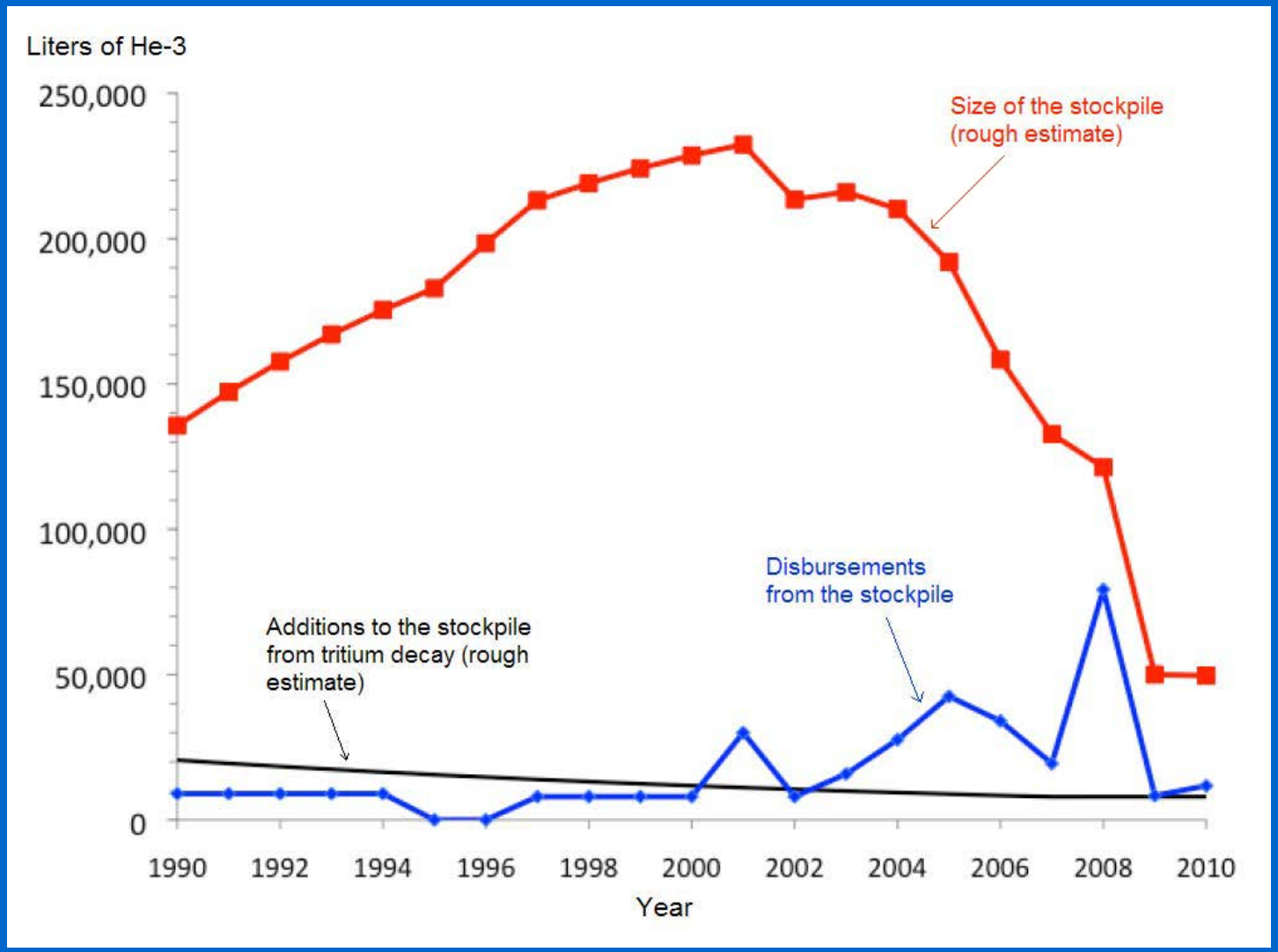
Сцинтилляционный блок детектирования нейтронов на базе ^{6}LiF-ZnS:Ag

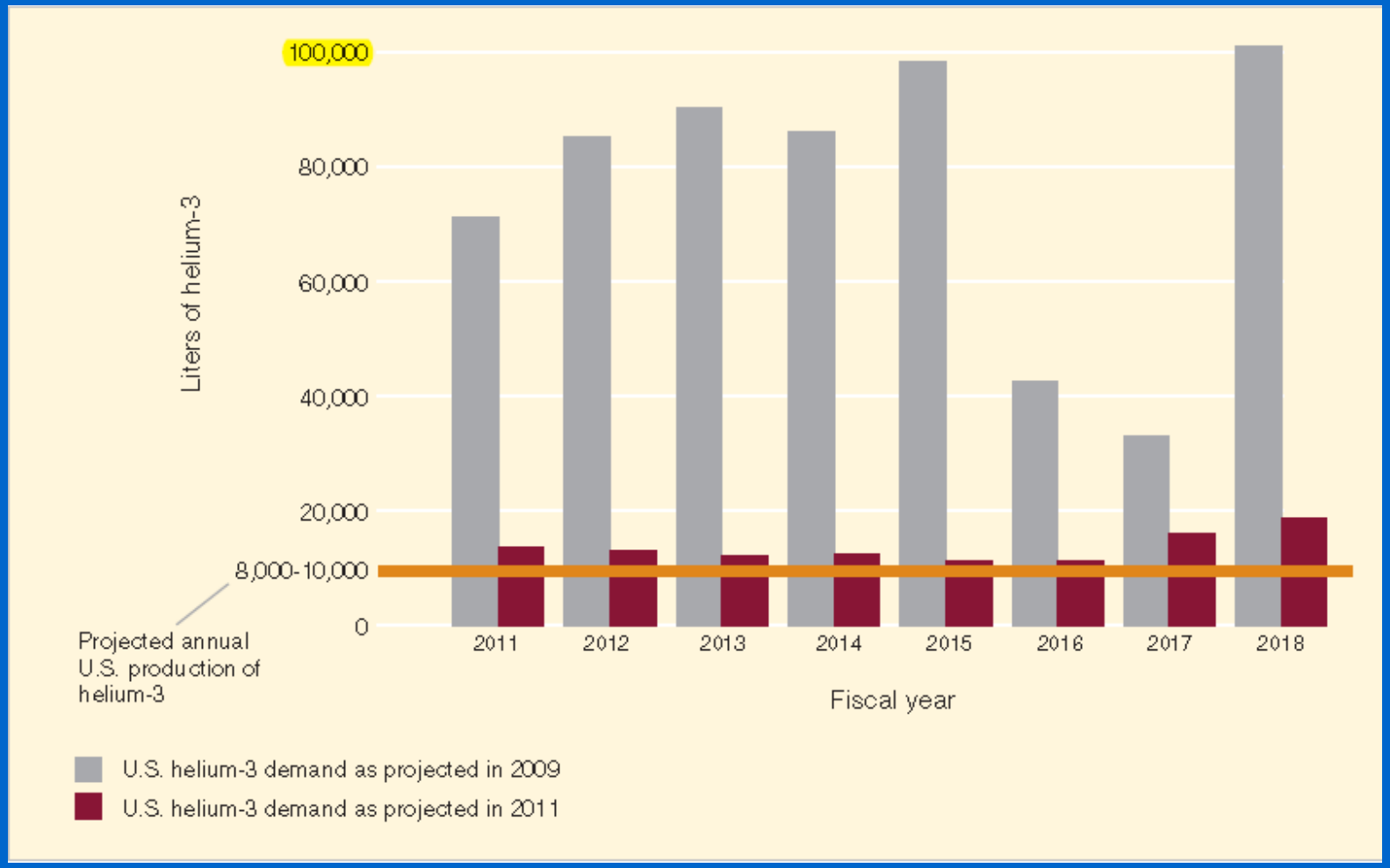
АСПЕКТ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

Сокращение запасов газа ^{3}He



АСПЕКТ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

Потребность и производство газа ^{3}He в США



АСПЕКТ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

ДЕТЕКТИРОВАНИЕ НЕЙТРОНОВ

Тип детектора	Энергия нейтронов	Эффективность регистрации нейтронов(%)[a)]	Гамма-чуств. (Р/ч) [b)]
Пластический сцинтиллятор	1МэВ	78	0.01
Жидкий сцинтиллятор	1МэВ	78	0.1
^{3}He,Ar	тепловая	77	1
BF_3, 1,18 атм	тепловая	46	10
Камера с покрытием ^{10}B	тепловая	10	10^3

АСПЕКТ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

ДЕТЕКТИРОВАНИЕ НЕЙТРОНОВ

1. Газовые пропорциональные счетчики и ионизационная камеры
2. Сцинтилляционные детекторы

Типичные ядерные реакции используемые в нейтронных детекторах:

$^{3}He + n = {}^{3}H + {}^{1}H + 0.764$ МэВ

$^{6}Li + n = {}^{4}He + {}^{3}H + 4.8$ МэВ

$^{10}B + n = {}^{7}Li + {}^{4}He + 2.3$ МэВ $+ 0.48$ МэВ

Наилучшими характеристиками обладают газовые пропорциональные счетчики ^{3}He и сцинтилляционные детекторы

АСПЕКТ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

ВЫБОР ИЗОТОПА ДЛЯ СЦИНТИЛЛЯТОРА

- $n + {}^{3}He \rightarrow {}^{3}H + {}^{1}H + 0.764$ MeV
- $n + {}^{6}Li \rightarrow {}^{4}He + {}^{3}H + 4.79$ MeV
- $n + {}^{10}B \rightarrow {}^{7}Li^{*} + {}^{4}He \rightarrow {}^{7}Li + {}^{4}He + 2.31$ MeV+ gamma (0.48 MeV) (93%)
  $\rightarrow {}^{7}Li + {}^{4}He + 2.79$ MeV (7%)
- $n + {}^{14}N \rightarrow {}^{14}C + {}^{1}H + 0.626$ MeV
- $n + {}^{155}Gd \rightarrow Gd^{*} \rightarrow$ gamma-ray spectrum + conversion electron spectrum (~70 keV)
- $n + {}^{157}Gd \rightarrow Gd^{*} \rightarrow$ gamma-ray spectrum + conversion electron spectrum (~70 keV)
- $n + {}^{235}U \rightarrow xn$ + fission fragments + ~160 MeV (<x> ~ 2.5)
- $n + {}^{239}Pu \rightarrow xn$ + fission fragments + ~160 MeV (<x> ~ 2.5)
- ${}^{197}Au$(4.906 eV), 115In(1.46 eV), ${}^{181}Ta$(4.28 eV), ${}^{238}U$(6.67, 10.25 eV); energy-selective detectors, narrow resonances, prompt capture gamma rays

АСПЕКТ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

СЦИНТИЛЛЯТОРЫ С ИЗОТОПОМ ^{6}Li

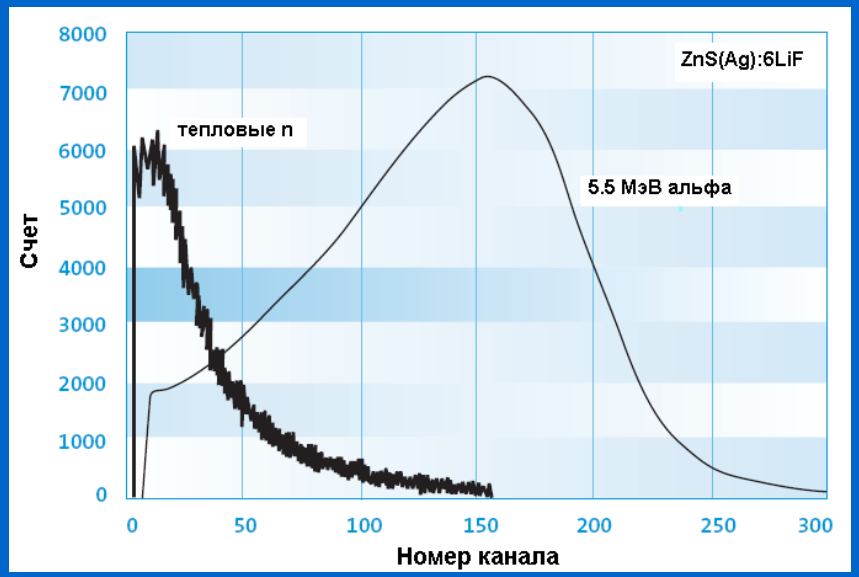
Материал	Плотность атомов ^{6}Li ($см^{-3}$)	Сцинтилляционная эффективность	Длина волны (нм)	Кол-во фотонов на нейтрон
Li стекло (Ce)	1.75×10^{22}	0.45 %	395	~7,000
LiI (Eu)	1.83×10^{22}	2.8 %	470	~51,000
ZnS(Ag):LiF	1.18×10^{22}	9.2 %	450	~160,000

АСПЕКТ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

СЦИНТИЛЛЯТОР ^{6}LiF-ZnS:Ag

Сравнение эффективности детектирования для тепловых нейтронов ND детекторов различных фирм

Bicron	AST:ISIS	Nichia	JAERI
26.4%	27.3%	25.4%	40.7%



Спектры амплитудного распределения нейтронов и альфа частиц на сцинтилляторе, представленной фирмой «Saint-Gobain Crystals»

АСПЕКТ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

ВНЕШНИЙ ВИД ND ^{6}LiF-ZnS:Ag

АСПЕКТ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

ДЕТЕКТОР НЕЙТРОНОВ С ^{6}LiF-ZnS:Cu

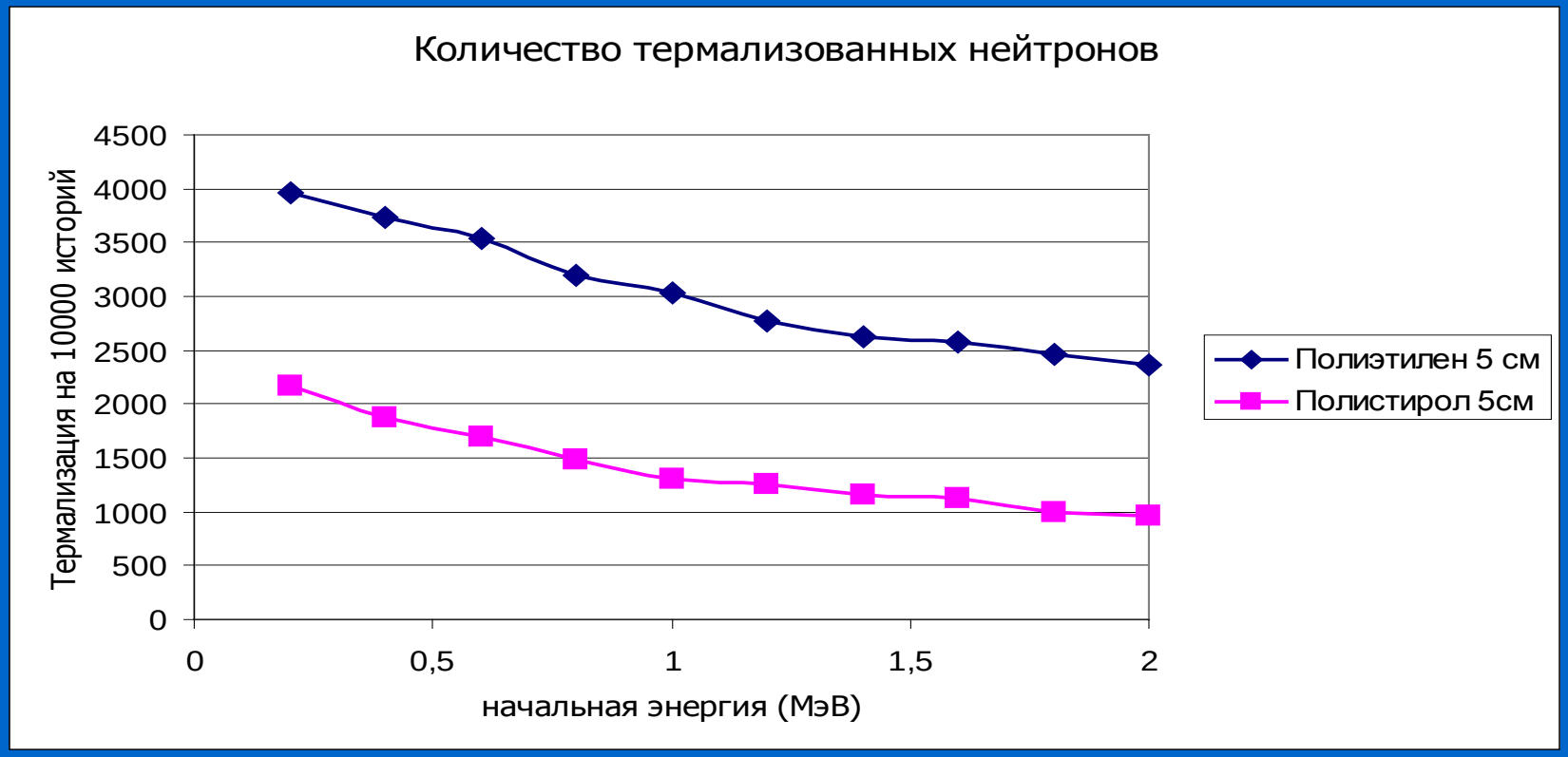
фотоэлектрический умножитель ФЭУ

воздушный световод

пластина сцинтиллятора ND

АСПЕКТ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

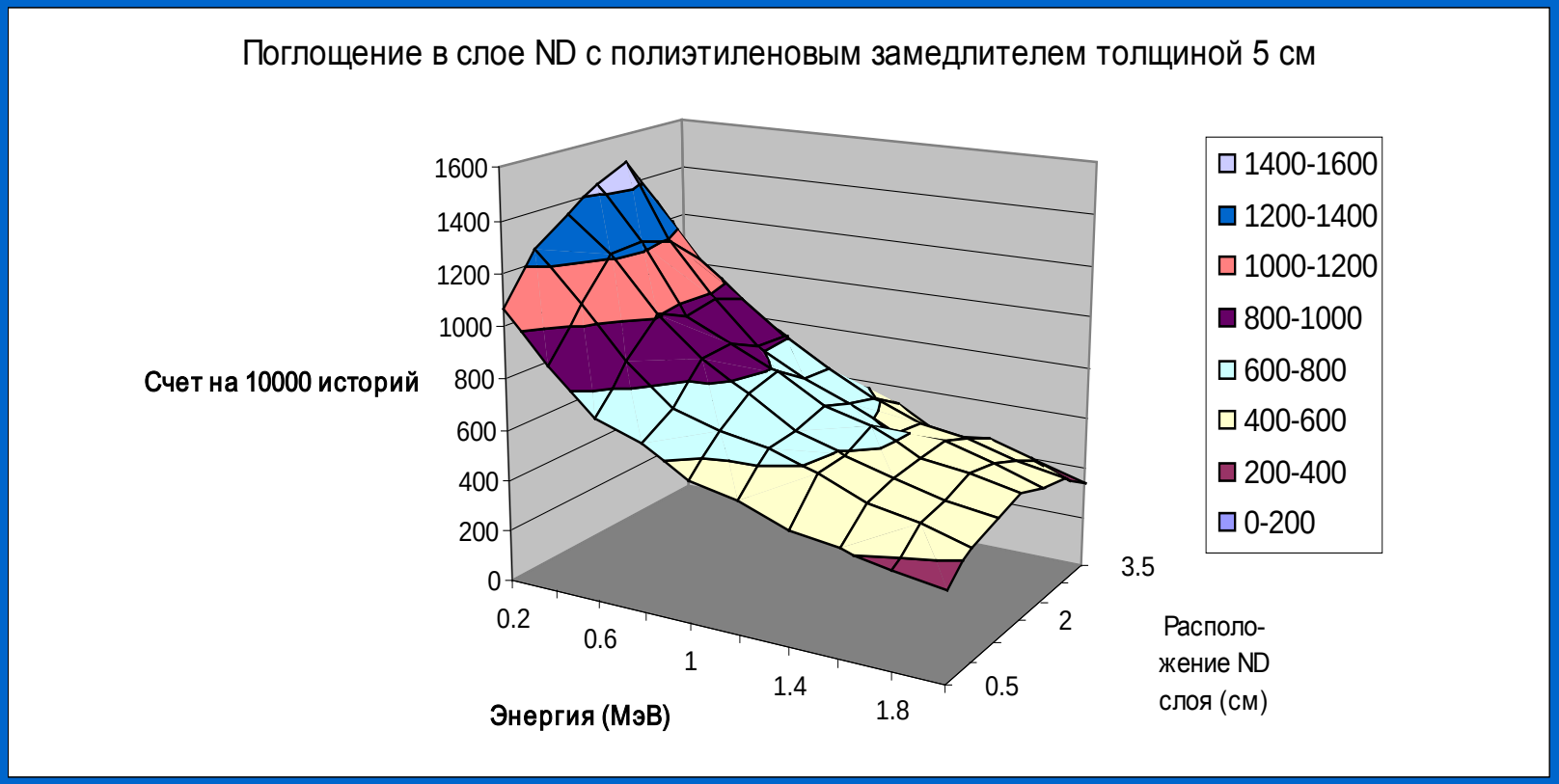
СВОЙСТВА ЗАМЕДЛИТЕЛЕЙ ДЕТЕКТОРА



АСПЕКТ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

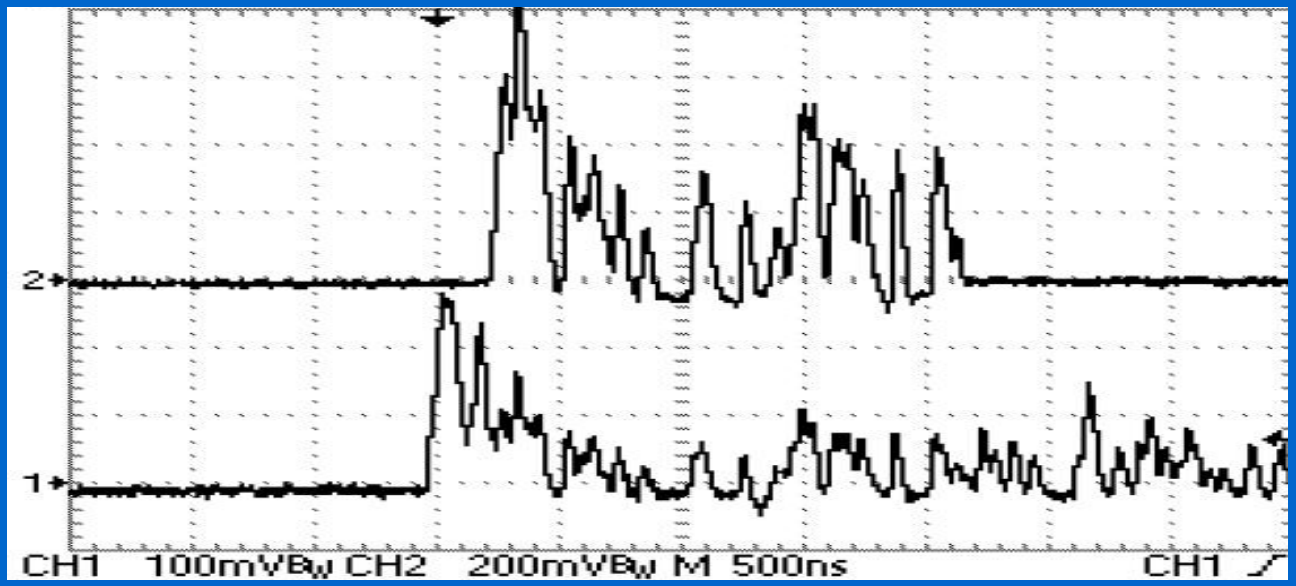
ПОГЛОЩЕНИЕ НЕЙТРОНОВ В ND

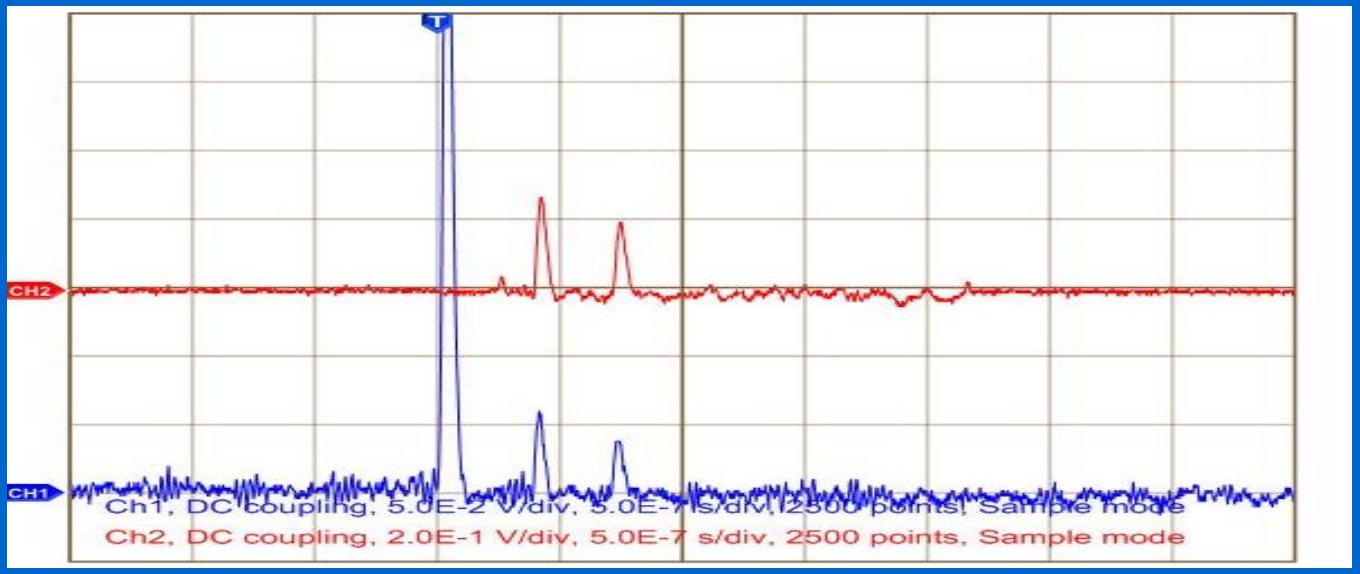
Зависимость регистрации нейтронов в слое ND от энергии нейтронов и глубины расположения слоя в полиэтиленовом замедлителе толщиной 5 см



АСПЕКТ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

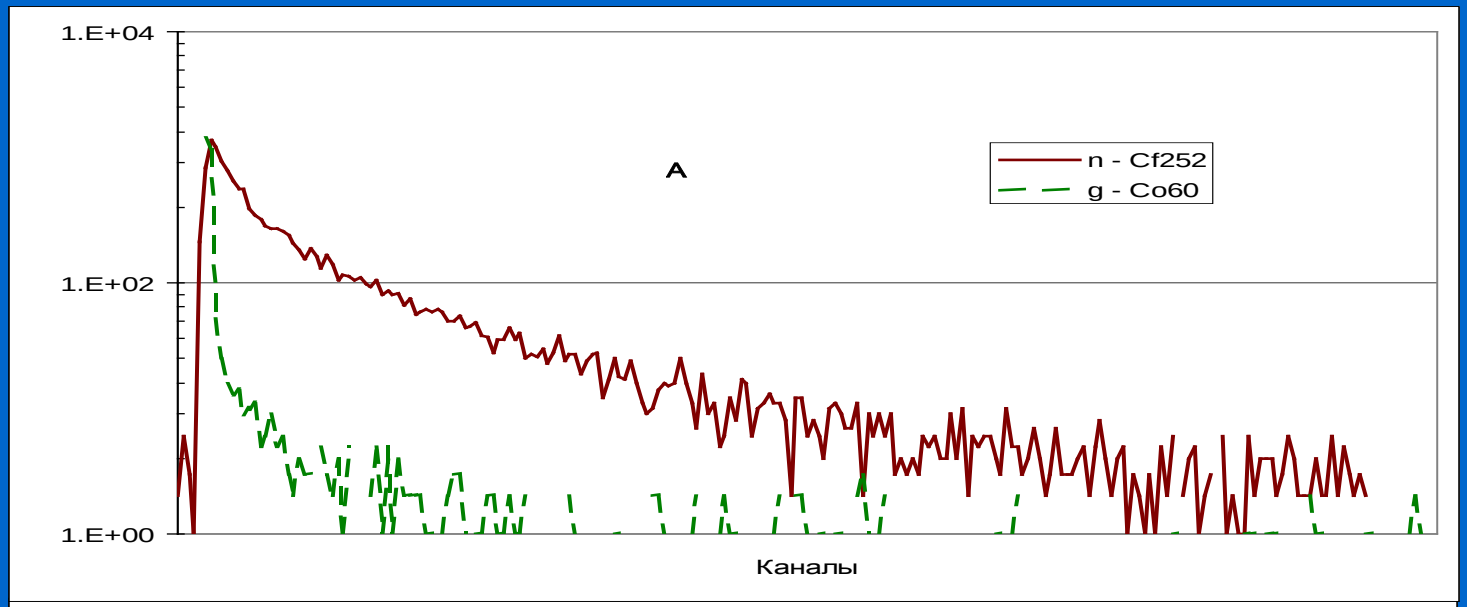
Осциллограммы импульсов от нейтронного и гамма излучений ND сцинтиллятора

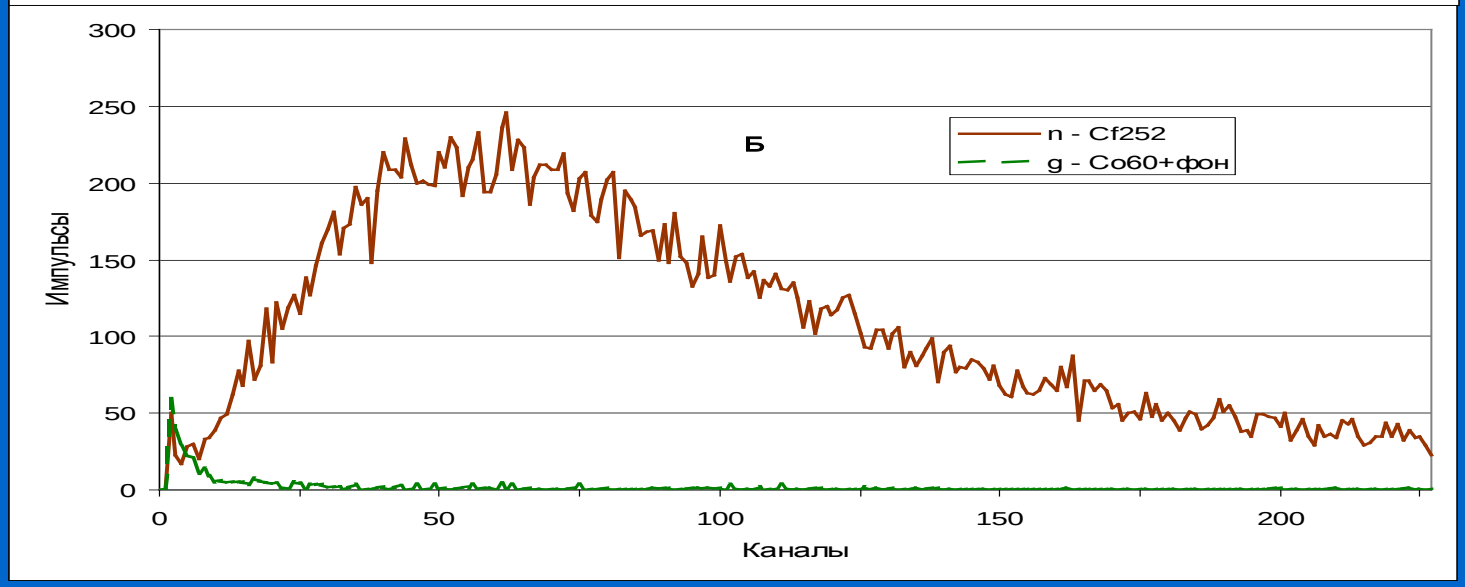




АСПЕКТ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

СПЕКТРЫ НЕЙТРОНОВ И ГАММА





АСПЕКТ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

ВНЕШНИЙ ВИД БДН-3М

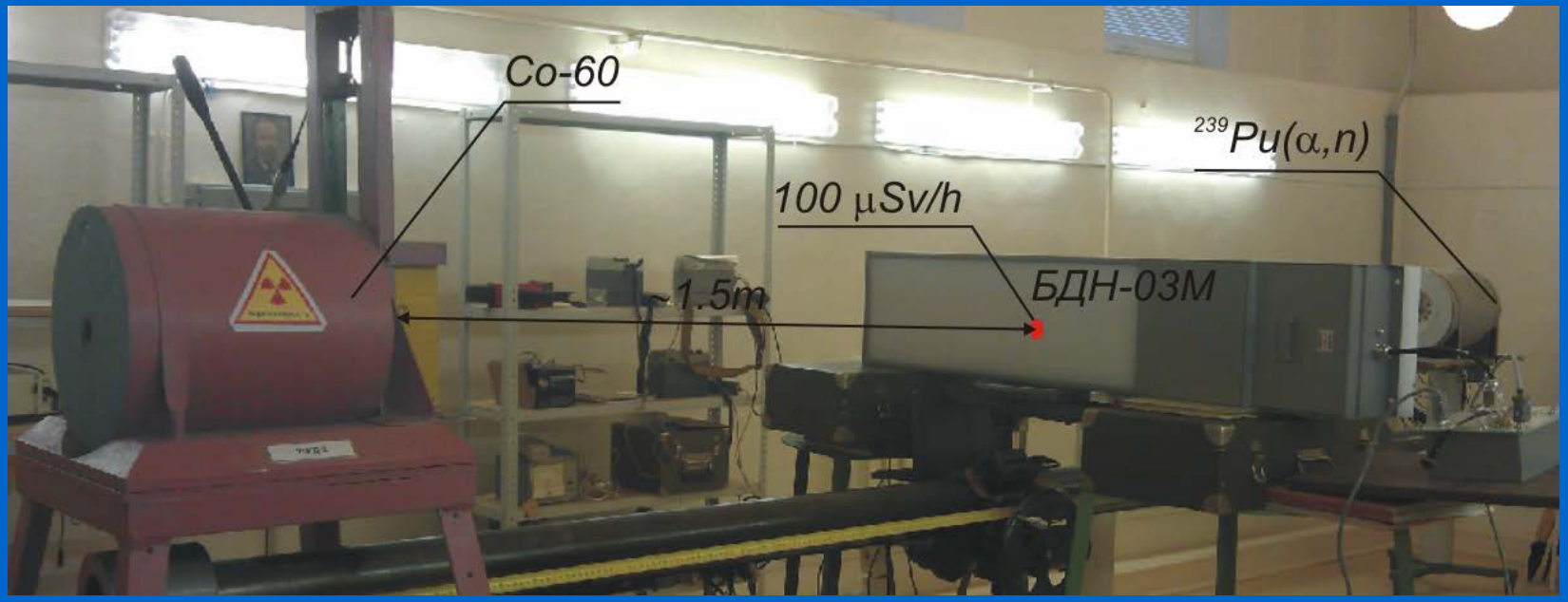
АСПЕКТ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

Внешний вид БДН-3М в стойке

АСПЕКТ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

Измерения чувствительности к гамма-излучению и счета нейтронов от подсветки гамма Co-60



АСПЕКТ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

Измерения статической эффективности счета нейтронов монитора «Янтарь-1А»

АСПЕКТ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

Table 1. Static efficiency cps per pillar p 1.2E4 n/s at 3m from an RPM

Detector	B1, counts	$t_{B1,}$ s	NB1, counts	t_{NB1}, s	*Eff,* cps	σ_{eff} cps
RPM Yantar1-A (one pillar)	170	100	1540	100	4.6	0.2

Table 2. Gamma sensitivity

Detector	B2, counts	$t_{B2,}$ s	NB2, counts	t_{NB2}, s	*Eff,* cps	σ_{eff} cps
БДН-3М 003-12	840	200	827	200	-0.08	0.2

Table 3. Influence of high gamma field

Instrument	B3, counts	$t_{B3,}$ sec	NB3, counts	t_{NB3} s	*eff*, cps	σ_{eff}, cps
003-12	5715	20	5798	20	4.6	0.2

АСПЕКТ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ

Россия, 141980, г.Дубна, Московская обл,
ул. Жолио-Кюри, 6
Тел: 8 (49621) 65272, факс: 8 (49621) 65108
www.aspect.dubna.ru
E-mail: aspect@dubna.ru

АСПЕКТ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР