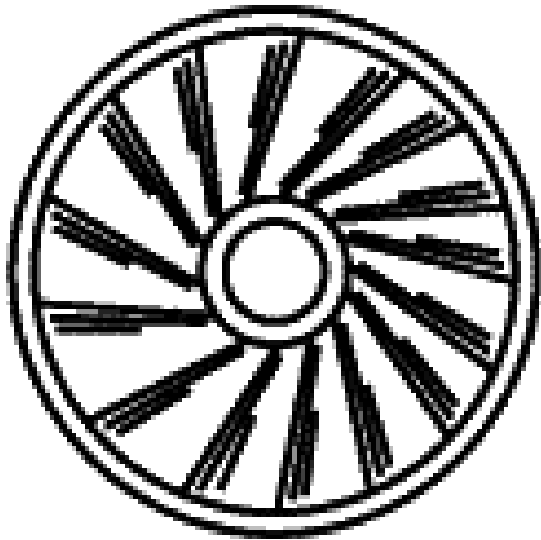


Сибирский Кольцевой Источник Фотонов (СКИФ)



Источник СИ в Новосибирске



- Удобное географическое положение
- Уникальное научное окружение, большой междисциплинарный научный центр
- Широкопрофильное университетское окружение
- Развитая пользовательское сообщество в ЦКП «Сибирский центр синхротронного и терагерцового излучения»

Потенциальные и реальные пользователи ИСИ

- **Институты и научные организации Сибирского региона**
ГИН СО РАН, ИВЭП СО РАН, ИГАБМ СО РАН, ИГМ СО РАН, ИГХ СО РАН, ИГД СО РАН, ИЗК СО РАН, ИМКЭС СО РАН, ИНГГ СО РАН, ИПРЭК СО РАН, ИПНГ СО РАН, ИУ ФИЦ УУХ СО РАН, ЛИН СО РАН, ФИЦ УУХ СО РАН, НИИ КПССЗ, НИИЭКМ, СО медицинских наук, Томский НИМЦ, ИАЭТ СО РАН, МТЦ СО РАН, ИК СО РАН, ИНХ СО РАН, ИППУ СО РАН, ИУХМ ФИЦ УУХ СО РАН, ИХН СО РАН, ИХТТМ СО РАН, ИХКГ СО РАН, НИОХ СО РАН, ИАиЭ СО РАН, ИОА СО РАН, ИСЭ СО РАН, ИФ СО РАН, ИФП СО РАН, ИФМ СО РАН, ИЯФ СО РАН, ИЛ СО РАН, ИПА СО РАН, ИСиЭЖ СО РАН, ИХБФМ СО РАН, СИФИБР СО РАН, ФИЦ ИЦИГ СО РАН, ЦСБС СО РАН, ИГИЛ СО РАН, ИТПМ СО РАН, ИТ СО РАН, ИФПМ СО РАН, ФИЦ КНЦ СО РАН
- **Университеты Сибирского региона**
НГУ, НГТУ, ТГУ, ТПУ, АГУ, КФГУ и др.

ОПЫТ ИЯФ

Производство ускорительных элементов и систем

ИЯФ СО РАН

Технологии производства, большой опыт создания укорительных элементов:

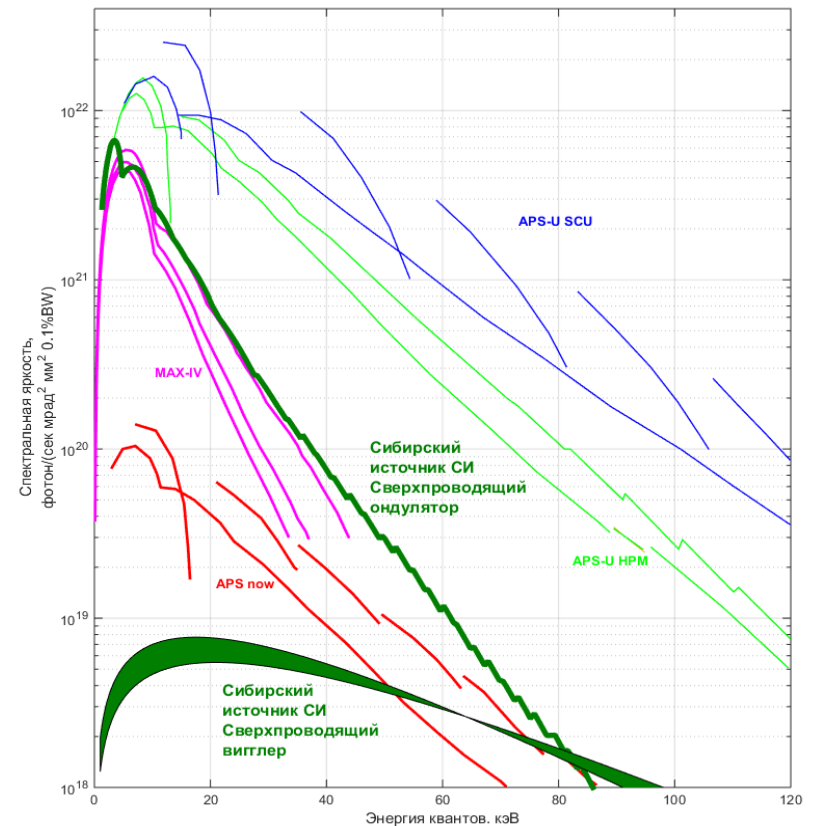
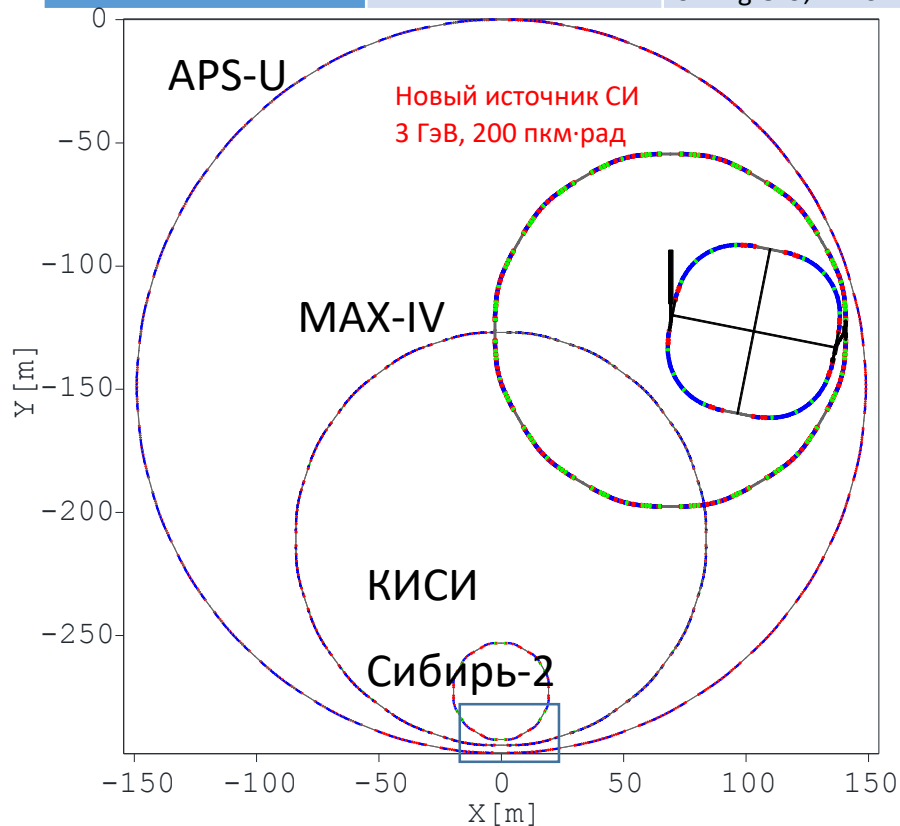
- Элементы магнитной системы (дипольные магниты, квадрупольные и секступольные линзы и др.)
- Устройства для генерации СИ (вигглеры и ондуляторы включая сверхпроводящие)
- Вакуумные и криогенные системы
- ВЧ генераторы, волноводы и резонаторы
- Электронные системы для диагностики и управления

Опыт разработки, создания и запуска больших ускорительных систем и комплексов



Выбор основных параметров источника

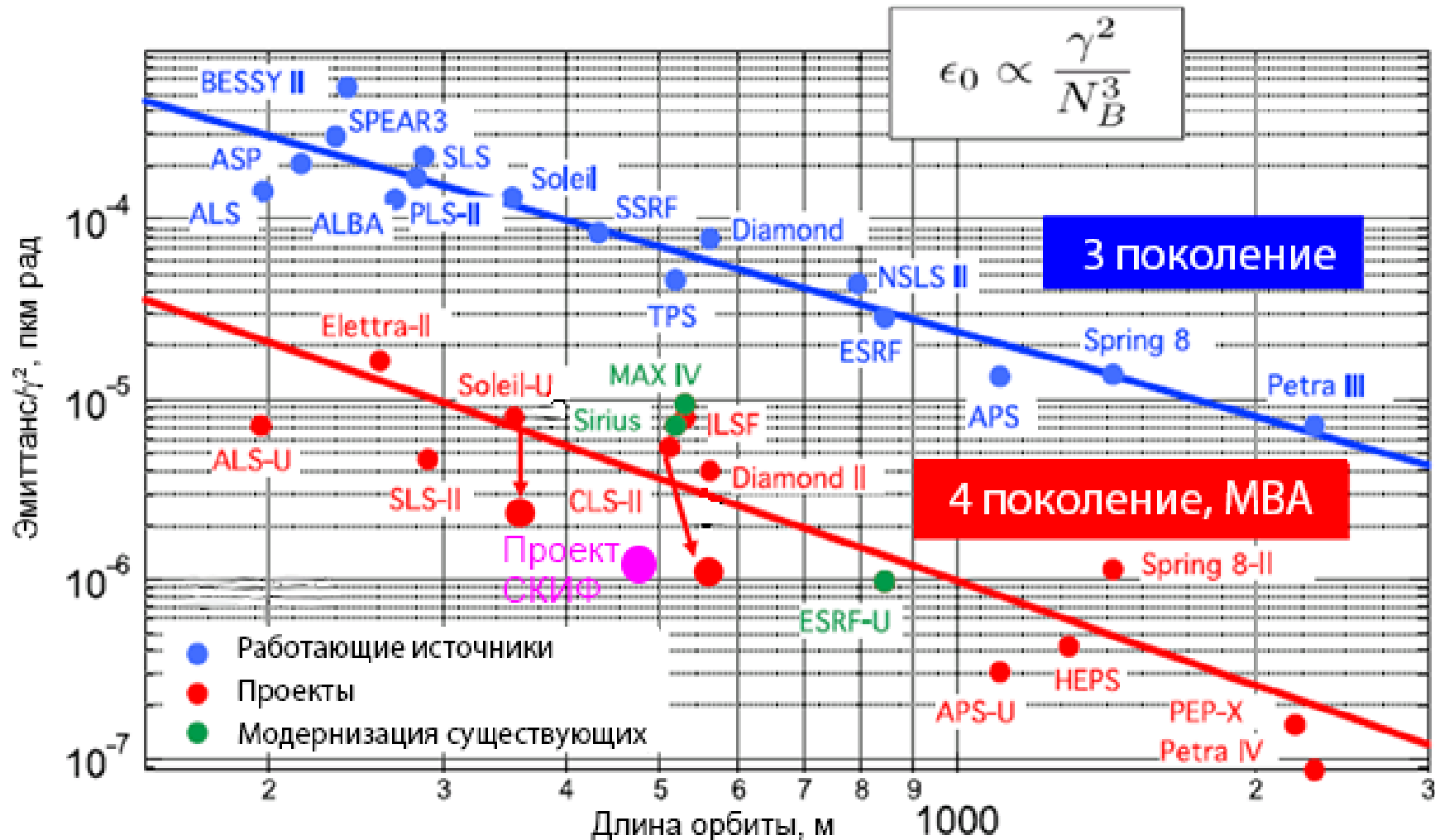
	Среднемасштабный вариант	Large scale project
Энергия	3 ГэВ	5 – 6 ГэВ
Периметр	300 – 500 м	1 – 1.5 км
Горизонтальный равновесный периметр	300 – 600 пкм·рад	80 – 160 пкм·рад
Примерная стоимость реализации	20– 40 млрд. руб.	80 - 150 млрд. руб
Примеры	MAX-IV	ESRF-II, APS-U, SPring-8-U, HEPS

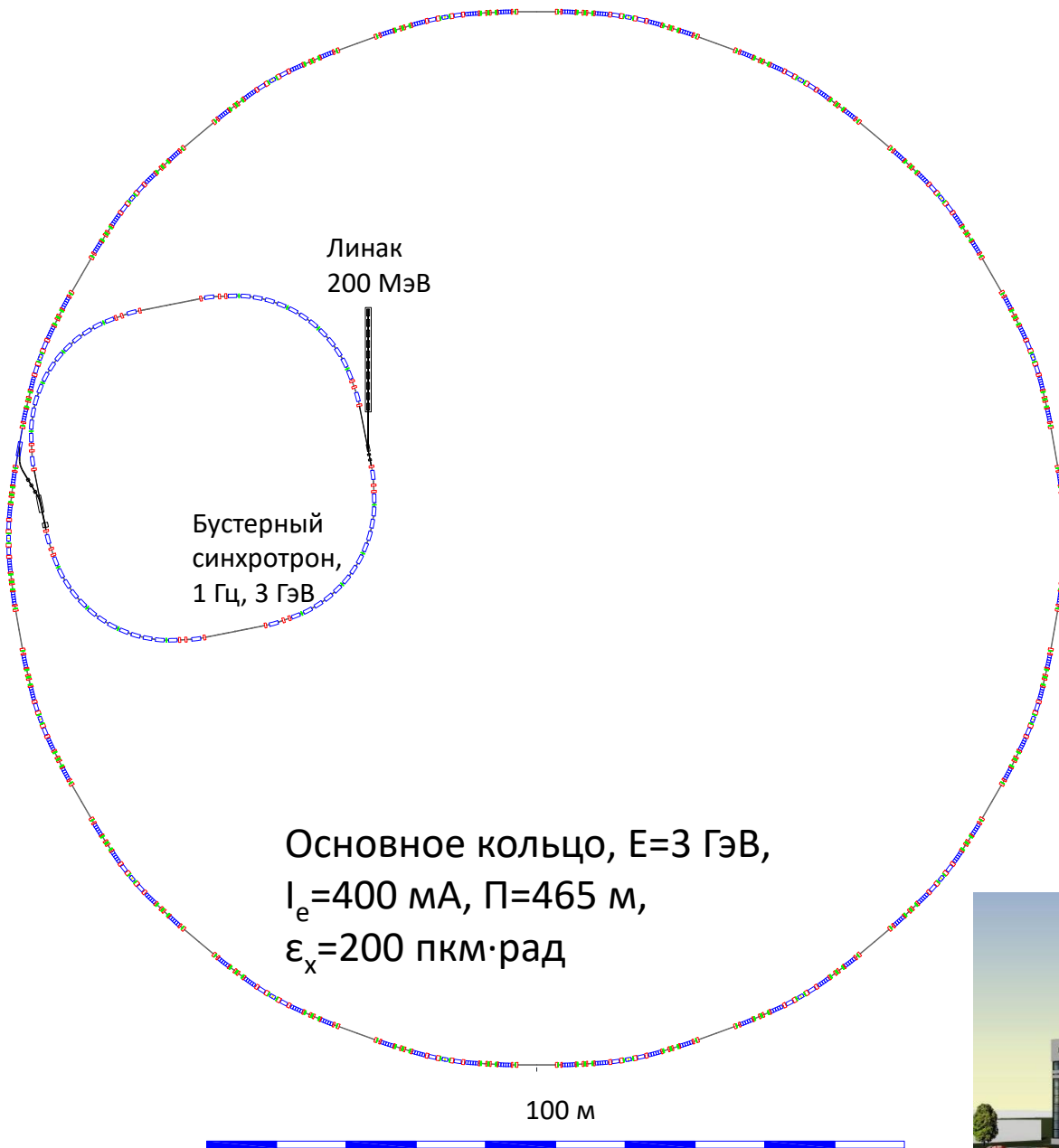


Стратегия создания проекта

Единая государственная программа развития источников СИ в России

1. Сибирский источник СИ (3 ГэВ, 470 м)
 2. Источник СИ четвертого поколения (Курчатовский институт, г. Протвино (?), 6 ГэВ, 1.3 км)
 3. Дальневосточный источник СИ (г. Владивосток, о. Русский (?))
- Разработка оптимальной и масштабируемой магнитной структуры (ячейки)
 - Унификация основных магнитных элементов (квадрупольных и секступольных линз, корректоров)
 - Единый подход для конструирования и производства отличающихся элементов (дипольные магниты, дипольные вакуумные камеры, гирдеры)
 - Единообразии ключевых систем (ВЧ, система питания, диагностика и управление, вакуумная система, устройства генерации СИ, каналы вывода СИ и др.)
 - Отработка ключевых технологий проектирования и производства на изделиях для Сибирского источника СИ, прототипирование ключевых элементов

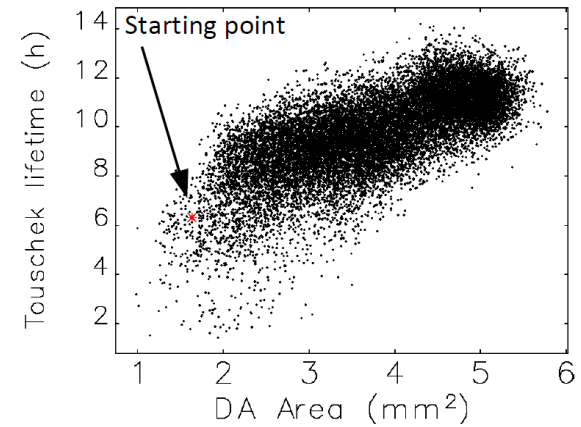
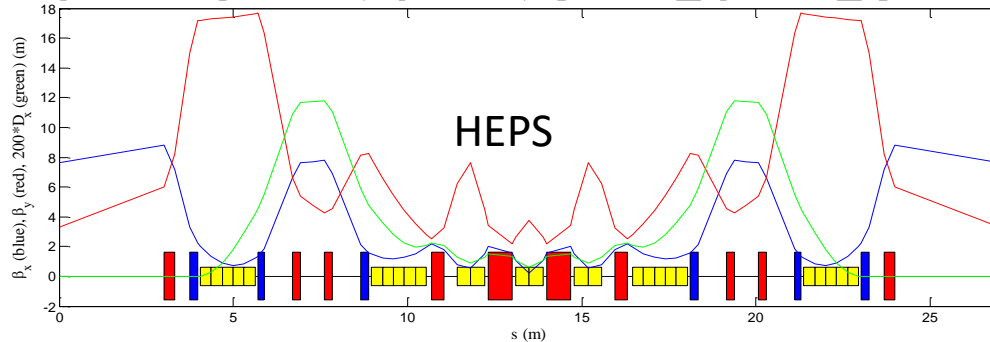
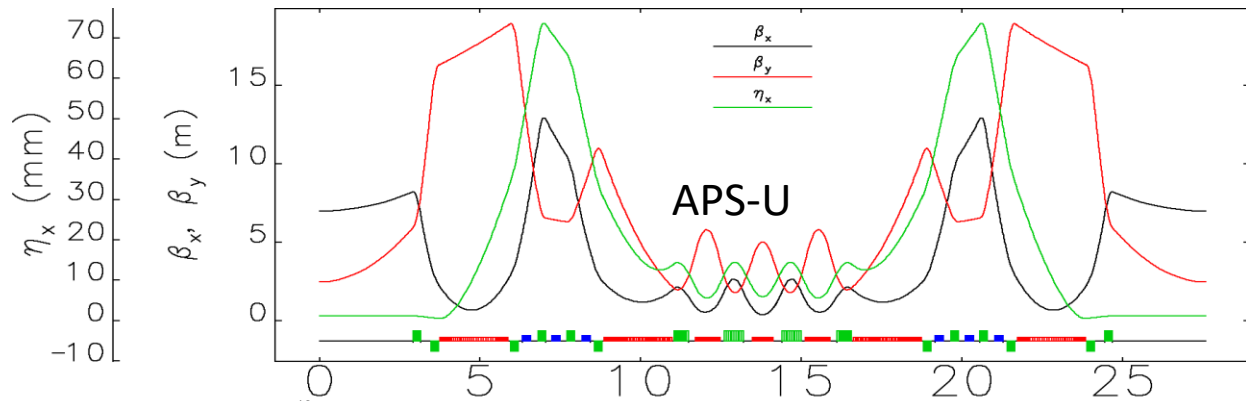
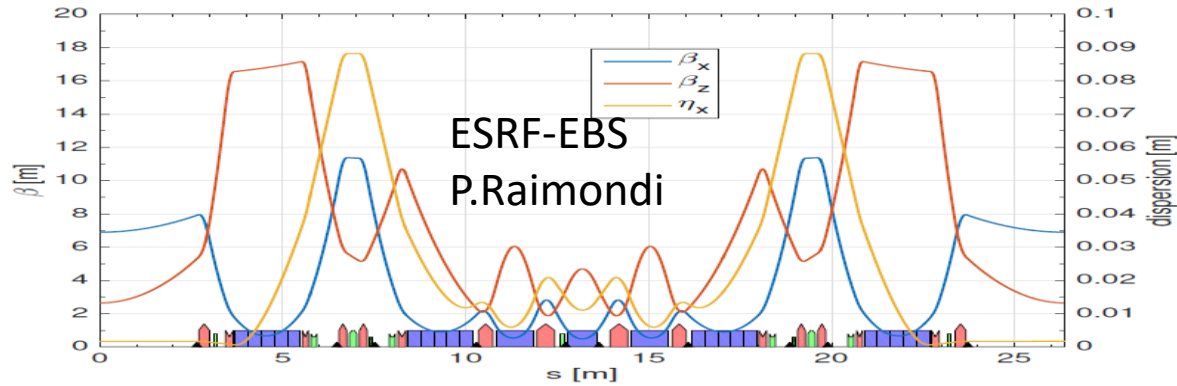




Энергия	3 ГэВ
Ток в пучке	До 400 мА (1.5 мА в каждой сгустке)
Магнитная структура	Гибридный мультибенд-ахромат (7 магнитов в ячейке)
Эмиттанс пучка	200 пкм рад
Тип инъекции	На полной энергии
Длина орбиты	~ 470 м
Генераторы СИ	15 вигглеров или ондуляторов
ВЧ	180 МГц

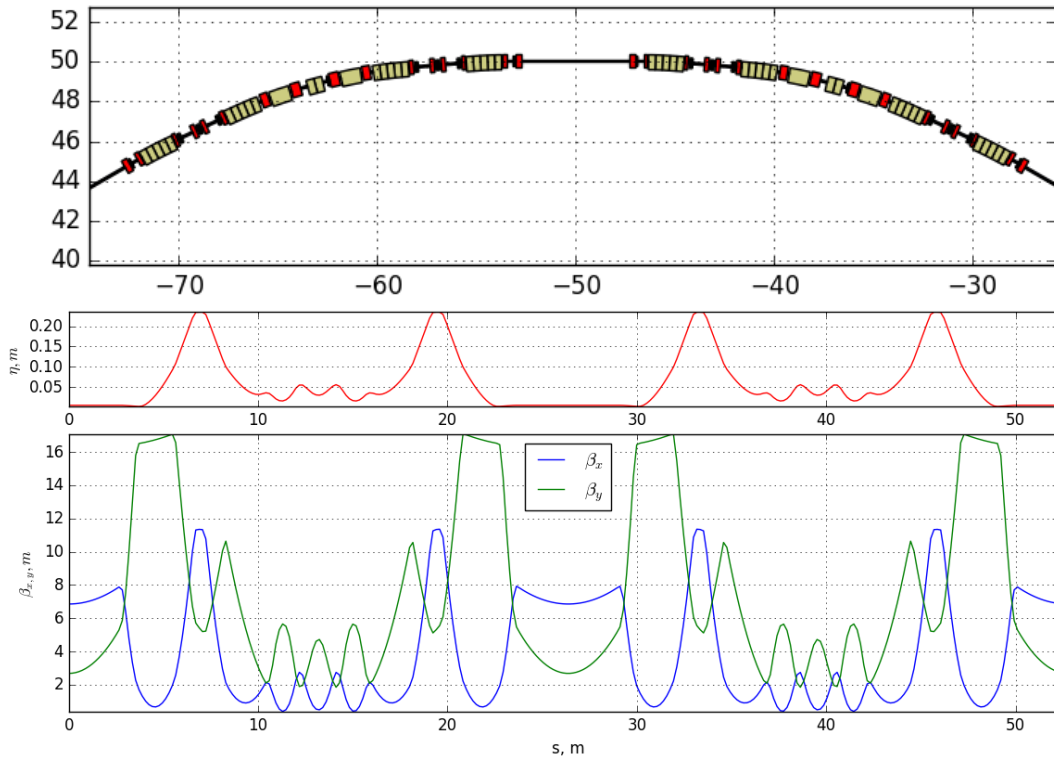


Перспективная ячейка, диполи с продольной вариацией поля



Многоцелевой генетический алгоритм оптимизации позволил существенно улучшить структуру ESRF-II. M. Borland, et al. J. Synch. Rad 21, 912-936 (2014).

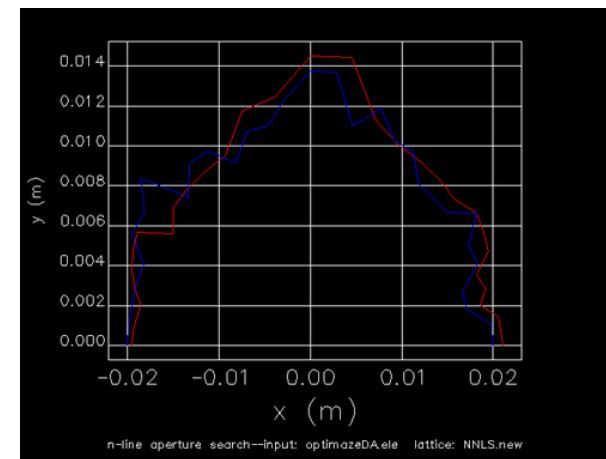
Предлагаемая ячейка источника на основе ячейки для ESRF-EBS



Π	369 m
E	3 GeV
ϵ_x	398.3 $\mu\text{m rad}$
v_x / v_y	33.37114 / 11.92145
(dv_x / dv_y)	-63.45 / -34.83
$\frac{dp}{p}$	
C_x / C_y	+0.7 / +0.7
$J_x / J_y / J_s$	1.512 / 1 / 1.478
$\delta p / p$	$7.1716 \cdot 10^{-4}$
$\tau_x / \tau_y / \tau_s$	13.1 / 19.7 / 13.2 ms
U_0	0.379 MeV
N_{sp}	14

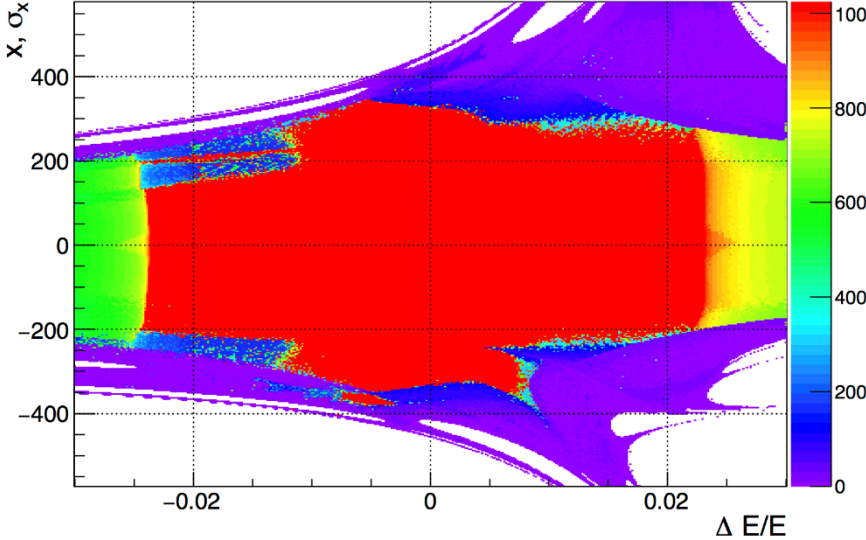
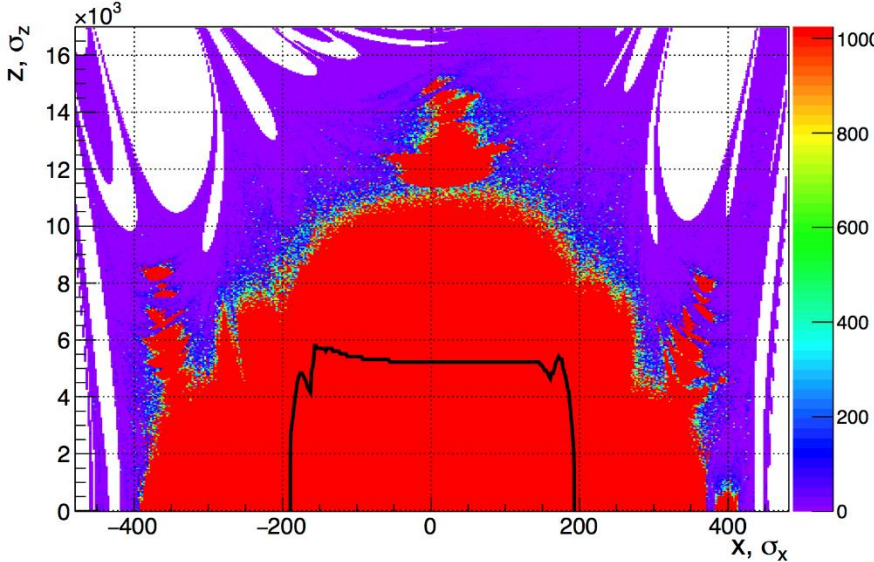
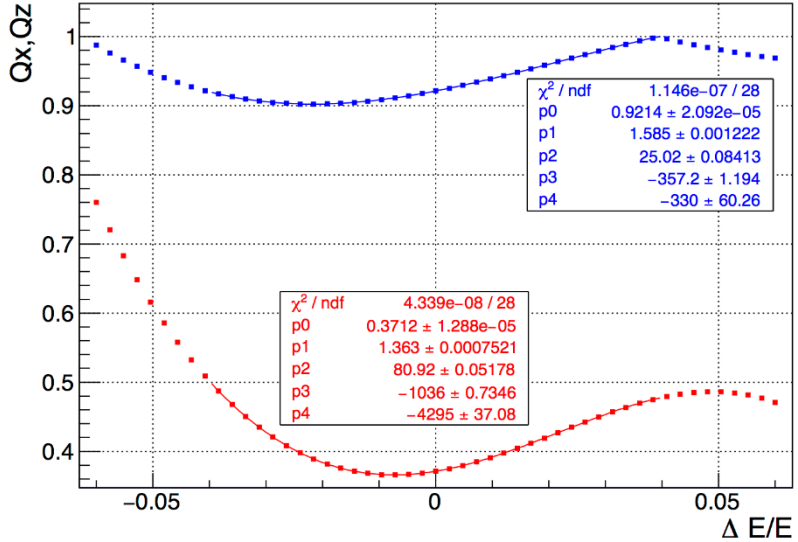
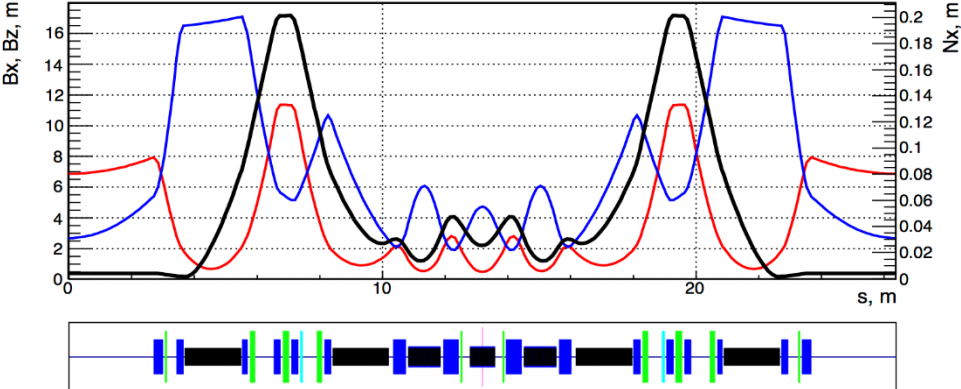
Дополнительная оптимизация

- Увеличение жесткости основных магнитов
- Упрощение конструкции основных магнитов (отказ от продольной вариации поля)
- Оптимизация основных параметров с учетом IBS



n-line aperture search--input: optimazeDA.ele lattice: NNLS.new

Динамическая апертура и акцептанс



Магнитные элементы основного кольца

Тип элемента	Количество семейства	Основные параметры	Вид
Магниты с вариацией поля	72 2	$L=1.56 \text{ м}$ $B_{\text{max}}=0.55 \text{ Тл}$	
Диполь – квадруполь	54 2	$L=1.03 \text{ м}$ $G=18 \text{ Тл/м}$ $B=0.5 \text{ Тл}$	
Квадрупольи длинные	72 2	$L=0.484 \text{ м}$ $G=44.65 \text{ Тл/м}$	
Квадрупольи	180 5	$L=0.212 \text{ м}$ $G=22 \text{ Тл/м}$	
Секступольи	169 4	$L=0.083 \text{ м}$ $G_2=890 \text{ Тл/м}^2$	
Октупольи	36 1	$L=0.05 \text{ м}$ $G_3=40000 \text{ Тл/м}^3$	
Корректоры	96	$L=0.1 \text{ м}$ $B_{\text{max}}=0.1 \text{ Тл}$	

ВЧ система. 350 или 180 МГц ?

В настоящий момент принято решение по рабочей частоте 180 МГц для ослабления эффектов внутривидеочувствительного рассеяния и уменьшения времени жизни за счет естественного удлинения сгустка.

Предполагается использовать две пары резонаторов с общей нагрузкой для подавления высших мод.

Детальный анализ запланирован на стадии концептуального проектирования.

Параметр		Значение	Размерность
Энергия электронов	E	3	ГэВ
Номинальный/максимальный ток пучка	I_b	400/400	мА
Потери на СИ в дипольных магнитах	U_{dipole}	0.3	МэВ/об.
Максимальные потери на СИ во вставных устройствах	U_{ID}	0.623	МэВ/об.
Полные максимальные потери на СИ	U_{max}	0.923	МэВ/об.
Коэффициент уплотнения орбит	α	4.37E-4	
Частота ВЧ системы	f_{rf}	180	МГц
Кратность ВЧ	h	550	
Номинальное/максимальное ускоряющее ВЧ напряжение	V_{rf}	2.0/2.0	МВ
Синхротронная частота (для $V_{rf max}$)	f_s	2.323	кГц
Контроль высших мод		Сильное подавление высших мод	
Число резонаторов	N_{cav}	4	



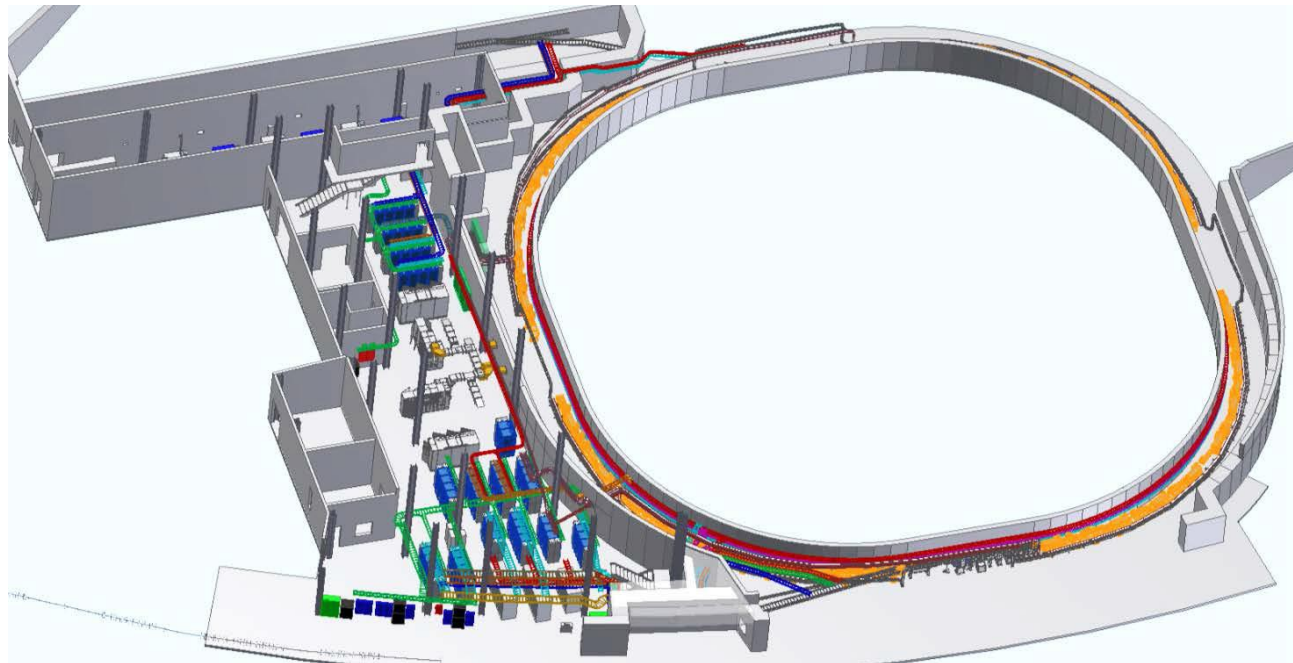
Бустерный синхротрон

Table 4.1. General Booster Specifications

Circumference	158.4 m
Super-Periodicity	4
Operating time per year	6000 hr
Unscheduled Downtime	0.4% (24 hr per year)
Repetition rate	1 Hz (2 Hz)
RF frequency	499.68 MHz \pm 10kHz
RF voltage	200V - 1.2 MV
RF Amplitude and phase jitter at 1.2 MV	\pm 1% and \pm 1 $^\circ$
Max RF power	72 kW

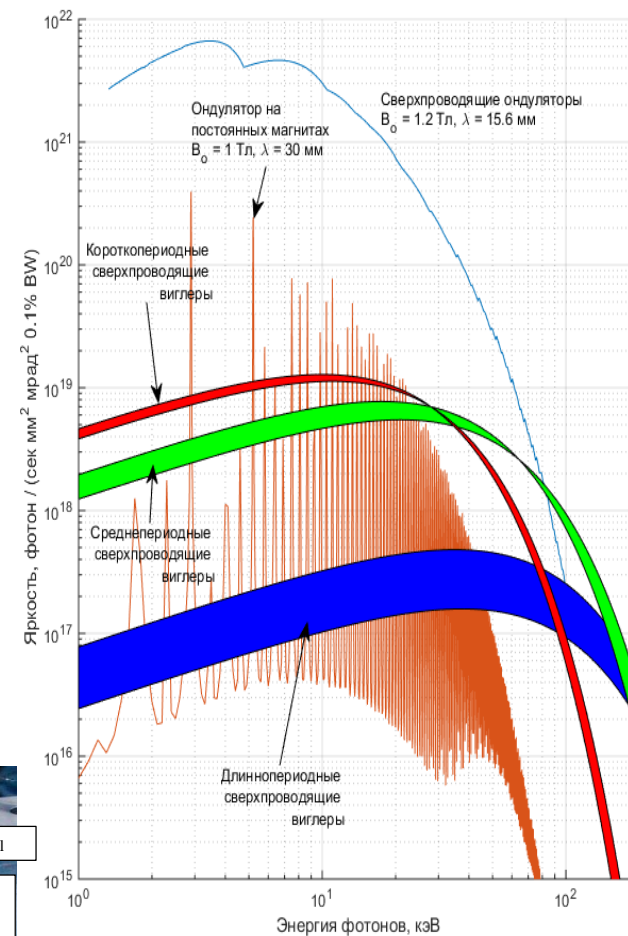


NSLS-II Buster



Устройства генерации излучений

Тип устройства	Поле, Тл	Период, мм	Количество периодов	Особенности
Вигглер длиннопериодный	7.5 – 7.0	200 – 140	15 – 20	Непрерывный спектр
Вигглер среднепериодный	4.2 – 3.5	60 – 48	50 – 60	Непрерывный спектр
Вигглер короткопериодный	2.2 – 2.0	34 – 30	80 – 100	Непрерывный спектр
Сверхпроводящий ондулятор	1.2	15.6	200	Дискретный спектр
Ондулятор на постоянных магнитах	1	30	100	Механическая перестройка спектра
Вакуумный ондулятор	1.5	20	150	Малый магнитный зазор (до 4 мм)
Apple-II ондулятор	0.8	30	100	Переключаемая поляризация (линейная-циркулярная)



Сверхпроводящий 72-полюсный вигглер с полем 3Т для источника СИ ANKA в Карлсруэ

Прототип ондулятора для XFEL, 2014



АРХИГРАД

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Учебно-научный центр

Ситуационная схема к пояснительной записке "Программа перспективного развития НИЦ - первый этап"



ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА И СЕРВИСНЫЕ ЗАДАЧИ

№ п/п	НАЗНАЧЕНИЕ	Площадь
1	Зеленые зоны	2,22
2	Область санитарной охраны на 120 м	3,0
3	Зеленый пояс на 200 м	1,2
4	Зеленый пояс на 100 м	1,8
5	Область санитарной охраны на 50 м	1,5
6	Секторный санитарный пояс	0,26
7	Зона санитарной охраны	0,7

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА И СЕРВИСНЫЕ ЗАДАЧИ

№ п/п	НАЗНАЧЕНИЕ	Площадь
8	Секторный санитарный пояс	0,26
9	Зона санитарной охраны	11,07
10	Зеленый пояс на 200 м	11,07
11	Секторный санитарный пояс	0,46

№	Назначение территории	Средняя нагрузка				Итого
		I	II	III	IV	
1	Зеленые зоны	2000	4000	3000	1000	10700
2	Область санитарной охраны на 120 м	400	1100	700	400	2600
3	Зеленый пояс на 200 м	700	1400	1000	300	2400



№	Назначение территории	V категория			VI категория			VII категория			Итого		
		Зеленые зоны	Секторный пояс	Зона санитарной охраны	Зеленые зоны	Секторный пояс	Зона санитарной охраны	Зеленые зоны	Секторный пояс	Зона санитарной охраны			
1	Зеленые зоны (общая)	1,00	0,27	3,01	0,30	0,17	7,31	0,32	10,00	1,00	10,00	0,00	40,00
2	Область санитарной охраны (общая)	440,00	170,00	321,20	387,00	140,00	317,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	100,00
3	Зеленый пояс (общая)	0,96	2,02	7,06	23,70	1,70	20,40	0,26	7,70	10,00	13,30	3,00	27,40

Станции первой очереди

- Станция сканирующего микроанализа;
- Станция структурной диагностики;
- Станция исследования быстропротекающих процессов;
- Станция XAFS-спектроскопии и магнитного дихроизма;
- Станция рентгеновской фазоконтрастной микроскопии и микротомографии;
- Станция мягкой рентгеновской спектроскопии и рефлектометрии.

Новый источник синхротронного излучения для Сибирского региона

Основные параметры

Параметр	Величина
Энергия	3 ГэВ
Количество станций	30
Периметр источника	470 метров

Для кого

Более 50 научных организаций СО РАН, УрО РАН, ДВО РАН

Более 10 ВУЗов

Промышленность: Химическая, энергетика, машиностроение и металлообработка, микробиологическая...

Кто

Рабочих мест: 300 (100 – нс)

Пользователи (в год) Более 10000

Этапы и стоимость

Этапы	Сроки	Стоимость
1-я очередь	7 лет	30 млрд. руб.
2-я очередь	5 лет	2 млрд. руб. ежегодно

Организации-пользователи

ИК СО РАН, ИГМ СО РАН, ИГил СО РАН, ИНХ СО РАН, ИХТТМ СО РАН и другие – **более 50 организаций**

ВУЗы: НГУ, НГТУ, ТПУ, АГУ, КФГУ – **более 10 ВУЗов**

Мощный импульс для развития промышленной и научной инфраструктуры региона

+ новые материалы: Na_2He (>100 ГПа), наноалмазы, катализаторы, механокомпозиты

+ новые свойства: высокотемпературная (200 К) сверхпроводимость в H_2S при 150 ГПа

+ новые лекарства: Витридинол, целевая доставка

+ новые технологии: синтез и диагностика нано- и гибридных материалов, молекулярно-биологические процессы, модифицированные поверхности

+ энергетика будущего: комплексные исследования материалов термоядерных реакторов

+ импортозамещение, отсутствие аналогов в России и многое-многое другое...