

Г. Н. Баранов,^{1,2,3} П. А. Дергач,^{4,5} К. Ю. Карюкина,^{1,2} Е. Б. Левичев^{1,2,3}
e-mail: K.Yu.Karyukina@inp.nsk.su

Введение

Приведены результаты исследования сейсмической обстановки в районе строительной площадки ЦКП «СКИФ», определены основные источники сейсмического фона и на основе полученных данных оценены параметры системы обратной связи, позволяющей динамически корректировать положение пучка электронов в точках излучения, купируя негативное влияние сейсмических воздействий на эффективность работы источника СИ.

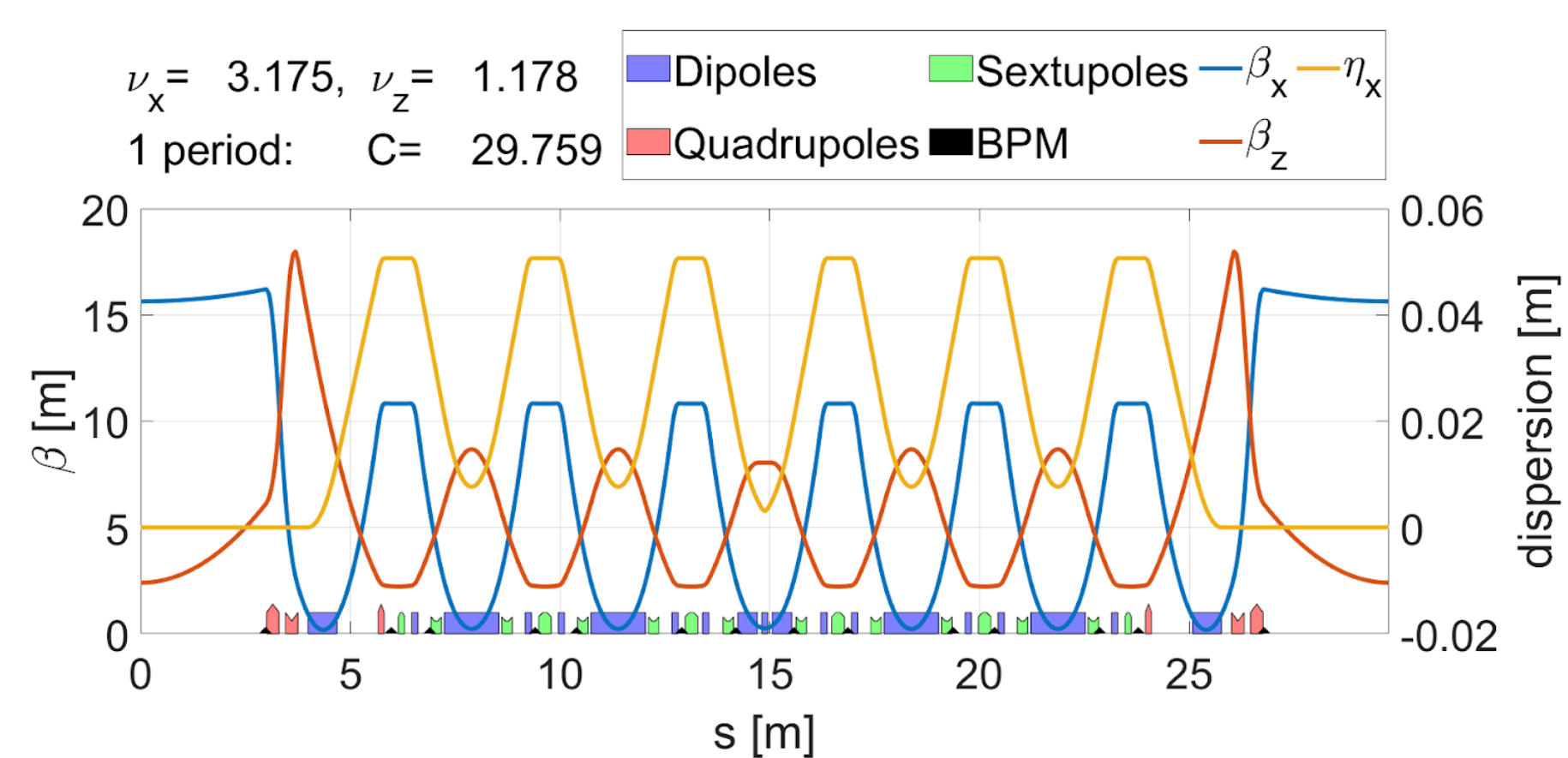


Рис. № 1. Оптические функции суперпериода накопителя

Задача

Предполагая связь
горизонтального и вертикального
эммиттанса: $\epsilon_y/\epsilon_x = 10\%$

Стандартное требование на
стабильность: $\Delta\sigma = 0.1 \times \sigma \rightarrow$

$$\Delta\sigma_x < 3.37 \mu\text{m}$$

$$\Delta\sigma_y < 0.42 \mu\text{m}$$

Таблица 1. Пространственные и угловые
размеры пучка в точках вывода излучения

Место вывода излучения	x (μm)	x' (μrad)	y (μm)	y' (μrad)
Вставное устройство	33.7	2.2	4.2	1.7
Диполи	5.7	22.8	7.7	1

Система обратной связи должна обеспечить стабильность пучка в этом месте с точностью лучше 0.4 μm для «неконтролируемых» источников сейсмических вибраций поверхности строительной площадки ЦКП «СКИФ». Подразумевается, что шум «контролируемых» источников внутри здания СКИФ (насосов, трансформаторов, систем вентиляции и кондиционирования, транспортных устройств и т.п.) может быть минимизирован применением виброподавляющих решений в конструкции и крепеже.

Изучение сейсмических колебаний на площадке

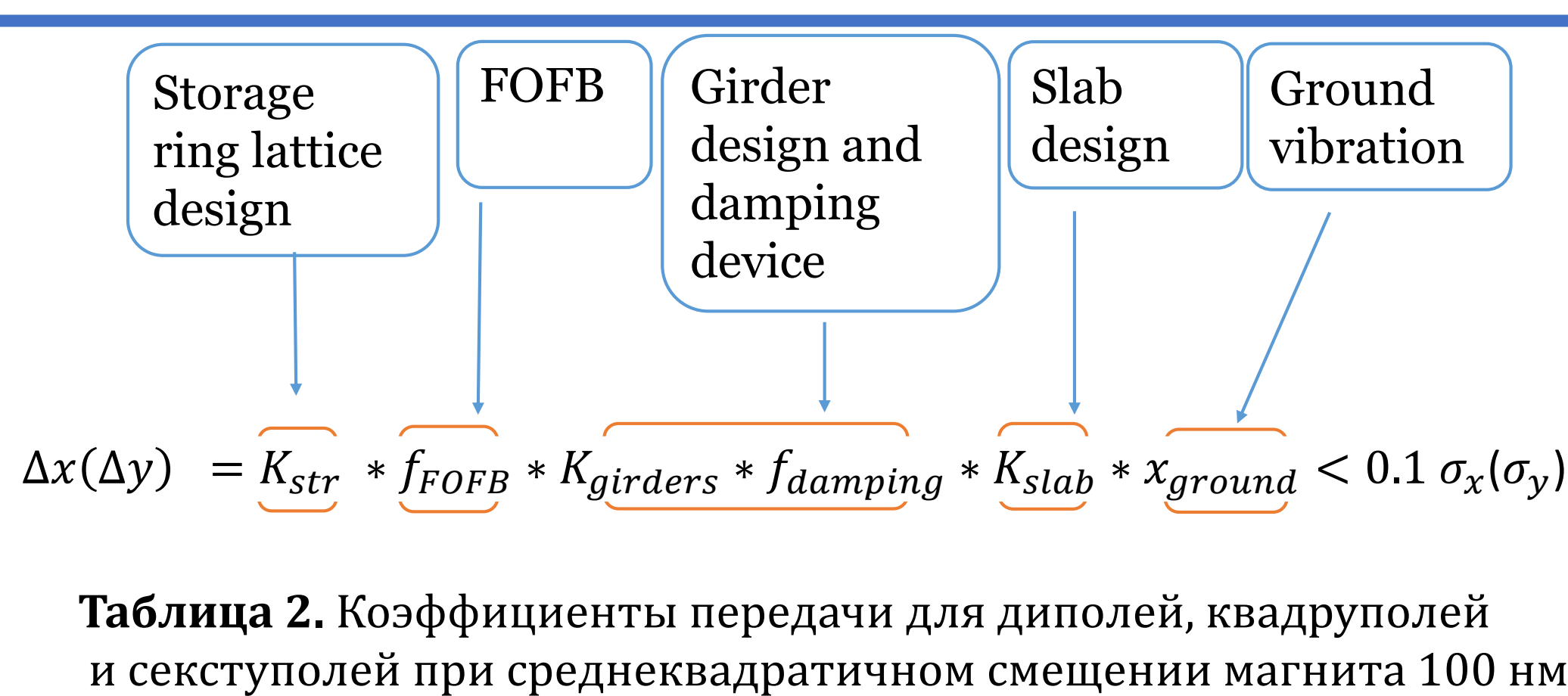


Таблица 2. Коэффициенты передачи для диполей, квадруполей и секступолей при среднеквадратичном смещении магнита 100 нм

	M _{dip}	M _{quad}	M _{sext}	M _Σ
x	12	113	4.2×10 ⁻⁴	113
y	28	45	2.2×10 ⁻⁴	55

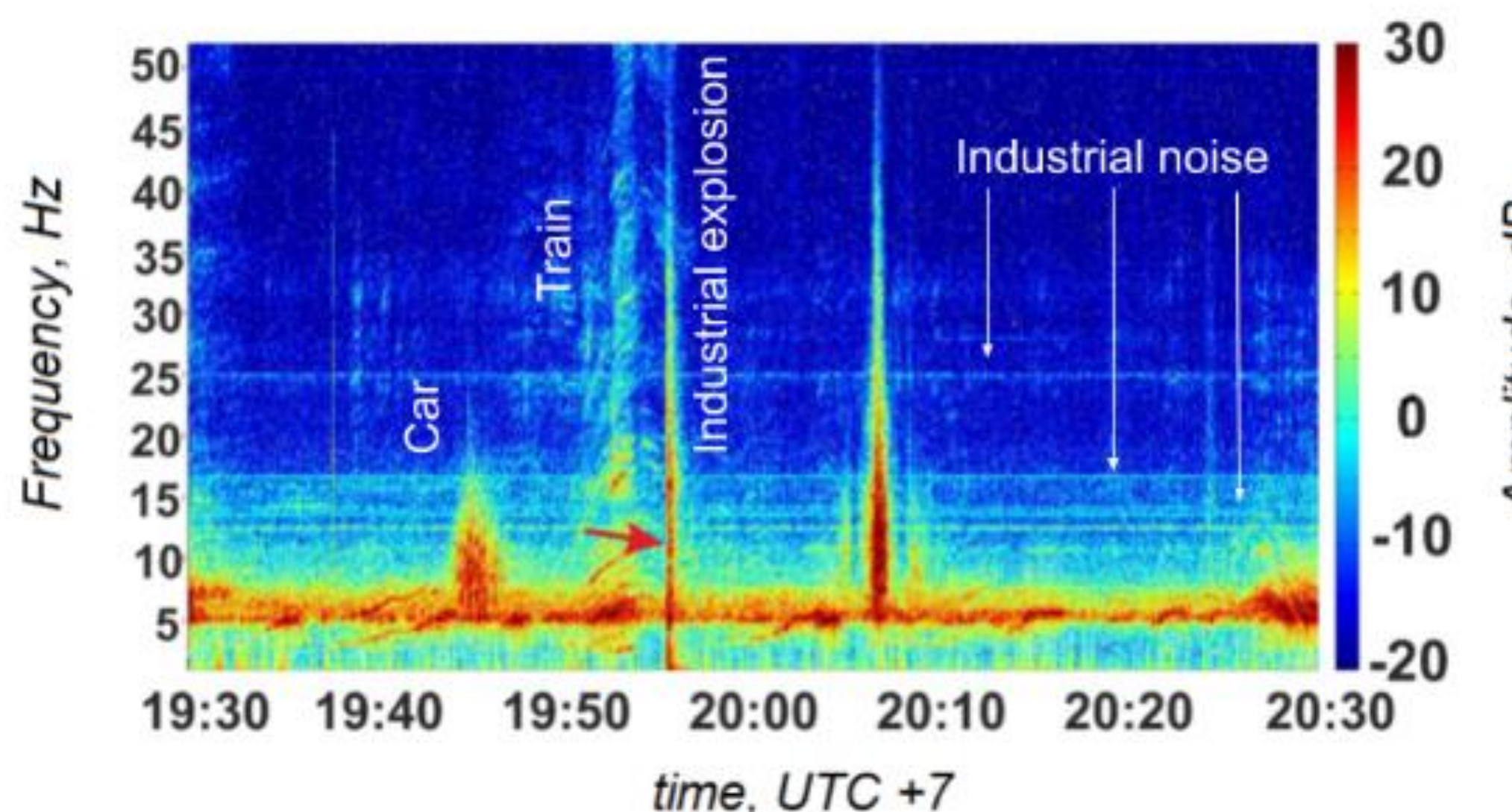


Рис. № 2. Спектрограмма различных сейсмических событий, наблюдавшихся на площадке ЦКП «СКИФ».

Таблица 3. Классификация сейсмических
значимых событий на площадке ЦКП «СКИФ»

	Кол-во в сутки	f, Гц	t, с	PGD, мкм	RMS, нм
Землетрясения	0.3	5–20	15–200	3–9	500
Промышленные взрывы	1.6	5–20	15–25	1–3	500
Ж/д транспорт	100	3–8	200	1–3	100–300
Автотранспорт	2500	5–30	10–30	≤1	60–200
Промышленный сегмент	-	20–50	-	-	-
Шум (день/ночь)	-	2–100	-	0.15/0.02	35/5

Моделирование влияния вибраций на орбиту пучка.

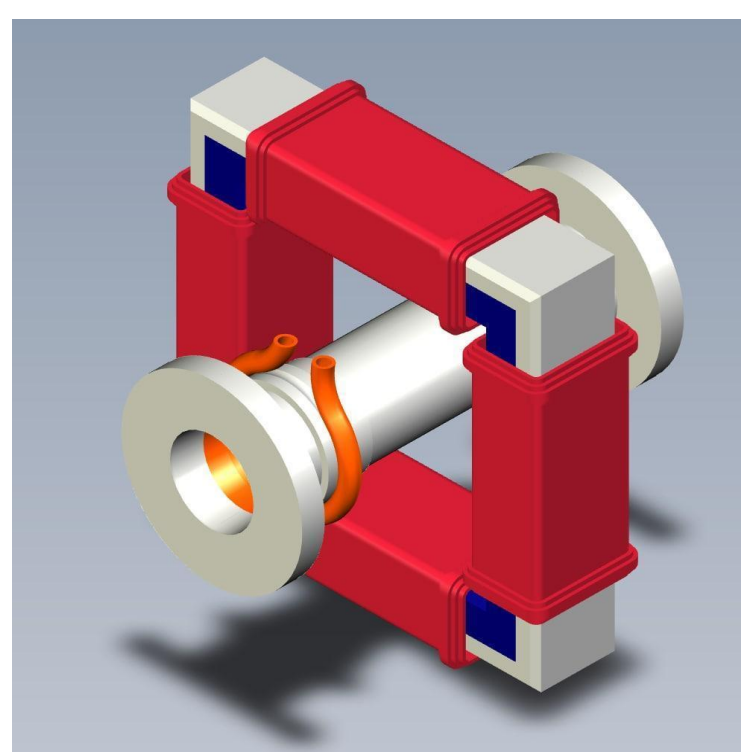
Таблица 4. Среднеквадратичные отклонения
орбиты по результатам моделирования.

	Спец.	Вариант смещения		
		Нез.	Бал.	Суп.
x, μm	3.4	11.3	10.3	0.235
x', μrad	0.22	0.7	0.59	0.016
y, μm	0.4	5.5	1.74	0.288
y', μrad	0.17	2.3	0.74	0.127

Заданы ошибки выставки по распределению Гаусса с $\sigma = 100 \text{ nm}$ по всем трем координатам. Гаусс обрезан на 3σ .

Таблица 5. Требования на быстрый корректор «СКИФ».

Число корректоров	48
Максимальное поле	±10 Гс
Максимальный ток в обмотке	2.8 А
Эффективная длина	10 см
Габаритная длина с обмотками	12 см
Максимальная частота обработки	1000 Гц



- Все быстрые магнитные корректоры горизонтальные и вертикальные
- 3 быстрых корректора на суперпериод
- Коррекция происходит по двум пикапам вблизи мест постановки вставных устройств

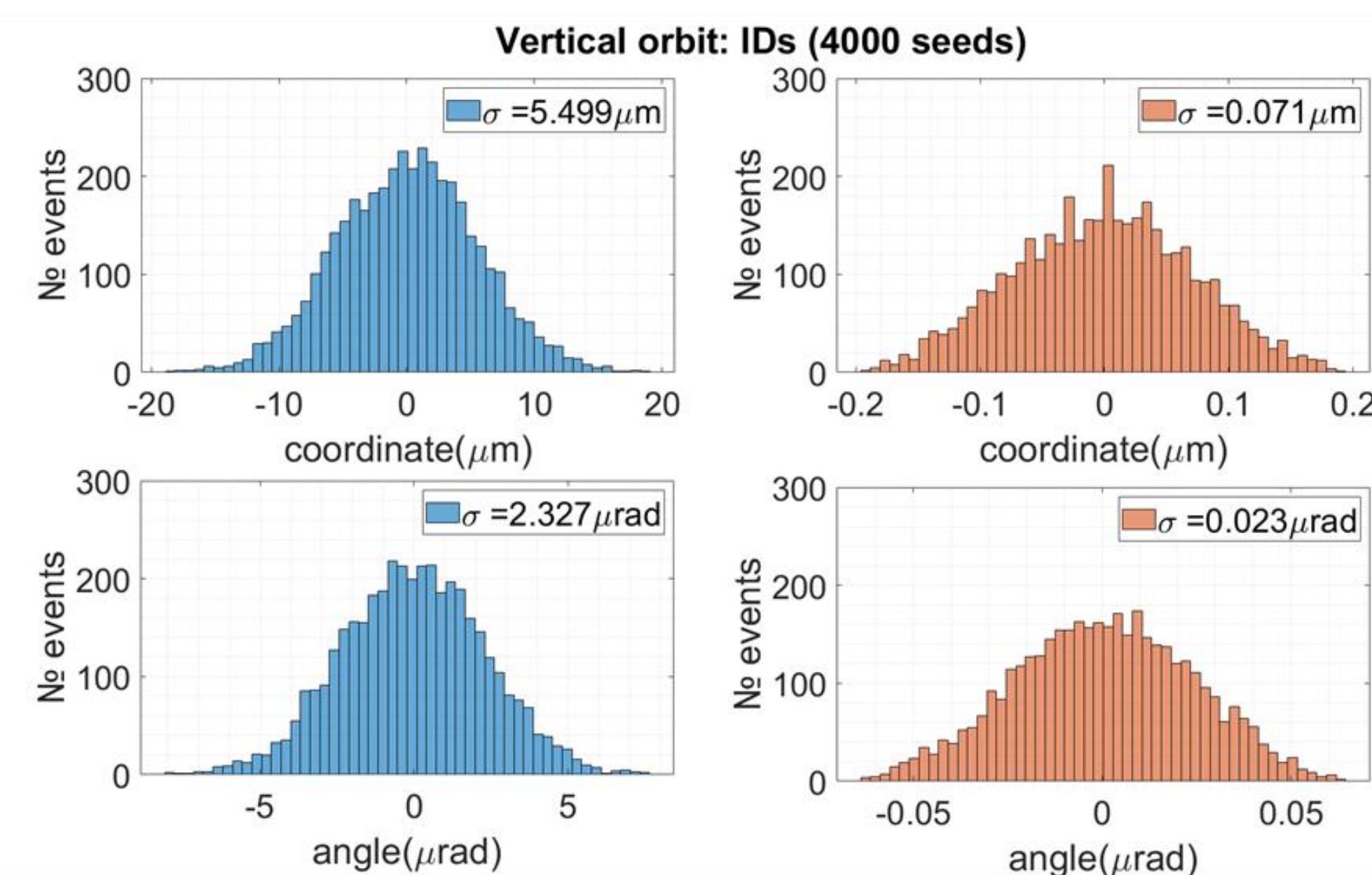


Рис. № 3. Результаты моделирования искажения орбиты до коррекции (левый ряд) и после коррекции (4000 событий).

Заключение

Проведен анализ влияния сейсмических вибраций по данным измерений двумя независимыми организациями на площадке ЦКП «СКИФ». Численное моделирование показало, что измеренный уровень сейсмических вибраций на площадке ускорителя может оказывать существенное влияние на отклонение замкнутой орбиты пучка электронов, превышая требования пользователей СИ на стабильность пучка. Для поддержания стабильности пучка рассмотрено расположение корректоров системы быстрой обратной связи, оценены их параметры и предложена конструкция магнита.

Благодарности.

Исследование проведено при финансовой поддержке Российского Научного Фонда и Новосибирской области, грант № 22-27-20146.

¹ Центр коллективного пользования «Сибирский кольцевой источник фотонов» Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Кольцово, 630559, Россия,

² Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск, 630090, Россия,

³ Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, 630073, Россия,

⁴ Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, Новосибирск, 630090, Россия,

⁵ Новосибирский государственный университет, Новосибирск, 630090, Россия