

Установка ультра малоуглового рассеяния SESANS: проект для реактора ПИК

Яшина Е.Г., Григорьев С.В.



План

- Основные принципы Спин-эхо малоуглового рассеяния нейтронов
- Действующая установка SESANS г. Делфт
- СЭМУРН для исследований в области биологии
- Концепция установки СЭМУРН для реактора ПИК

Специфичные термины для SESANS

СЭМУРН/SESANS – спин-эхо малоугловое рассеяние нейтронов,

Спин-эхо длина – пространственная координата образца, перпендикулярная направлению нейтронного пучка,

$$z = c\lambda^2 BL \operatorname{ctg}(\theta_0) / 2\pi$$

Устройство прецессии

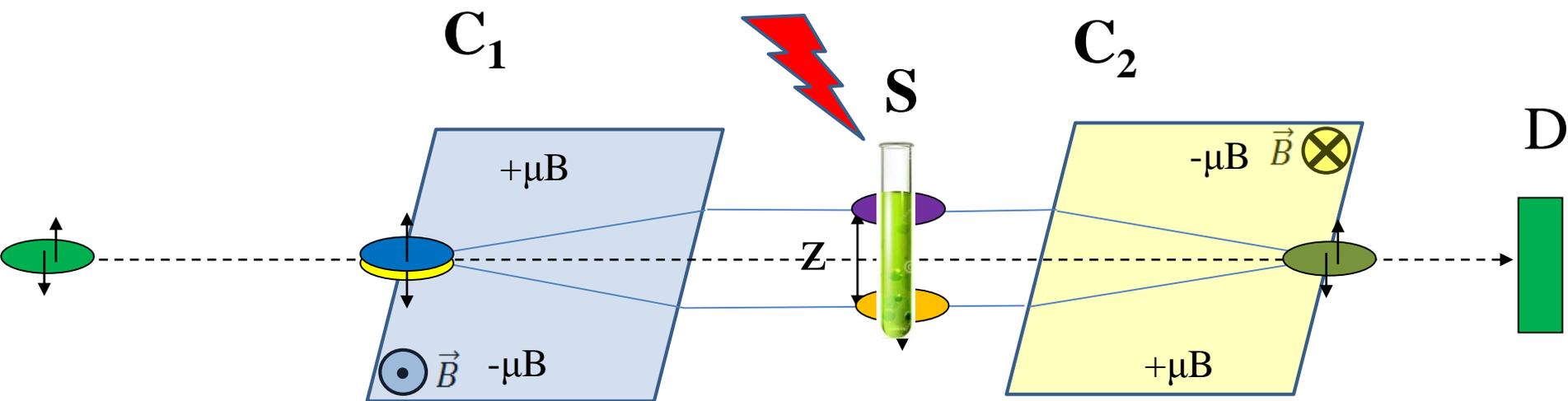
B – магнитное поле, L – длина УП

Спин-эхо корреляционная функция – измеряемая в эксперименте зависимость

$$P(z)/P_0 = \cos(\varphi) = \exp(l\sigma[G(z)-1])$$

Магнитный момент в магнитном поле

$$V(\mathbf{r}) = -\boldsymbol{\mu}\mathbf{B}$$



$$z = c\lambda^2 BL \operatorname{ctg}(\theta_0) / 2\pi$$

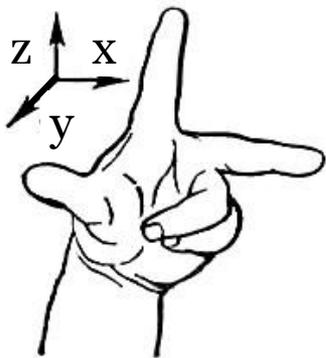
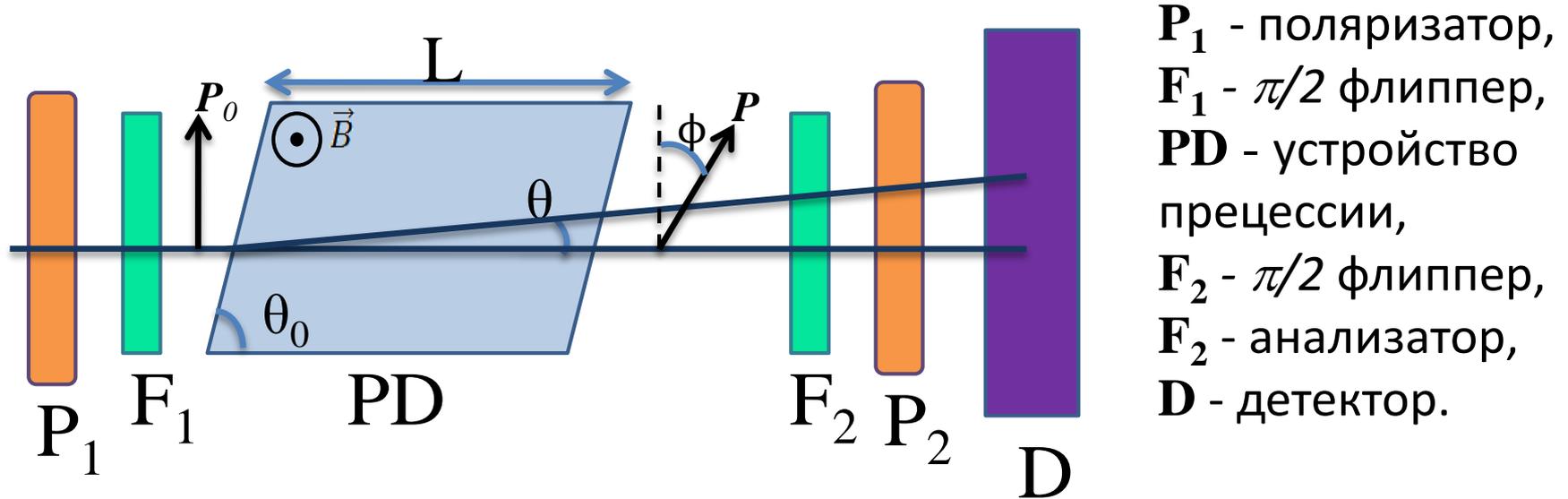


Схема декодирования угла рассеяния в фазу Ларморовской прецессии

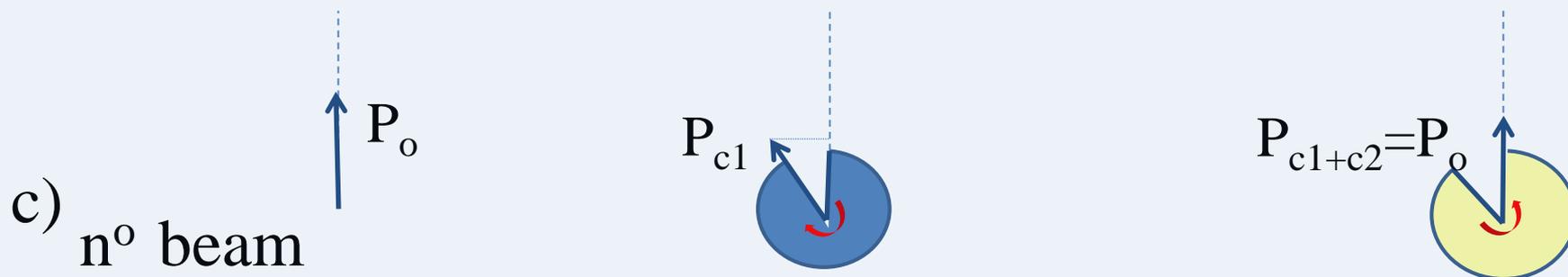
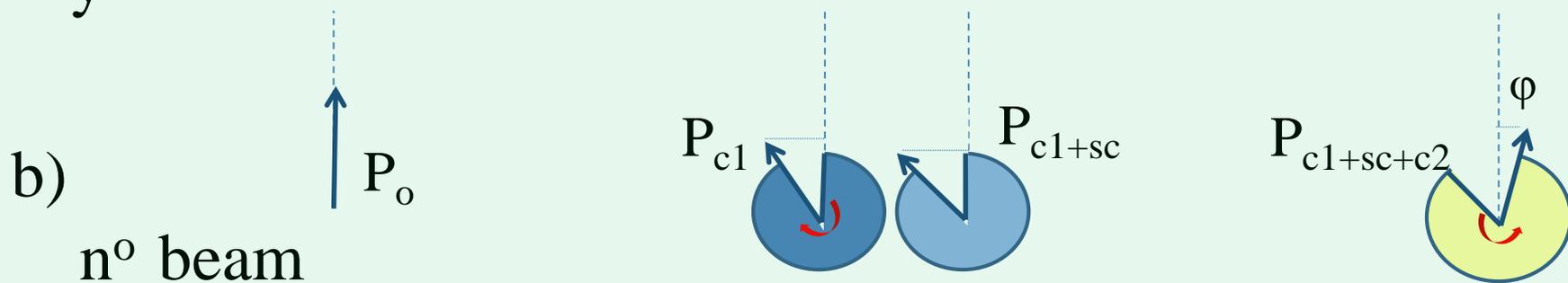
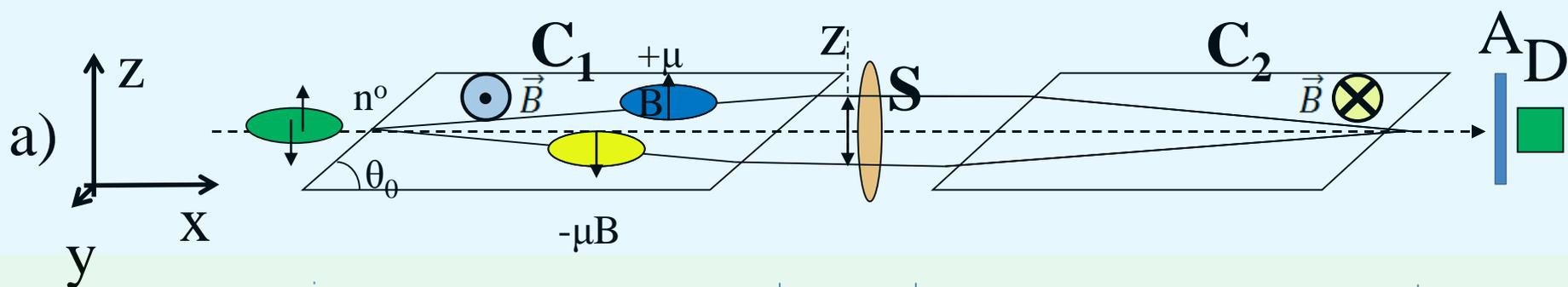


$P(\varphi) = P_0 \cos(\varphi)$ - поляризация после прохождения **PD**

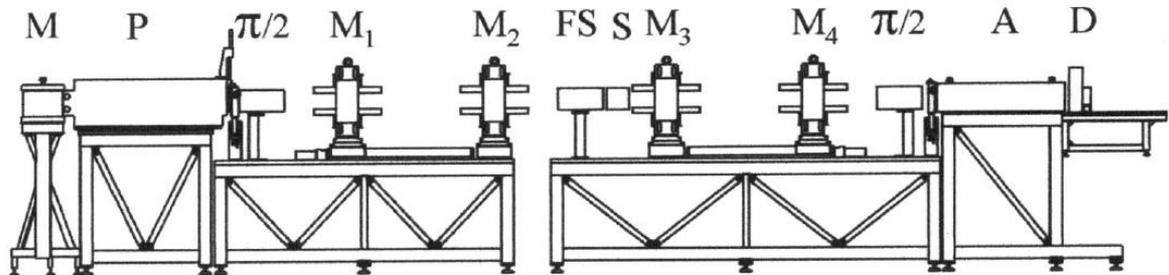
Поляризация набирает фазу $\varphi = c\lambda BL \frac{\sin \theta_0}{\sin(\theta_0 - \theta)} \simeq c\lambda BL(1 + \theta \cot \theta_0)$

$z = \frac{c\lambda^2 BL \cot \theta_0}{2\pi}$ - спин-эхо длина, $Q_z = \frac{2\pi}{\lambda}(\theta_2 - \theta_1)$ - проекция вектора переданного импульса на ось z

Принципы SESANS



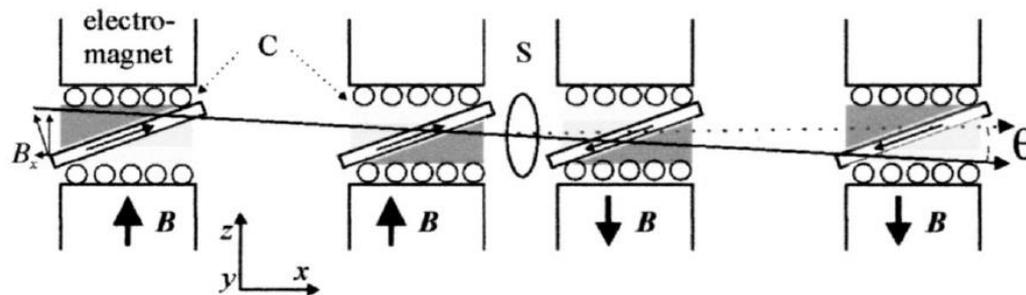
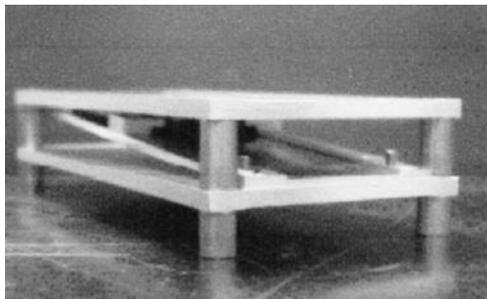
Установка SESANS г. Делфт



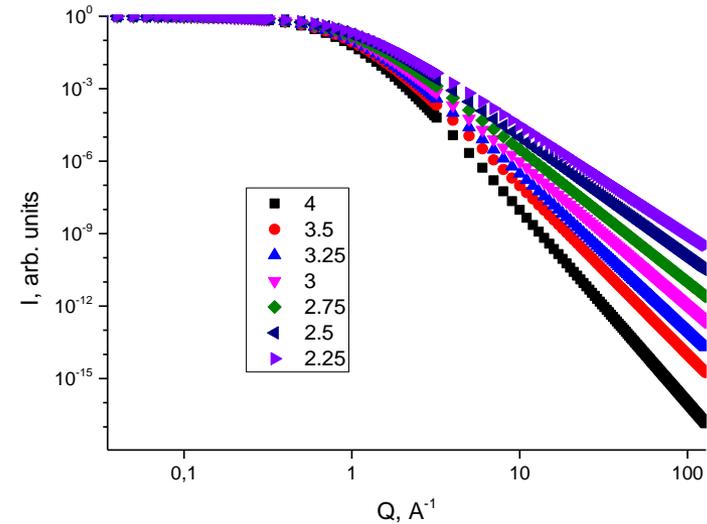
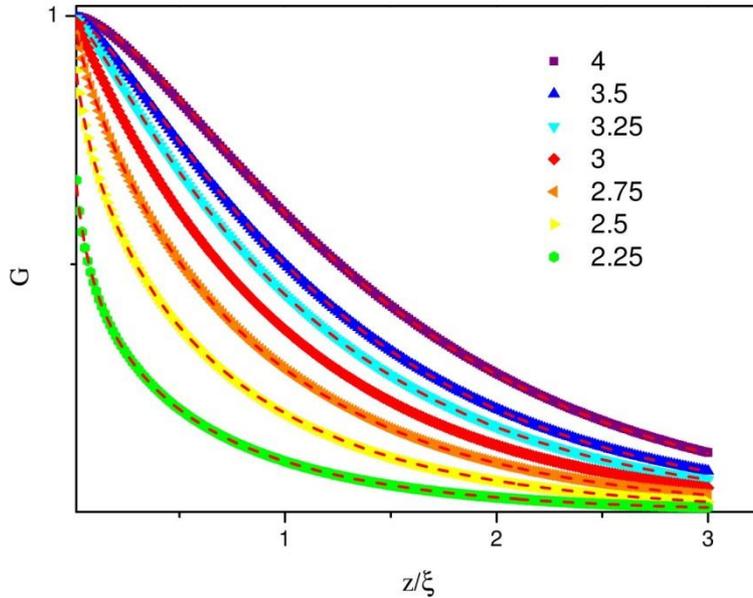
Исследовательский реактор HOR 2 МВт,

постоянная длина волны $\lambda=2.0 \text{ \AA}$,

фольги имеют наклон порядка $5,5^\circ$,



SESANS-сигнал от фрактальной структуры

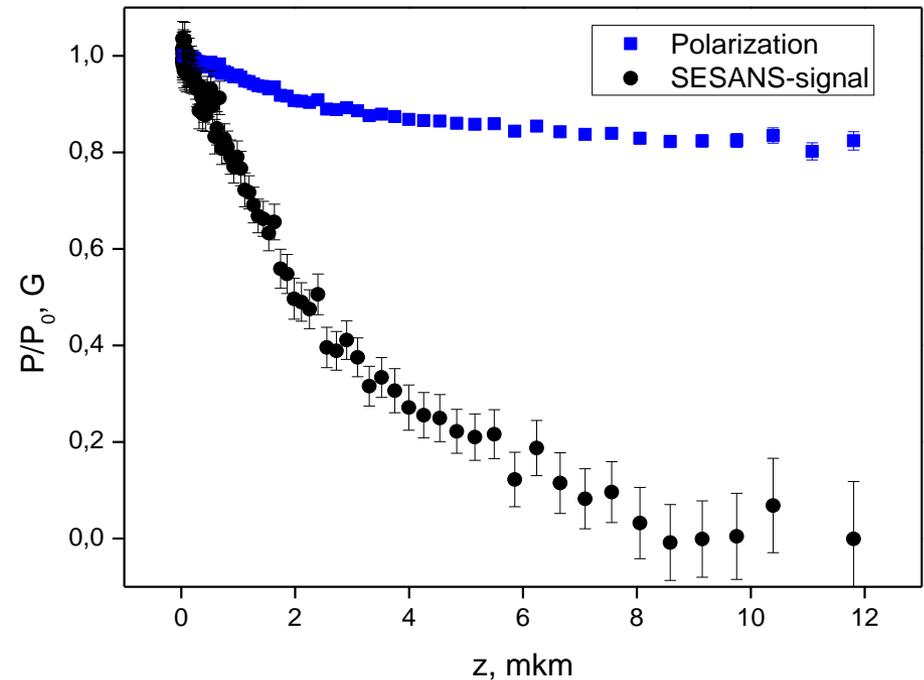
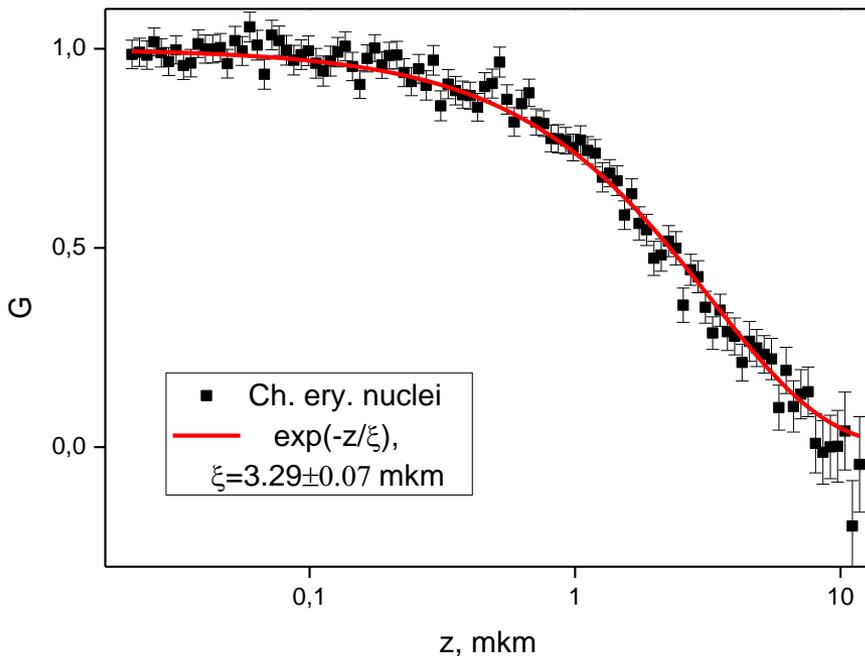


$$G(z) = \frac{2}{\Gamma\left(\frac{D}{2} - 1\right)} \left(\frac{z}{2\xi}\right)^{\frac{D}{2}-1} K_{\frac{D}{2}-1}\left(\frac{z}{\xi}\right)$$

$$I(Q) = \frac{A}{(1 + (Q\xi)^2)^{D/2}}$$

Исследование структурной организации хроматина в ядрах куриных эритроцитов методом СЭМУРН

Чем точнее измерен сигнал в области малых z , тем точнее определена фрактальная размерность!



$\lambda=2\text{\AA}$, $l=1\text{ cm}$

$$P(z)/P_0 = \exp(-l\sigma[1-G(z)])$$

$\lambda=4\text{\AA}$, $l=1\text{ cm}$

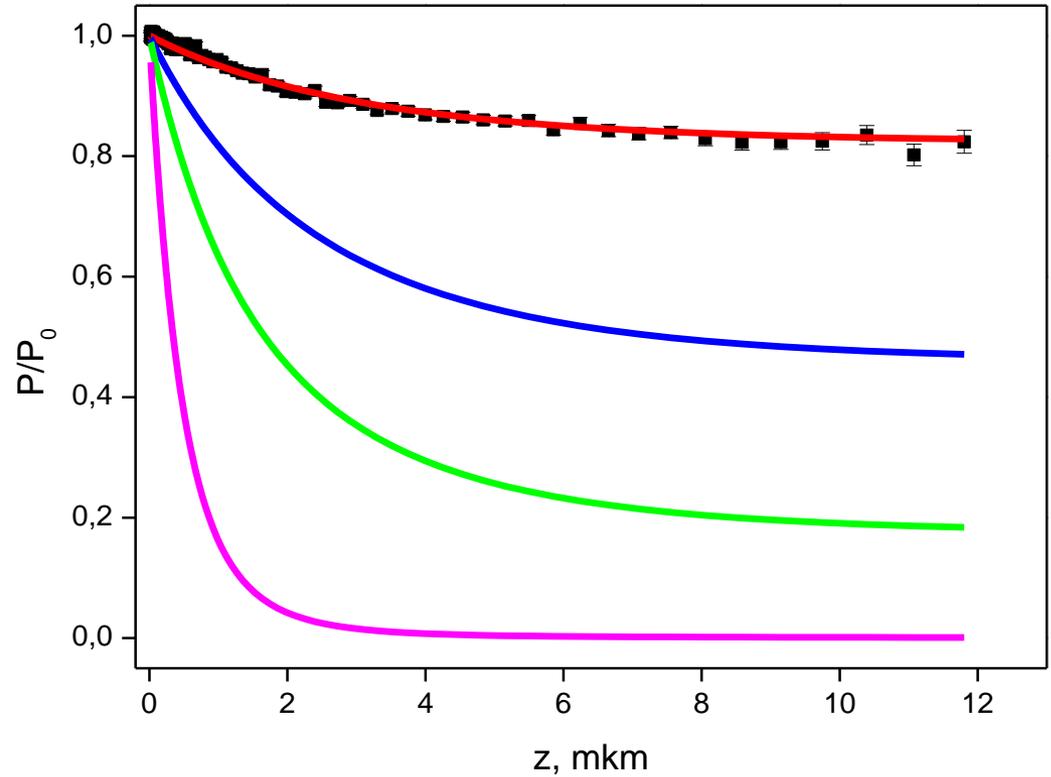
$$P(z)/P_0 = \exp(-4l\sigma[1-G(4z)])$$

$\lambda=6\text{\AA}$, $l=1\text{ cm}$

$$P(z)/P_0 = \exp(-9l\sigma[1-G(z)])$$

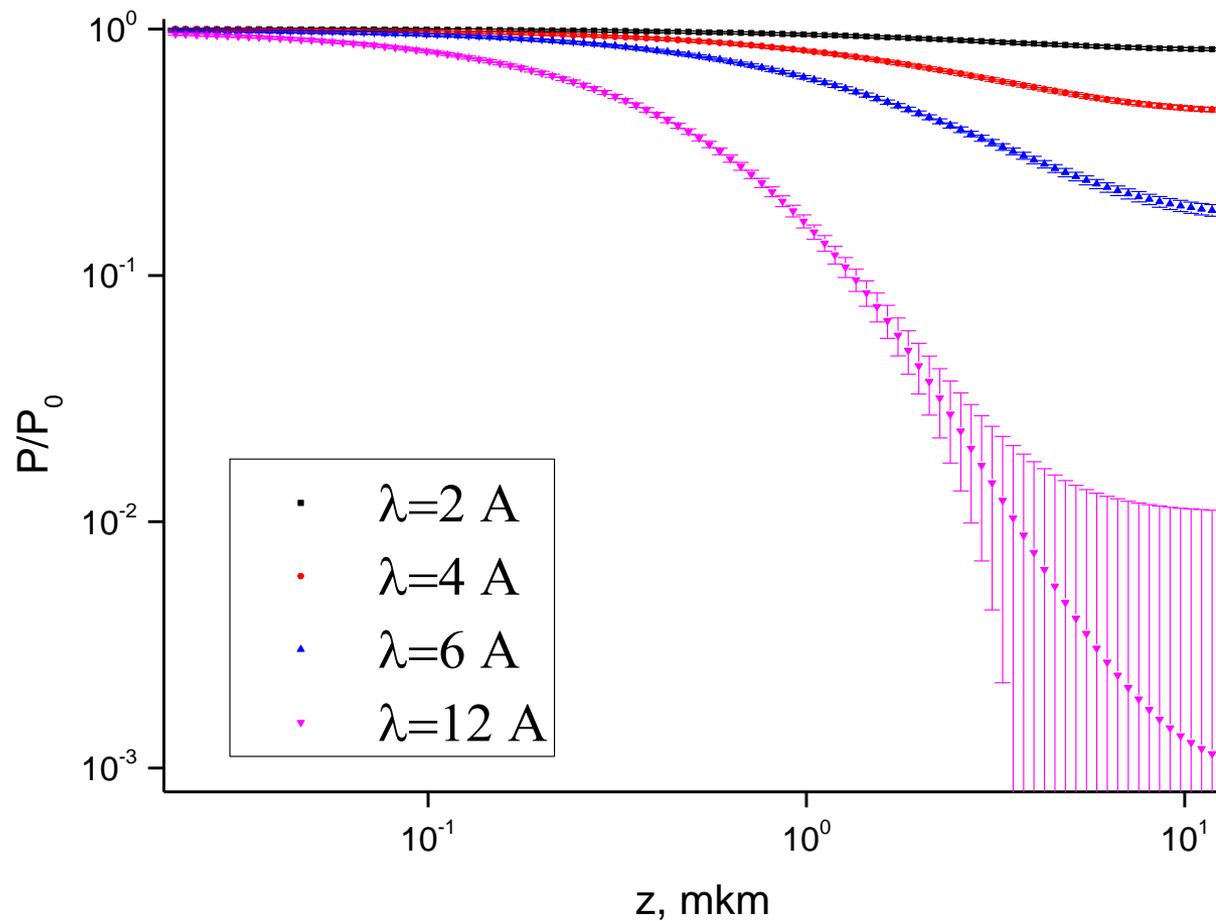
$\lambda=12\text{\AA}$, $l=1\text{ cm}$

$$P(z)/P_0 = \exp(-36l\sigma[1-G(z)])$$

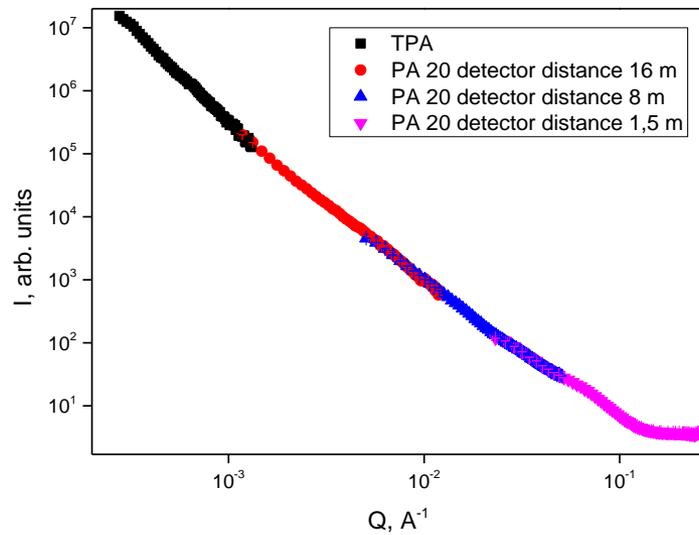
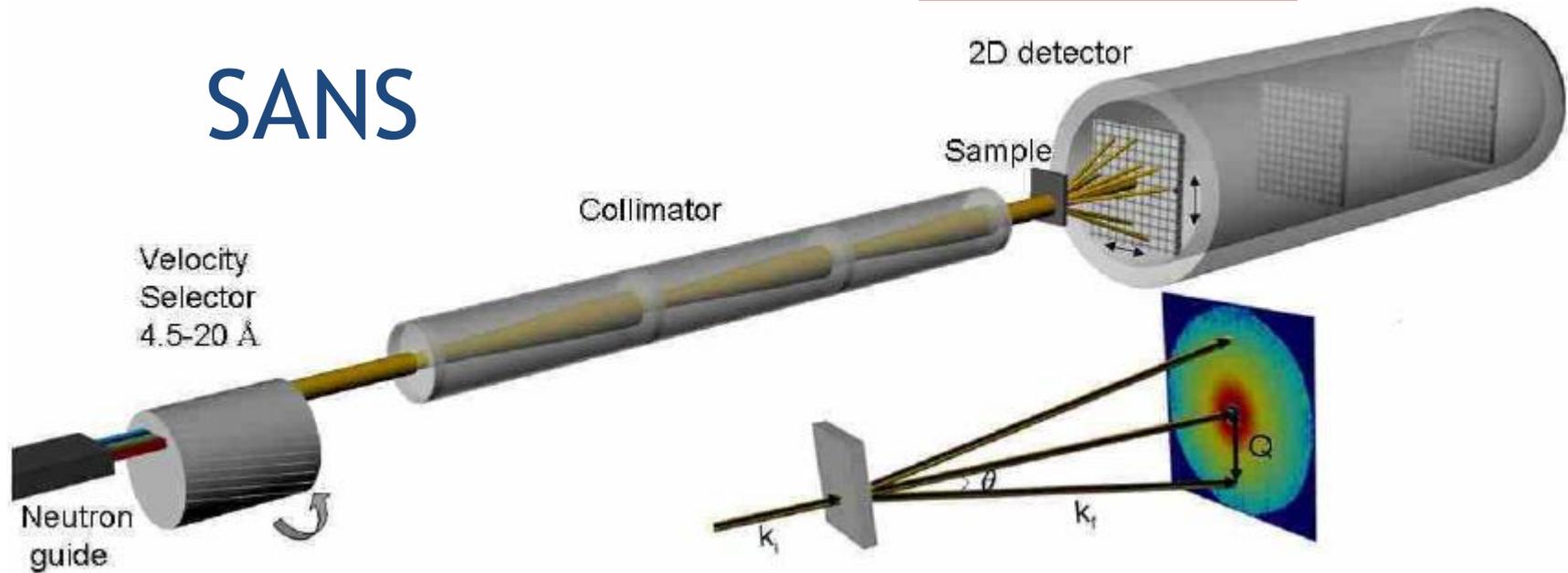


$$G(z) = \ln(P(z)/P_0) + l\sigma$$

Невозможно измерить поляризацию с точностью лучше, чем 1%



SANS



МУРН на ядрах куриных эритроцитов

Концептуальная схема установки SESANS для РК ПИК

Селектор скоростей
Гармошка Драбкина
Набор зеркал 4, 6, 12 А



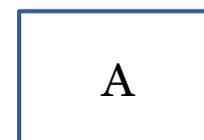
Поляризатор
зеркало

Резонансные
катушки



образец

Резонансные
катушки

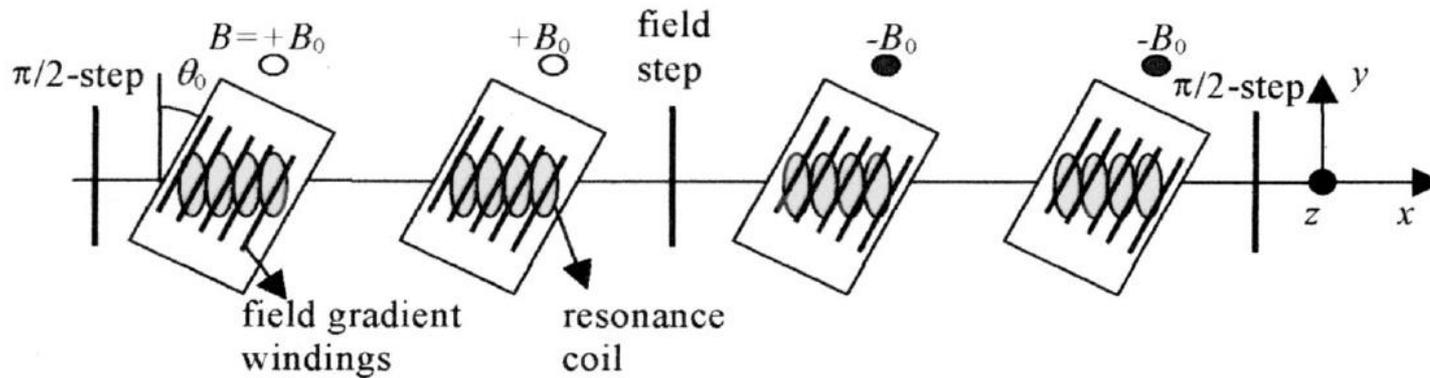


Анализатор
зеркало

детектор



TOF-мода



$$z = c\lambda^2 BL \operatorname{ctg}(\theta_0) / 2\pi$$

$$P(z)/P_0 = \cos(\varphi) = \exp(l\sigma(\lambda)[G(z)-1])$$

$\sigma(\lambda)$ полное сечение зависит от длины волны

-Возможно ли варьирование параметра z с помощью λ ?

-Да, если можно точно определить зависимость $\sigma(\lambda)$

Спасибо за внимание!