

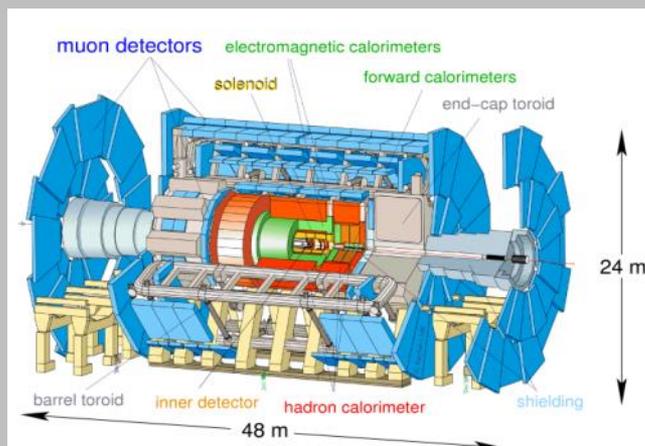
Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ»  
имени А.А. ЛОГУНОВА

Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»  
(НИЦ «Курчатовский институт» – ИФВЭ)

# Дрейфовые камеры из лавсановых трубок диаметром 15 мм и длиной до 2.5 метров

Н.И.Божко, А.А.Борисов, А.С.Кожин, Р.М.Фахрутдинов

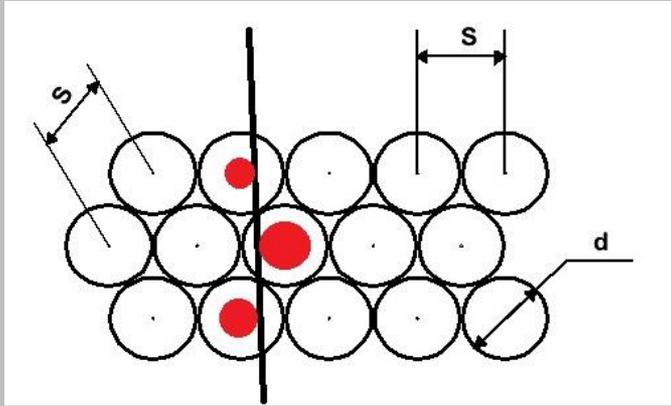
ИФВЭ участвовал в разработке и изготовлении прецизионных дрейфовых трубок (ДТ,  $\text{Ø}30 \times 0.4$ , алюминий) для мюонного спектрометра детектора АТЛАС(БАК). Трубки обеспечивают пространственное разрешение 80 мкм. Мы изготовили 76 тыс. ДТ, из них собрано 254 камеры. Затем по этой же технологии изготовили 36 камер для установок ОКА, ФОДС,  $\mu$ -ТОМО в ИФВЭ.



Камеры из лавсановых трубок  
 $\text{Ø}30$  мм, 26 камер, ~4600 трубок,  
 $L = 0.8-2.5$  м

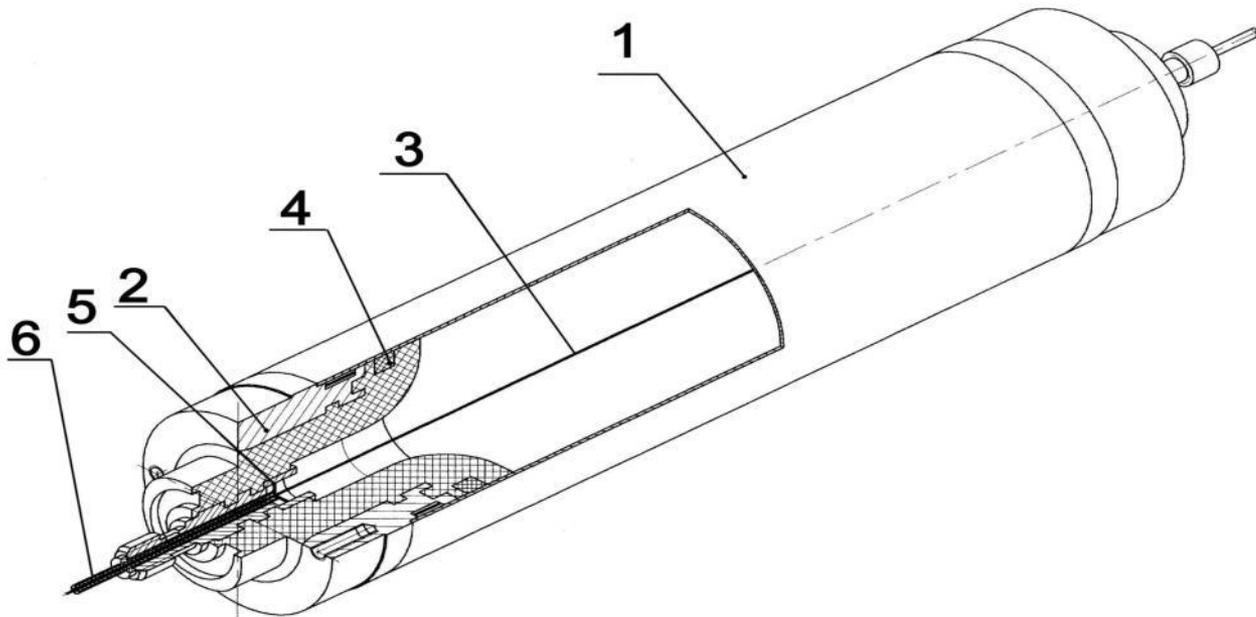


# Камера из дрейфовых трубок



Дрейфовая камера – три слоя склеенных дрейфовых трубок.

Трек (проекция трека) – общая касательная к окружностям  $R_i=f(t_i)$ ,  $t_i$ - время дрейфа



**1** – корпус (труба, тубус); **3** - сигнальная (анодная) проволока; **2,4-6** – детали торцевого элемента (end-plug)

# Дрейфовая трубка



Корпус трубки  
Алюминий  $\text{Ø}30 \times 0.4 \text{ мм}^2$   
↓ уменьшение вещества  
Лавсан  $\text{Ø}30 \times 0.125 \text{ мм}^2$   
↓ увеличение загрузки  
Лавсан  $\text{Ø}15 \times 0.125 \text{ мм}^2$

Анодная проволока W/Re(97/3)Au  $\text{Ø}50 \text{ мкм}$ ,  $T=350 \text{ г}$

Нет промежуточных поддержек

10 мкм (RMS относительно центра точной поверхности торцевого элемента)

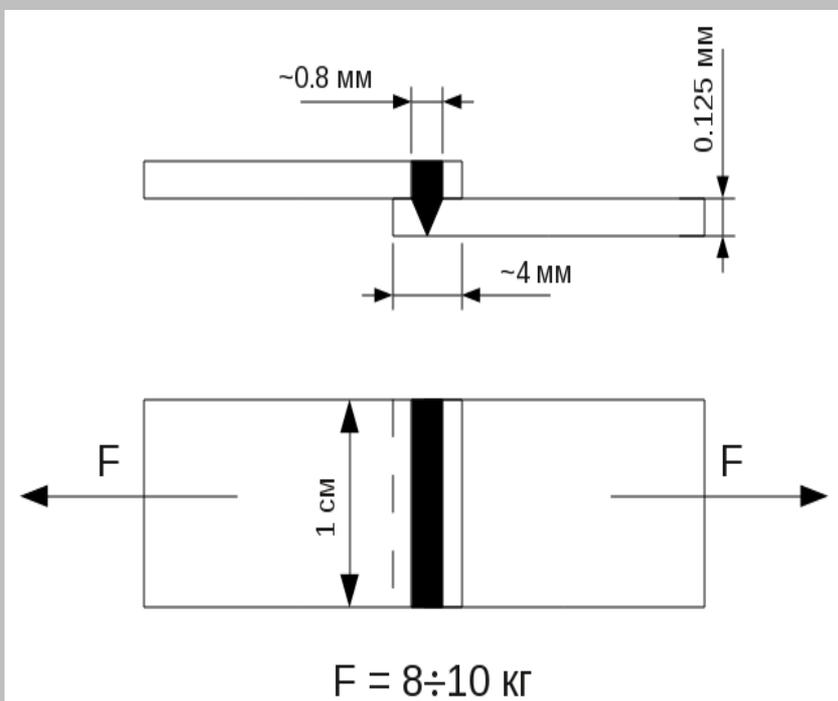
Изолятор – NORYL GFN3 ,

Каждая трубка - самоподдерживающийся элемент: может без избыточного давления и специальных растягивающих устройств сохранять форму и выдерживать натяжение 350г сигнальной проволоки.

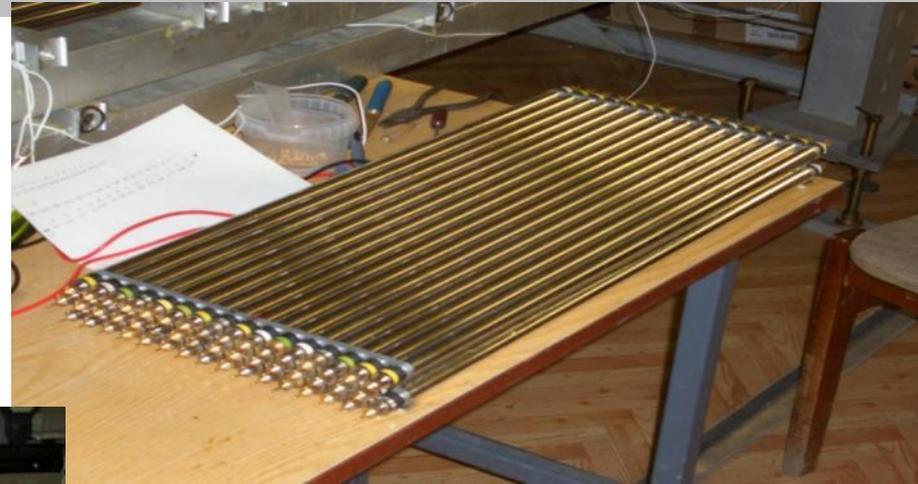
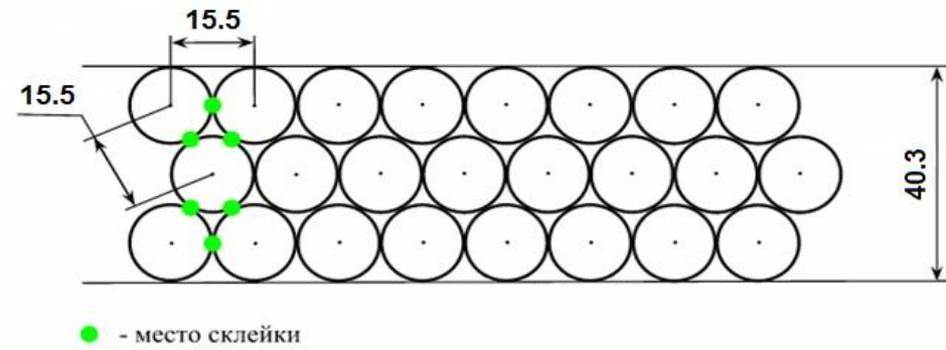
Внешние точные поверхности «пробки» (допуск 0.010 мм) – базовые поверхности при склейке камеры, контакт с внутренней поверхностью трубы

# Трубы из лавсана

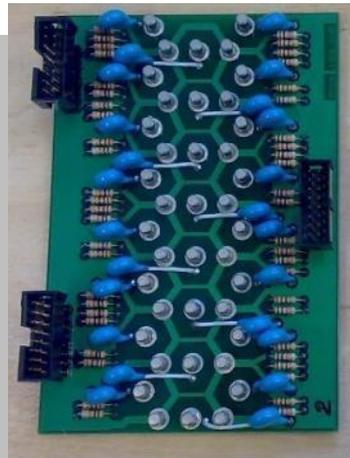
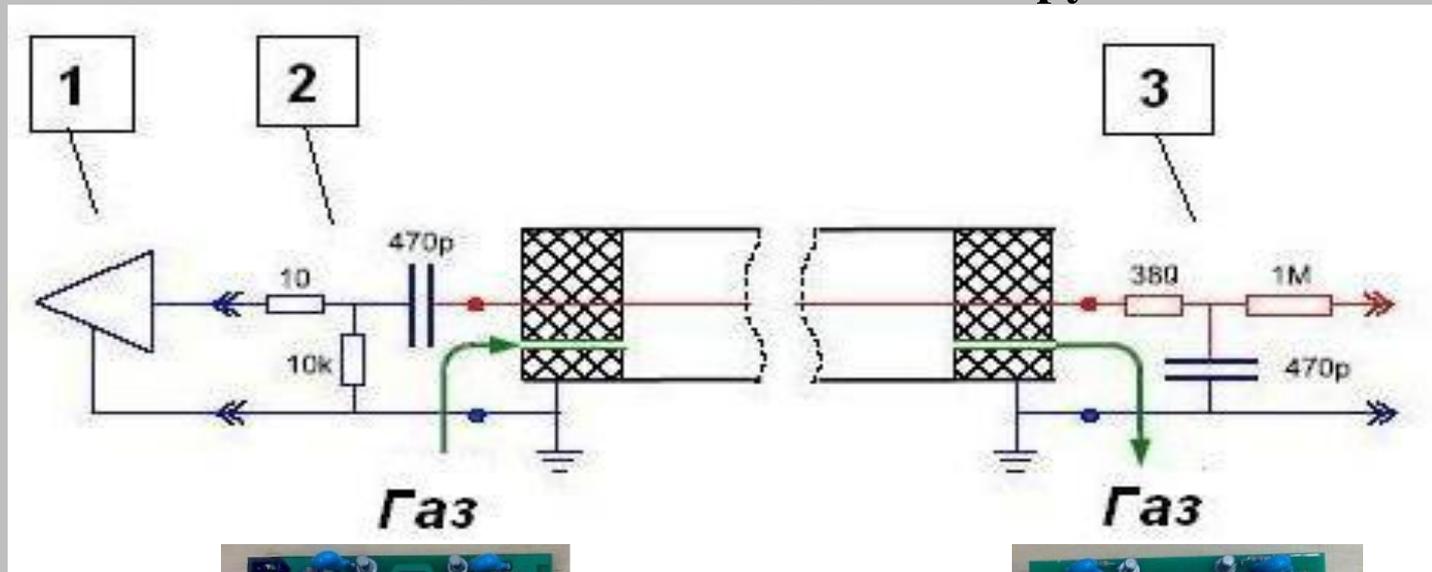
Для минимизации вещества дрейфовой камеры -- трубы из лавсана (лавсан (Лаборатория Высокомолекулярных Соединений Академии Наук)  $\equiv$  ПЭТФ (Полиэтилентерефталат)  $\equiv$  Mylar (Торговая марка компании DuPont)). Толщина пленки 125 мкм, алюминий ( $\sim 0.02$  мкм) с обеих сторон. Ультразвуковая сварка, шов продольный. Длина труб до 2.5 м. Диаметр 15 и 30 мм.



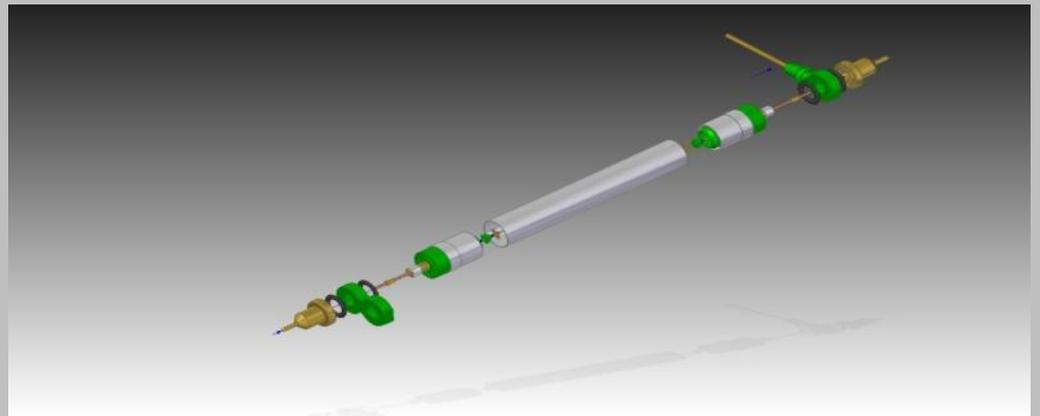
# Камеры из лавсановых трубок Ø15 мм



## Схема подключения отдельной трубки



1 – усилитель, 2,3 - платы с R и C ( на 24 трубки)



Длина до 2.5 м

Зачем нужны длинные трубки?

Отнести торцевые элементы подальше от пучка.

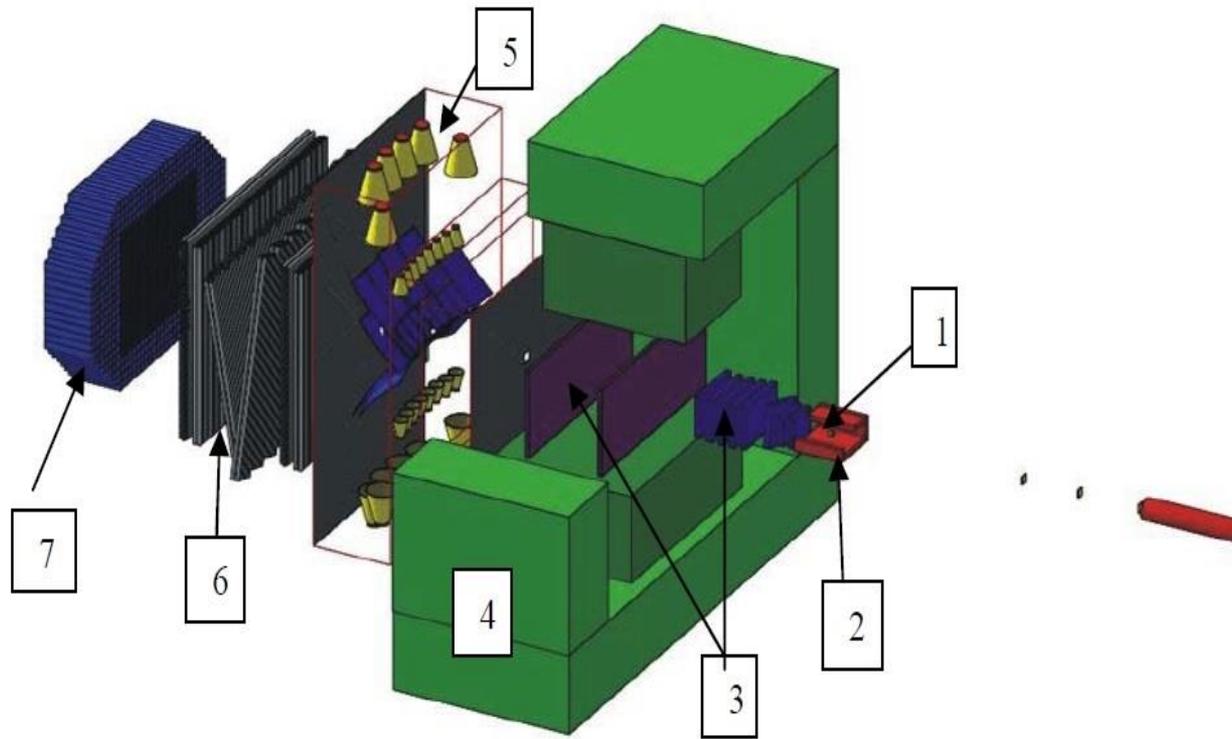
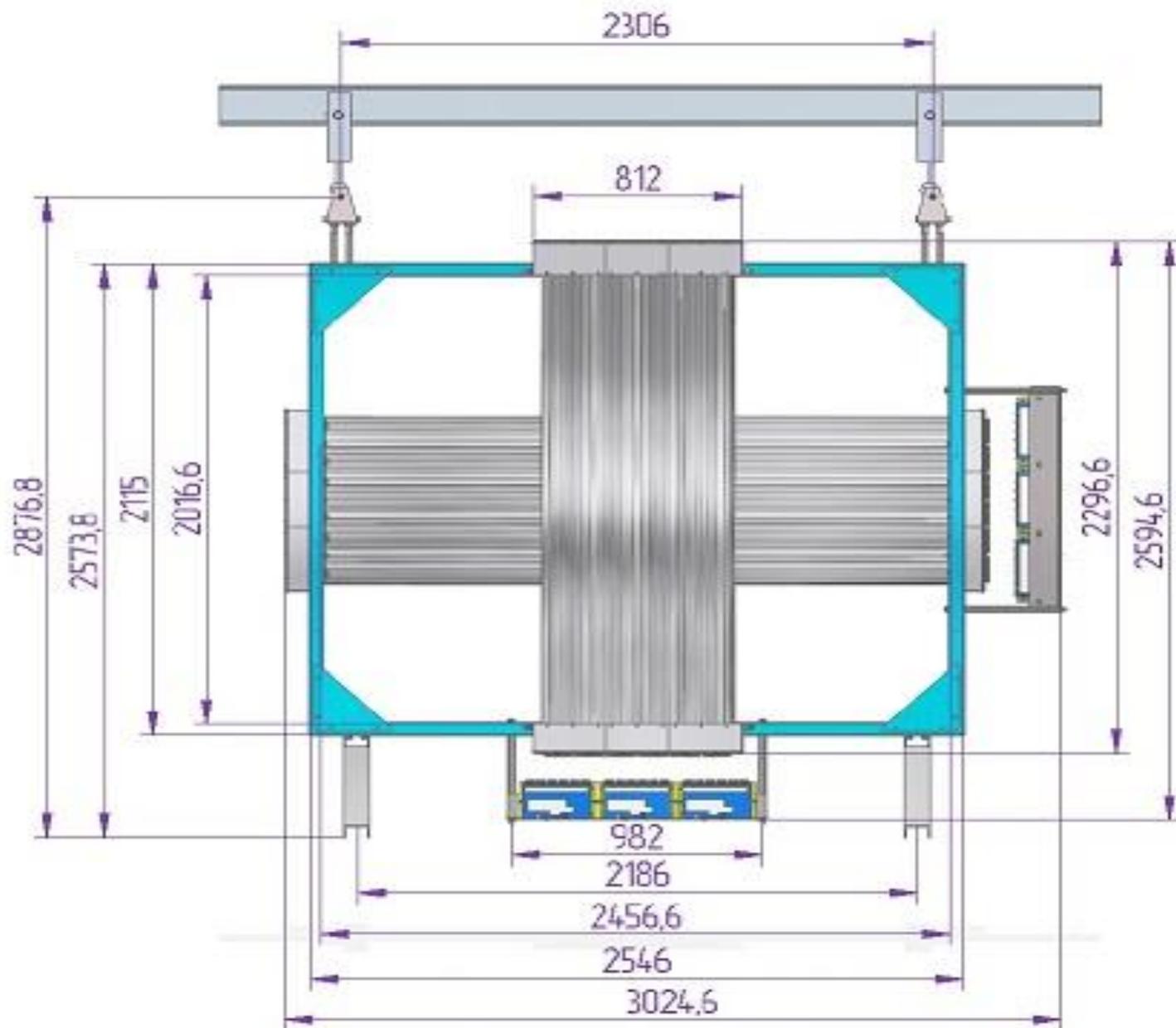
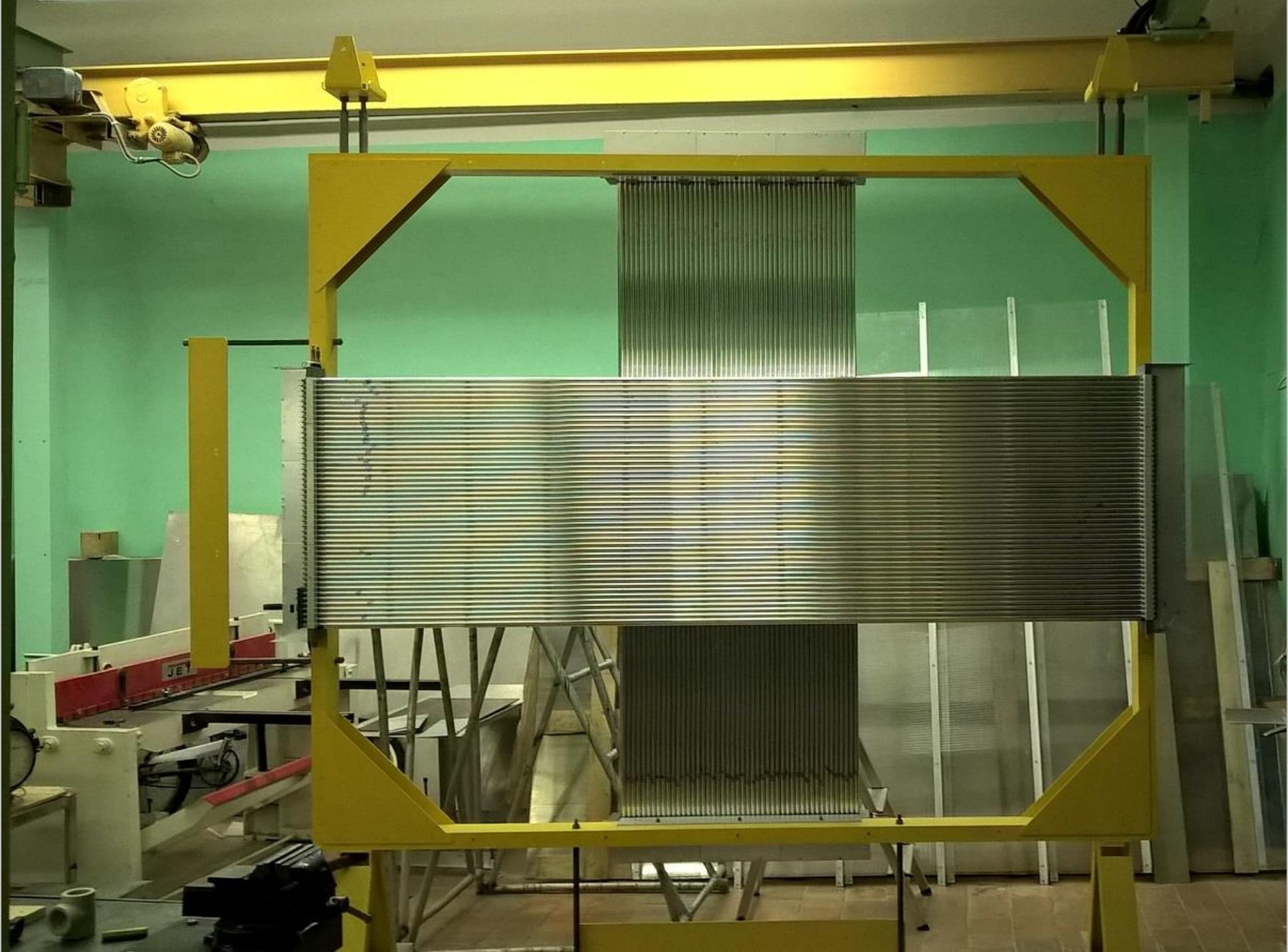


Схема установки ВЕС: 1- мишень, 2- охранная система, 3- система пропорциональных проволочных камер, 4- широкоапертурный магнит, 5 – многоканальный черенковский счетчик, 6- система плоскостей дрейфовых трубок, 7- ЭМК-2.

$\pi^- \sim 28 \text{ ГэВ/с}$







Сборка (склейка) модулей  
 $3 \times 16 = 48$  трубок

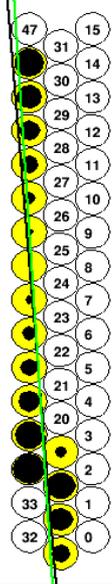
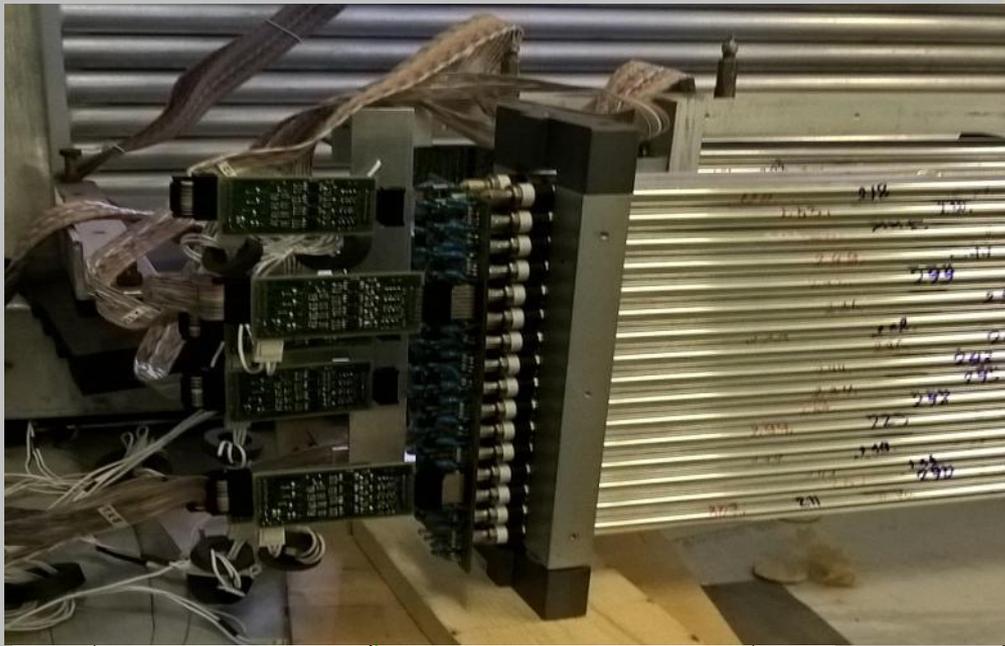


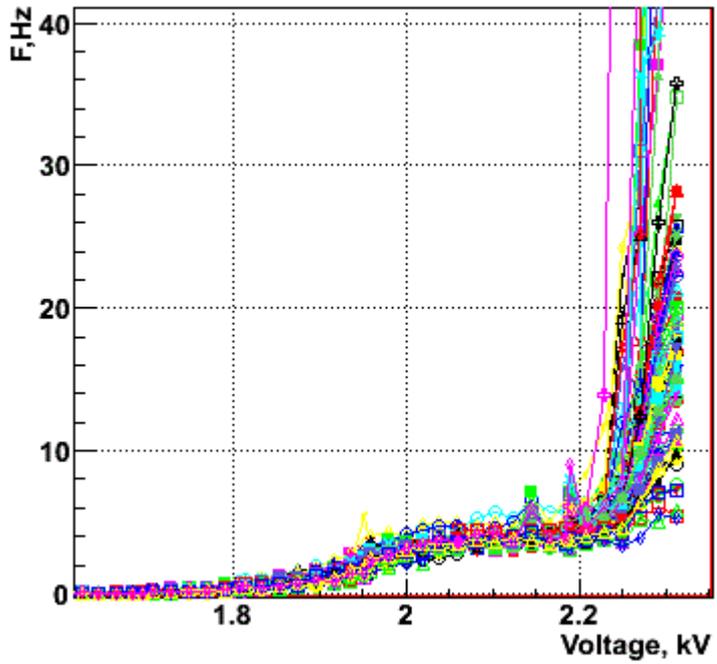
Камера X: 3 модуля, 144 трубки ,  $L=2070$  мм

Камера Y: 3 модуля, 144 трубки ,  $L=2526$  мм

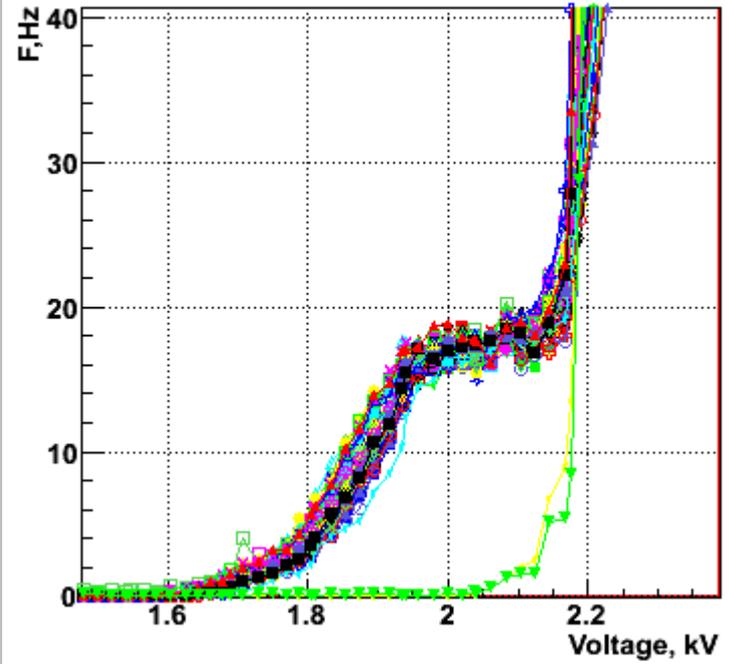
Проверка на уровне трубок: электрические сопротивления ( $R_{in}$ ,  $R_{out}$ ,  $R_{tube}$ ), натяжение проволоки, герметичность, высокое напряжение.

Проверка всех модулей (по отдельности) : герметичность, газовая смесь  $Ar+7\%CO_2$  ~1.5 бар без постоянного потока, «бестриггерная» электроника, плато счетной характеристики, автокалибровка  $R(t)$ , реконструкция треков космических мюонов, оценка разрешения.

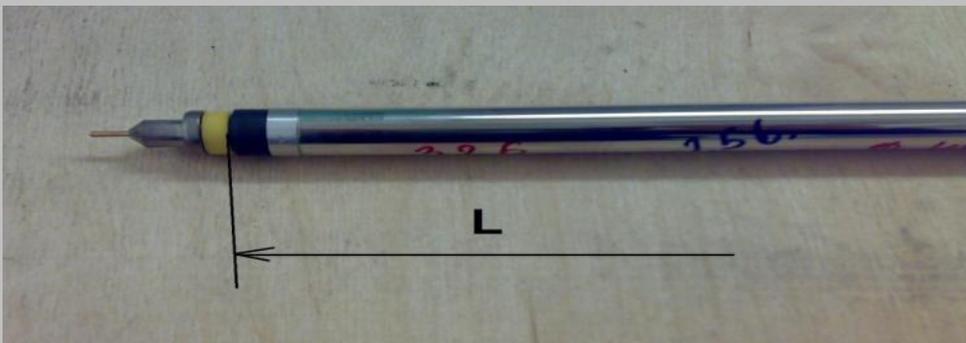




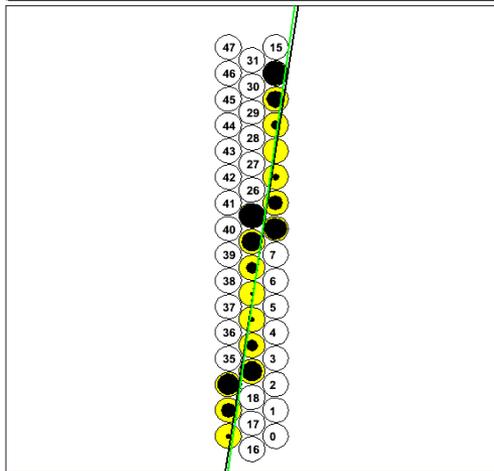
$L=576$  мм 96 трубок



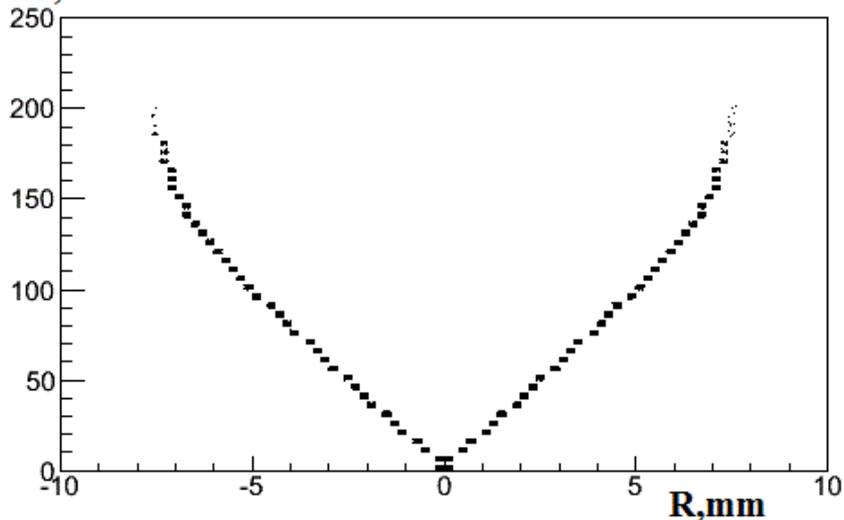
$L=2526$  мм 48 (-3) трубки



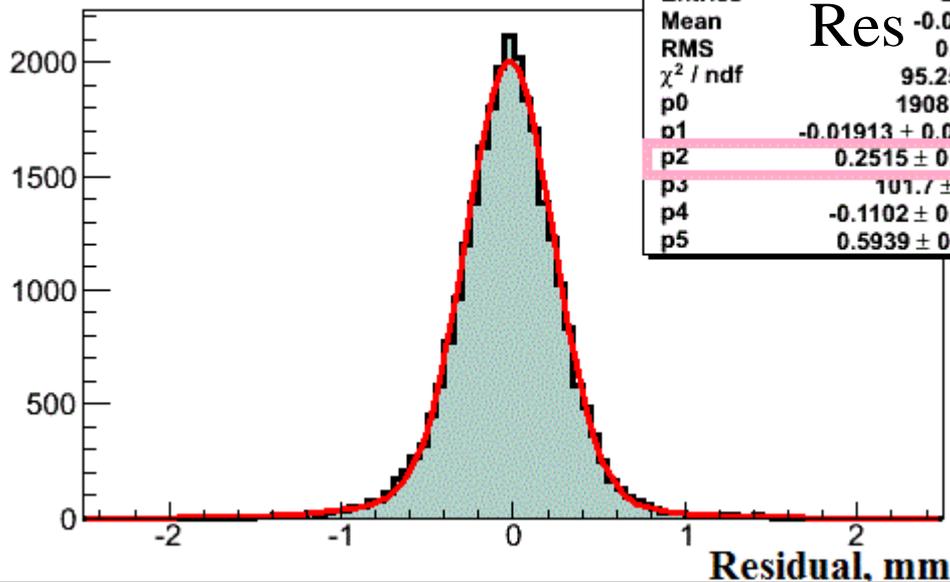
Run 18 Cycle 254 window 76



time, ns



Overall residuals



hres	
Entries	26845
Mean	Res -0.02786
RMS	0.3084
$\chi^2 / \text{ndf}$	95.25 / 54
p0	1908 $\pm$ 3.2
p1	-0.01913 $\pm$ 0.00193
p2	0.2515 $\pm$ 0.0025
p3	101.7 $\pm$ 12.8
p4	-0.1102 $\pm$ 0.0154
p5	0.5939 $\pm$ 0.0231

$$\text{Residual} = R_{\text{fit}} - R_{\text{hit}}$$

Модуль №5

L=2526 мм

# Заклучение

В НИЦ КИ-ИФВЭ разработана конструкция прецизионной ДТ диаметром 30 и 15 мм. Корпус трубки изготавливается методом ультразвуковой сварки из лавсановой пленки толщиной 125 мкм, покрытой с обеих сторон алюминием.

Разработаны конструкции и налажено производство 3-х слойных дрейфовых камер.

В действующих экспериментах ИФВЭ используется 26 камер из 30-мм лавсановых трубок с размерами от  $0.8 \times 1$  до  $2.0 \times 2.5$  м<sup>2</sup> около 4.6 тысяч трубок.

Начато изготовление камер из трубок меньшего (15 мм) диаметра:

L=576 мм ~500 трубок (4 камеры  $\times$  96 + 2 камеры  $\times$  48);

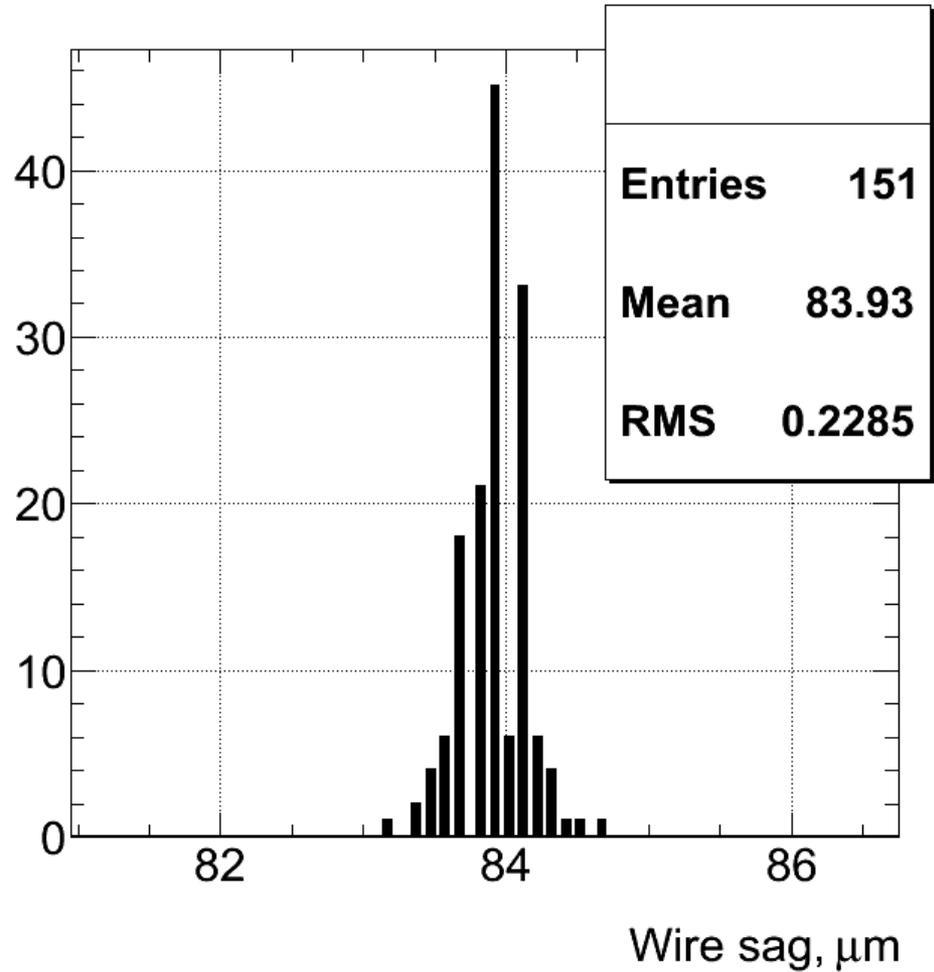
L=1345 мм ~200 трубок

L=2070 мм ~175 трубок (1 камера  $\times$  144 + 1 модуль  $\times$  24)

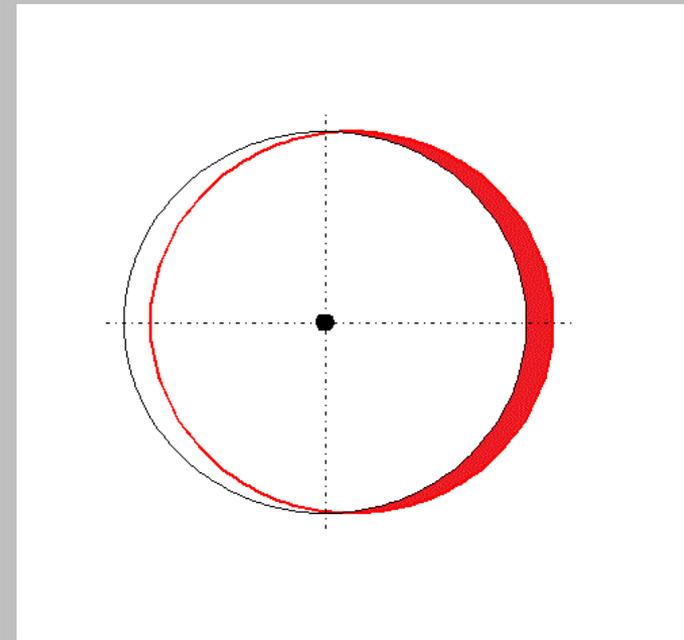
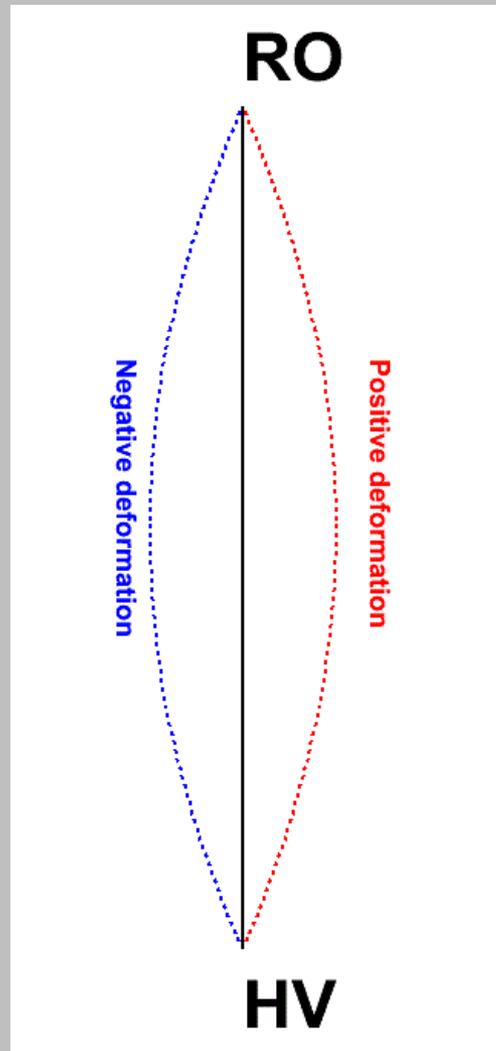
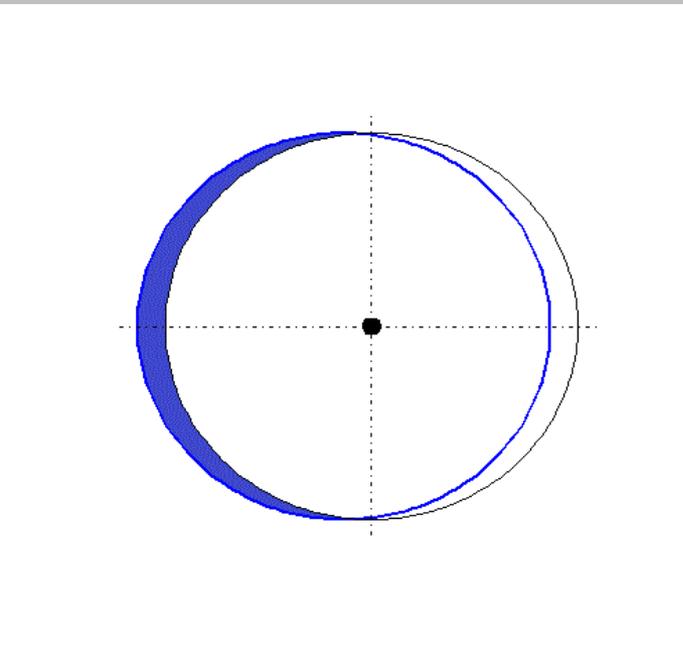
L=2526 мм ~150 трубок (1 камера  $\times$  144)

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

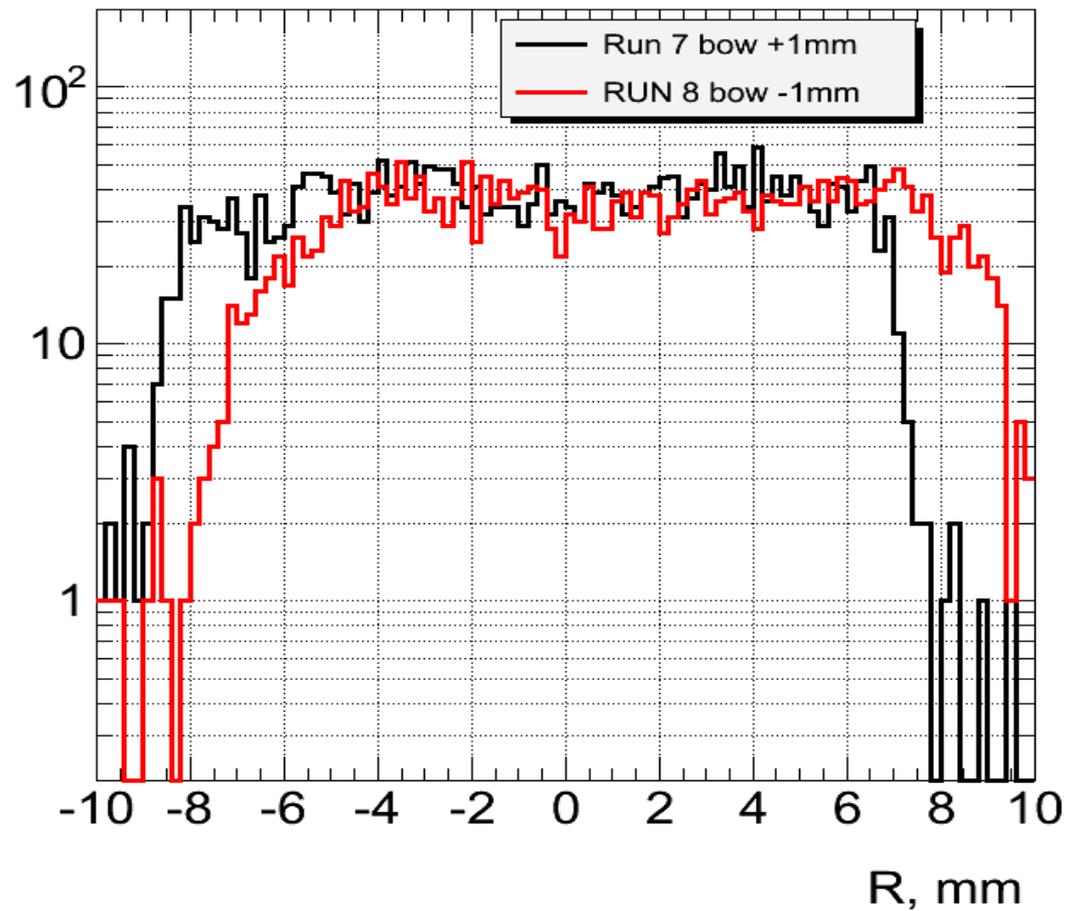
## Дополнительные слайды



Трубка 2526 мм. Провисание проволоки + электростатика  
( $\text{Ø}15$  мм,  $T = (\text{измерения}) + 2\text{кВ}$ )



Изгибание трубы 2070 мм Ø15 мм



Границы трубки по трекам, изгиб  $\pm 1$  мм  
Потеря устойчивости при изгибе 2-2.5 мм

