

II Конференция «Плазменные, лазерные исследования и технологии»

Секция «Ускорители заряженных частиц»

25-27 января 2016

Национальный Исследовательский Ядерный Университет «МИФИ»

Структура поперечного отклонения пучка электронов XFEL TDS INJ

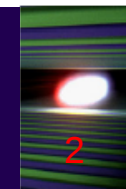
ВОЛОБУЕВ Е.Н.^{1,2}, ЗАВАДЦЕВ А.А.^{1,2}, ЗАВАДЦЕВ Д.А.^{1,2}, КРАВЧУК Л.В.¹, ПАРАМОНОВ В.В.¹,
ЛАЛАЯН М.В.³, СМИРНОВ А.Ю.³, СОБЕНИН Н.П.³, ЧУРАНОВ Д.В.^{1,2}

¹ФГБУН Институт ядерных исследований РАН, Москва, Россия

²ООО «Нано Инвест», Москва, Россия

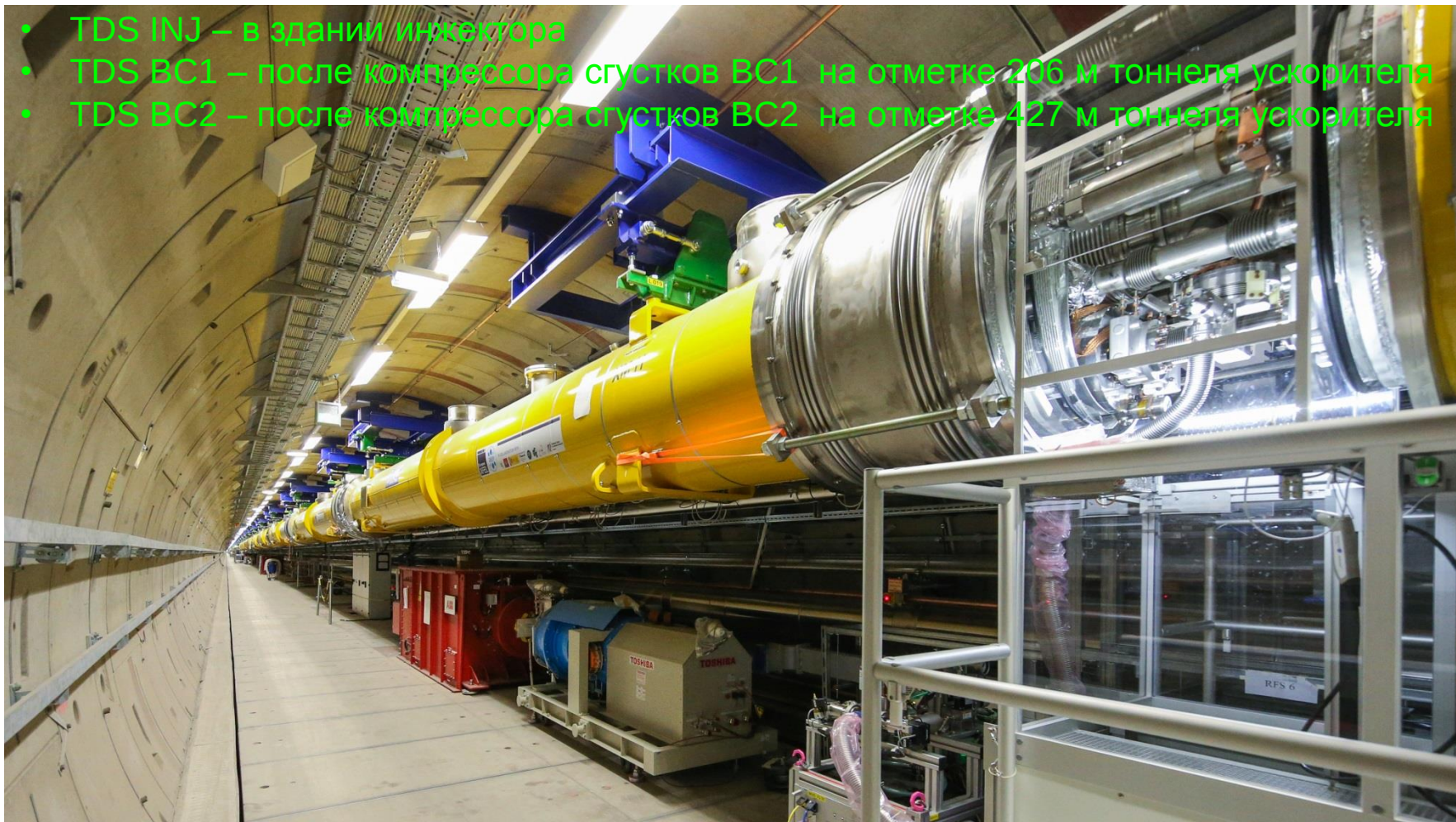
³НИЯУ МИФИ, Москва, Россия

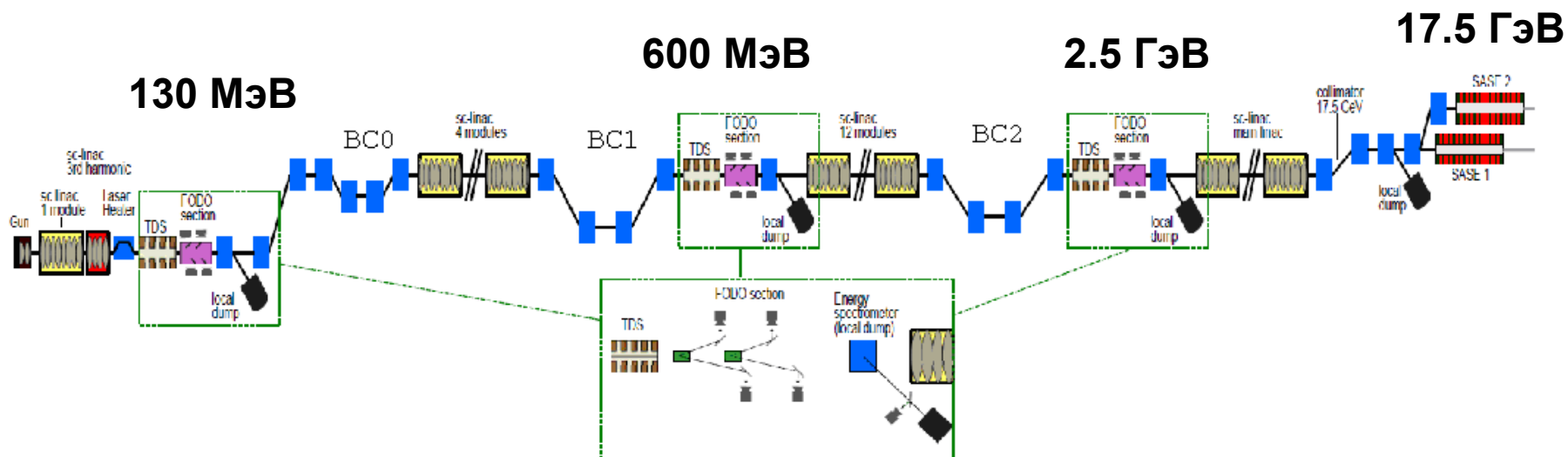
Системы поперечного отклонения пучка электронов TDS



Для измерения продольного профиля сгустка, продольного фазового пространства и срезов эмиттанса создаются три системы поперечного отклонения пучка электронов XFEL:

- TDS INJ – в здании инжектора
- TDS BC1 – после компрессора сгустков BC1 на отметке 206 м тоннеля ускорителя
- TDS BC2 – после компрессора сгустков BC2 на отметке 427 м тоннеля ускорителя







TDS SYSTEM INJ

TDS SYSTEM BC1

TDS SYSTEM BC2

СВЧ БЛОК НИЗКОГО
УРОВНЯ

СИСТЕМА
БЛОКИРОВОК

УПРАВЛЕНИЕ
ТЕМПЕРАТУРОЙ 1

УПРАВЛЕНИЕ
ТЕМПЕРАТУРОЙ 2

ГАЗОВАЯ СИСТЕМА

ВАКУУМНАЯ СИСТЕМА

СИСТЕМА
ЮСТИРОВКИ

ОТКЛОНЯЮЩИЙ
МАГНИТ

СИСТЕМА
РЕГИСТРАЦИИ

СВЧ ПИТАНИЕ ВЫСОКОЙ МОЩНОСТИ

ШКАФ ПИТАНИЯ И
УПРАВЛЕНИЯ

КОМПЬЮТЕР

ETHERNET
ПЕРЕКЛЮЧАТ
ЕЛЬ

СВЧ
КОНТРОЛЛЕР

ИСТОЧНИК
ПИТАНИЯ
СОЛЕНОИДА

UPS

СЕНСОРНЫЙ
МОНИТОР

РАСПРЕДЕЛЕН
ИЕ ПИТАНИЯ

ШКАФ

МОДУЛЯТОР

ИСТОЧНИК
ПИТАНИЯ ВВ
МОДУЛЕЙ

ВВ МОДУЛИ

ЗАЩИТНОЕ
ЗАЗЕМЛЕНИЕ

СИСТЕМНЫЙ
КОНТРОЛЛЕР

ШКАФ

ИСТОЧНИК
ПИТАНИЯ
НАКАЛА

ИСТОЧНИК
ПИТАНИЯ
СМЕЩЕНИЯ

RF GENERATOR

КЛИСТРОН

СОЛЕНОИД

ЛОКАЛЬНАЯ
ЗАЩИТА

ВВ МОНИТОР

МОНИТОР
ТОКА

ИМПУЛЬСНЫЙ
ТРАНСФОРМА
ТОР

ДРОССЕЛЬ

МАСЛЯННЫЙ
БАК

ВОЛНОВОДНАЯ
СИСТЕМА

ДЕТЕКТОР
ИСКРЕНИЙ

ГАЗОВЫЙ
ПОРТ

ВОЛНОВОДНО
Е ОКНО

НАПРАВЛ.
ОТВЕТВИТЕЛЬ

ВАКУУМНЫЙ
ПОРТ

НАПРАВЛ.
ОТВЕТВИТЕЛЬ

ПРЯМЫЕ
ВОЛНОВОДЫ

Е-ИЗГИБЫ

Н-ИЗГИБЫ

УСТАНОВОЧН.
ИЗДЕЛИЯ

UNV
ВОЛНОВОДНАЯ
СИСТЕМА

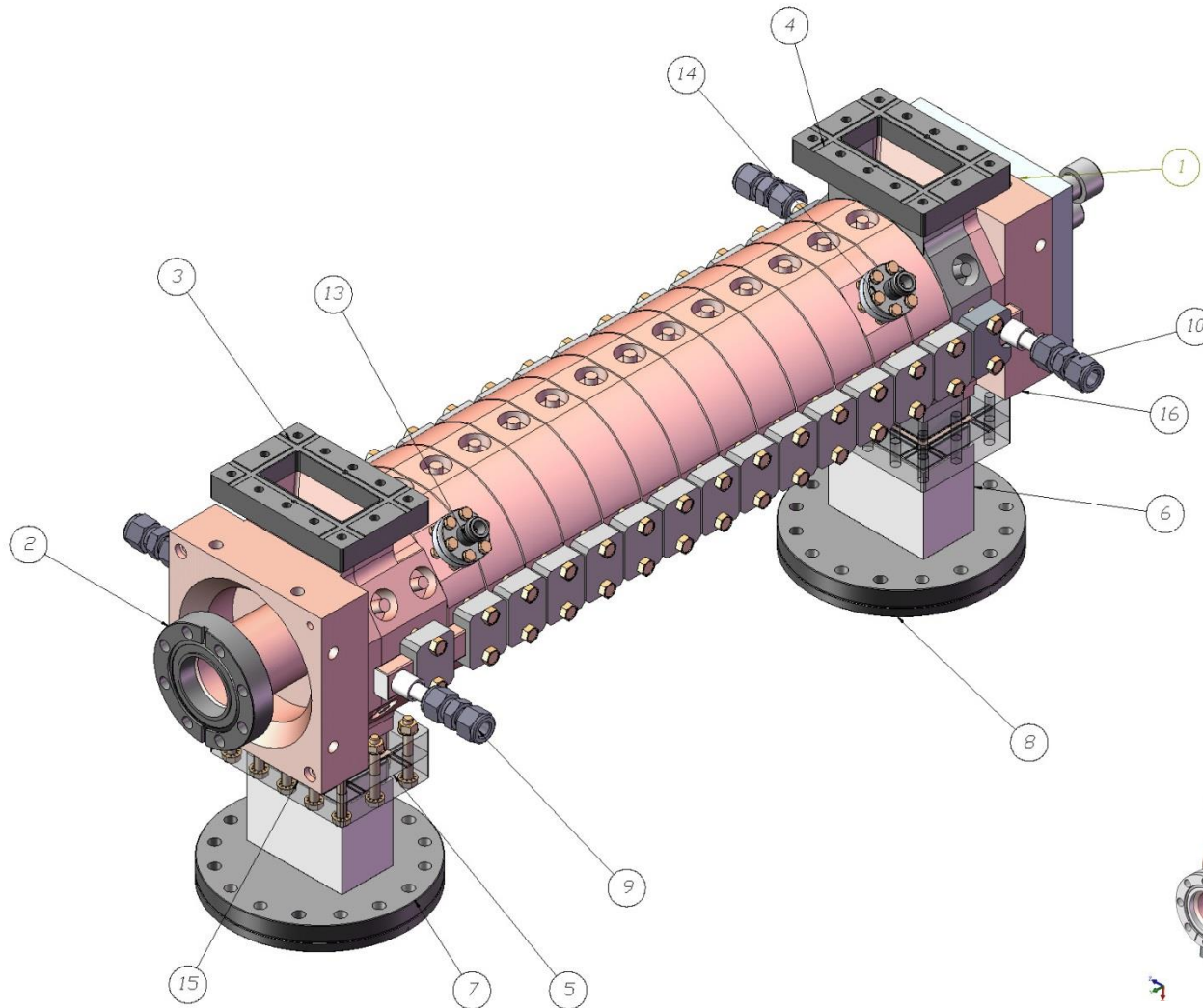
Е-ИЗГИБЫ

ВАКУУМНЫЙ
ПОРТ

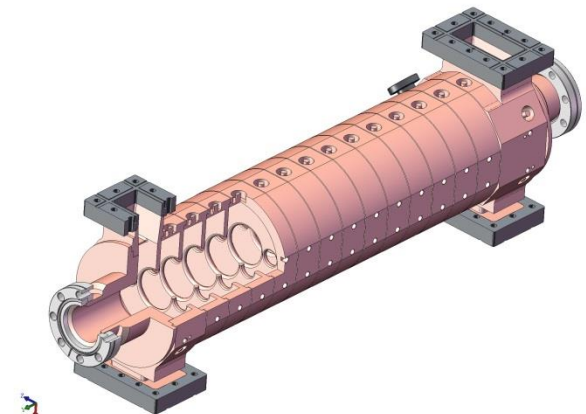
ВОЛНОВОДНО
Е ОКНО

ВОЛНОВОДНА
Я НАГРУЗКА

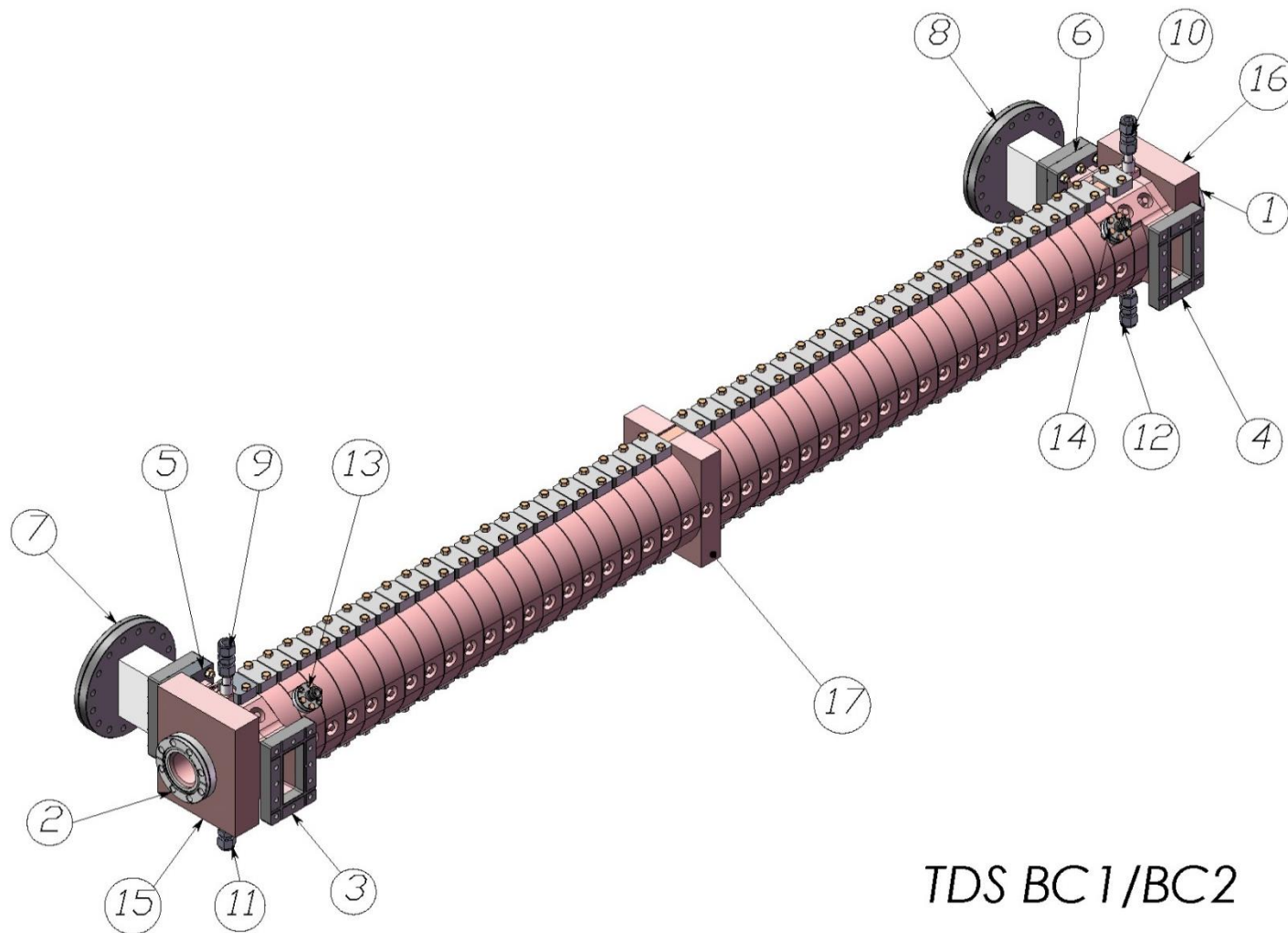
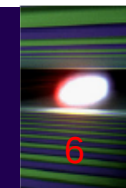
СТРУКТУРА
ПОПЕРЕЧНОГО
ОТКЛОНЕНИЯ



$f=2997.2 \text{ МГц}$
 $U=1.7 \text{ МВ}$
 $E=130 \text{ МэВ}$
 $P=2 \text{ МВт}$
 $\tau=3.1 \text{ мкс}$
 $F=10 \text{ Гц}$
 $E=570 \text{ кВ/см}$
 $L=0.7 \text{ м}$
 $\alpha=0.168 \text{ 1/м}$
 $\beta_{gr}=-0.01587$



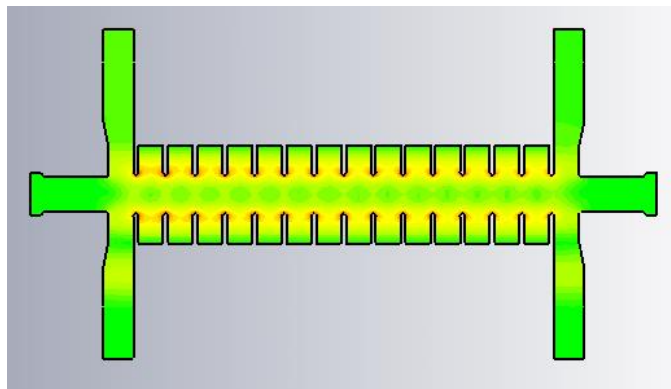
Структура поперечного отклонения TDS BC1



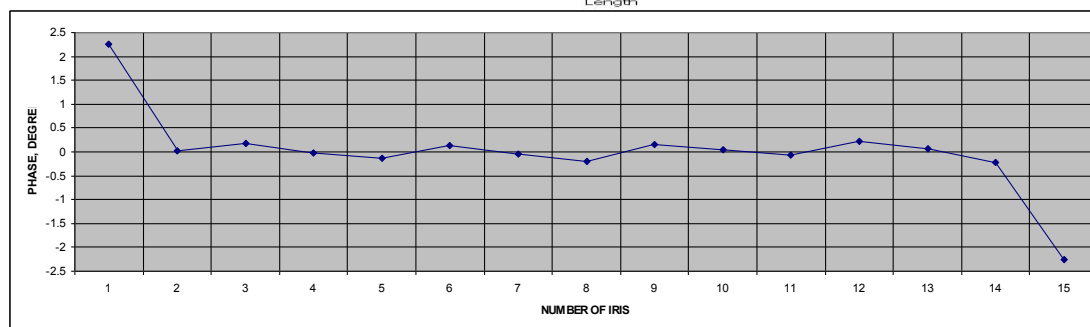
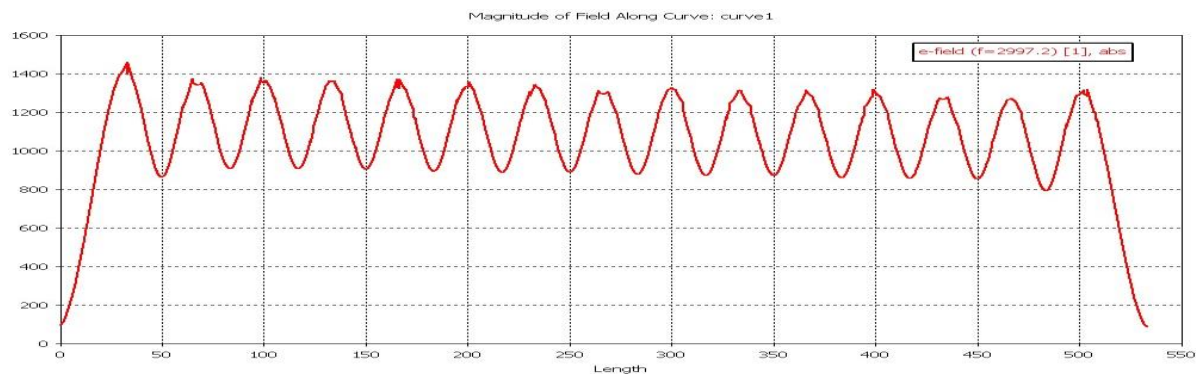
TDS BC 1/BC2

Структура поперечного отклонения TDS BC2





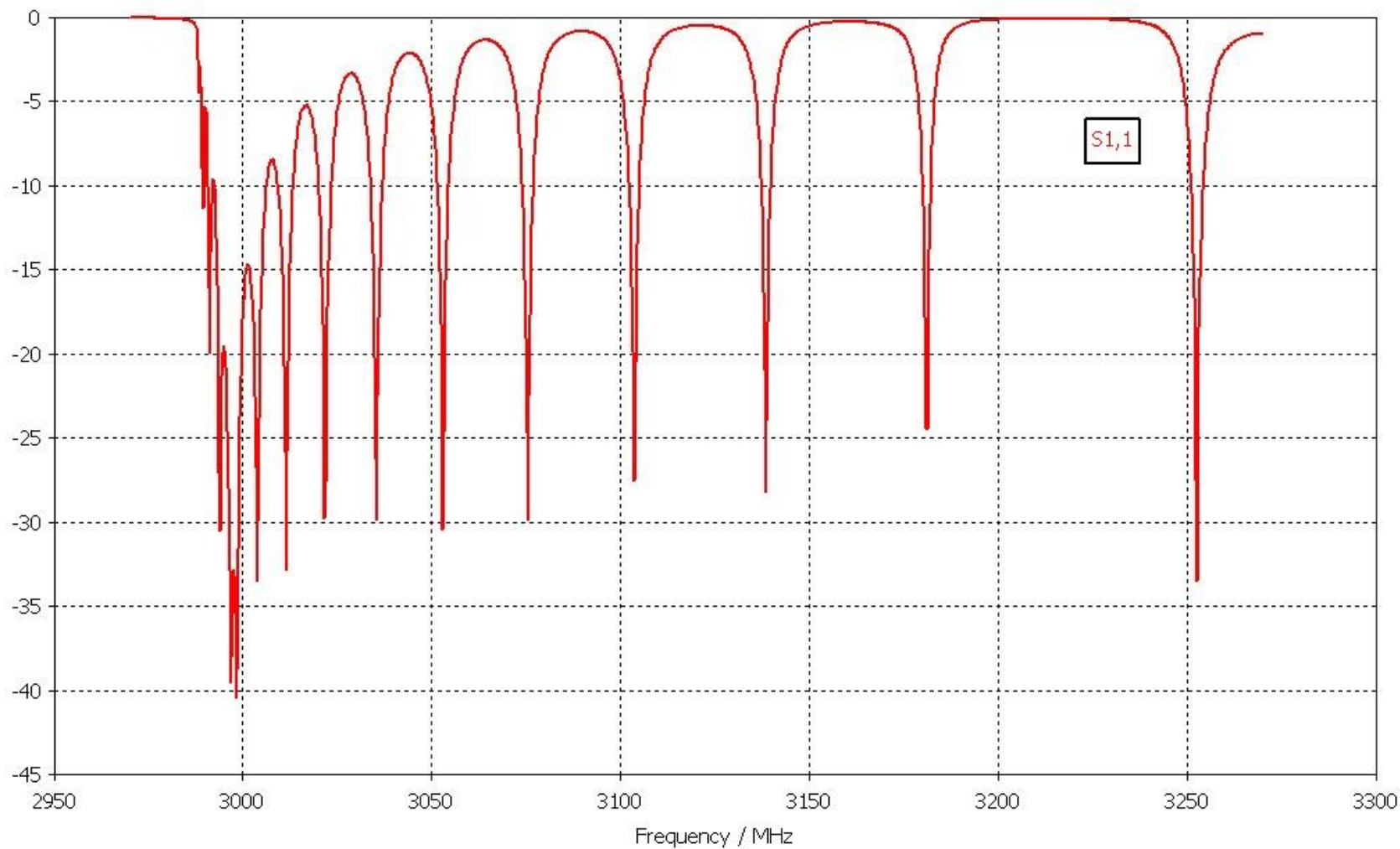
$S_{11} = -39$ дБ



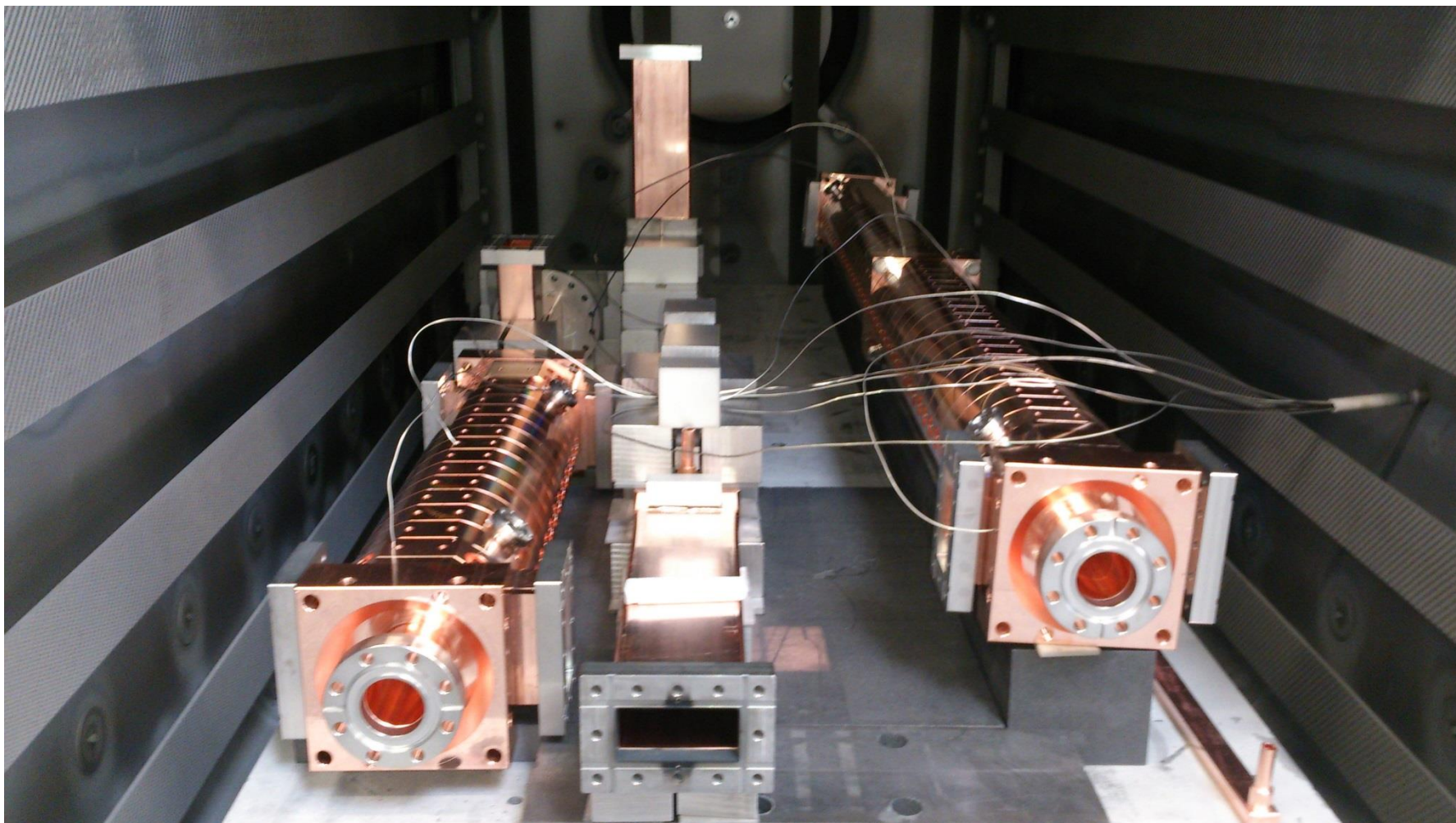
TDS INJ – отражение на входе $S_{11} = -39$ дБ

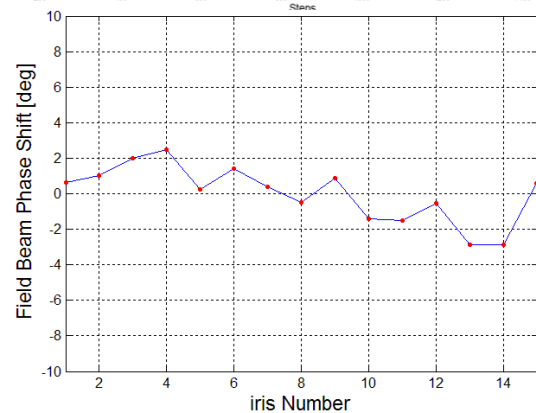
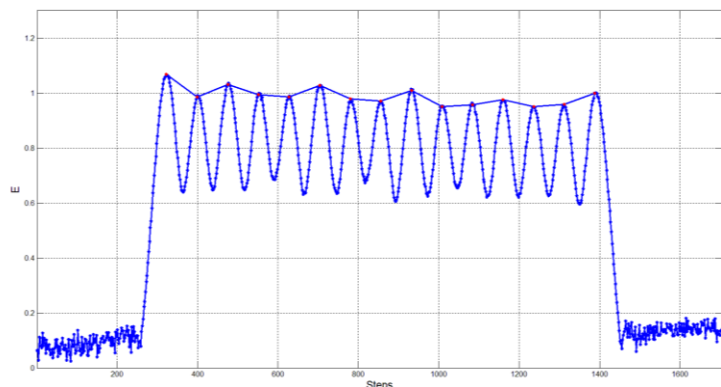
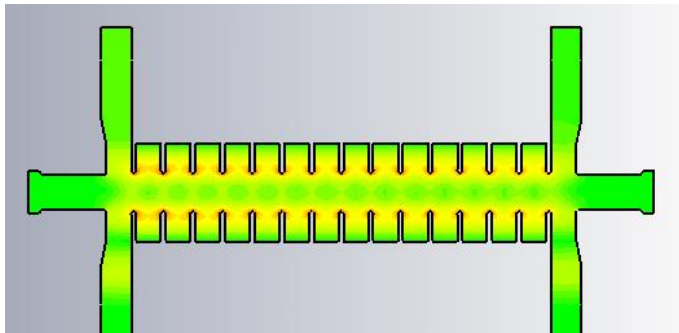


S-Parameter Magnitude in dB

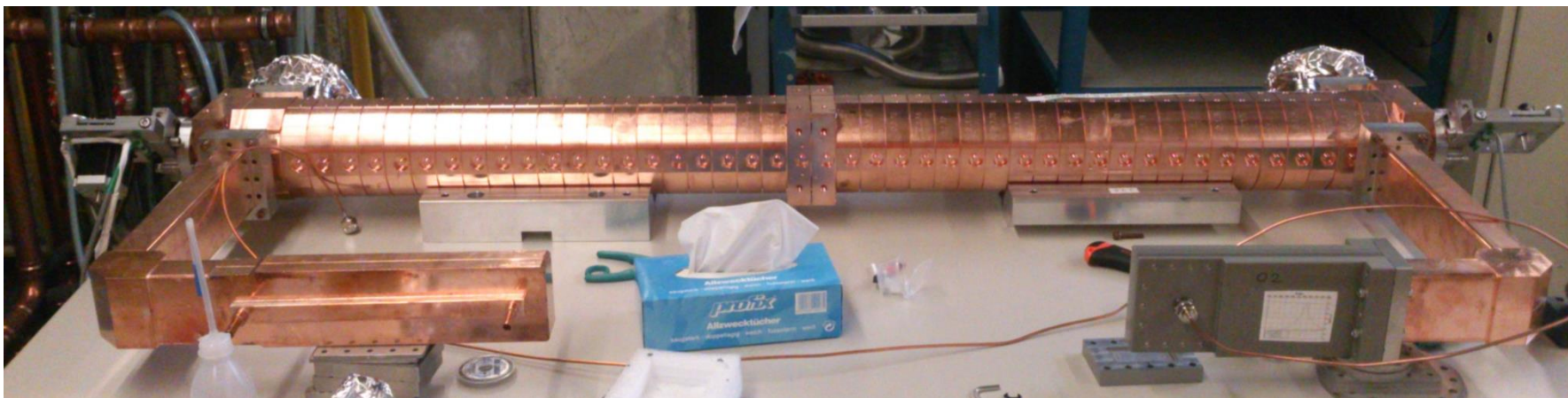
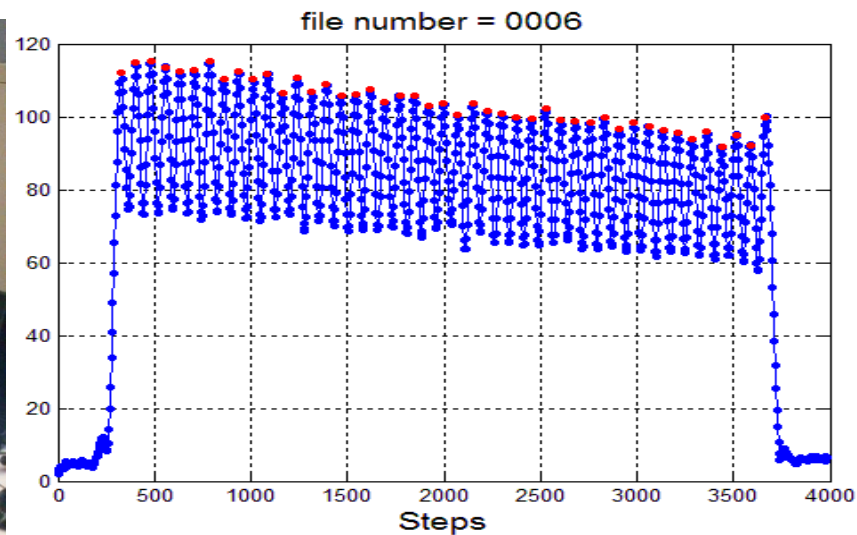
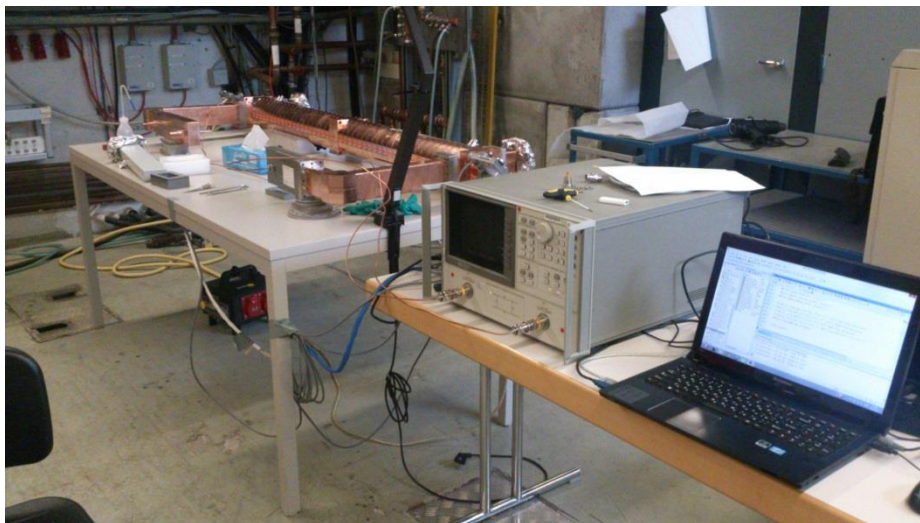


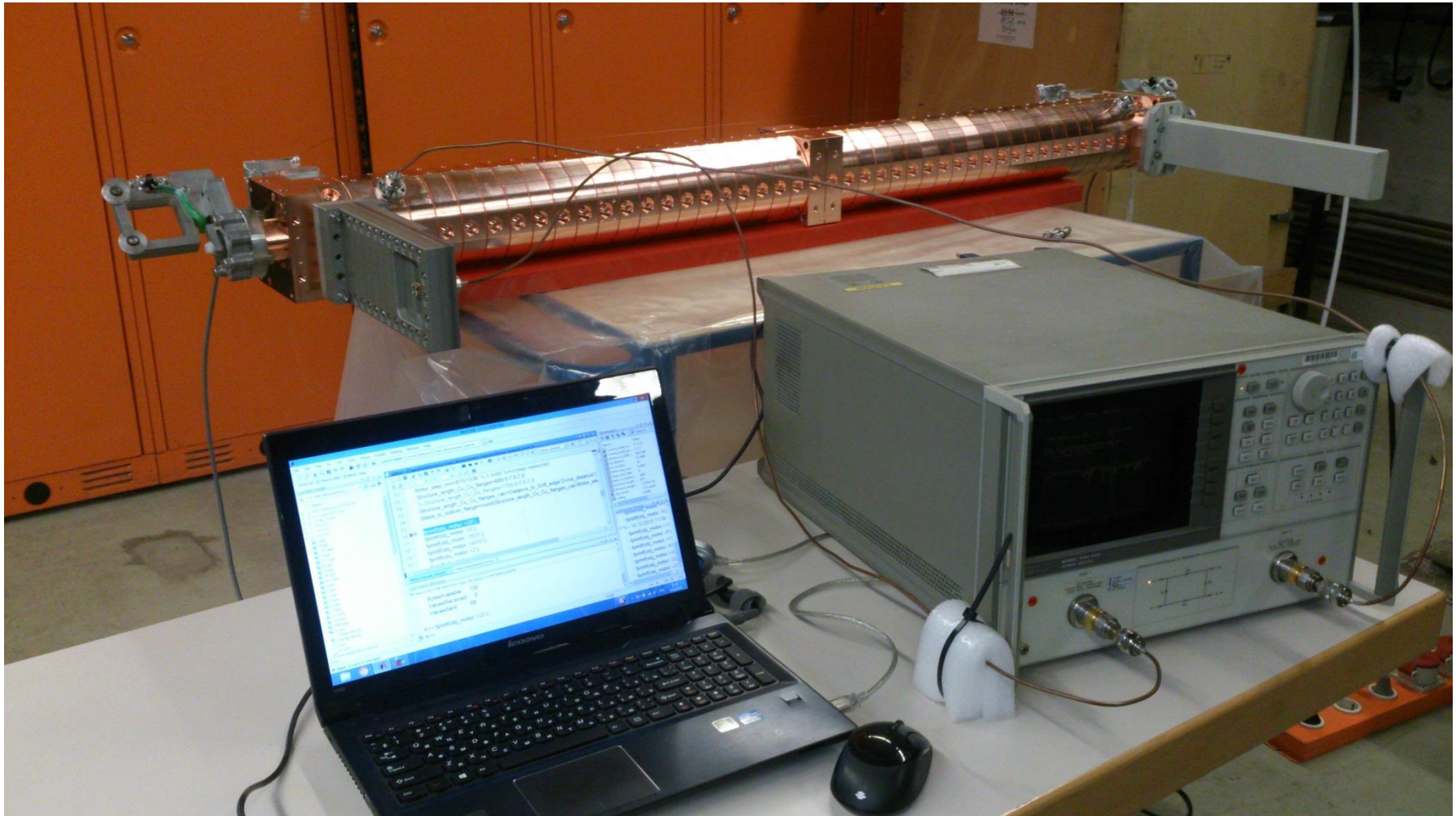


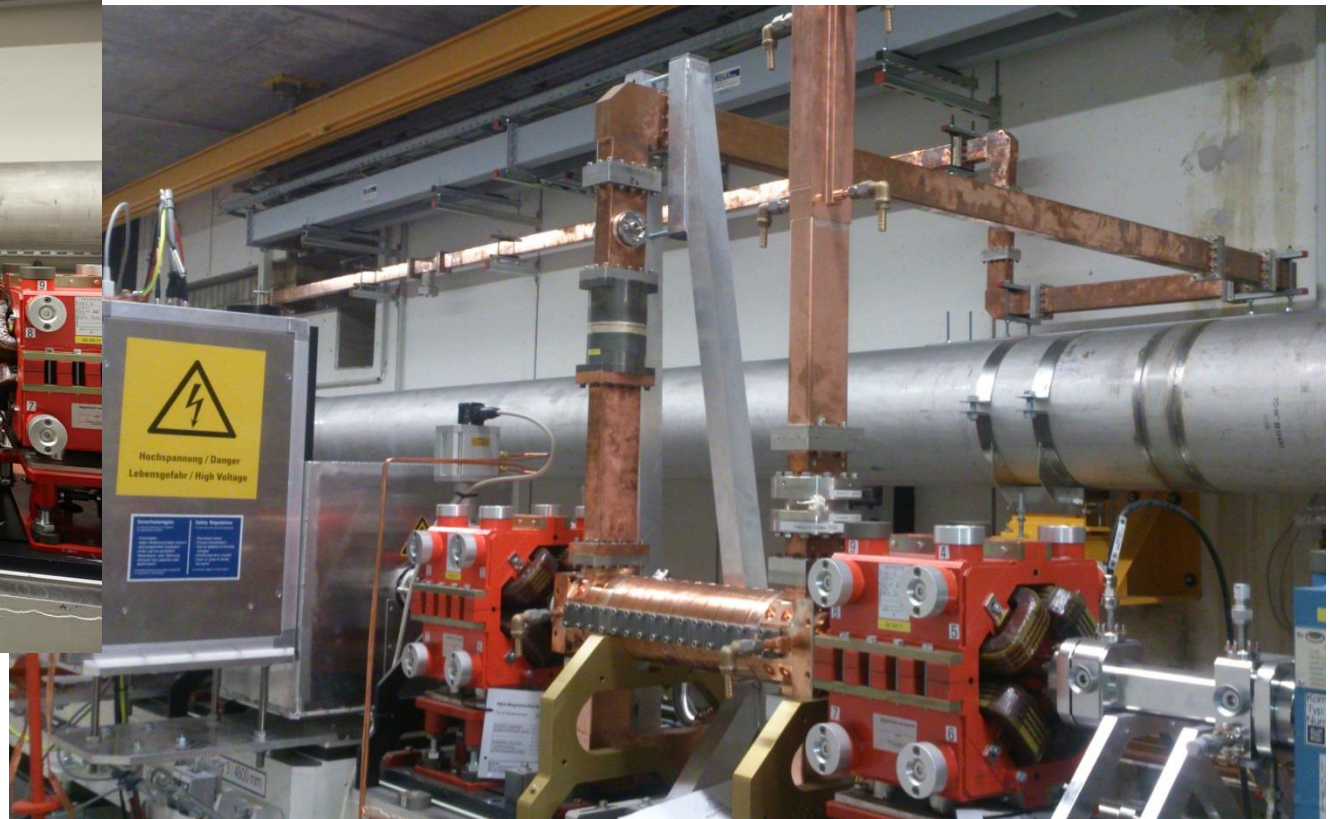




$S_{11} = -40$ дБ

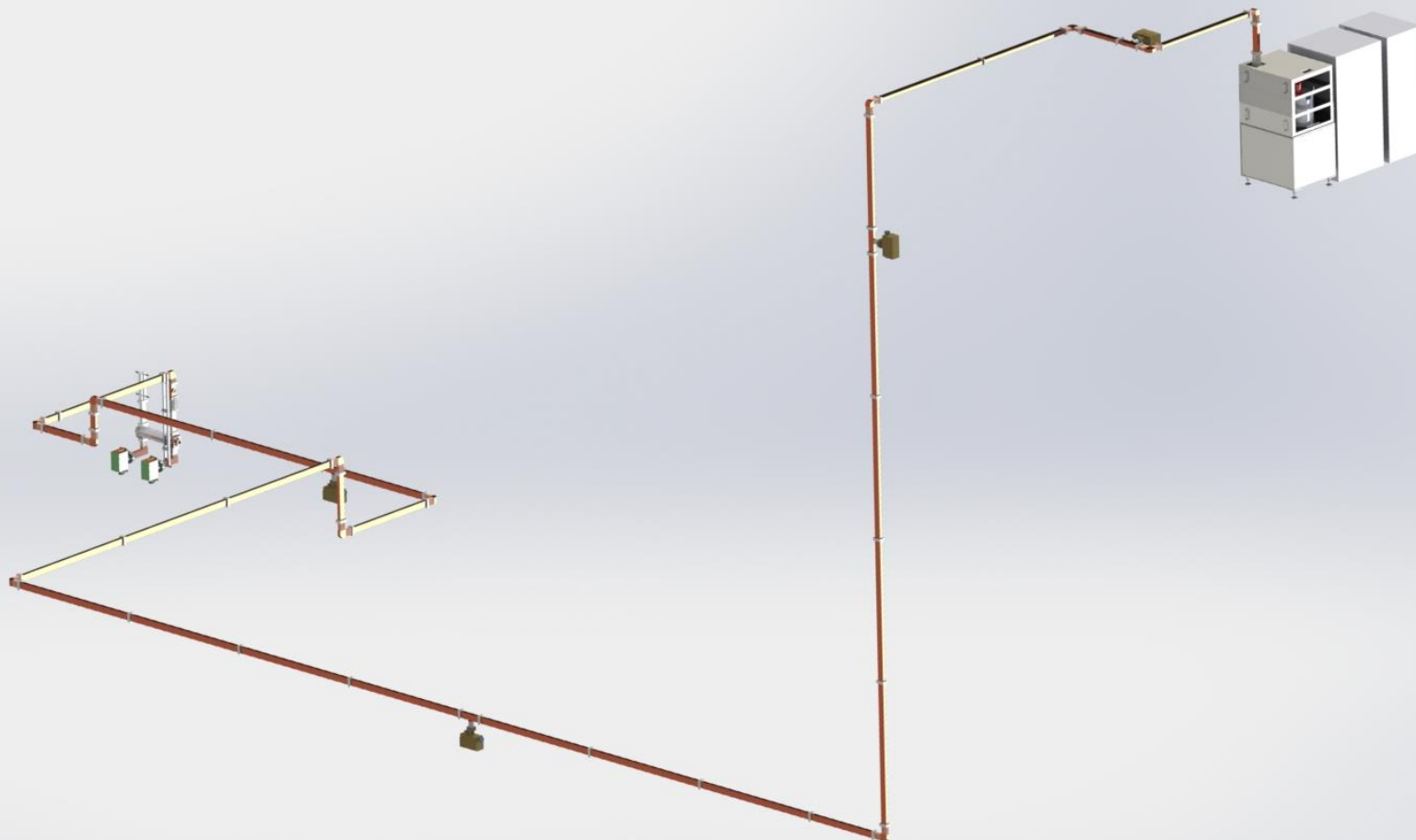




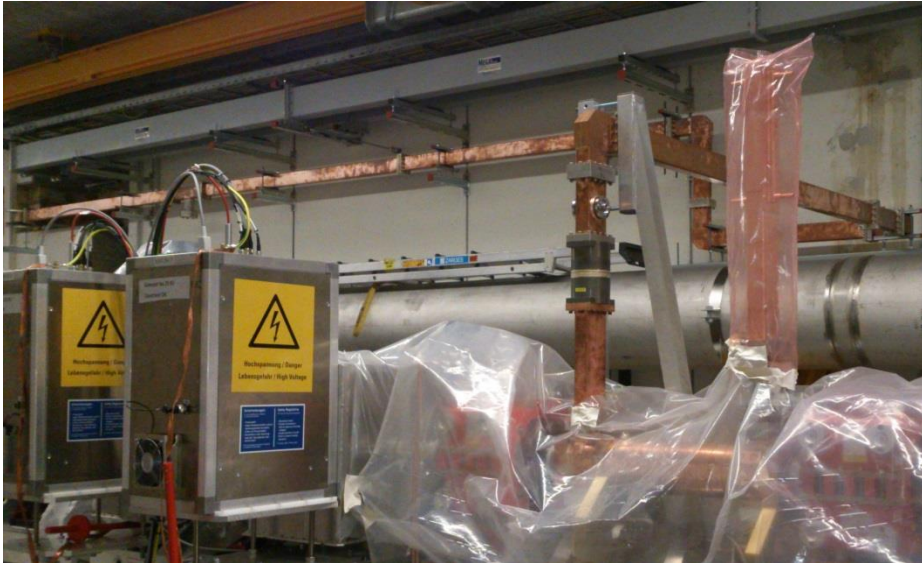


Волноводная система TDS INJ

55 м между -5 и -7 этажами здания инжектора



TDS HPRF INJ – 55 m Waveguide System



TDS Waveguide System INJ has been installed at its operating place.



Измеренный коэффициент отражения на входе волноводной системы с присоединенной структурой $S_{11} = -42$ дБ на рабочем виде колебаний

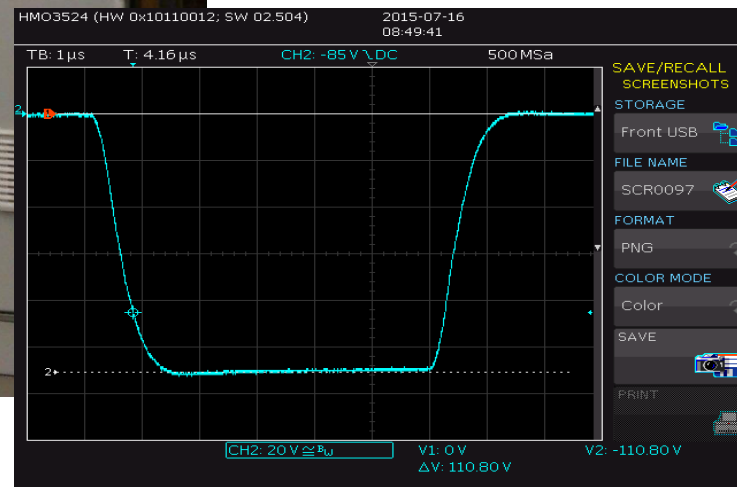
Параметр	Разм.	TDS INJ	TDS BC1/2
Число ВВ модулей		6	2
Напряжение ВВ модуля	кВ	8	22
Макс. напряжение модулятора	кВ	48	44
Макс. напряжение модулятора по отношению к корпусу	кВ	24	22
Макс. ток модулятора	А	166	1420
Число импульсных трансформаторов		1	1
Коэффициент трансформации		2.3	5.68
Макс. напряжение клистрона	кВ	110	250
Ном. Напряжение клистрона	кВ	101	230/232
Макс. ток клистрона	А	72	250
Ном. Ток клистрона	А	66.4	214/219

Система TDS INJ – Модулятор/Импульсный трансформатор/Шкаф питания и управления

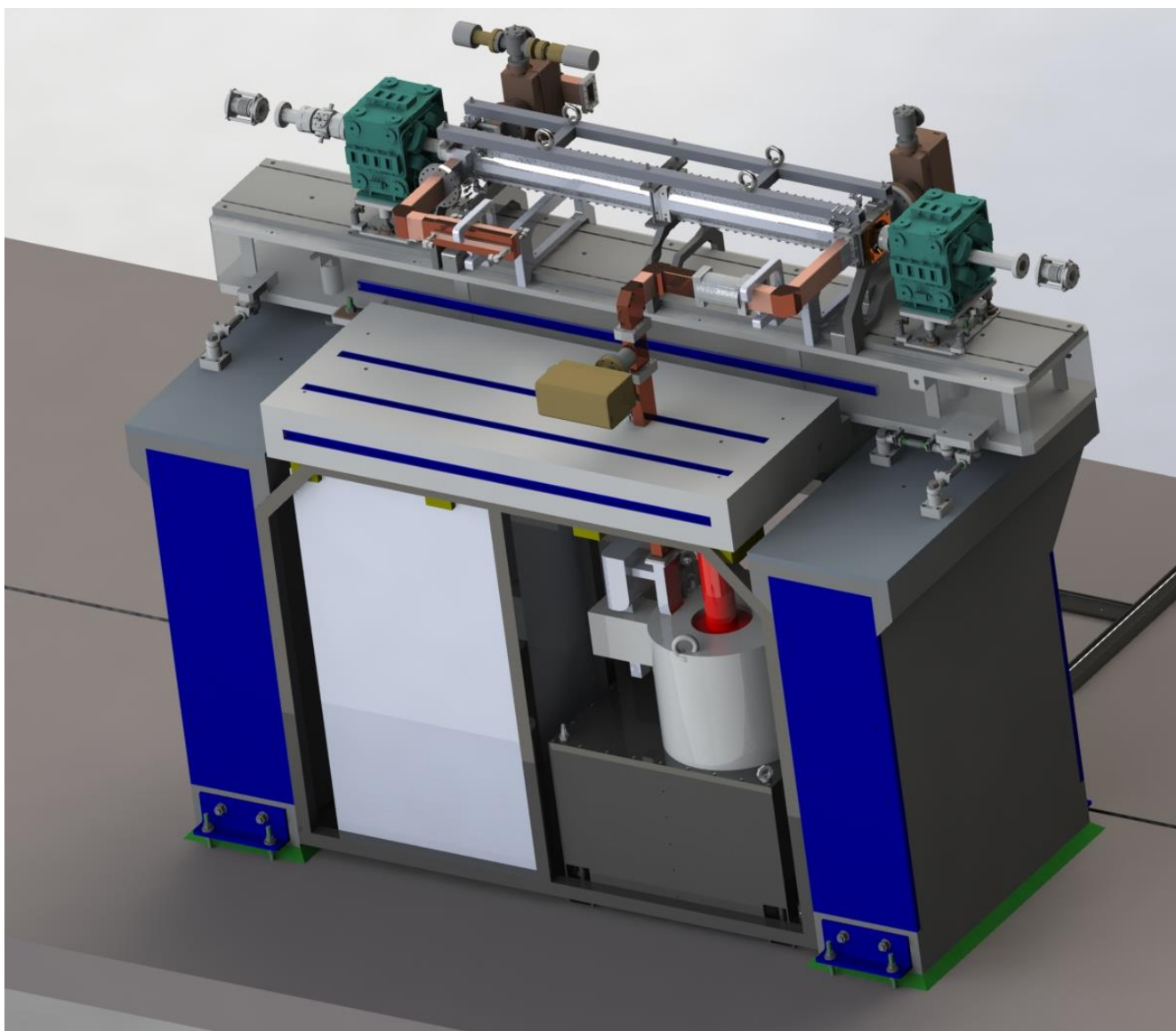


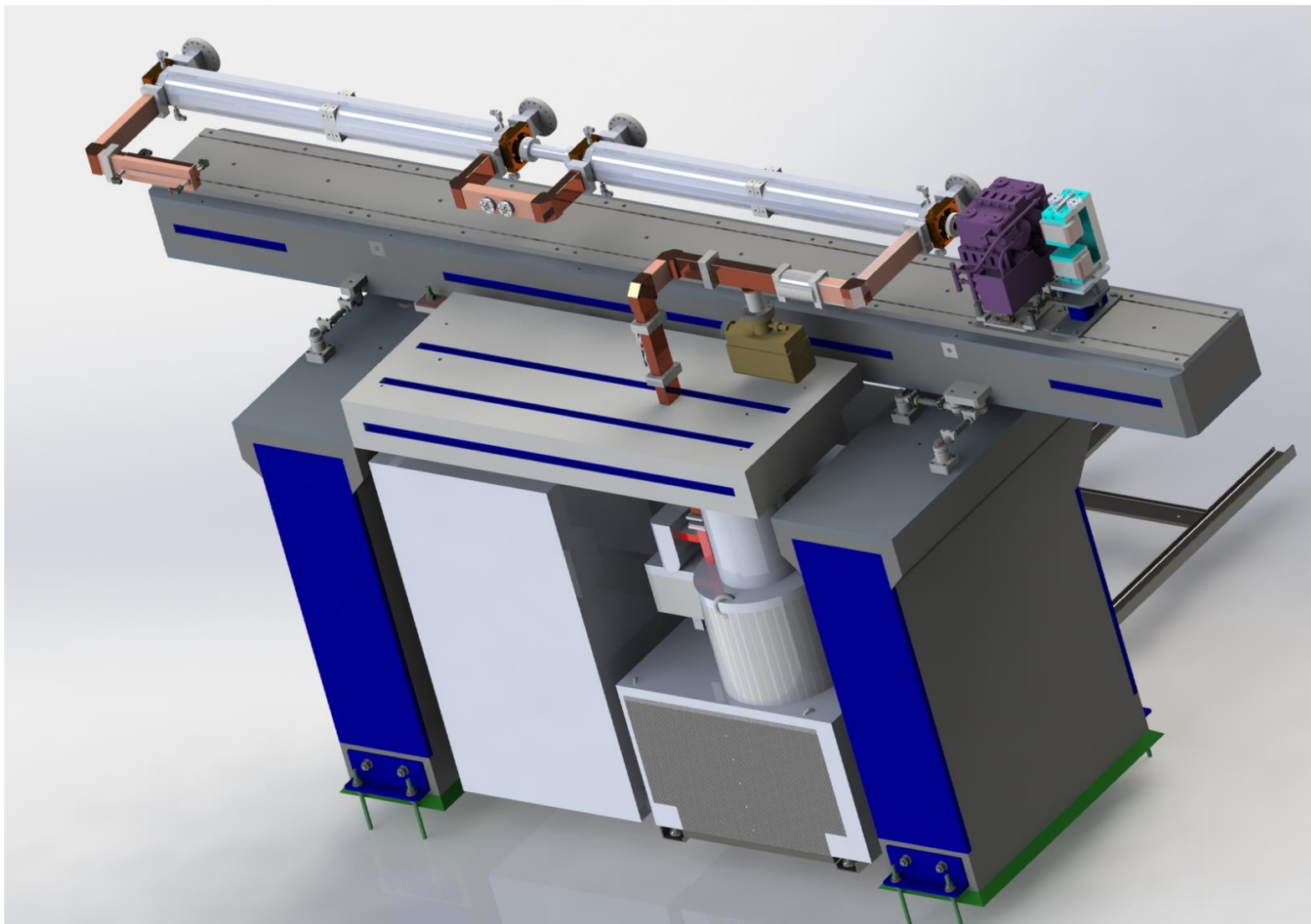
Результаты испытаний:

- $U=0 \dots 110$ кВ
- $I=0 \dots 82$ А
- $\tau=6$ мкс
- $F=10$ Гц
- Нестабильность напряжения от импульса к импульсу (от макс. до мин.) 0.19%
- Среднеквадратичная флуктуация напряжения 0.03%
- Неравномерность вершины импульса <1%



Система TDS BC1 (проект)







Спасибо за внимание

А.Завадцев
+7 903 714 0793
azavadtsev@yandex.ru