



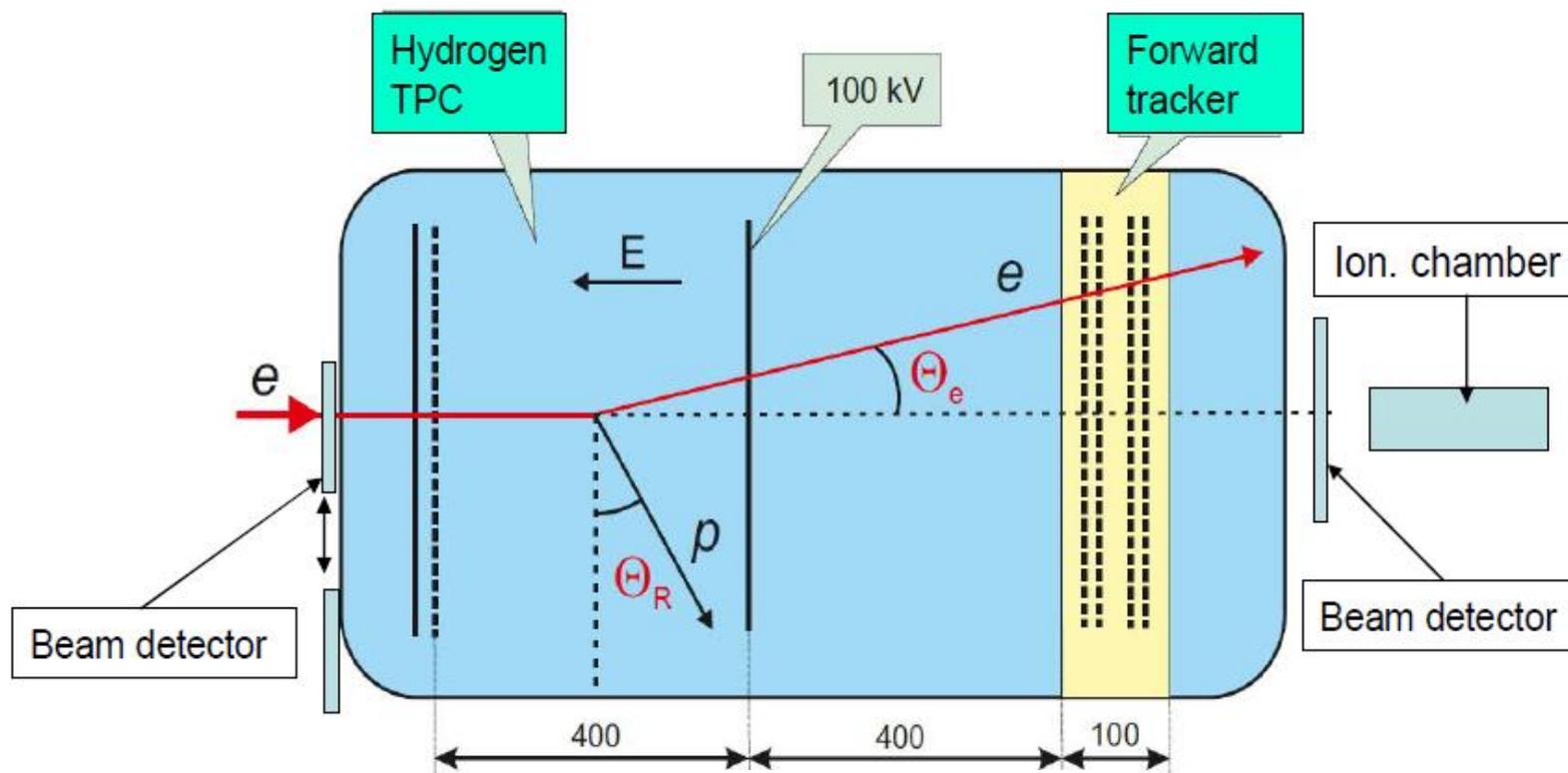
**Проект «ПРОТОН»**  
**Прецизионное измерение зарядового радиуса протона в  
электрон-протон упругих столкновениях**

***Petersburg Nuclear Physics Institute, Russia;  
Institute for Nuclear Physics, University of Mainz, Germany;***



# Экспериментальный метод

Время-проекционная камера (TPC) используется для регистрации протона отдачи при упругих столкновениях. Рассеянный электрон регистрируется в пропорциональных камерах (FT)



## Измеряемые величины

Recoil energy  $T_R$

Recoil angle  $\Theta_R$

Vertex **Z** coordinate

E scattering angle  $\Theta_e$



Forward tracker. Пропорциональные камеры, работающие при давлении 20 bar.

FT состоит из 4 пар (X-Y) катодных стриповых камер (CSC).

Каждая камера симметричная MWPC с 3.0 mm зазором между анодом и катодными плоскостями.

Размер камеры 600 × 600 mm<sup>2</sup> (восьмиугольник).

Считывание осуществляется с обеих катодных плоскостей.

Анодная плоскость состоит из 30 μm проволок с шагом 3 mm.

Обе катодные плоскости состоят из 50 μm проволок с шагом 0.5 mm.

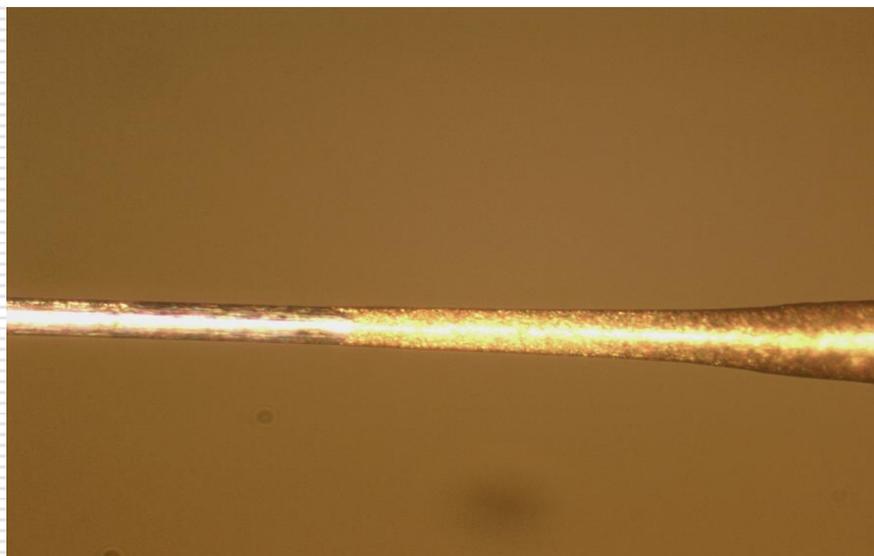
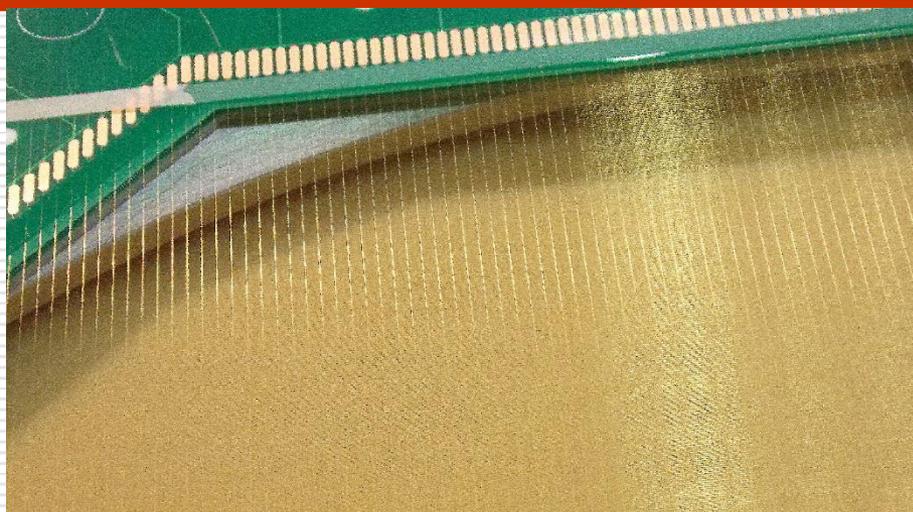
В катодной плоскости 2.5 mm стрипы состоят из объединенных 5 проволочек.

Используя метод поиска центра тяжести координаты центра трека будут измеряться с разрешением ~30 μm.

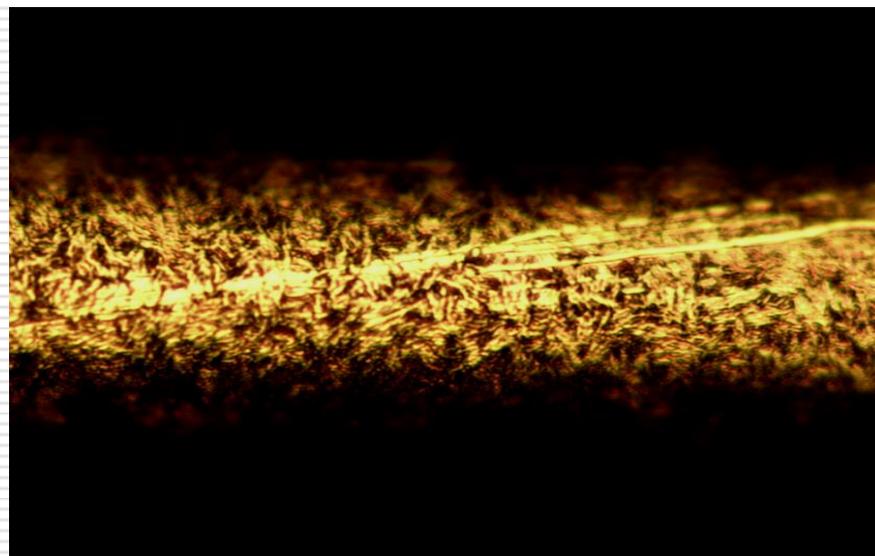
**Самым важным в катодной плоскости камер выдержать абсолютную линейность шкалы не хуже ~0.02% !  
(600 мм × 0.02% = 0.12 мм)**



Анодная плоскость. Апертура 600 мм. W/Re 30  $\mu\text{m}$  проволоки, шаг 3 мм



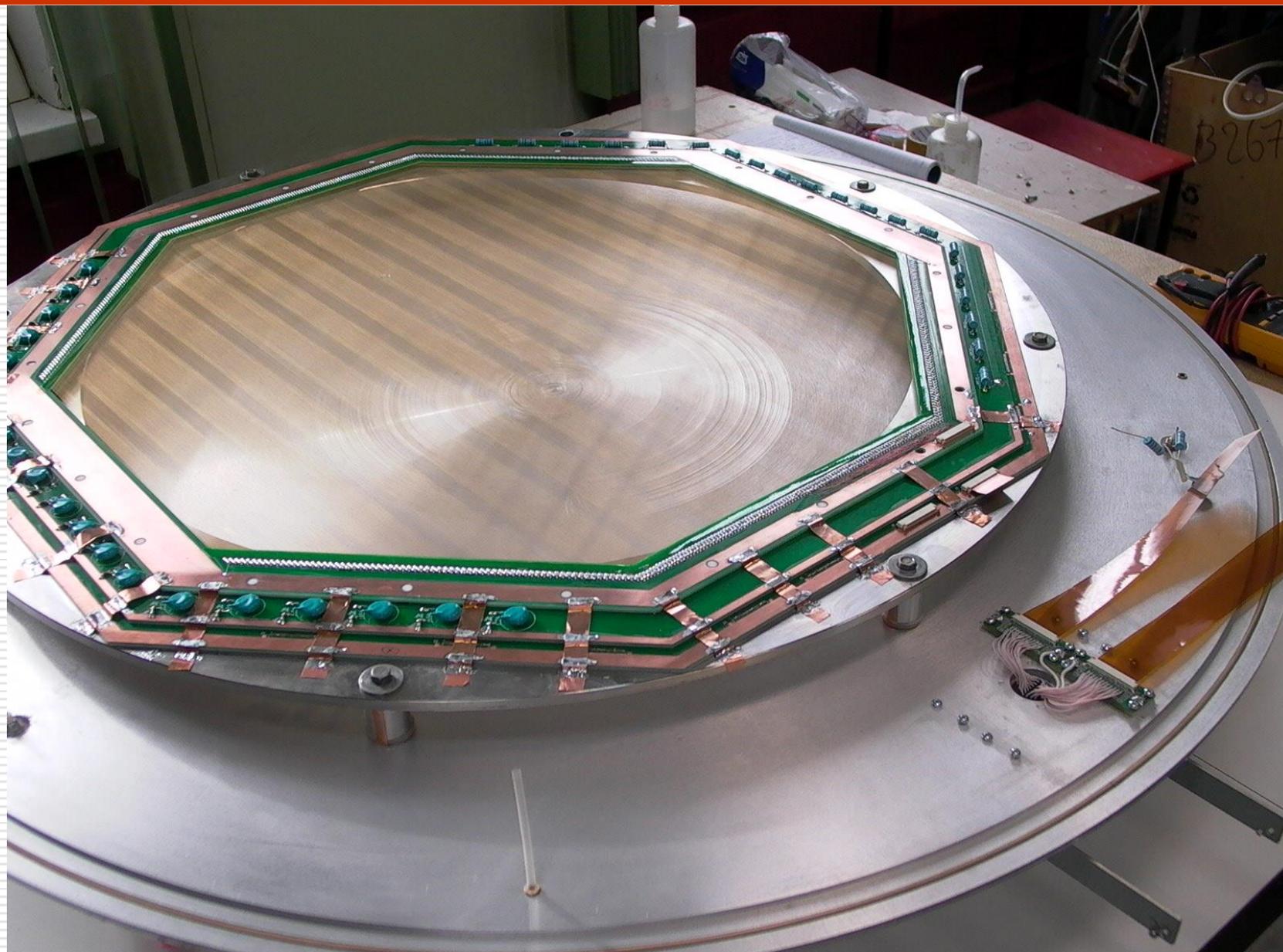
Проволочка катодной плоскости W/Re 50  $\mu\text{m}$ . Увеличение диаметра проволочки в центральной части 50  $\mu\text{m}$   $\rightarrow$  80  $\mu\text{m}$ .  
Zoom - 100



Zoom - 400.



# FD прототип, тестирование на космике



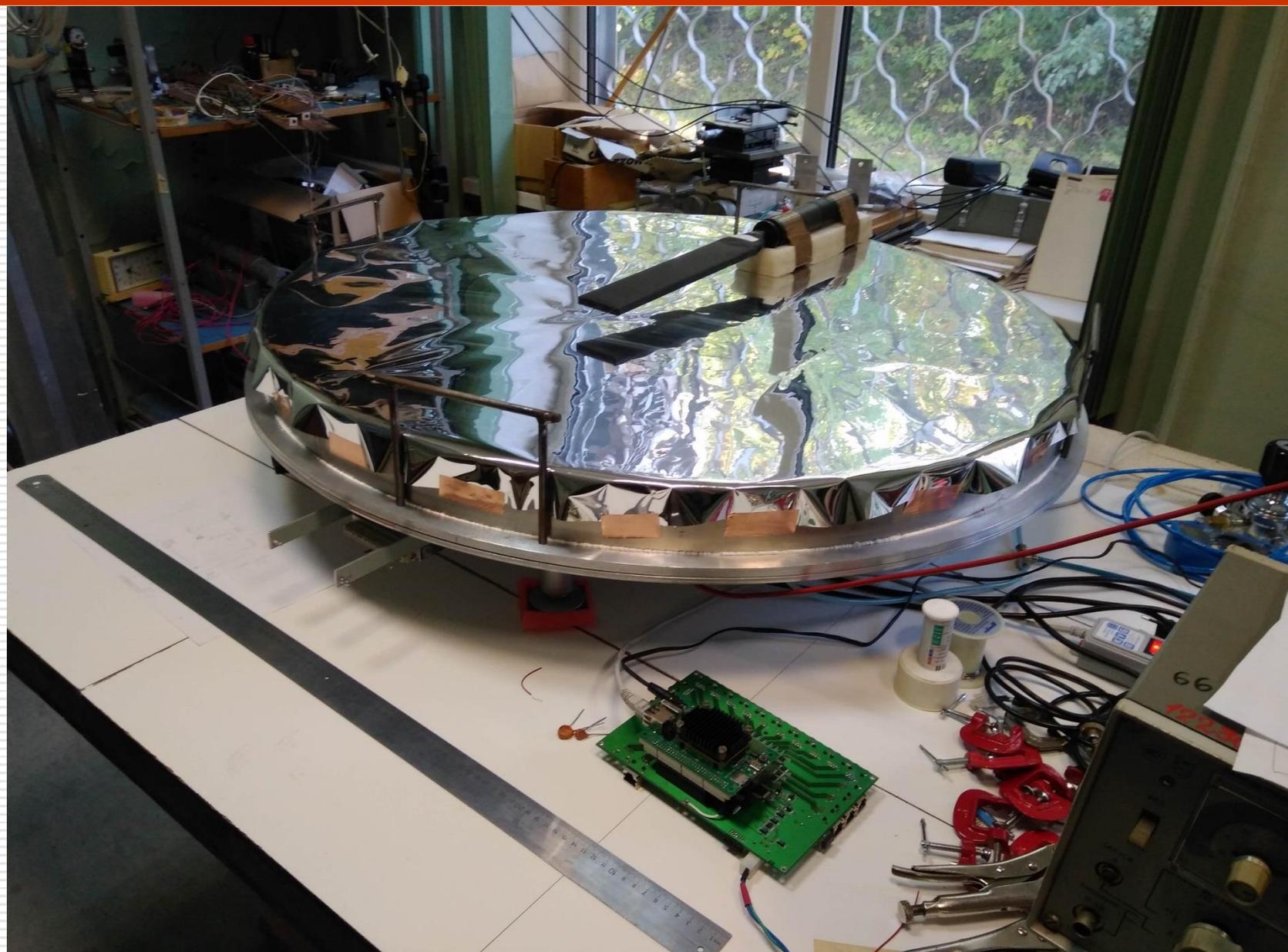


# FD прототип, тестирование на космике



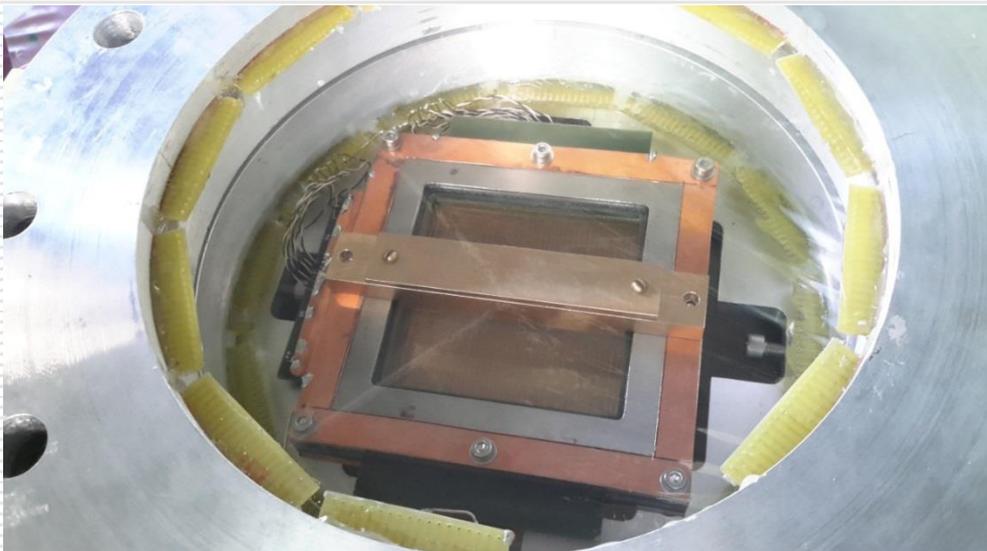
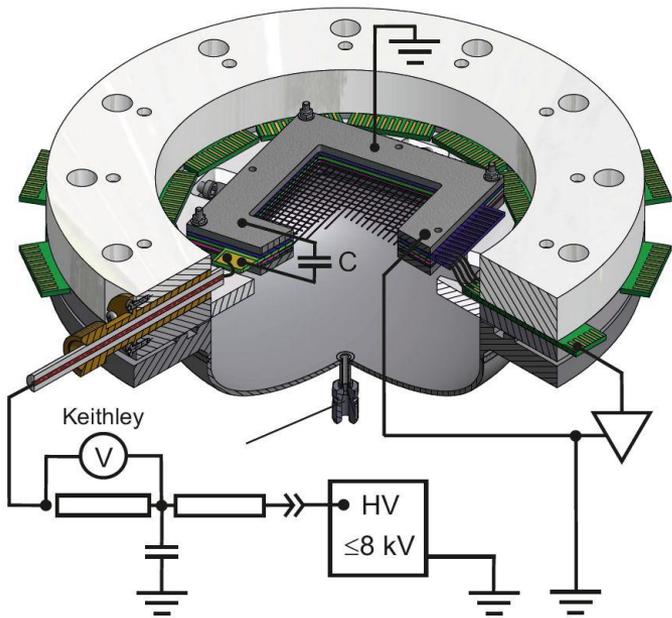


# FD прототип, тестирование на космике

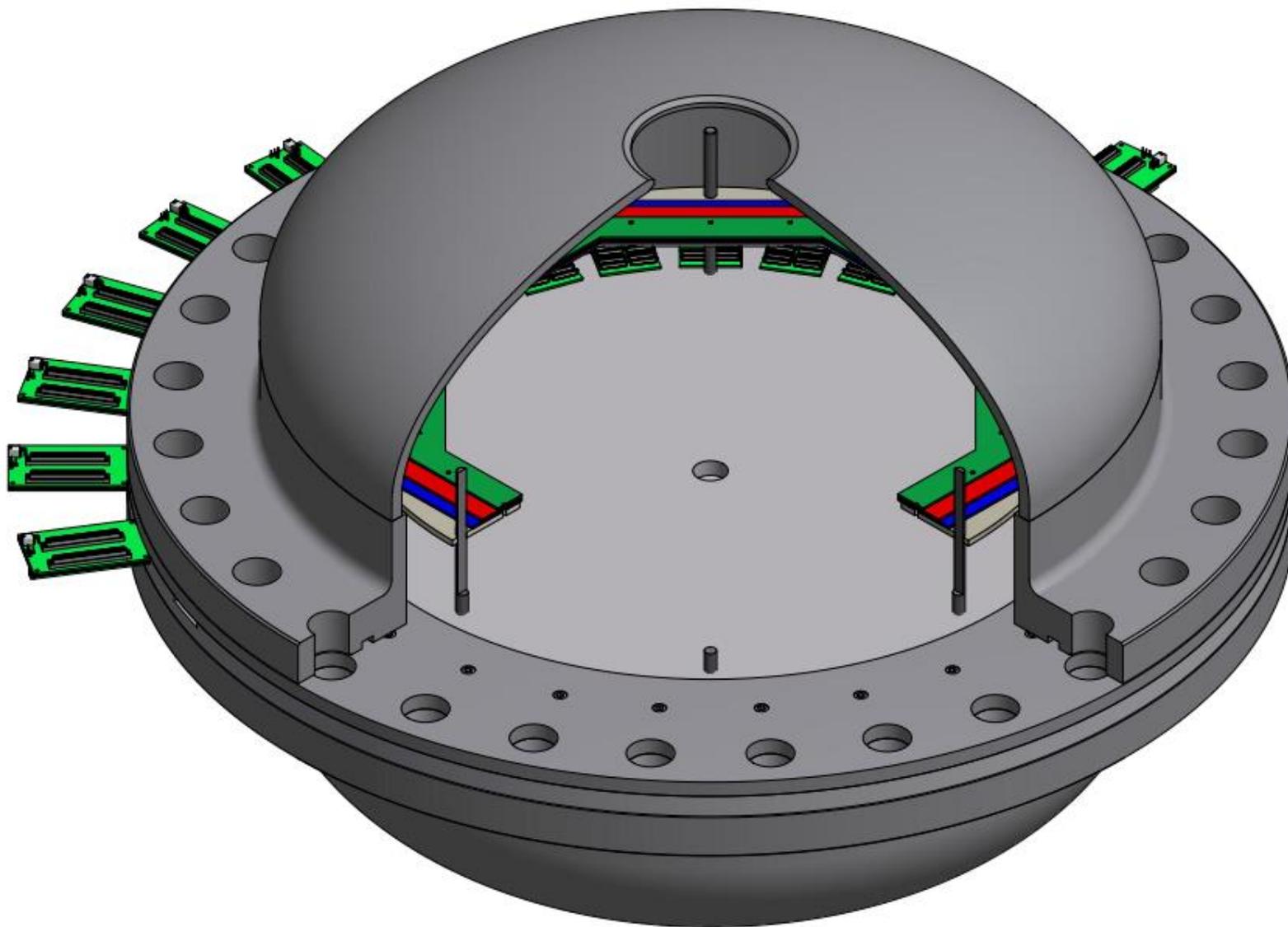


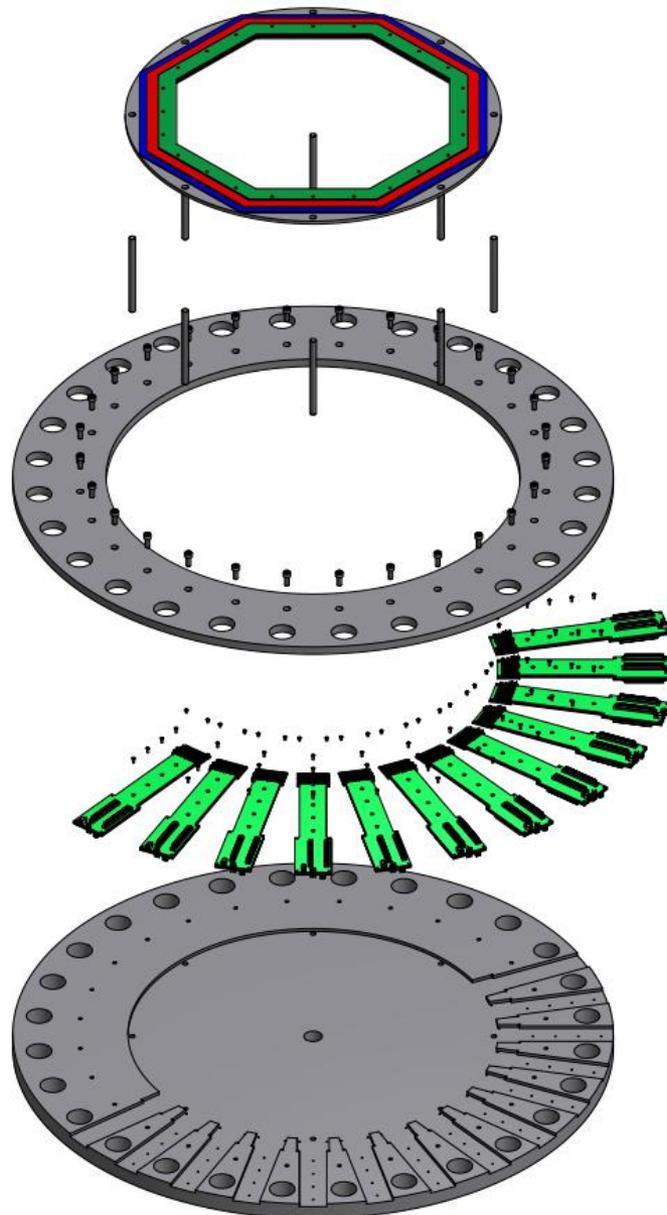


# Тесты при высоком давлении с 200 mm PC прототипом



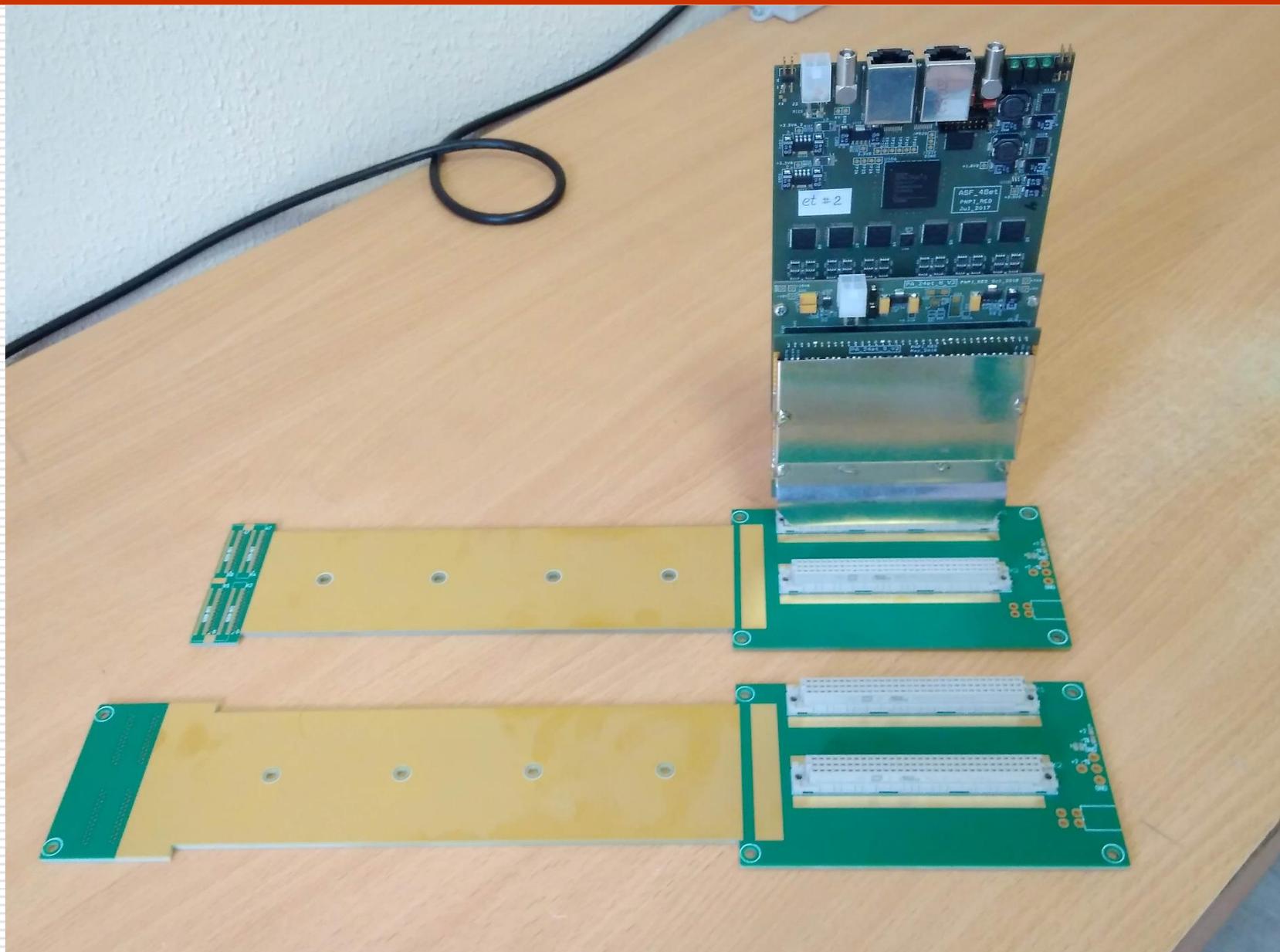
GARFIELD симуляции дали правильный результат  
При моделировании 20 bar газовой смеси  
 $\text{Ar}+2-5\% \text{CH}_4$







# Проходные платы, вклеиваемые во фланец и readout 48 каналов



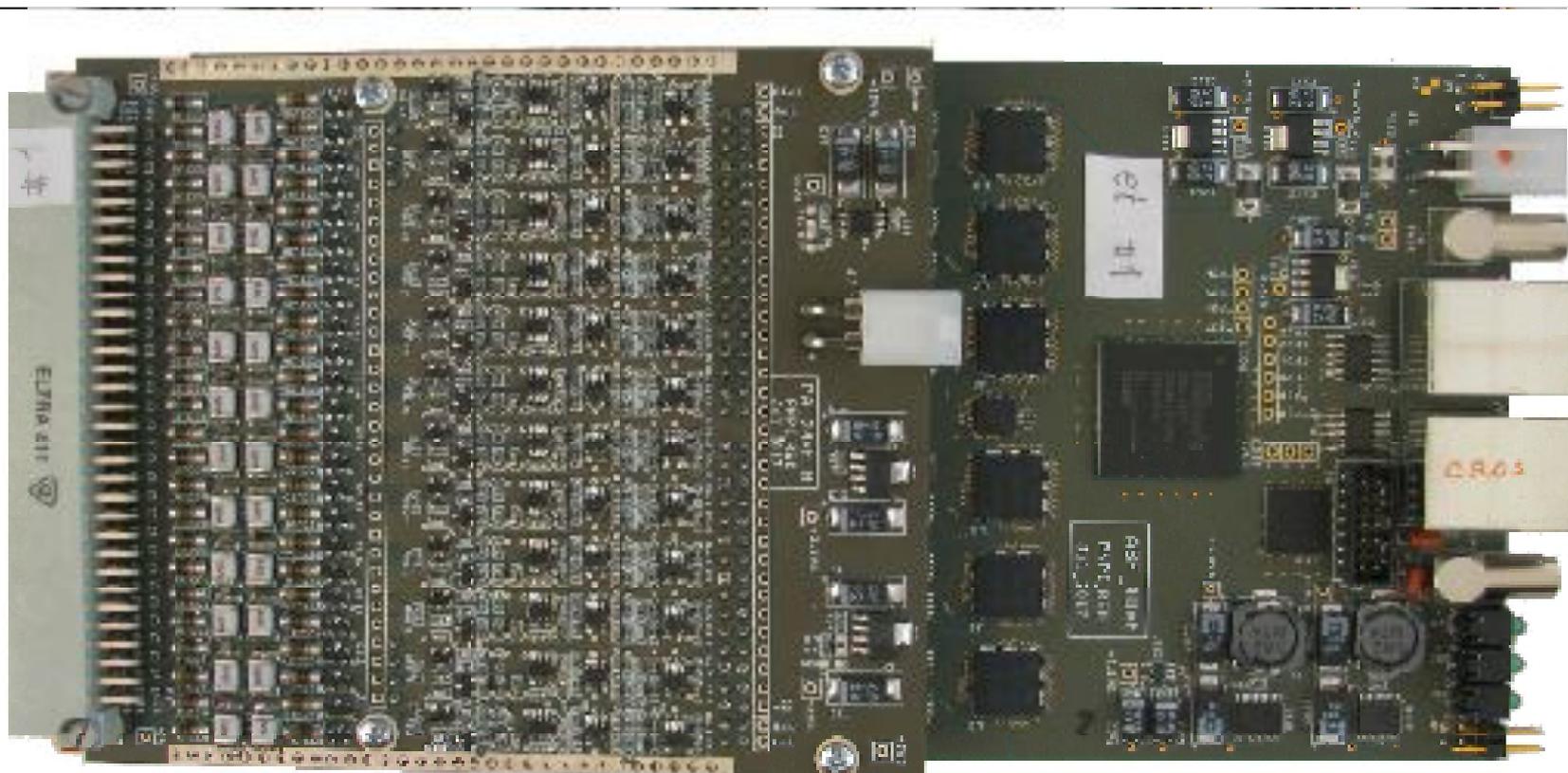




# Readout FD - ASF48et

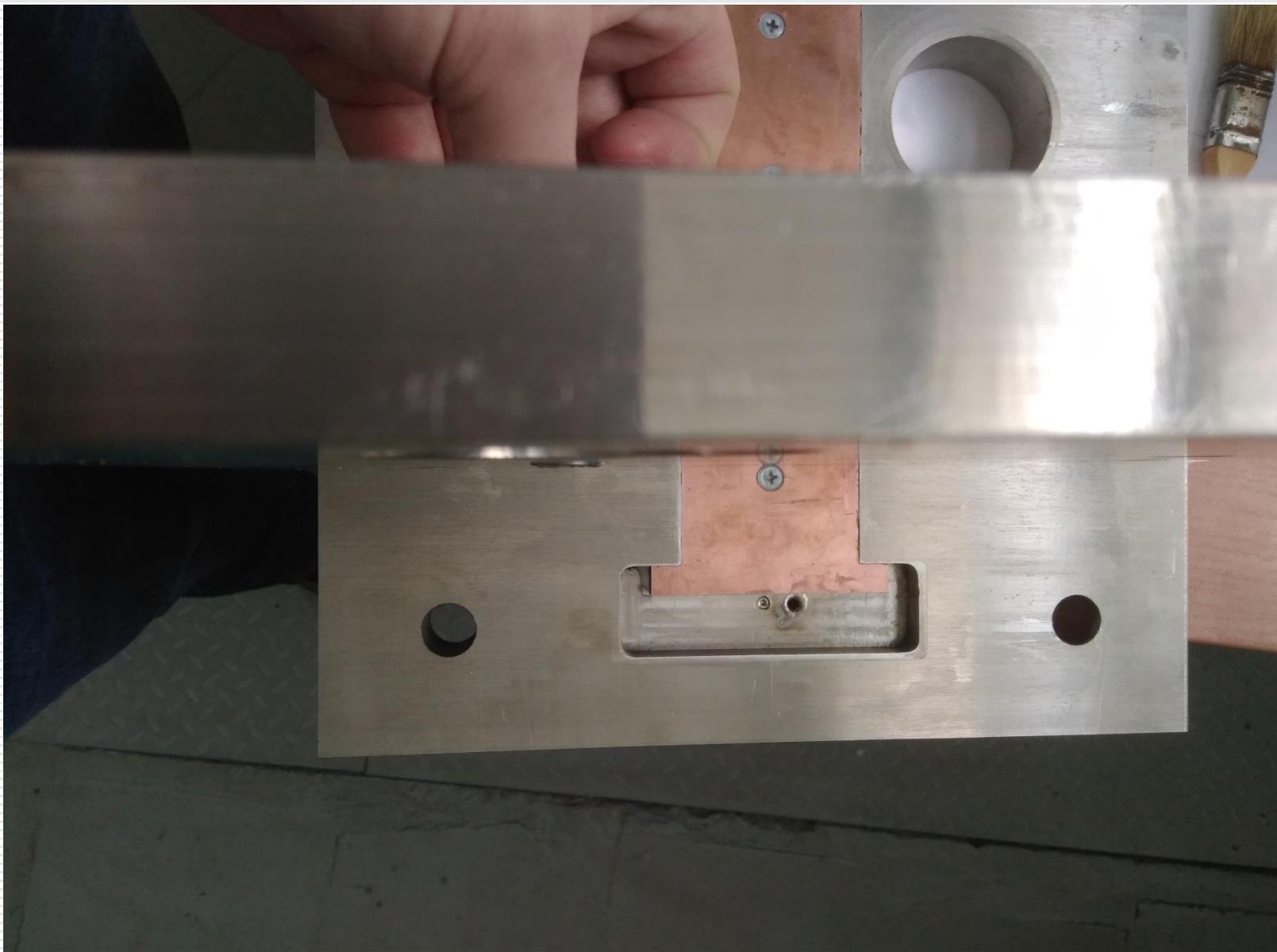
48-channel board with multi channel Flash-ADC and FPGA

***В.Л. Головцов, Н.В. Грузинский, П.А.Кравцов, А.В. Надточий,  
П.В.Неустроев, Э.М. Спириденков, Л.Н.Уваров, С.Л. Уваров,  
В.И. Яцюра***





Test gluing of the boards for FD flange. Pressure till 45 bar.





# Set of boards for proportional chambers



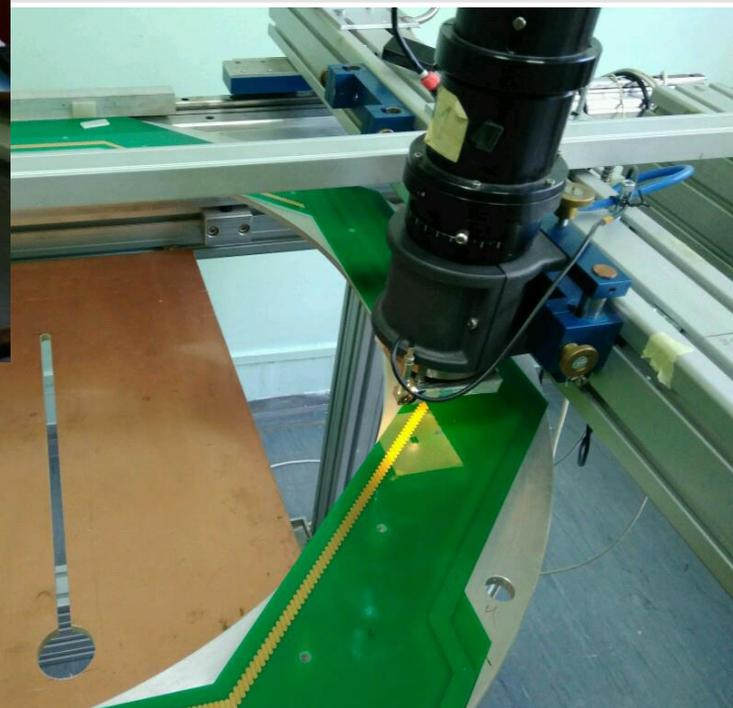


# Несущее кольцо для пропорциональных камер. Плоскостность 20 $\mu\text{m}$



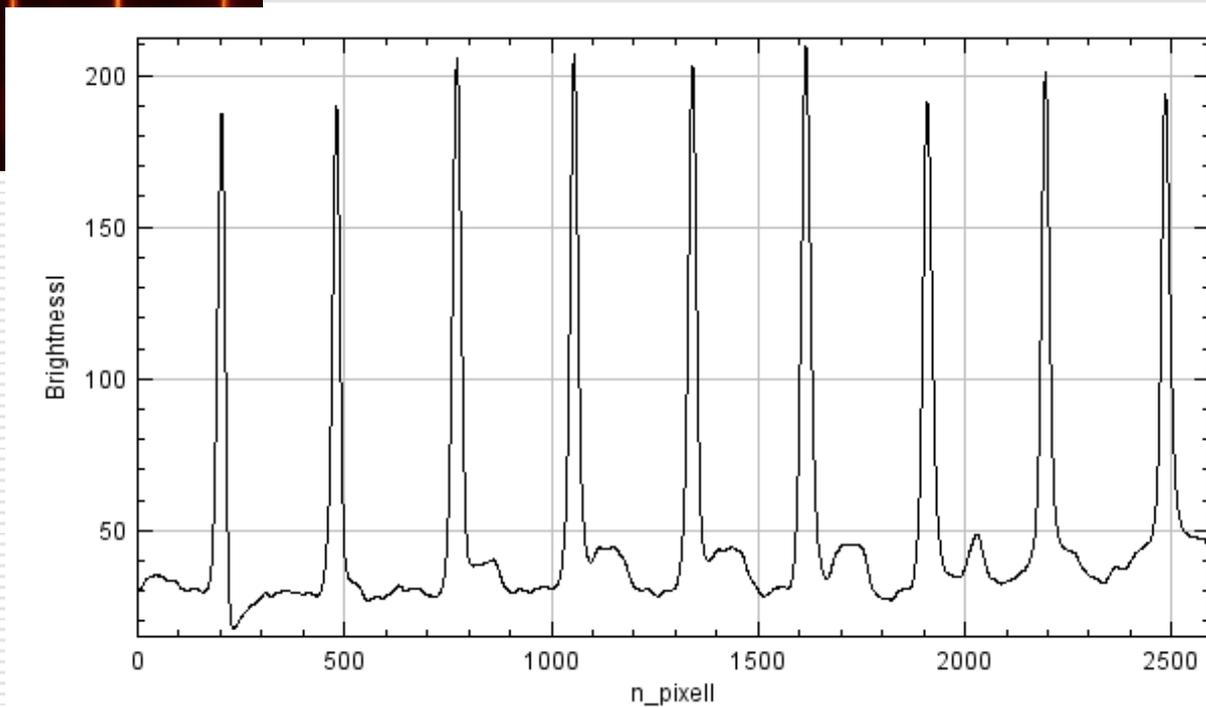
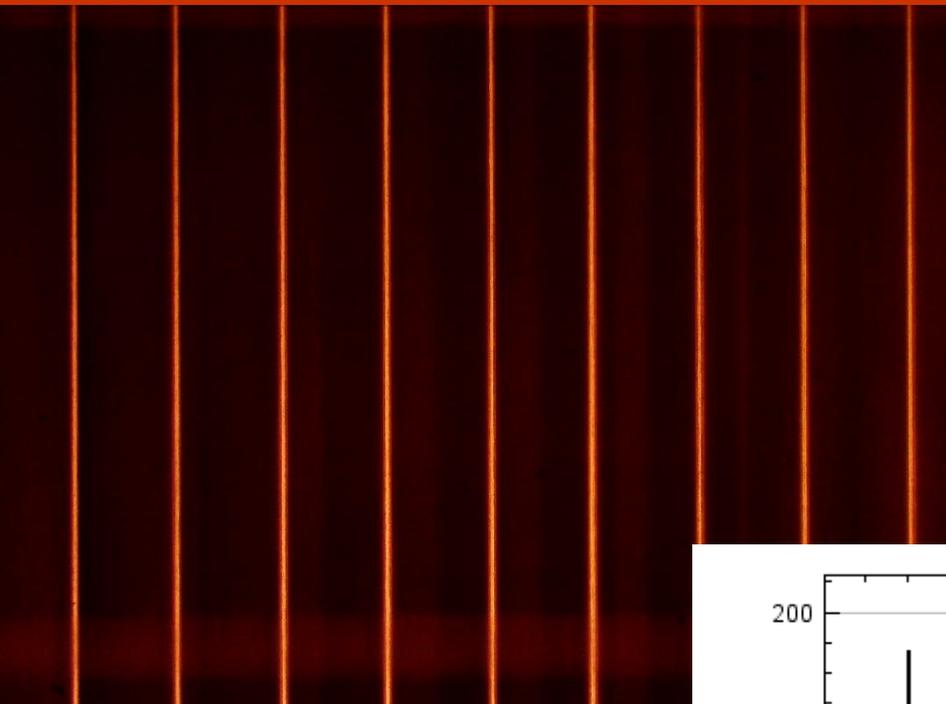


# Система измерения положения проволочек



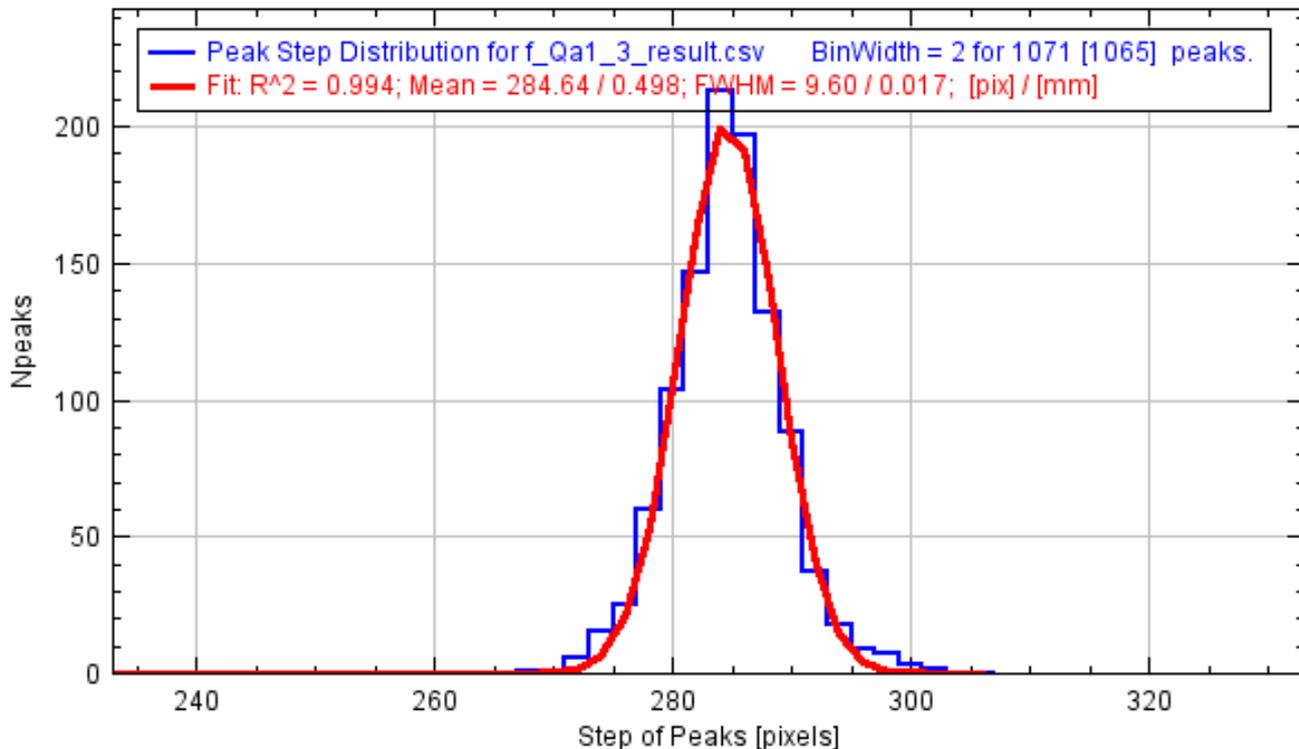


# 50 $\mu\text{m}$ wires image. Step 0.5 mm. Cathode plane



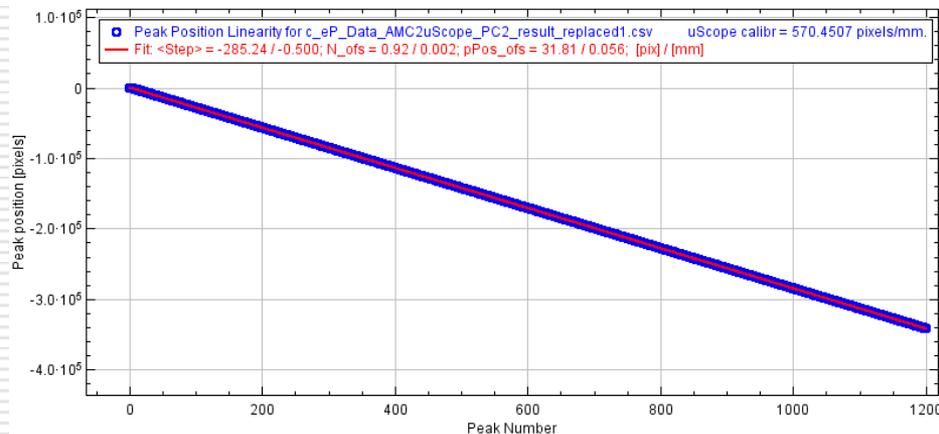


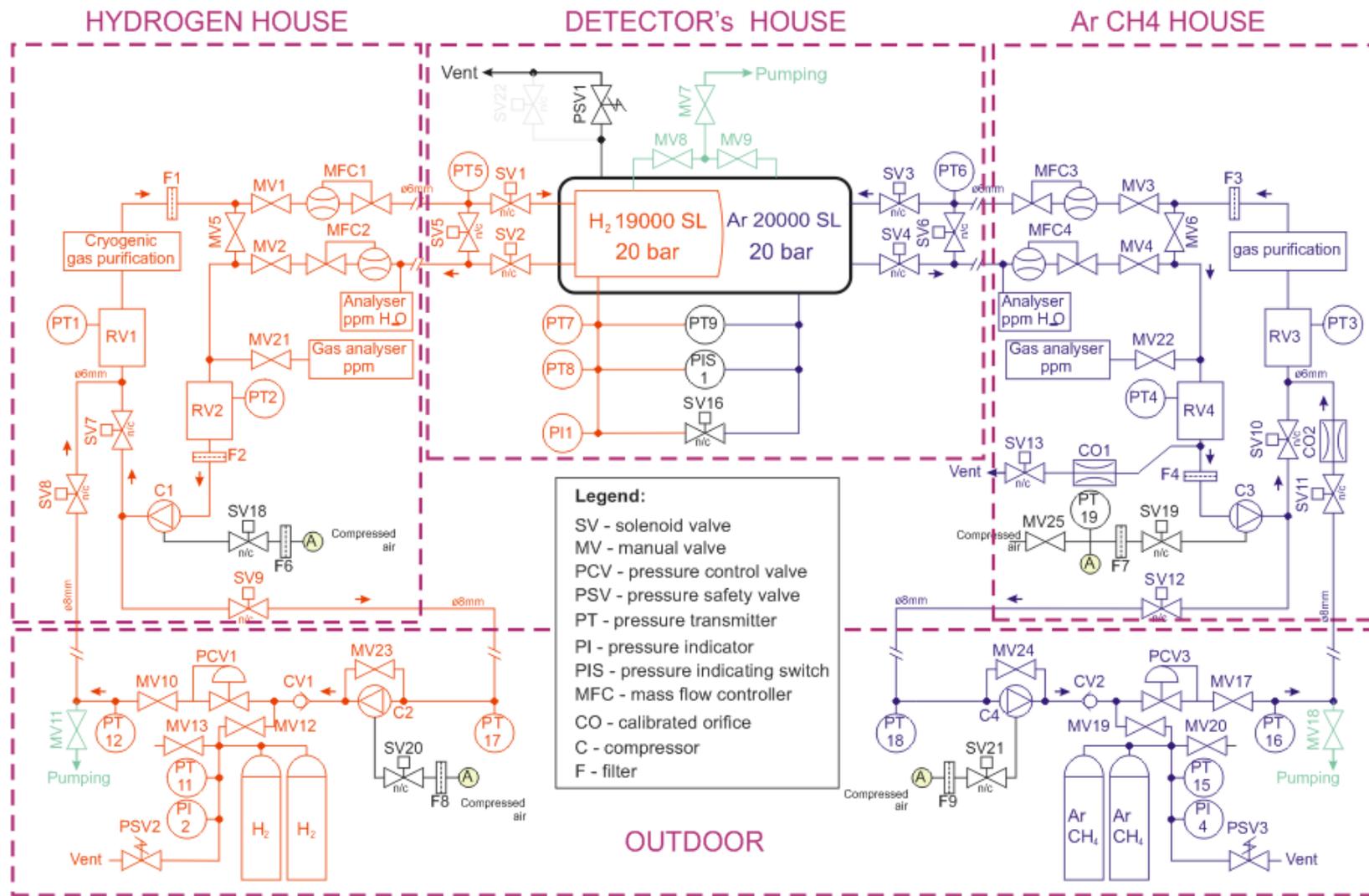
# Линейность положения катодных проволок



Mean = 0.5 mm, FWHM=0.02 mm

Необходимая величина  
0.12 mm (0.02%)

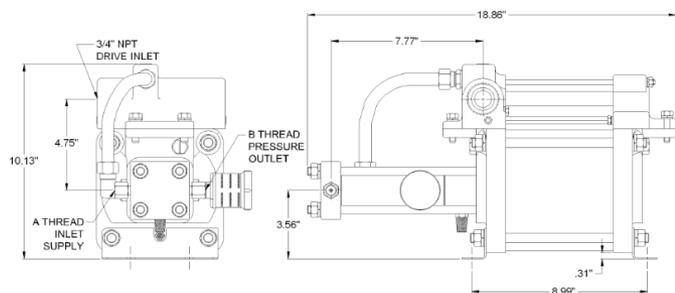




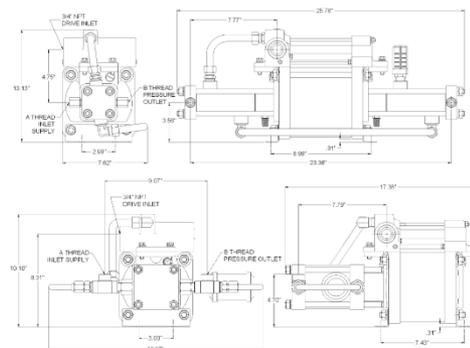


# Compressors by SChydraulic engineering corporation

GB-30 для эвакуации газа (15-30 nl/min)



GBD-5 для циркуляции газа(15 nl/min)

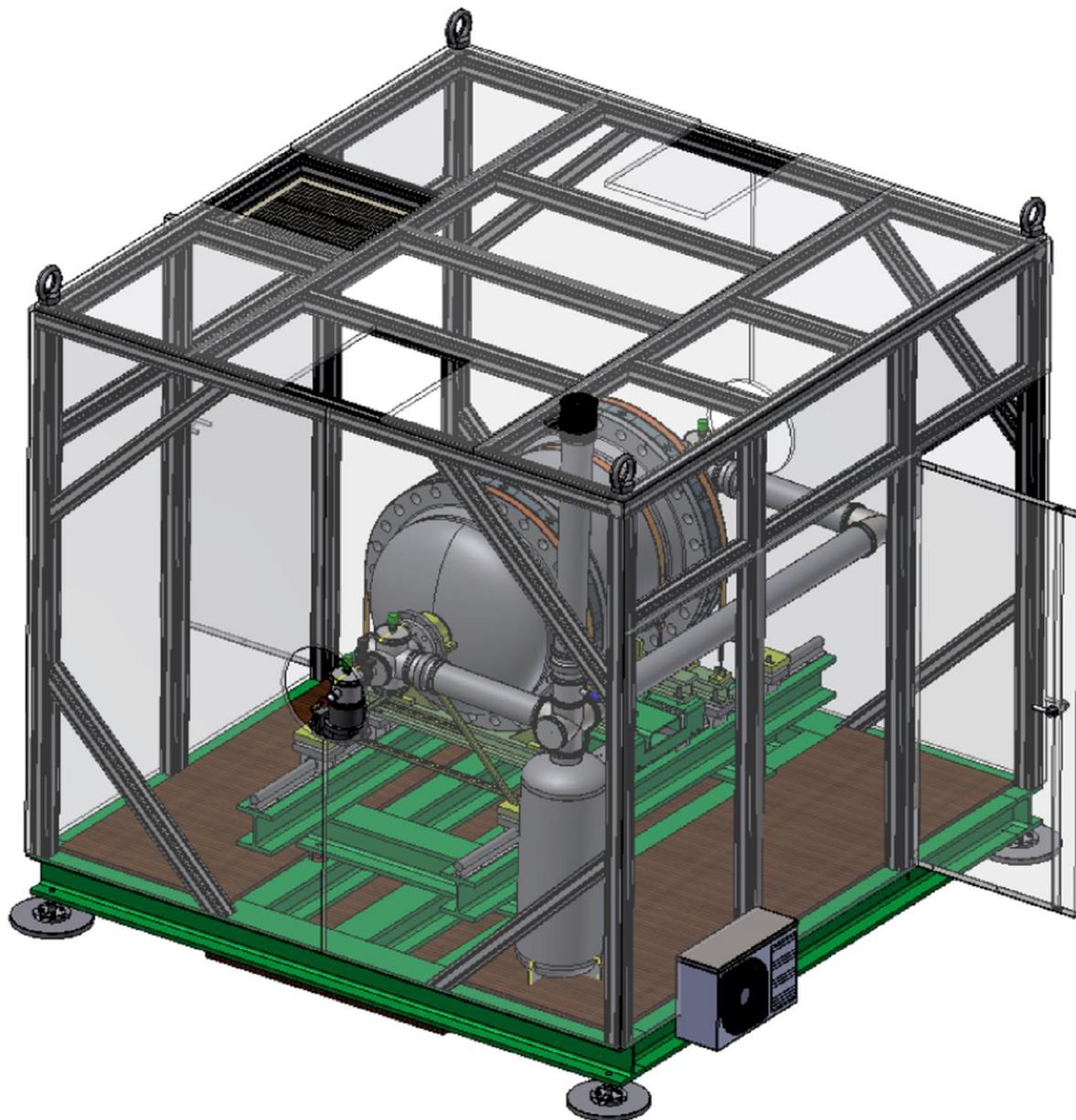


Model No.	Maximum Material Rated Gas Supply Pressure (Ps)	Maximum Material Rated Gas Outlet Pressure (Po)	A Inlet Port B Outlet Port	Static Outlet Stall Pressure	Minimum Inlet Gas Pressure (Ps)	Displacement Per Stroke (in3 per cycle)
GB-15	2,250 psig	2,250 psig	1/4" NPT	15 Pa	50 psig (3.5 bar)	7.05
	155 bar	155 bar	1/4" NPT			
GB-30	4,500 psig	4,500 psig	1/4" NPT	30 Pa	100 psig (7 bar)	3.1
	310 bar	310 bar	1/4" NPT			
GB-75	6,000 psig	11,250 psig	9/16"-18 (1)	75 Pa	250 psig (17 bar)	1.2
	410 bar	775 bar	9/16"-18 (1)			

Model No.	Maximum Material Rated Gas Supply Pressure (Ps)	Maximum Material Rated Gas Outlet Pressure (Po)	A Inlet Port B Outlet Port	Static Outlet Stall Pressure	Minimum Inlet Gas Pressure (Ps)	Displacement Per Stroke (in3 per cycle)
GBD-5	1500 psig	1500	1/2" NPT	4.7 Pa + Ps	25 psig	28.2
	103 bar	103 bar	1/2" NPT			
GBD-15	5,000 psig	5,000 psig	1/4" NPT	15 Pa + Ps	50 psi (3.5 bar)	14.1
	345 bar	345 bar	1/4" NPT			
GBD-30	6,000 psig	9,000 psig	1/4" NPT	30 Pa + Ps	100 psig (7 bar)	6.3
	410 bar	620 bar	1/4" NPT			
GBD-75	6,000 psig	20,000 psig	9/16"-18 (1)	75 Pa + Ps	250 psig (17 bar)	2.4
	410 bar	1,380 bar	9/16"-18 (1)			

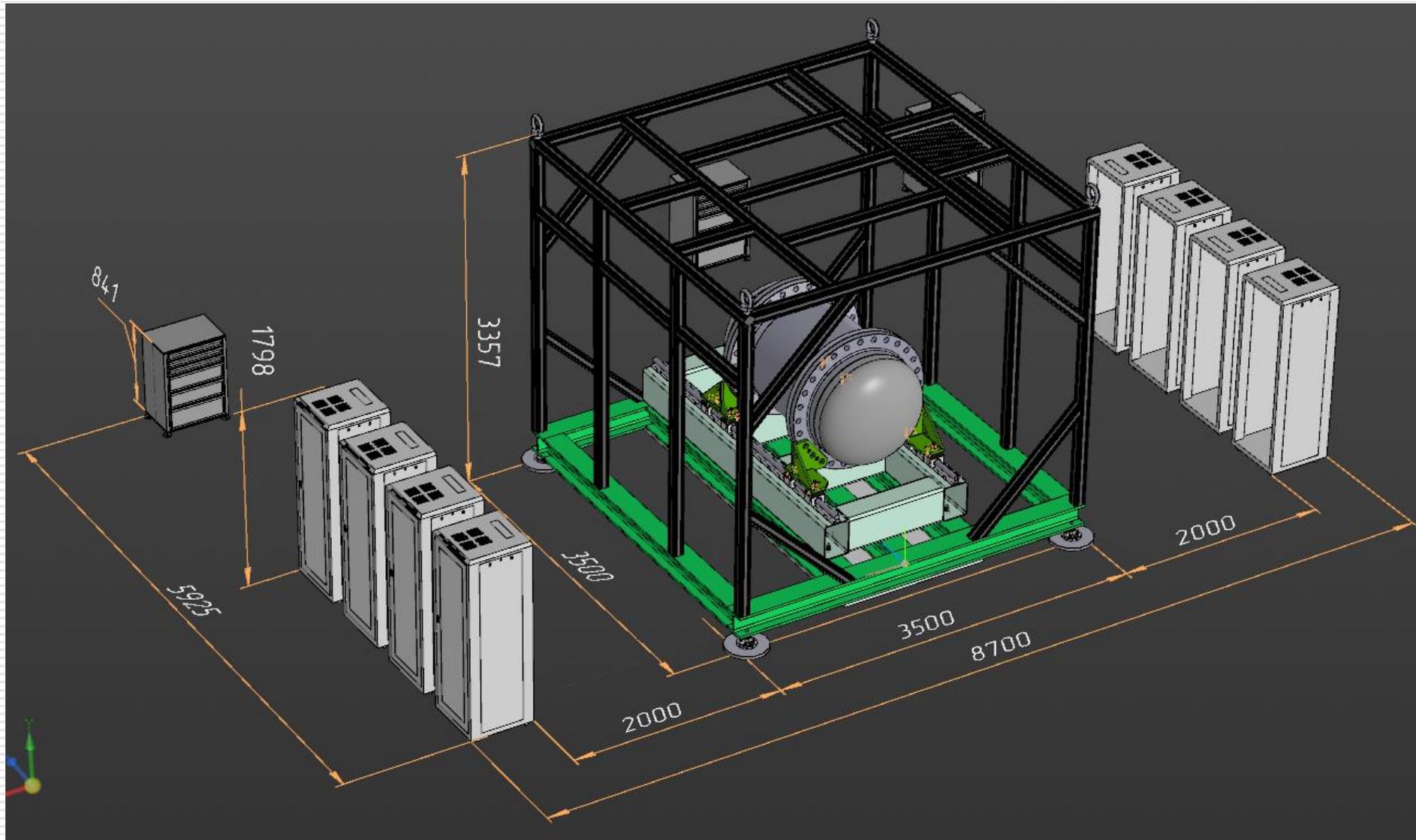


# Detector house (old version). Very-very preliminary





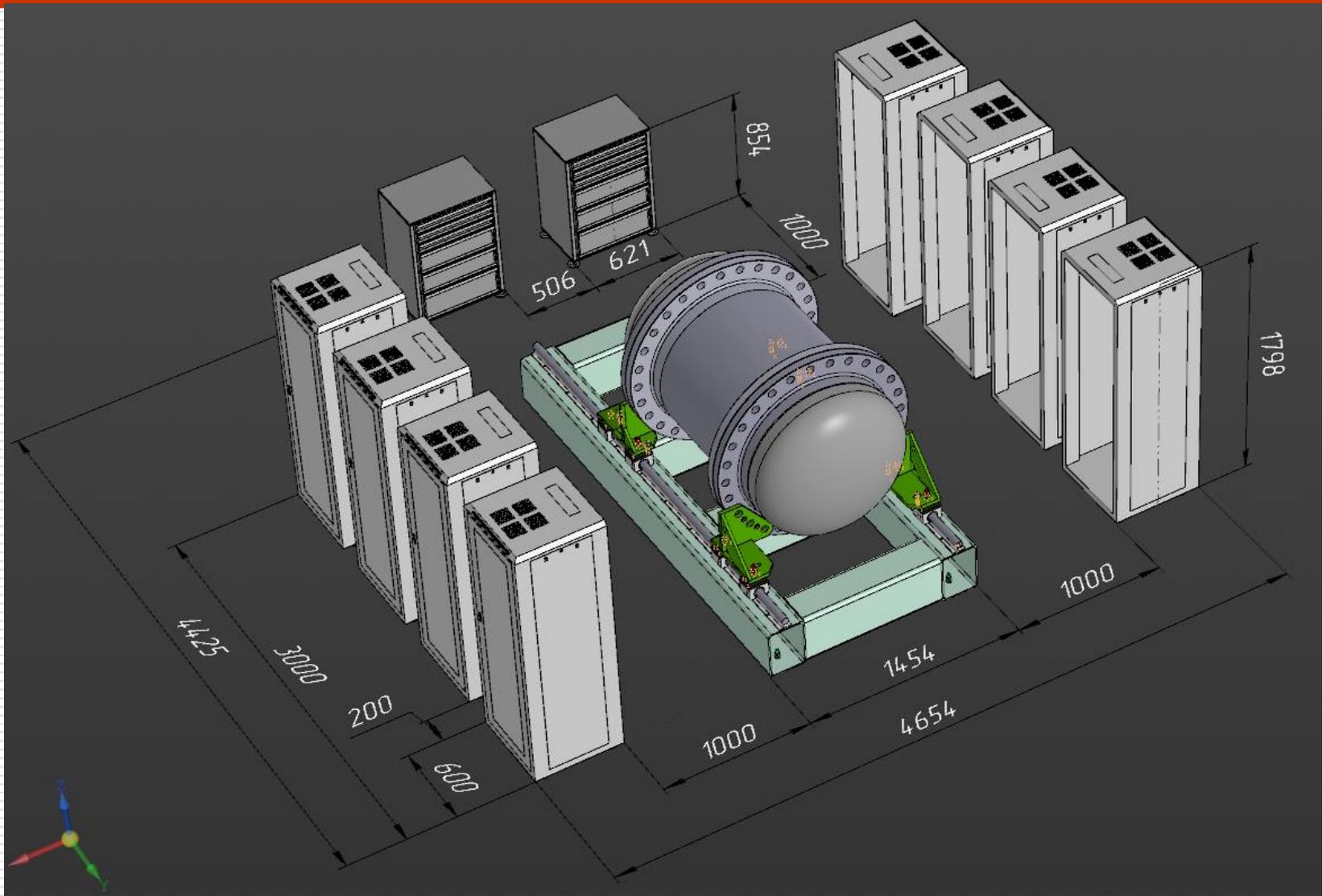
# Detector at the beam place



Crane 6-7 ton



# Test place



Crane 3-4 ton

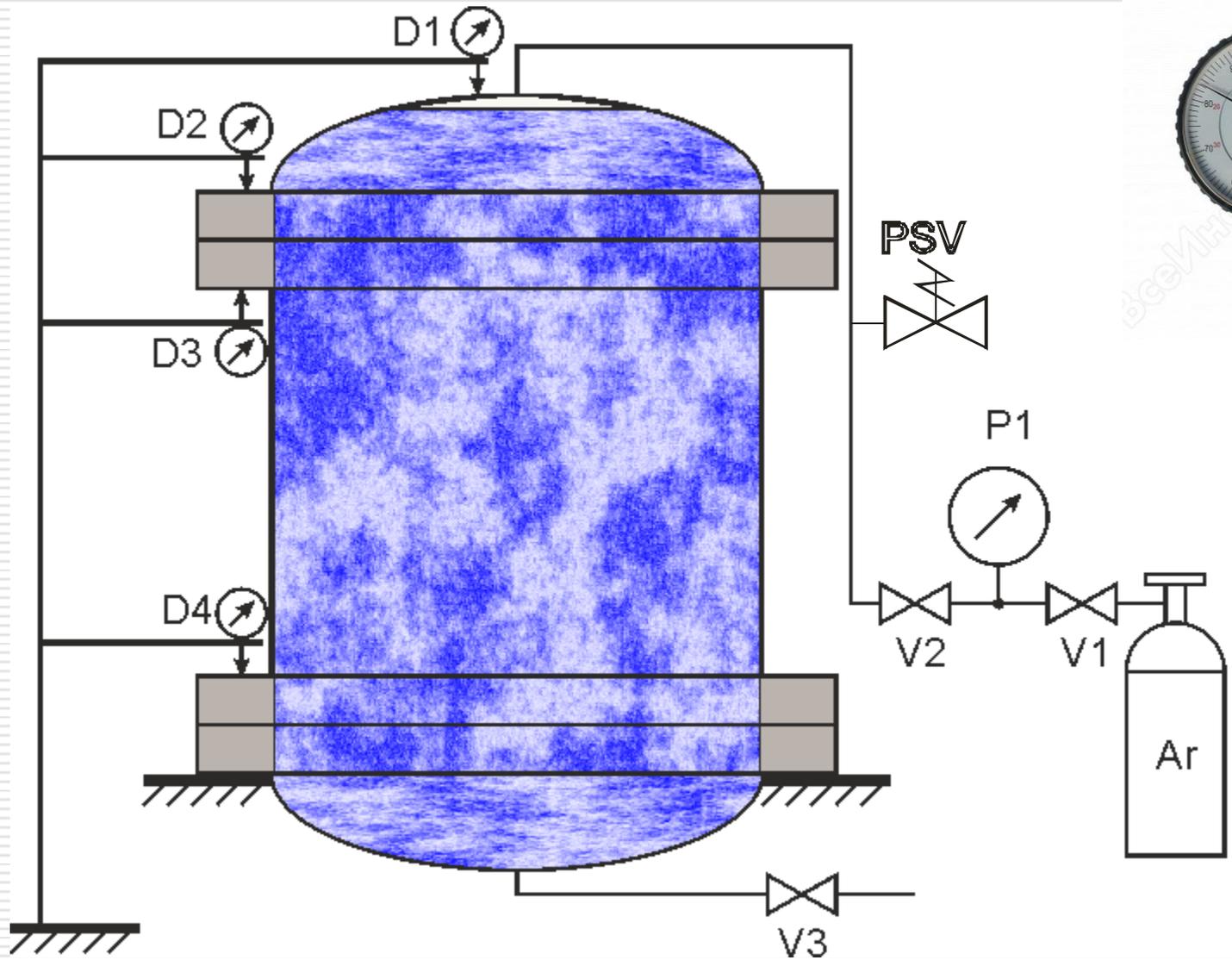


# Hydrogen gas system or ArCh4 gas system. Sample from another project





# "Water tests"



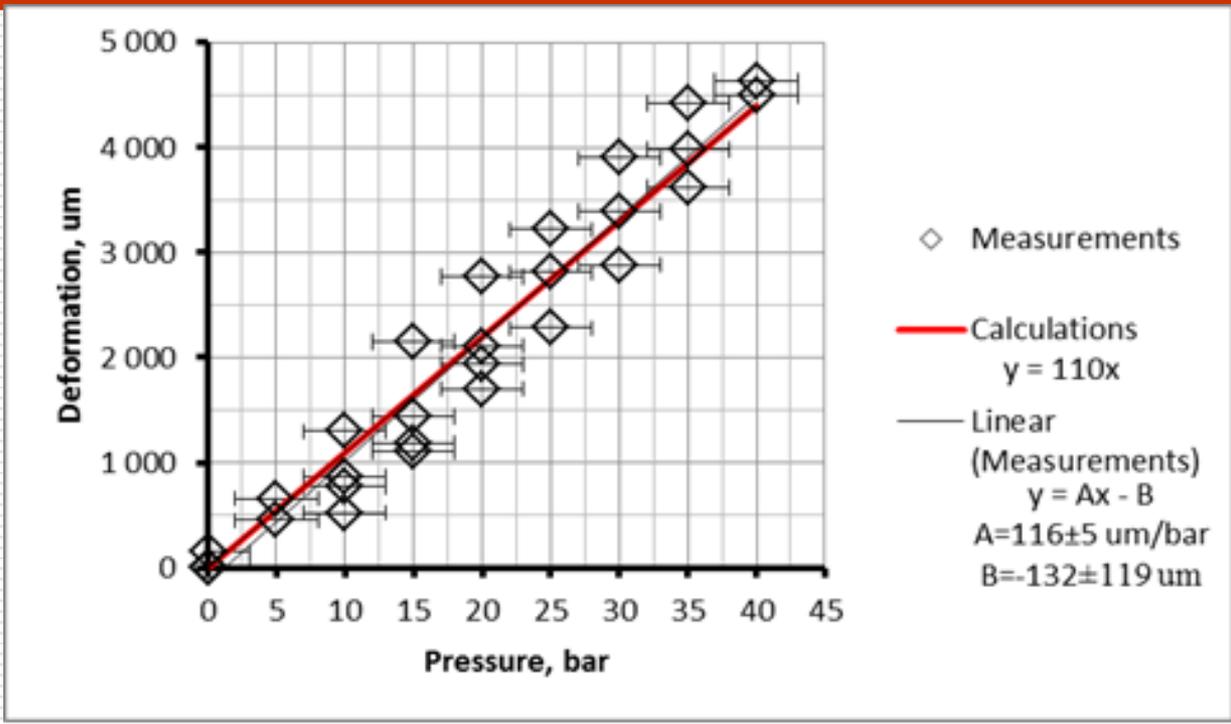


# Pressure tests 40 bar, 25 times





# Деформации корпуса детектора в точке D1



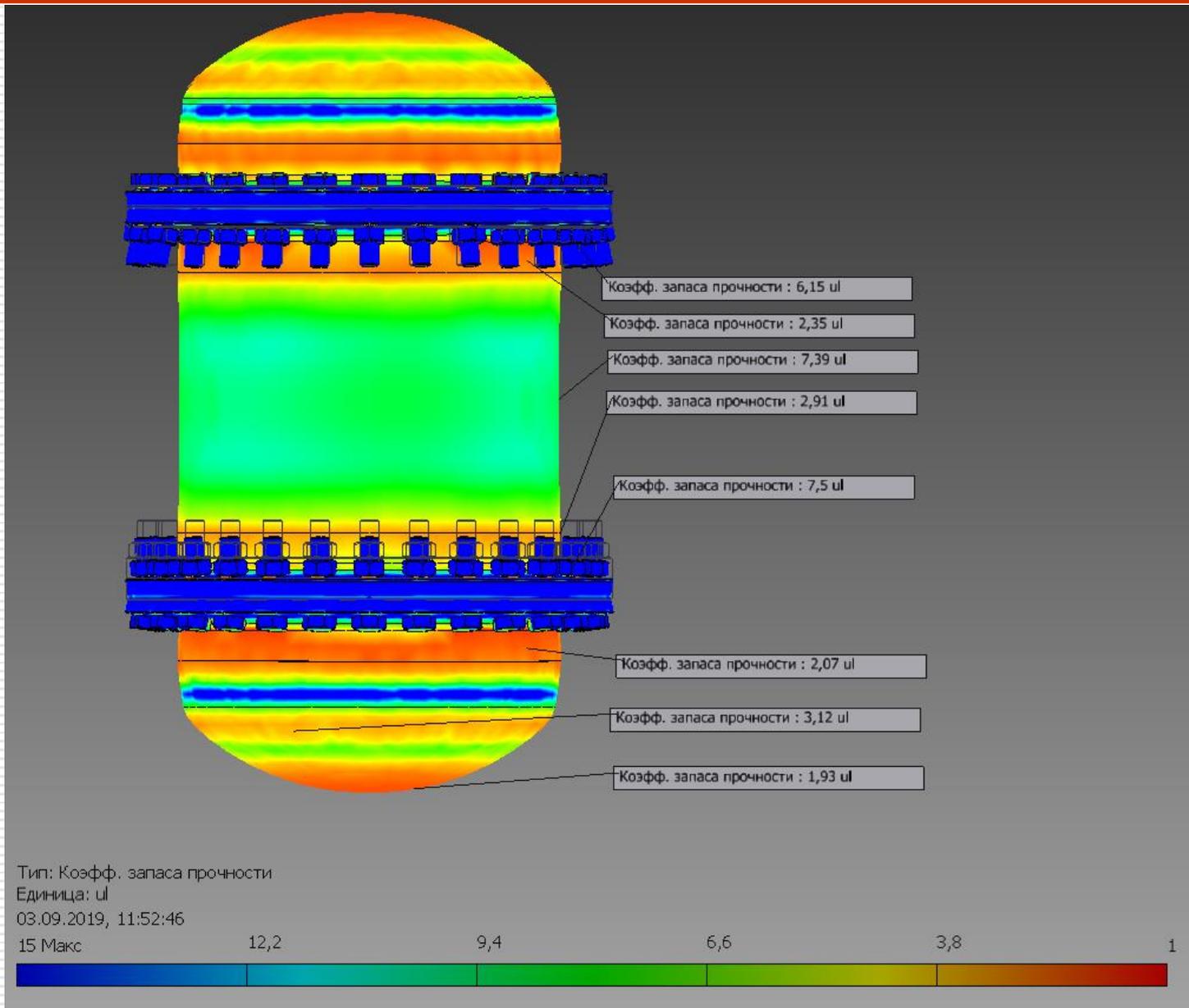
Point D1

**Linear coefficients of deformation. Deformation as function of pressure**

	Calculations	Measurements
<b>A [<math>\mu\text{m}/\text{bar}</math>]</b>	<b>110</b>	<b>116<math>\pm</math>5</b>
<b>B [<math>\mu\text{m}</math>]</b>	<b>0</b>	<b>-132<math>\pm</math>119</b>

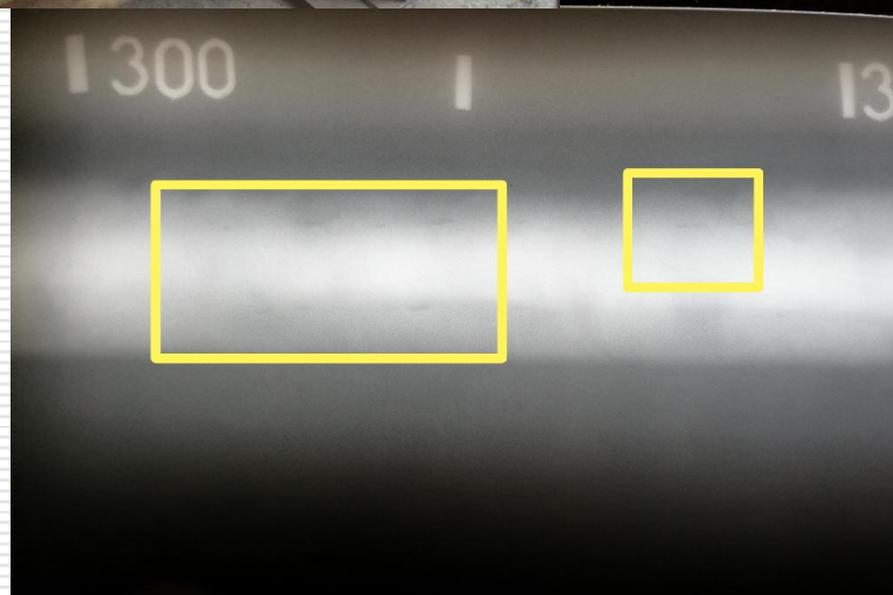
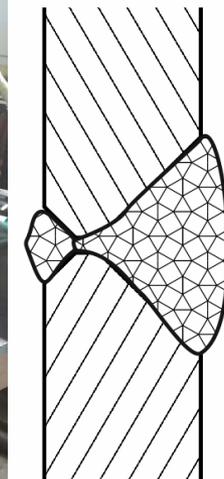


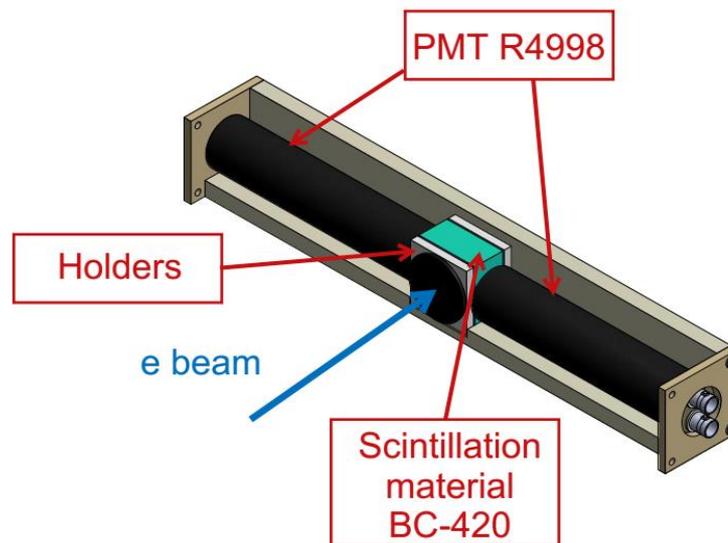
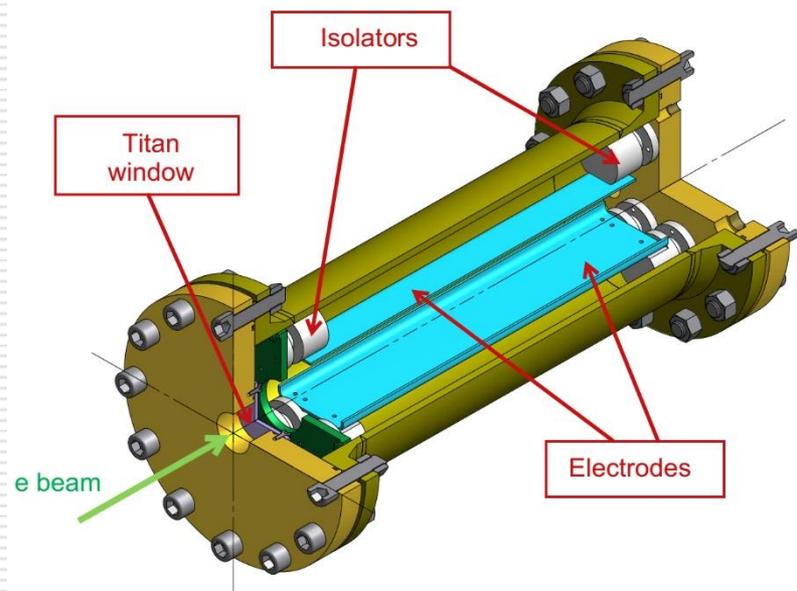
# Коэффициент запаса прочности при 21 bar





# X-ray проверка сварных швов





## Development and test measurements of a beam-monitor system for the “Proton” experiment

P.Kravtsov, P.Kravchenko, V.Kuznetsov, A.Soloviev, I.Soloviev, V.Trofimov

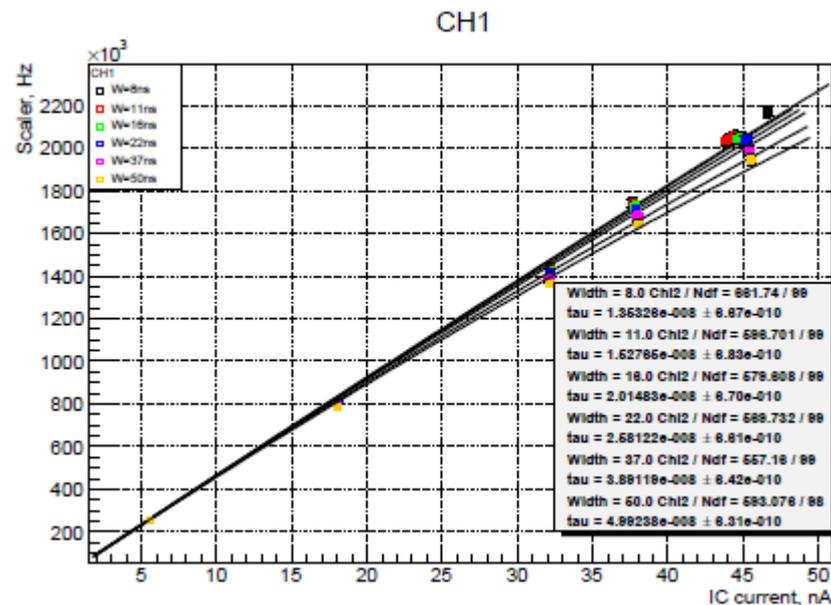
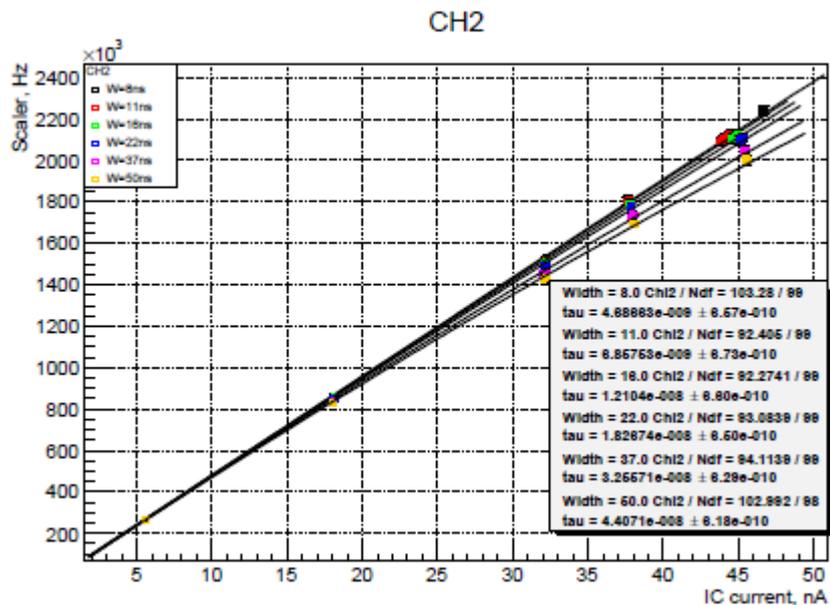
June 30, 2019

### Abstract

A brief description of the beam-monitor system for the experiment “Proton” and the results of the test measurements at the beam line of the A2@MaMi Collaboration dated by March 27-30 are presented.



# Измерение парного времени сцинтилляционных счетчиков





# Систематические ошибки в эксперименте

		Syst. Error %	comment
1	Drift velocity, $W1$	0.01	
2	High Voltage, HV	0.01	
3	Temperature, K	0.015	
4	Pressure, $P$	0.01	
5	H <sub>2</sub> density, $\rho_p$	0.025	Sum of errors 3 and 4
6	Target length, $L_{tag}$	0.02	
7	Number of protons in target, $N_p$	0.045	Sum of errors 5 and 6
8	Number of beam electrons, $N_e$	0.05	Beam detector counts corrected for pileups
9	Detection efficiency of $ep$ events	0.05	
10	Electron beam energy, $\varepsilon_e$	0.02	
11	Electron scattering angle, $\theta_e$	0.02	
12	$t$ -scale calibration, $T_R$ relative	0.04	Follows from error 11
13	$t$ -scale calibration, $T_R$ absolute	0.08	Follows from the sum of errors 11 and 10
	<b><math>d\sigma/dt</math>, relative</b>	0.1	0.08% from error 12
	<b><math>d\sigma/dt</math>, absolute</b>	0.2	0.16% from error 13 plus errors 7, 8, 9



- |                     |  |
|---------------------|--|
| 2019 – mid 2020     | Производство основных элементов детектора в ПИЯФ |
| Mid 2020 – mid 2021 | Сборка детектора в Майнце                        |
| Mid 2021            | 1 <sup>st</sup> test run in A2                   |