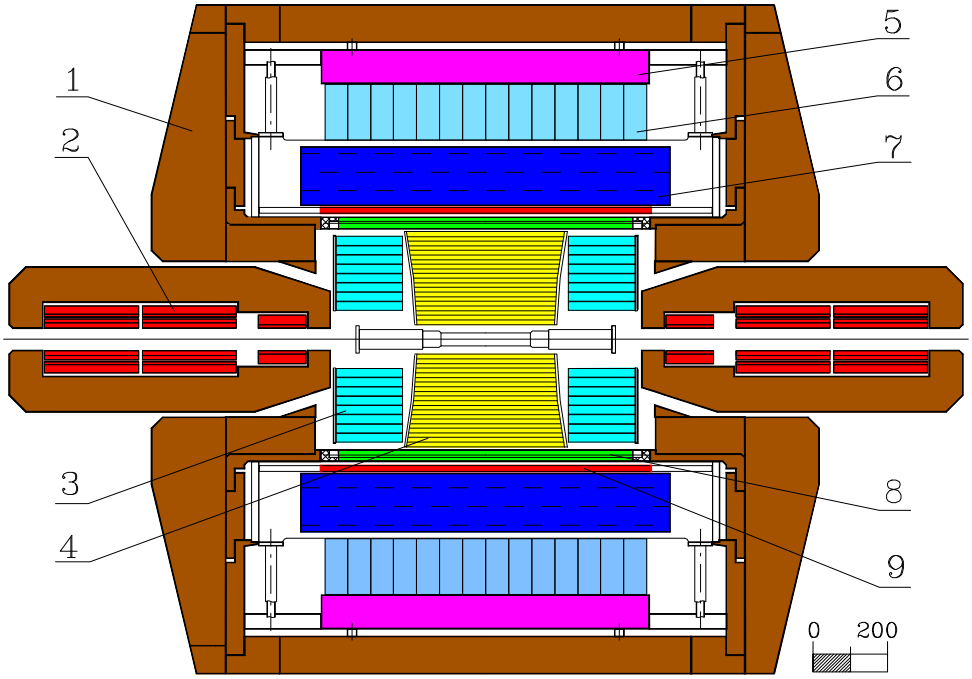
Модернизация детектора КМД-2

Б.И.Хазин

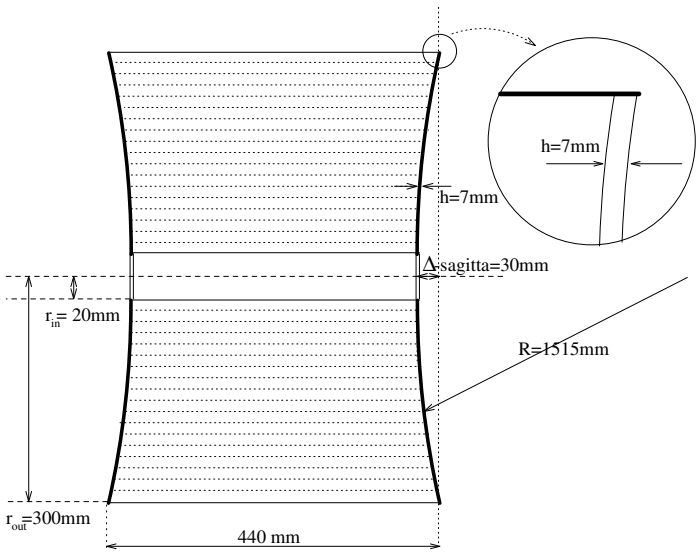
8.01.2001

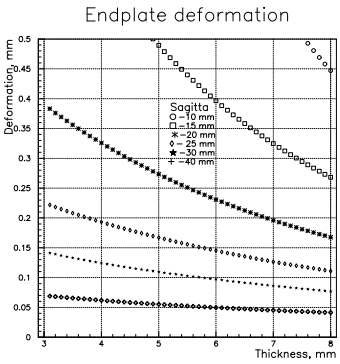
CMD-2M

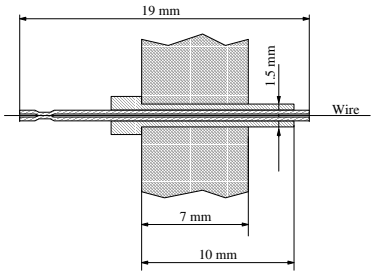


1 - magnet yoke; 2 - focusing solenoid; 3 - BGO endcap calorimeter; 4 - drift chamber; 5 - support and electronics of CSI crytals; 6 - CSI barrel calorimeter; 7 - liquid xenon barrel calorimeter; 8 - Z-chamber; 9 - superconductive solenoid

DC Mechanical Design







$$N_{signal} = 1500 \quad d = 15\,\mu m \quad F = 20\,g$$

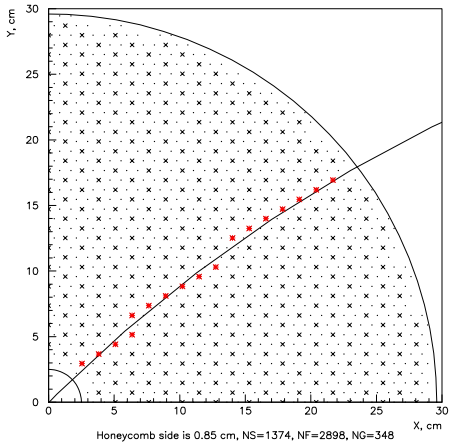
$$N_{field} = 4500 \quad d = 100\,\mu m \quad F = 100\,g$$

Total Load $\sim$ 500 kg

$$L_{\|} = 0.016 X_0,\ L_{\perp} = 0.04 X_0$$

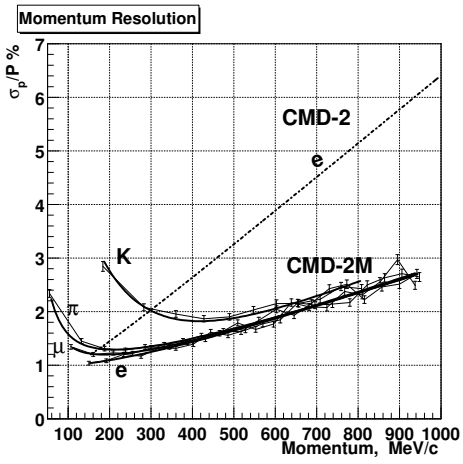
Gas mixture $Ar : iC_4H_{10}$ 80:20

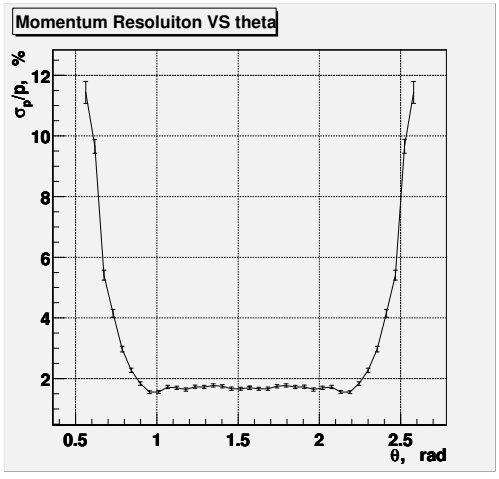
CMD-2M DC Performance



	σ_θ	σ_ϕ
CMD-2	14×10^{-3}	4.7×10^{-3}
CMD-2M	4.6×10^{-3}	3.6×10^{-3}

$$\sigma_{drift} = 100\,\mu m,\ \sigma_Z = 2\,mm, 0.5\%$$



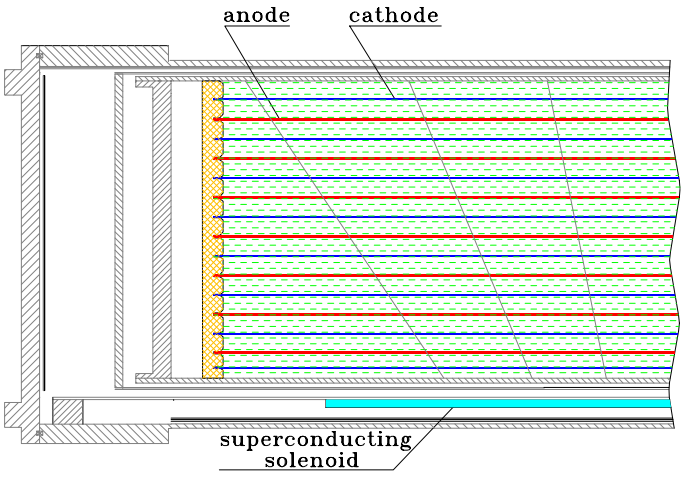


Дрейфовая камера

Команда: Попов А.С.
Горбачев Д.
Игнатов Ф.В.
Охапкин В.С.
Сибиданов А.Л.
Снопков И.Г.
Хазин Б.И.

Дрейфовая камера				
Что	Количество	Стоимость единицы, $	Всего	Нормочасы
Корпус из углепластика	1	20 000	20 000	
Проволока, м	3 000	1	3 000	
Пины	10 000	1	10 000	
Предварительная электроника (1500x2)	3 000	5	15 000	9 000
Оцифровывающая электроника (1500x3)	4 500	13	58 500	14 000
Всего			106 500	23 000

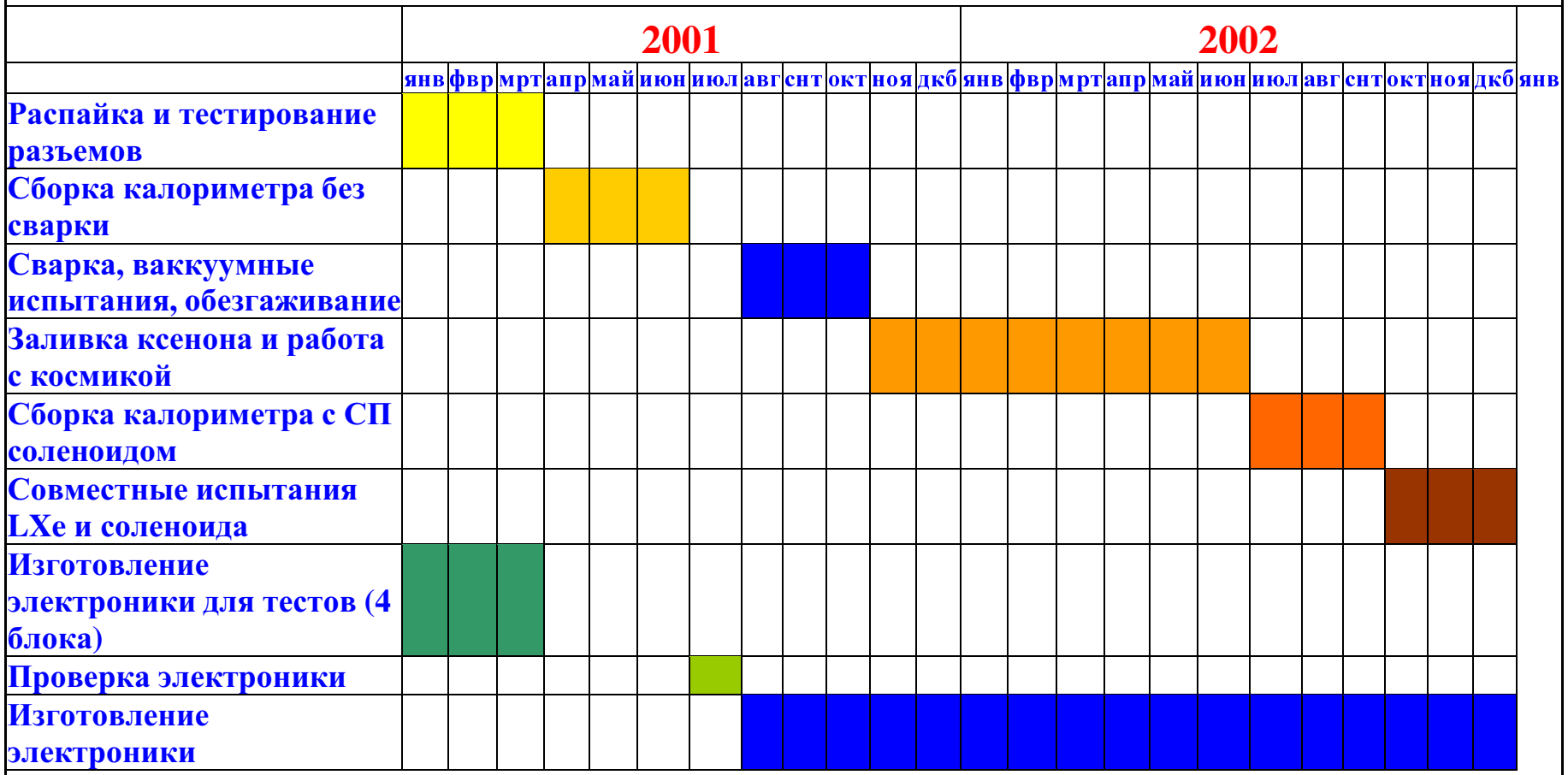
Schematic of LXe calorimeter



Seven cathode and eight anode cylindrical electrodes

Cryostat length	1 m
Outer(inner) diameter	1050 mm (720 mm)
Liquid xenon volume (weight)	0.4 m^3 (1.2 t)
Calorimeter thickness	5 X_0
Dead material in front	0.3 X_0
Number of cathode (anode) channels	2112 (264)
Gap size	10.2 mm
Drift time	4.5 μs

Калориметр на жидком ксеноне



Команда:

Гребенюк А.А.

Баштовой Н.С.

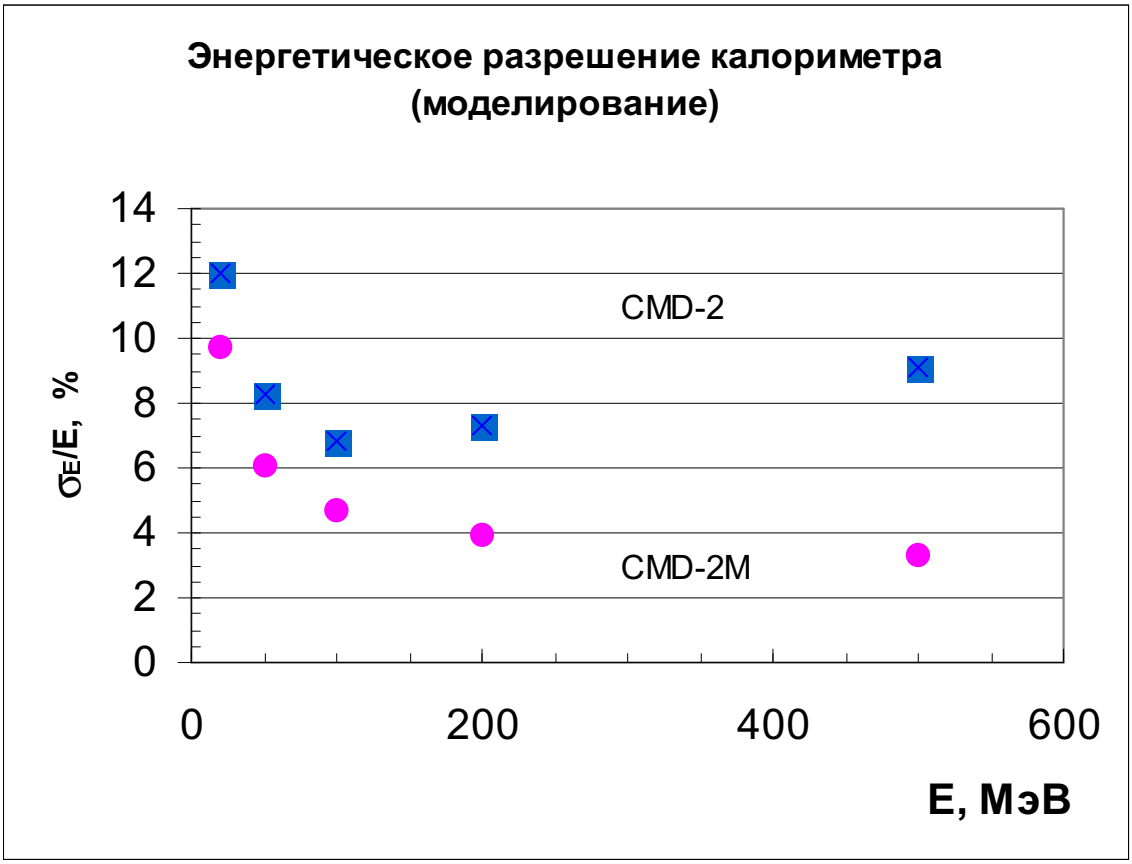
Зверев С.Г.

Степанов П.Ю.

Калориметр Lxe					
Что	Количество	Стоимость единицы, $	Уже есть	Надо истратить, $	Нормочасы
Ксенон	240 000	5	1 200 000		
Компрессор	1	5 000		5 000	
Редукторы, контроль утечек				6 000	
Инфраструктура					2 000
Предусилители, формирователи				5 000	7 500
Оцифровывающая электроника, A32	66	500	33 000		
		Всего есть	1 233 000		
			Всего надо	16 000	9 500

CsI КАЛОРИМЕТР

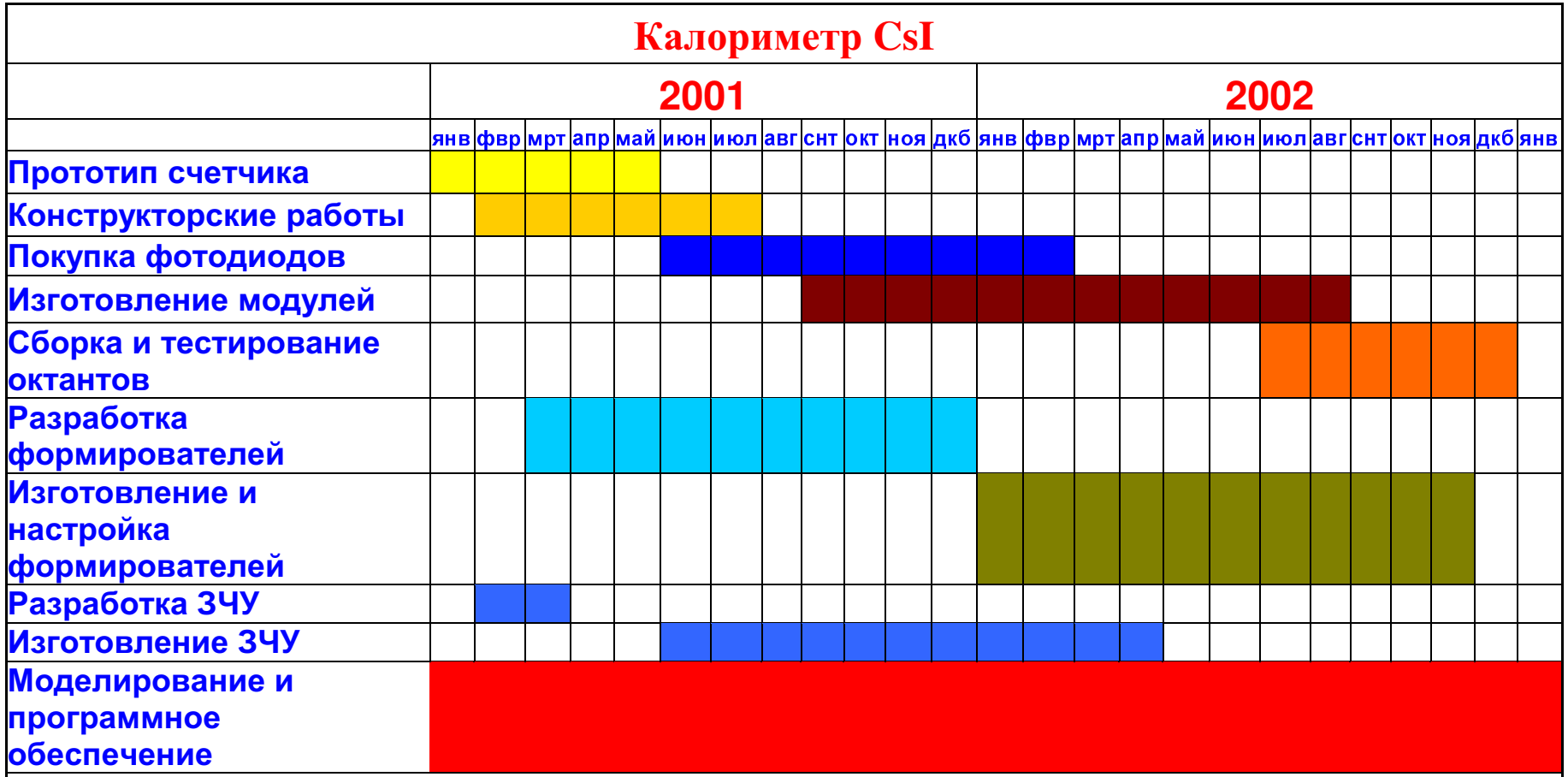
	Полная толщина калориметра, X0 (включая LXe)	Число кристаллов	Фотоприемник
КМД-2	8	892	ФЭУ-60
КМД-2М	13.5	1148	Si ФД



ЦЕЛИ МОДИФИКАЦИИ:

Установка LXe калориметра;
Нечувствительность к рассеянным магнитным полям;
Расширение динамического диапазона;
Повышение стабильности.

Калориметр CsI



Команда:

Шварц Б.А.

Кузьмин А.С.

Бондарь А.Е.

Кроковный П.

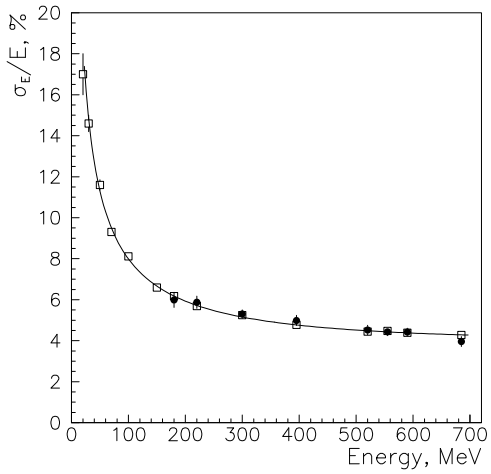
Епифанов Д.А.

Калориметр CsI					
Что	Количество	Стоимость единицы, $	Уже есть	Надо истратить	Нормочасы
ПП фотоприемники	1 150	60		69000	
Кристаллы (2.2$/см^3)	1 150	1 200	138 0000		
Механика калориметра					3 000
Предусилители	1 150	5		5 750	3 500
Формирователи	40	500		20 000	2 400
Оцифровывающая электроника, A32	40	500	20 000		
Всего есть			1 400 000		
Всего надо				94 750	8 900

BGO endcap calorimeter

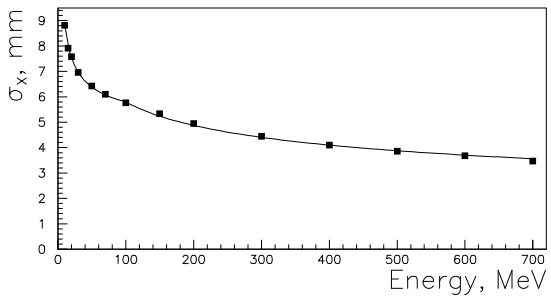
	crystals	light readout	signal	noise
CMD2	680	vacuum	300 e/MeV	1 MeV
	$25 \times 25 \times 150 mm^3$	phototriodes		
CMD2M	680	PIN	600 e/MeV	0.8 MeV
	$25 \times 25 \times 150 mm^3$	photodiodes		

Energy Resolution

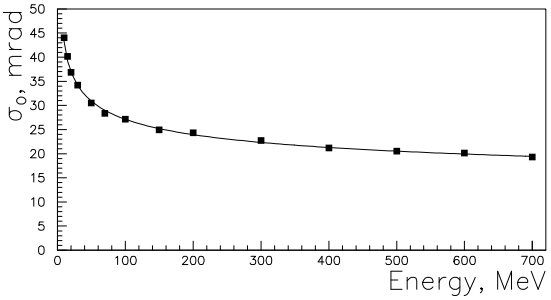


Dark circles – experiment. Light boxes – MC.

Spatial resolution

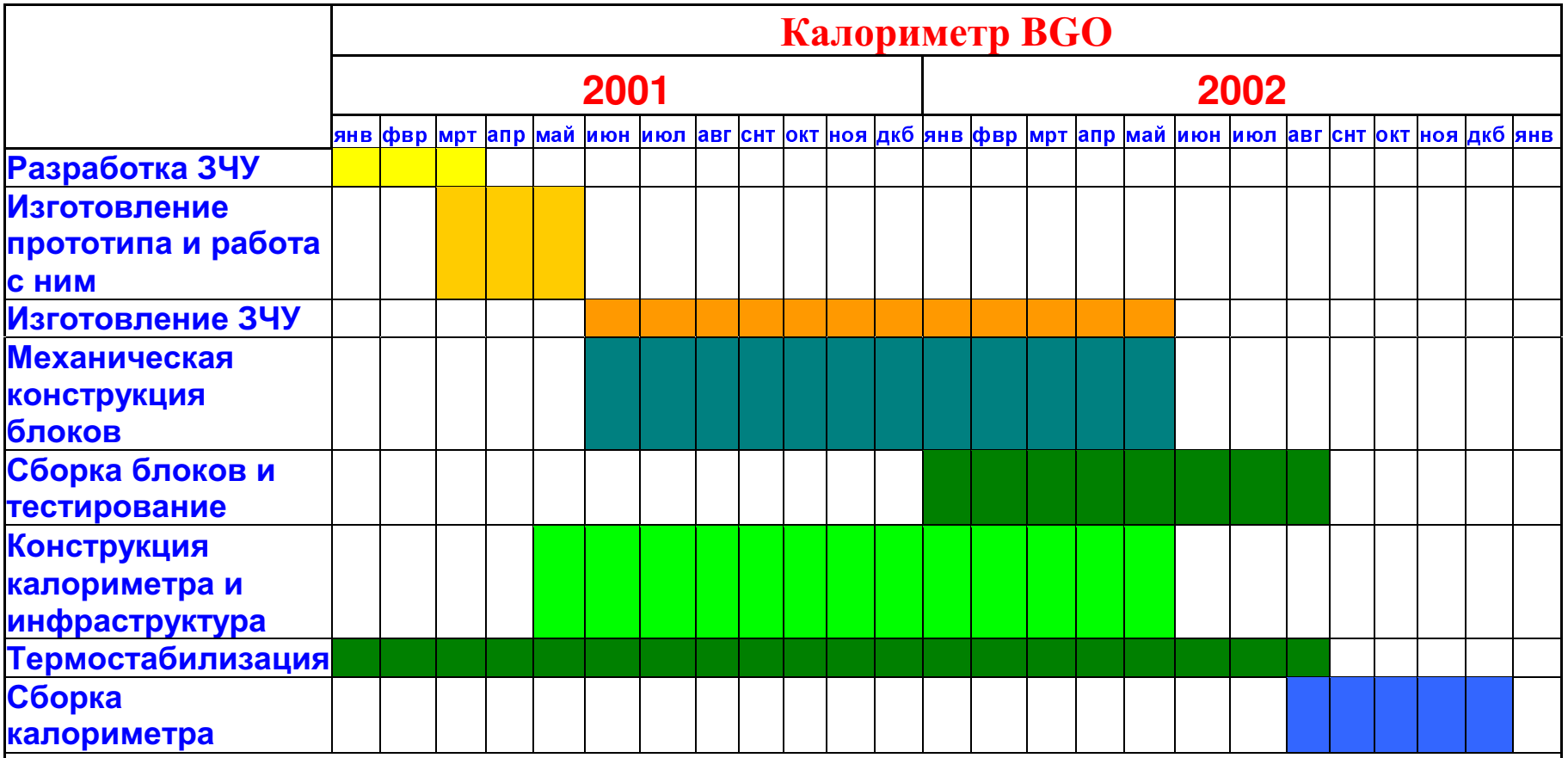


r-φ-plane $\sigma_\varphi = \sigma_x / R$



r-z-plane

Калориметр BGO

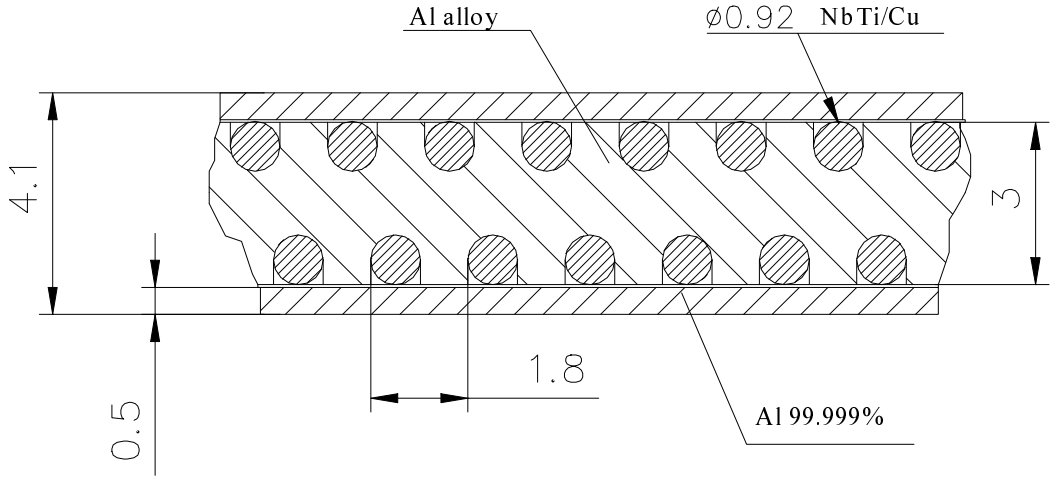


Команда:

Григорьев
Ахметшин
Казанин
Юдин

Калориметр BGO					
Что	Количество	Стоимость единицы, $	Уже есть	Надо истратить, $	Нормочасы
ПП фотоприемники	680	60		40 800	
Кристаллы (7$/см^3)	680	700	476 000		
Предусилители	680	5		3 400	2 000
Формирователи	25	500	12 500		
Оцифровывающая электроника, A32	25	500	12 500		
Всего есть			501 000		
Всего надо				44 200	2 000

Сверхпроводящий соленоид детектора КМД-2М

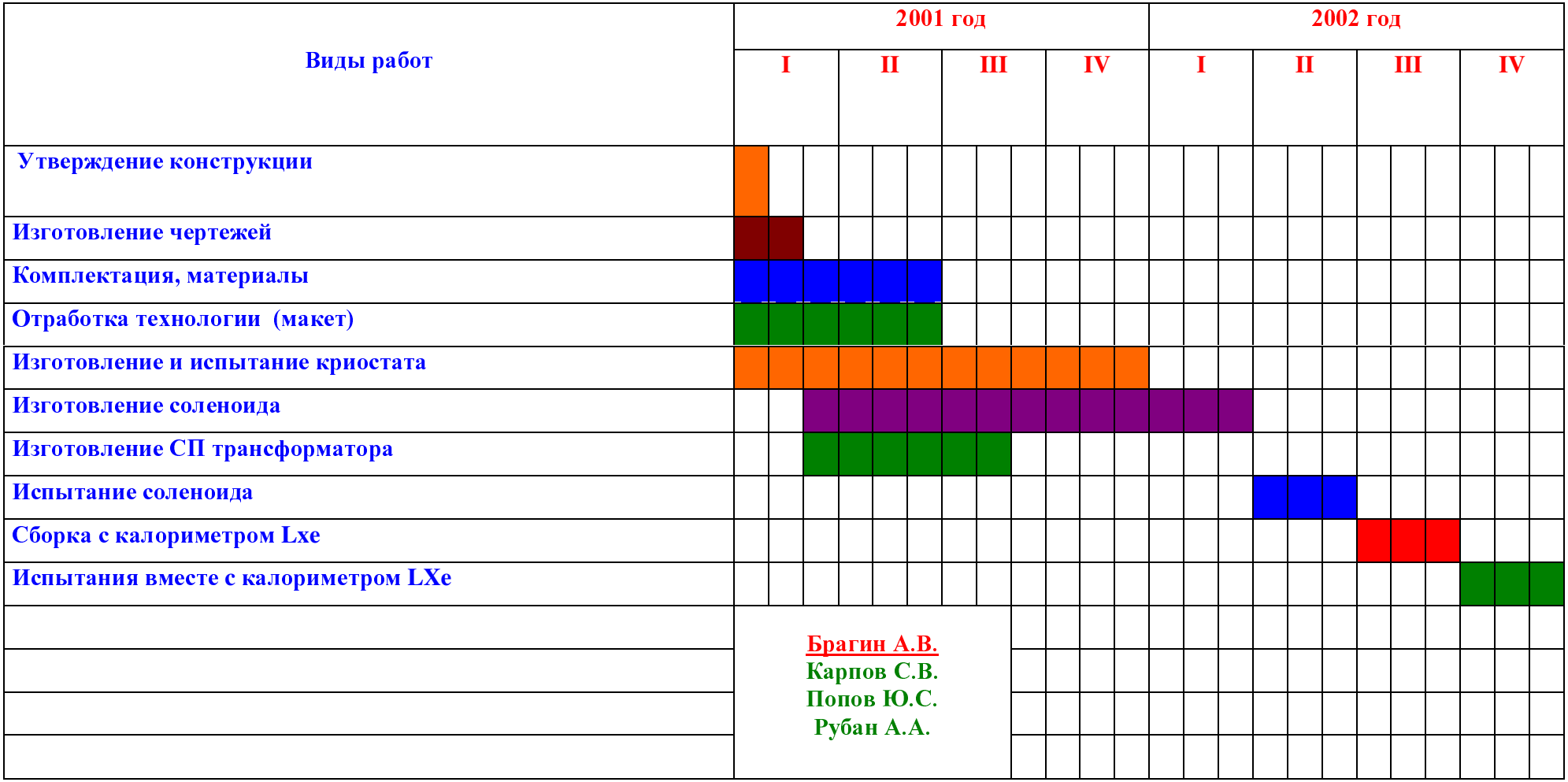


Обмотка с алюминиевой опорной обечайкой

Магнитное поле, Т	**1,5**
СП кабель NbTi/Cu = 1/1, ∅мм	**0.85**
Число витков в двух слоях	**1000**
Рабочий ток, кА	**1**
Отношение $I_{РАБ}/I_{КР}$	**0,7**
Плотность тока в NbTi, кА/мм^2 при 2 Т	**5.5**
Индуктивность соленоида, Гн	**0,6**

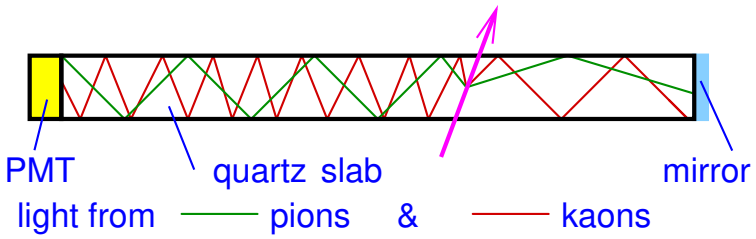
Материал	Толщина X, мм	Радиационная толщина X_0 мм	X/X_0	Доля, %
СП кабель NbTi/Cu = 1/1	0.56	17.7	0.032	39.5
Опорная обечайка, Al	2.5	88.9	0.028	34.6
Шунты, Л62 (Cu 60%, Zn 40%)	0.05	15.7	0.003	3.7
Припой, (Pb 60%, Sn 40%)	0.05	7.1	0.007	8.7
Полоски Al 99.999 %	1.0	88.9	0.011	13.5
Итого, X_{tot}			0.081	100

Сверхпроводящий соленоид

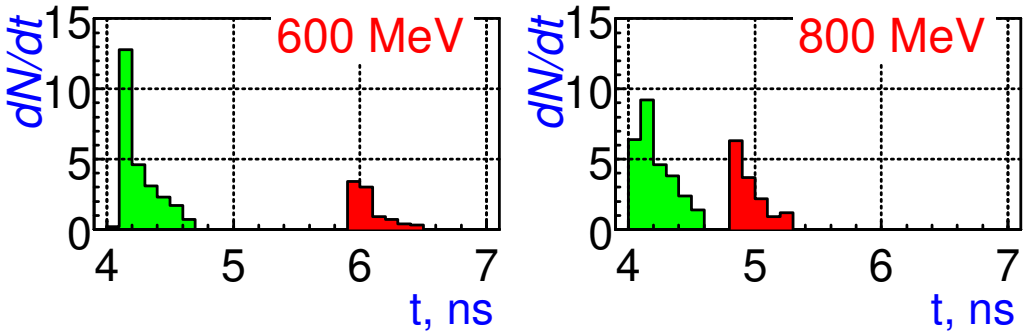


Другие расходы				
Что	Количество	Стоимость единицы, $	Надо истратить, $	Нормочасы
Ярмо	15 тонн	300	4 500	2 000
СП магнит	Сверхчистый Al и другие материалы		5 000	2 000
OffLine	CPU, диски, магнитофоны, сеть		20 000	
OnLine	CPU, диски, магнитофоны, сеть		20 000	
		Всего	49 500	4 000

Particle identification via Cherenkov correlated timing



Number of photons vs arrival time



Quartz	2 k$
PMT(MCP)	$32 \times 300\,\$ \approx 10\,k\$$
PAMP + Digitazing	$32 \times 50\,\$ \approx 1.6\,k\$$
Total coast	15 k$

Система	Детектор КМД-2М			
	Уже вложено, $	Денежные расходы, $	Нормочасы	
			механические	радиомонтажные
Дрейфовая камера		106 500		23 000
Калориметр CsI	1 400 000	94 750	3 000	5 900
Калориметр BGO	500 000	44 200		2 000
Калориметр Lxe	1 250 000	16 000	2 000	7 500
Прочее		49 500	4 000	
Всего вложено	3 150 000			
Всего надо		310 950	9000	38400