

Разработка рентгенооптических трактов экспериментальных станций первой очереди проекта ЦКП «СКИФ»

Докладчик: Требушинин А.Е.
Руководитель: к.ф.-м.н. Ракшун Я.В.

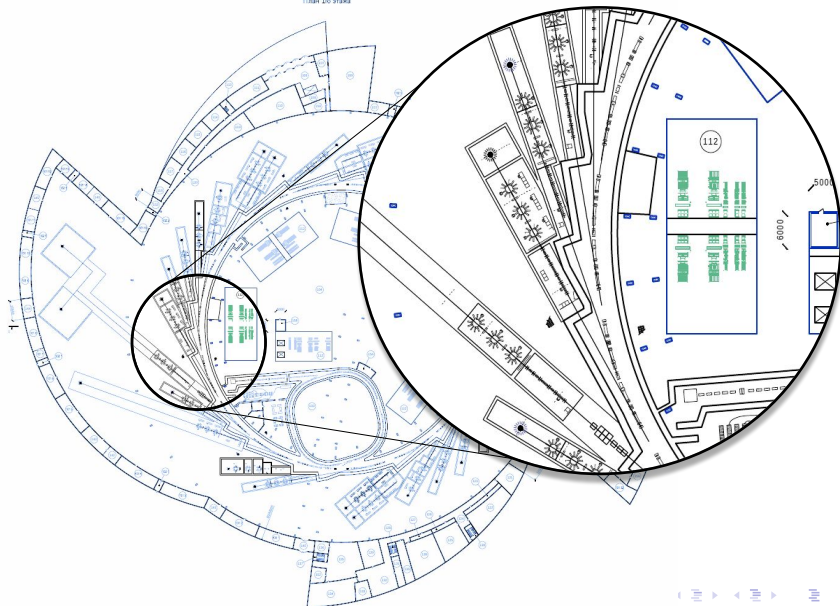
ИЯФ СО РАН



Новосибирск, 2019

Создание концептуального проекта
экспериментальных станций первой очереди
ЦКП «СКИФ»

План 1го этажа



Задачи

- Моделирование **вставных устройств** (ондуляторы)
- Оптимизация **оптических элементов** (апертуры, монохроматоры, фокусирующие зеркала)
- Создание **среды для обмена информацией** по проектированию
- Координация работы между исследовательскими группами разных институтов (ИЯФ СО РАН, ИК СО РАН, ИГиЛ СО РАН, ИГМ СО РАН)

План презентации

- Принципиальные основы кода SRW в рамках расчёта синхротронного излучения
- Обзор типовых ондуляторов для «СКИФ»
- Расчёт оптической схемы станции 1-1
- Расчёт ондулятора с корректирующими катушками для станции 1-4
- Вопросы аудитории

SRW. Среда моделирования

SRW — Synchrotron Radiation Workshop. Код для моделирования оптических систем. $r\omega$ -пространство, ближняя зона.

- Вставные устройства:

$$\vec{E}_{\perp}(\vec{r}_0, \omega) = \frac{i\omega e}{c} \int_{-\infty}^{\infty} dt' \left[\frac{\vec{\beta} - \vec{n}}{|\vec{r}_0 - \vec{r}'_0(t')|} - \frac{ic}{\omega} \frac{\vec{n}}{|\vec{r}_0 - \vec{r}'_0(t')|^2} \right] \times \\ \exp \left[i \left(t' + \frac{|\vec{r}_0 - \vec{r}'_0(t')|}{c} \right) \right]$$

- Фурье оптика:

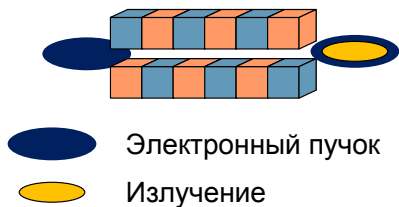
$$g_2(x_2, y_2) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} g_1(\eta, \xi) h(x_2 - \eta, y_2 - \xi) d\eta d\xi$$

\Updownarrow

$$G_2(f_x, f_y) = G_1(f_x, f_y) H(f_x, f_y)$$

Стандартные ондуляторы для СКИФ

Сверхпроводящий ондулятор

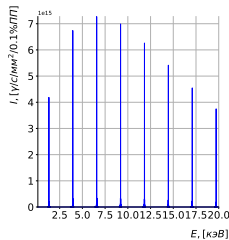
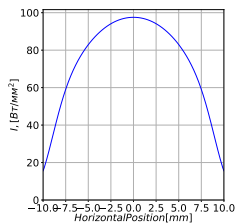
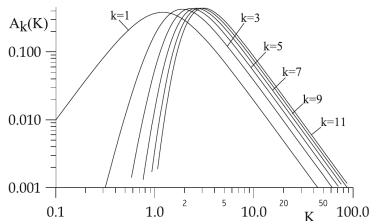
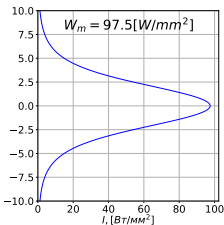
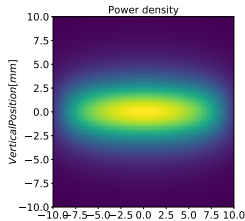


$B, [T]$	$0.7 - 1.5$
$L, [m]$	3
$d, [mm]$	$15 - 20$
N	≥ 120
Фазовая ошибка	$\leq 2^\circ$

$E, [GeV]$	$I, [mA]$	$\beta_x, [m]$	$\beta_y, [m]$	
3	400	12.48	1.99	
$\sigma_x, [m]$	$\sigma_{x'}, [rad]$	$\sigma_y, [m]$	$\sigma_{y'}, [rad]$	$\Delta E/E$
33.0×10^{-6}	2.65×10^{-6}	8.6×10^{-7}	5.0×10^{-7}	8.6×10^{-4}

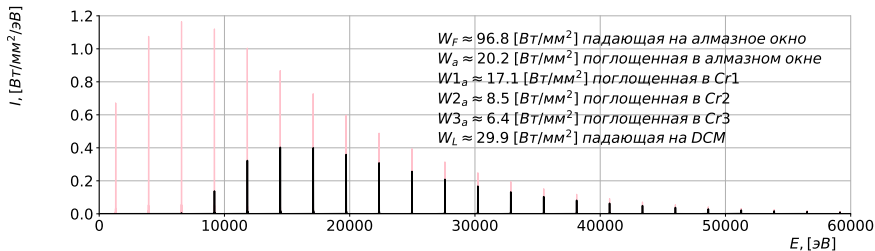
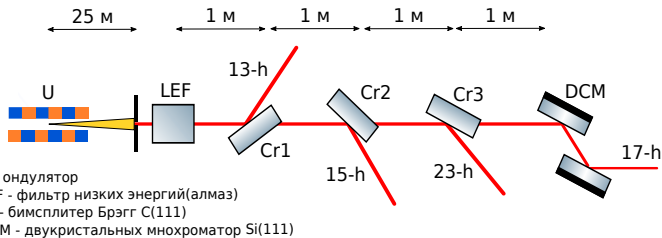
Расчёт станции 1-1. Тепловые нагрузки

$B(K), [T]$	1.36(2.29)
$L, [m]$	2.3
$d, [mm]$	18
Фазовая ошибка	$\leq 3^\circ$
Гармоники	11, 13, 17, 23

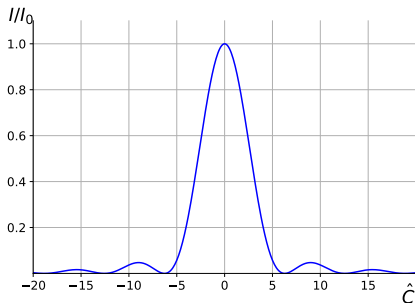
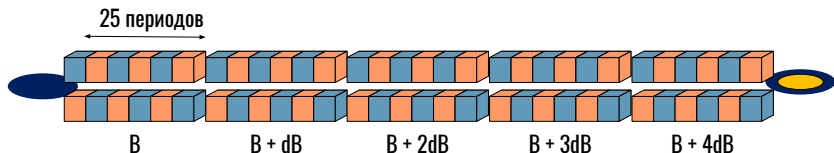


Оптическая схема станции 1-1.

Итерация без линз



Ондулятор станции 1-4 (Quick-XAFS)



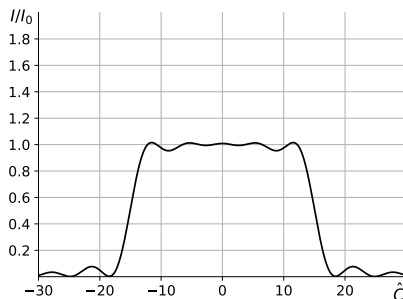
$$\hat{C} = CL_u = 2\pi N_u \frac{\Delta\omega}{\omega_r}$$

- Широкий спектр для Quick-XAFS спектроскопии $\approx 1 \text{ keV}$

- $$\frac{\Delta\omega}{\omega_{ph}} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_{ph}} \sim \frac{1}{nL_u}$$

Оценки спектра

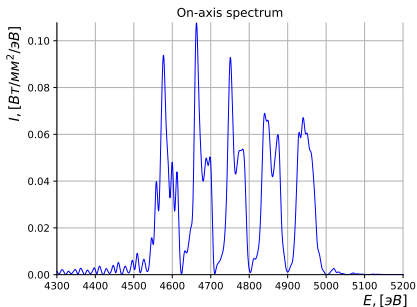
Предсказание



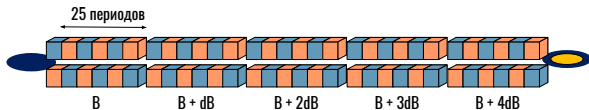
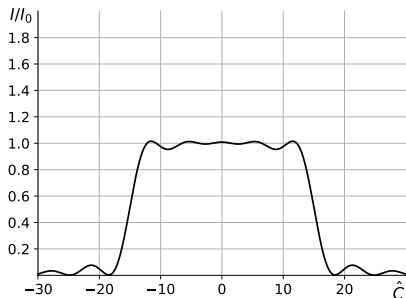
$$\tilde{I} = \left(\frac{\omega e A_{JJ}}{2c^2 \gamma z_0} \right)^2 \left[\sum_{n=-2}^2 (K_0 + n \Delta K)^2 \text{sinc}^2(\hat{C}_n/2) \right]$$

Моделирование SRW

Симуляция SRW

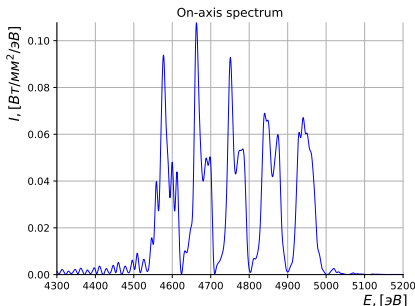


Предсказание

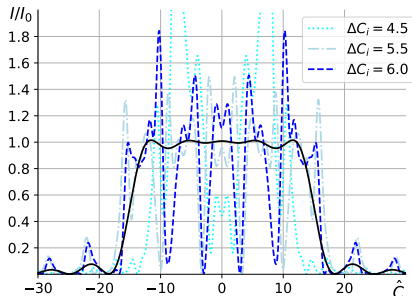


Интерференция в спектре

Симуляция SRW



Аналитический результат



$$\tilde{I} = \left(\frac{\omega e A_{JJ}}{2c^2 \gamma z_0} \right)^2 \left[\sum_{n=-2}^2 (K_0 + n \Delta K)^2 \text{sinc}^2(\hat{C}_n) + \sum_{\substack{n,m=-2 \\ n \neq m}}^2 K_0^2 \left(1 + n \frac{\Delta K}{K_0} + m \frac{\Delta K}{K_0} \right) \text{sinc}^2(\hat{C}_n) e^{i(n-m)\hat{C}_0 + (n^2-m^2)\Delta\hat{C}} \right]$$

Планы

- Детальное моделирование оптических схем
- Принятие решения по концепции ондулятора станции 1-4

Моя почта: trebandrej@gmail.com

[Здесь](#) можно следить за работой оптической группы

[Здесь](#) за текстом дипломной работы

Благодарю за внимание