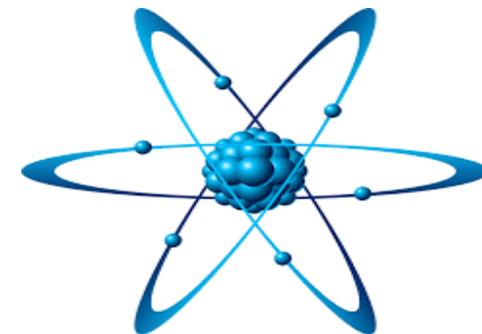


Skobeltsyn
Institute of Nuclear Physics

Lomonosov Moscow State University



Линейный ускоритель электронов на энергию 35 МэВ НИИЯФ МГУ для исследования фотоядерных реакций и наработки медицинских изотопов (состояние дел)

- Ермаков Андрей Николаевич,
- Ведущий научный сотрудник ОЭПВАЯ НИИЯФ МГУ им. М.В. Ломоносова, к.ф.-м.н.,
- E-mail: a_ermak1978@mail.ru
- +7(495)939-24-51

г. Москва, 24 октября 2024 г.

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^* сигма))	1 мм

Проект линейного ускорителя электронов для исследования фотоядерных реакций и наработки медицинских изотопов

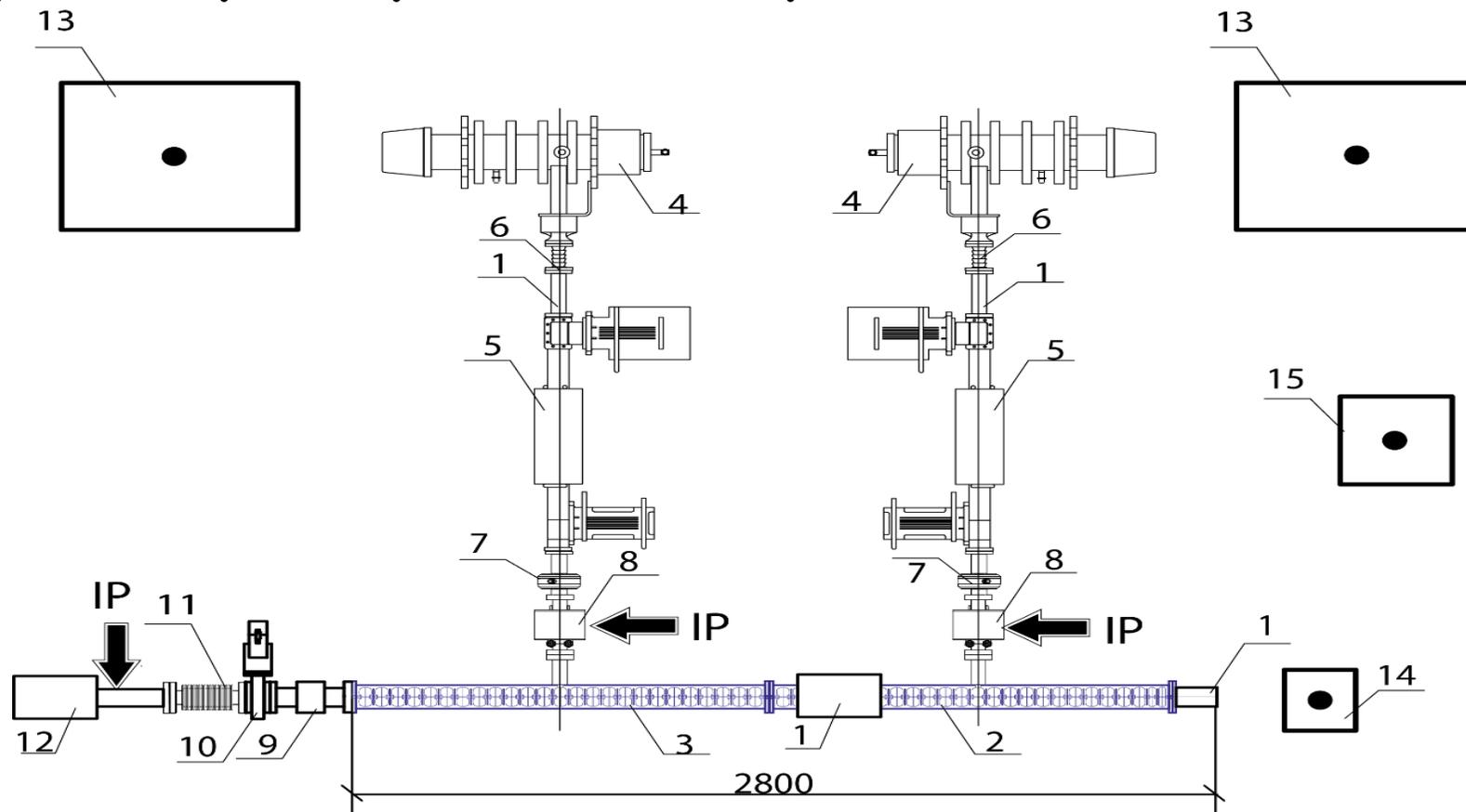


Схема ускорителя. 1 - электронная пушка с термокатодом, 2 - секция нерегулярной ускоряющей структуры, 3 - секция регулярной ускоряющей структуры, 4 - клистрон, 5 - ферритовый вентиль, 6 - гибкий волновод, 7 - вакуумное СВЧ окно, 8 - узел откачки, 9 - датчик тока пучка, 10 - вакуумный затвор, 11 - сильфон, 12 - тормозная мишень, 13 - высоковольтный модулятор клистрона, 14 - высоковольтный модулятор пушки, 15 - система контроля и управления.

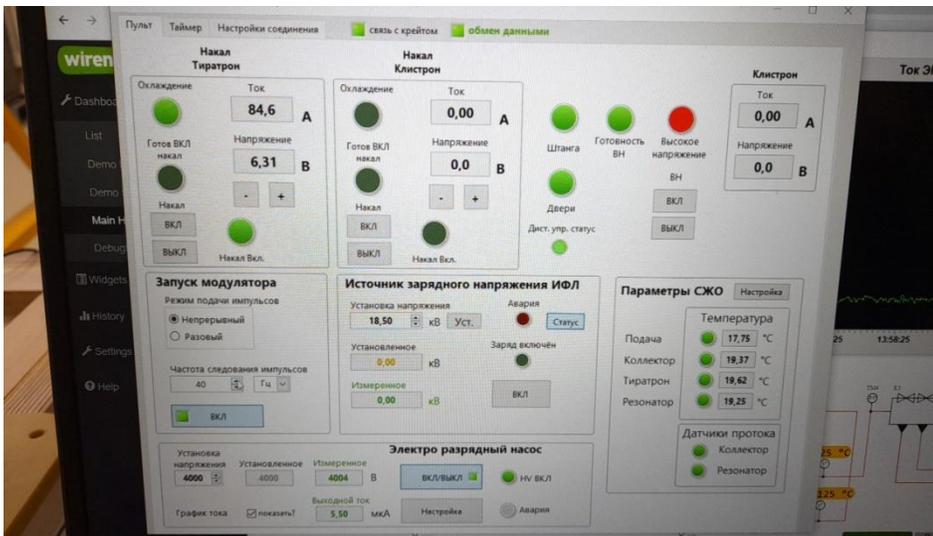
Испытания высоковольтных модуляторов «ДиалТэк»



Внешний вид модулятора



Импульсы высокого напряжения и тока питания клистрона

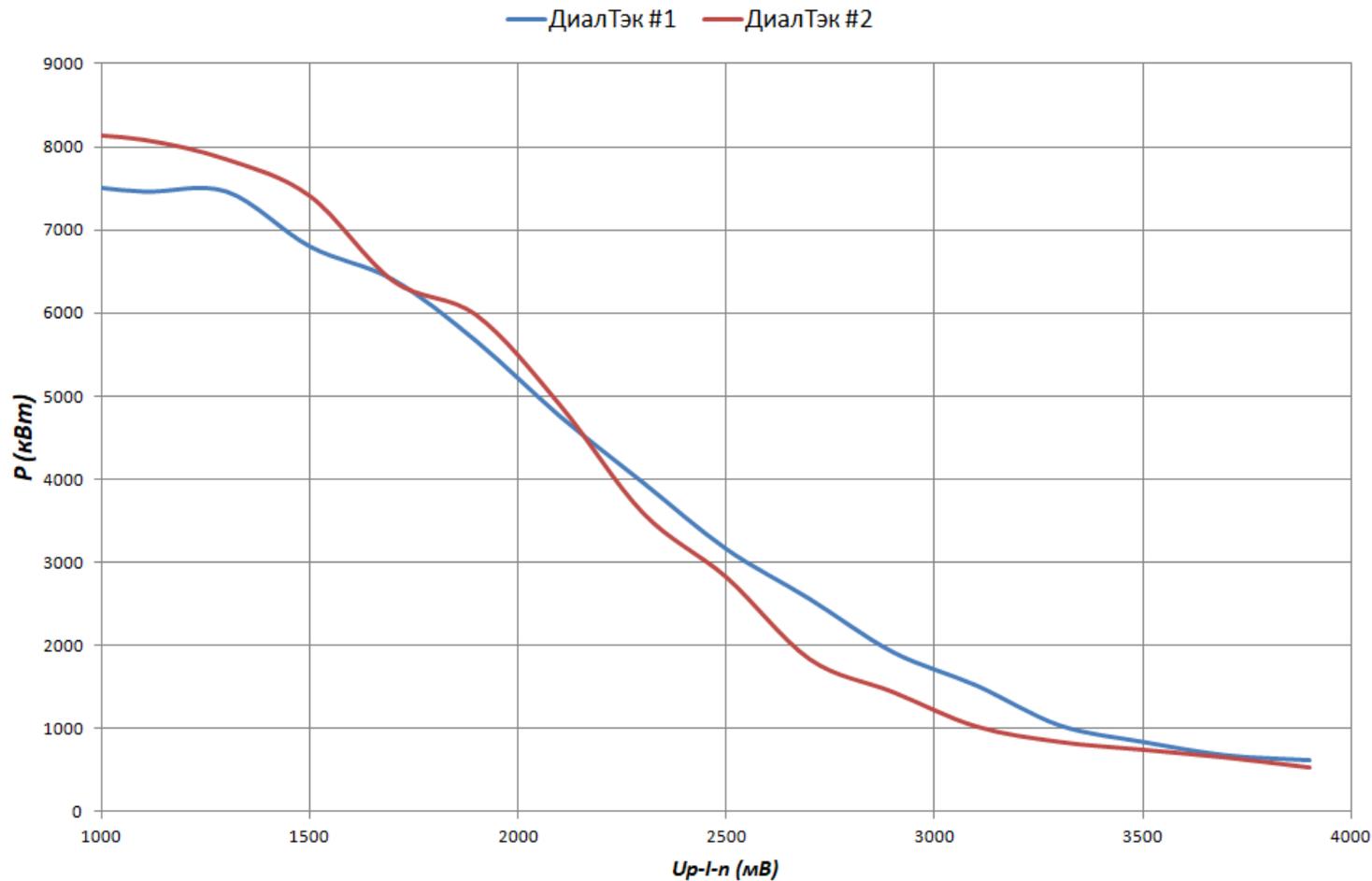


Графический интерфейс программы управления модулятора



Клистрон КИУ-284 и выходной трансформатор модулятора

Испытания клистронов КИУ-268



#	I , А	U , кВ	$P_{э}$ (МВт)	μ (%)
1	250	59,6	14,9	50,6
2	245	58	14,2	57,5

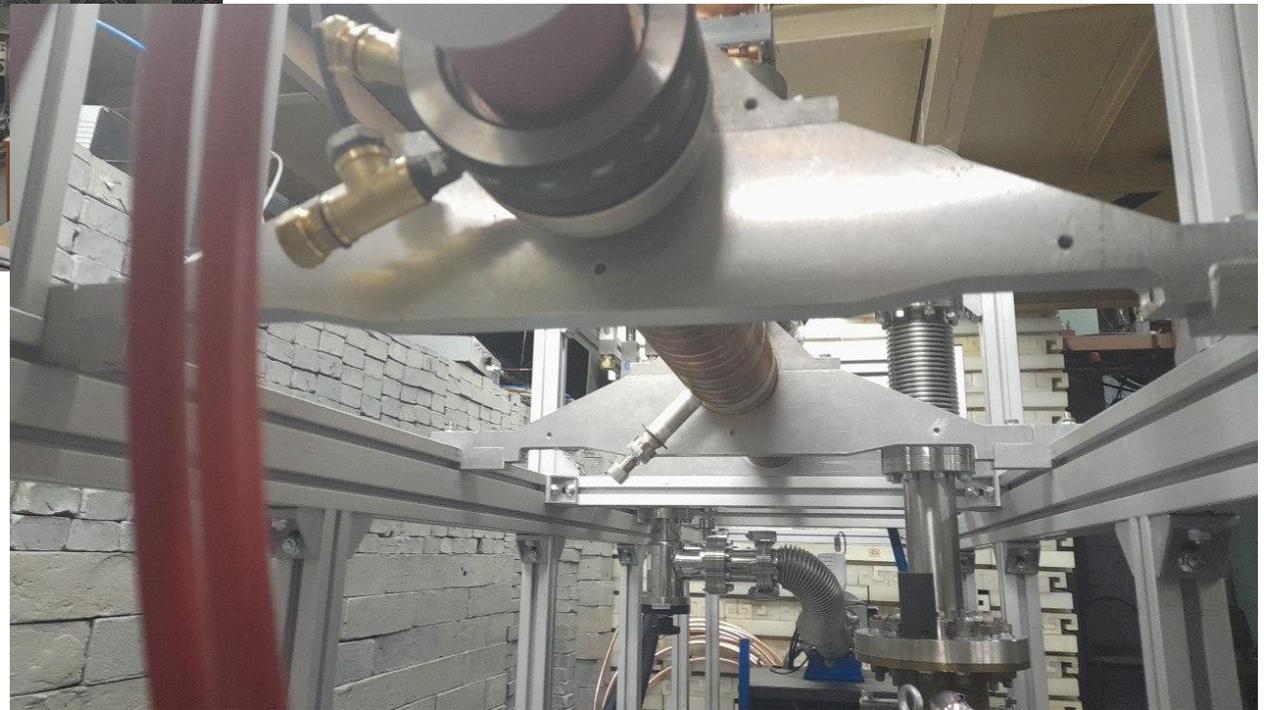
Суммарные затраты СВЧ мощности на ускорение пучка с импульсным током 100 мА до энергии 35 МэВ составляют около 5.2 МВт (1-я секция) и 5.4 МВт (2-я секция).

Импульсная выходная мощность СВЧ клистронов КИУ-268

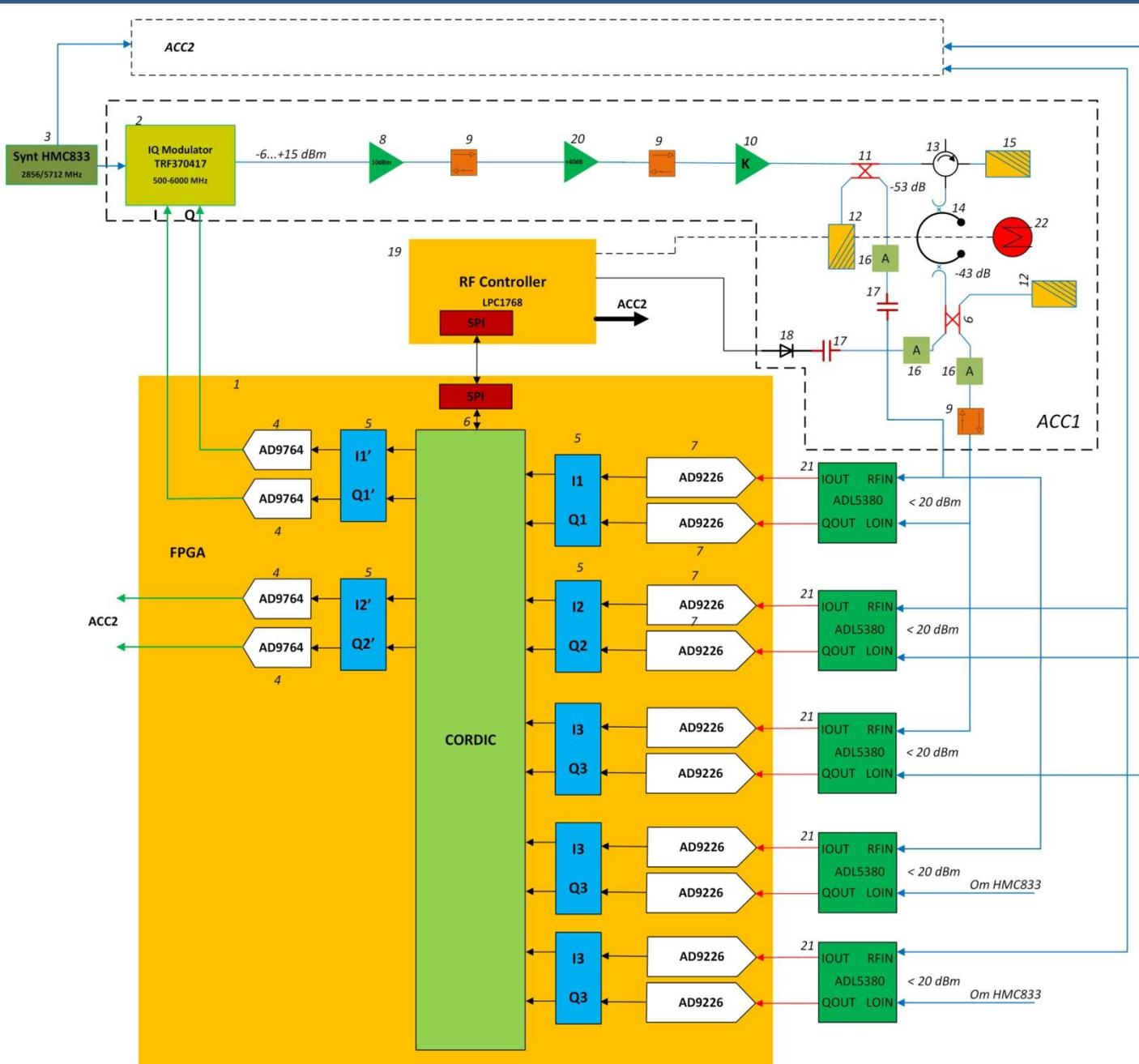
Сборка и монтаж оборудования ускорителя



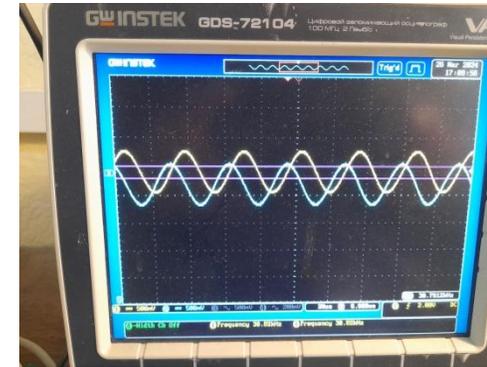
Сборка и монтаж оборудования ускорителя



Тракт низкого уровня мощности СВЧ



Вид I и Q векторов СВЧ сигнала на выходе демодулятора ADL5380



Уход резонансной частоты структуры от частоты задающего генератора

$$\Delta f = \frac{f_0 Q_S I_F - Q_F I_S}{2Q_L I_S I_F + Q_S Q_F}$$

Сдвиг фаз между ускоряющими полями структур

$$\psi = \Delta\varphi_{S1} - \Delta\varphi_{S2} = \tan^{-1}\left(\frac{Q_{S1}}{I_{S1}}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{Q_{S2}}{I_{S2}}\right) = \tan^{-1}\frac{Q_{S1}I_{S2} - Q_{S2}I_{S1}}{I_{S1}I_{S2} + Q_{S1}Q_{S2}}$$

Спасибо за внимание!