучке	35 МэВ
Диапазон регулировки энергии электронов в пучке	10-35 МэВ
Энергетический разброс электронов на выходе из ускорителя	не более 10%
Номинальный импульсный ток ускоренного пучка электронов	100 мА
Номинальный средний ток пучка электронов на мишенном устройстве	100 мкА
Диапазон регулировки среднего тока электронов	30-100 мкА
Диаметр выходного пучка	3-10 мм
Пространственная стабильность пучка на выходе из электронопровода (среднеквадратичное изменение положения пучка ($2 \cdot \sigma$))	1 мм