

Структура коллайдера НИКА (периметр 202м, 1 место встречи)
Козлов О.С.

1. Основные параметры кольца.

Периметр, м	202.4
Мин/Макс жесткость пучка ($U+92$), $B\rho$, Тл м	15 / 37
Мин/Макс энергия пучка, Ек, ГэВ/н	1 / 3.5
Количество частиц в кольце	$(2\div 5) 10^{10}$
Эмиттанс инж/эксперимент, π мм мрад	5 / 0.7
Светимость, $\text{см}^{-2}\text{с}^{-1}$	10^{27}
Кол-во суперпериодов	1
Кол-во периодов FODO	(22)
Длина периода FODO, м	9.2
Кол-во диполей	28
Кол-во квадруполей	44
Длина диполя/макс индукция, м / Тл	2.5 / 3.8
Длина квадруполя/макс градиент, м / (Тл/м)	0.5 / 28
Кол-во/длина коротких св. промежутков, /м	4 / 9.2
Кол-во/длина длинных промежутков, /м	2 / 27.6
Кол-во low-beta квадруполей	2*2
Длина Low-beta квадр./макс град., м / (Тл/м)	0.5 / 82
Кол-во верт. диполей в кольце	4
Длина верт. диполя/макс индукция, м / Тл	2.5 / 1
$\beta_{x\text{max}}/\beta_{y\text{max}}$ в регулярном периоде, м	20 / 17
$D_{x\text{max}}/D_{y\text{max}}$ в регулярном периоде, м	3.3 / 0.7
Бетатронные частоты Q_x/Q_y	6.8 / 7.2
Хроматичность Q'_x/Q'_y	-12.7 / -14.7
Энергия перехода, $\mu\text{г}$	5.5
Фактор упаковки орбит, α	0.033
β_x/β_y в месте встречи, м	0.5 / 0.5
D_x/D_y в месте встречи, м	0 / 0
$\beta_{x\text{max}}/\beta_{y\text{max}}$ в области встречи, м	60 / 50
Длина места встречи, м	5
Угол пересечения пучков	0
Beam-beam параметр, ξ	0.002

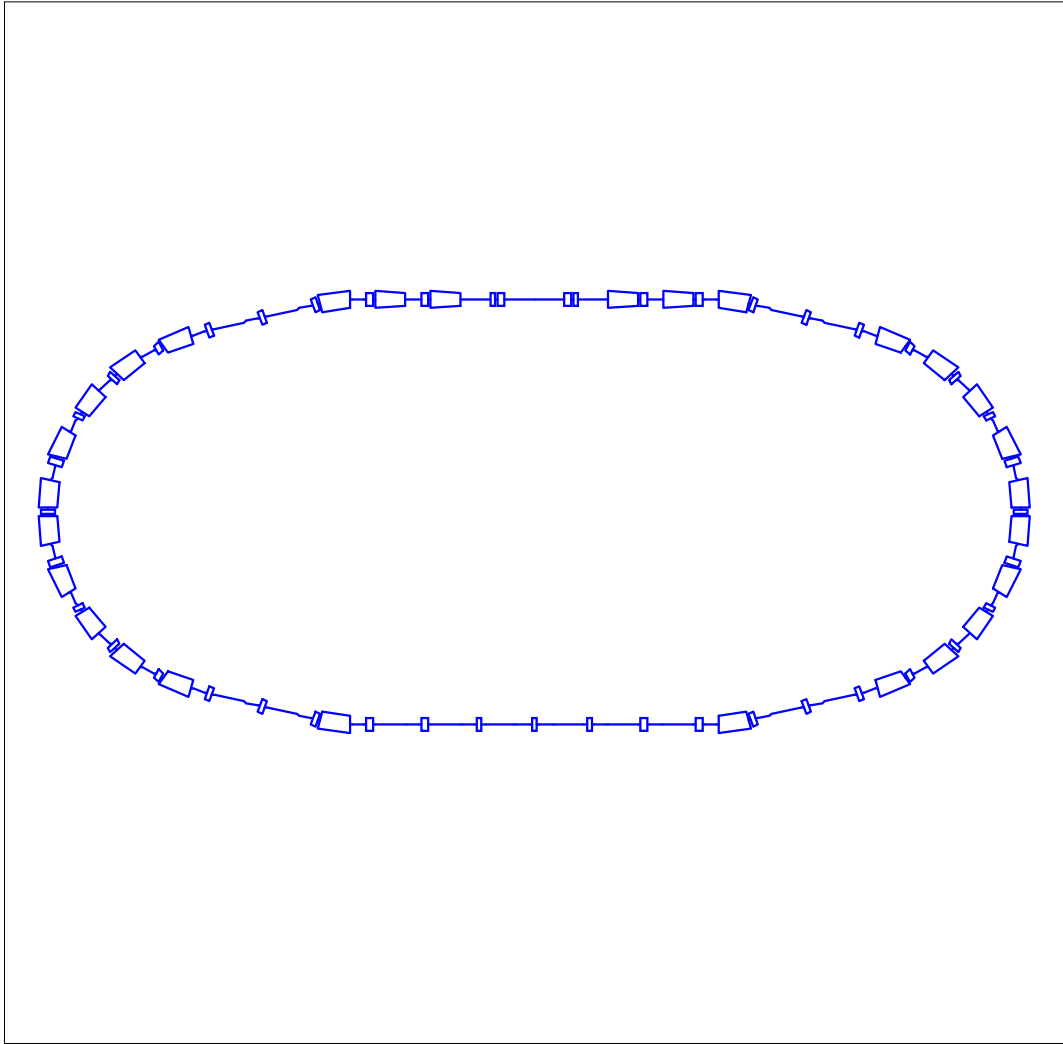


Схема кольца коллайдера НИКА

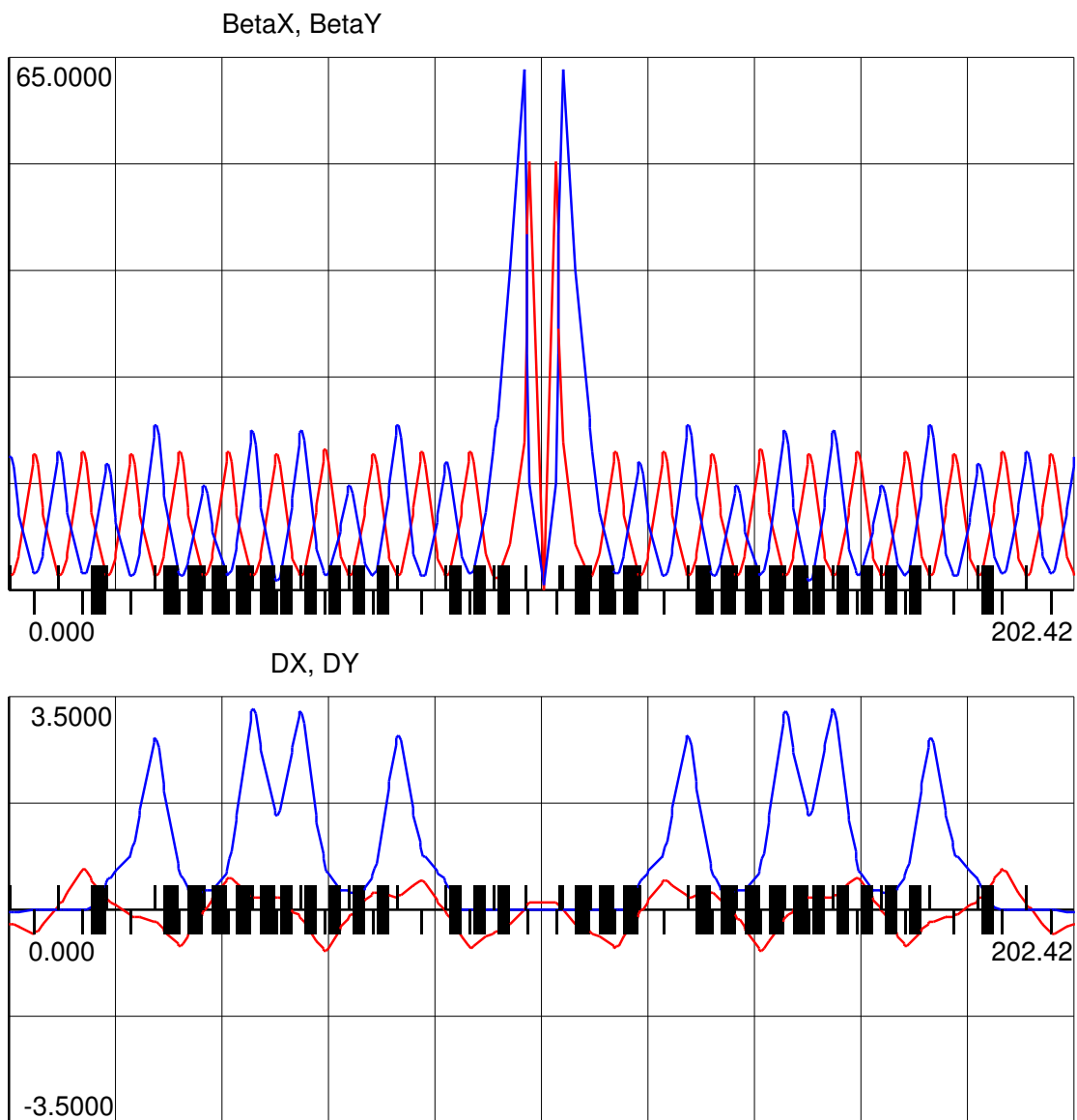


Рисунок 1. Амплитудные и дисперсионные функции кольца

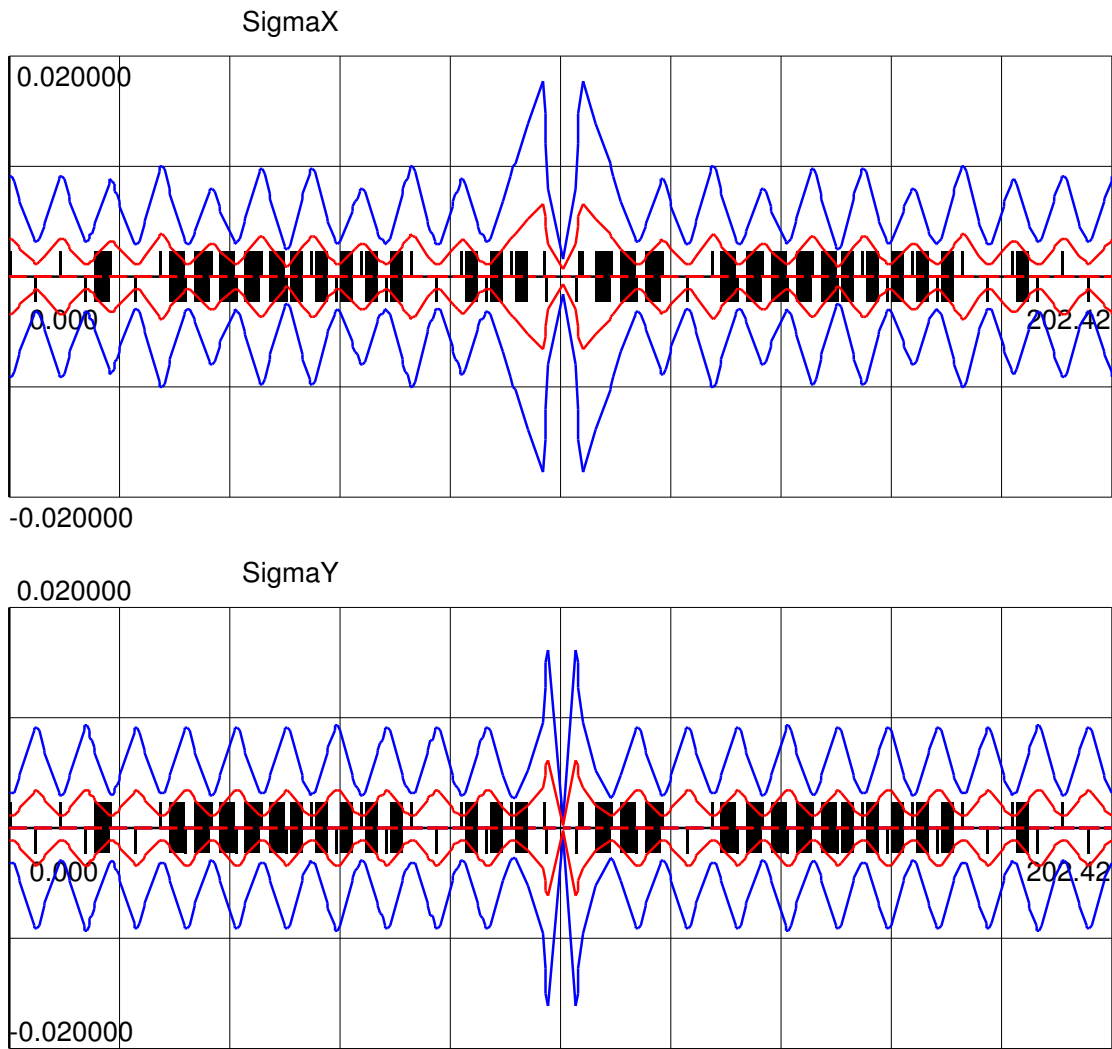


Рисунок 2. Огибающие пучка (1σ) при инжекции ($\epsilon = 5\pi$ мм мрад) и на энергии эксперимента ($\epsilon = 0.7\pi$ мм мрад)

BetaX, BetaY

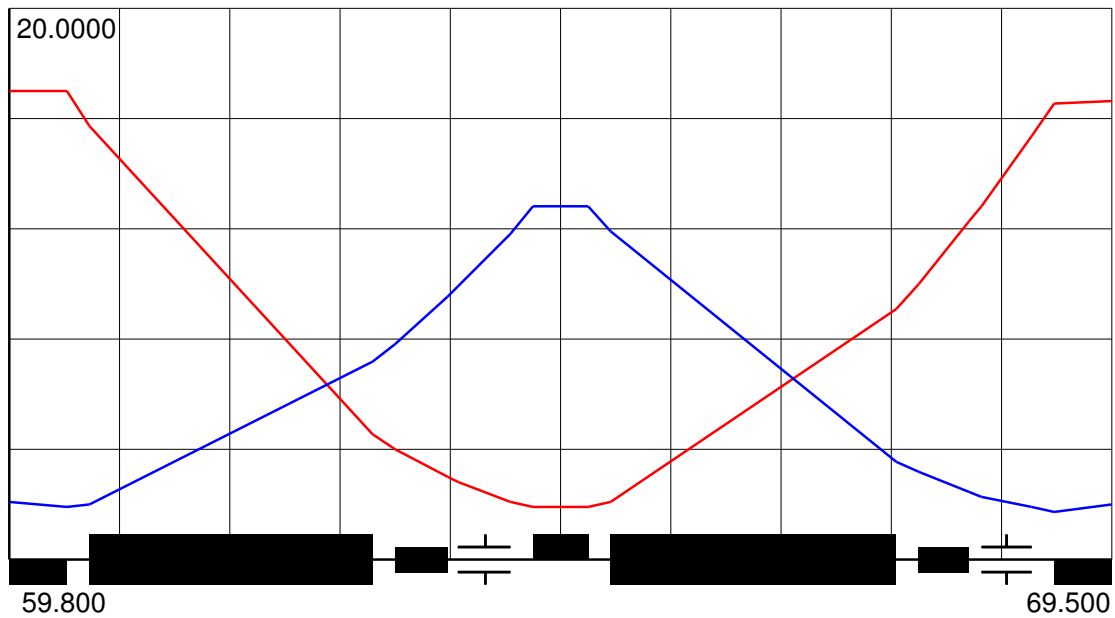


Рисунок 3. Регулярный период DBFB длиной 9.2 м содержит F и D квадрупольные линзы длиной 0.5 м с градиентом до 28 Тл/м, дипольные магниты длиной 2.5 м с магнитным полем до 3.8 Т. Короткие промежутки необходимы для размещения элементов коррекции (мультипольные корректоры, корректоры орбиты) и диагностики пучка (пикап-электроды).

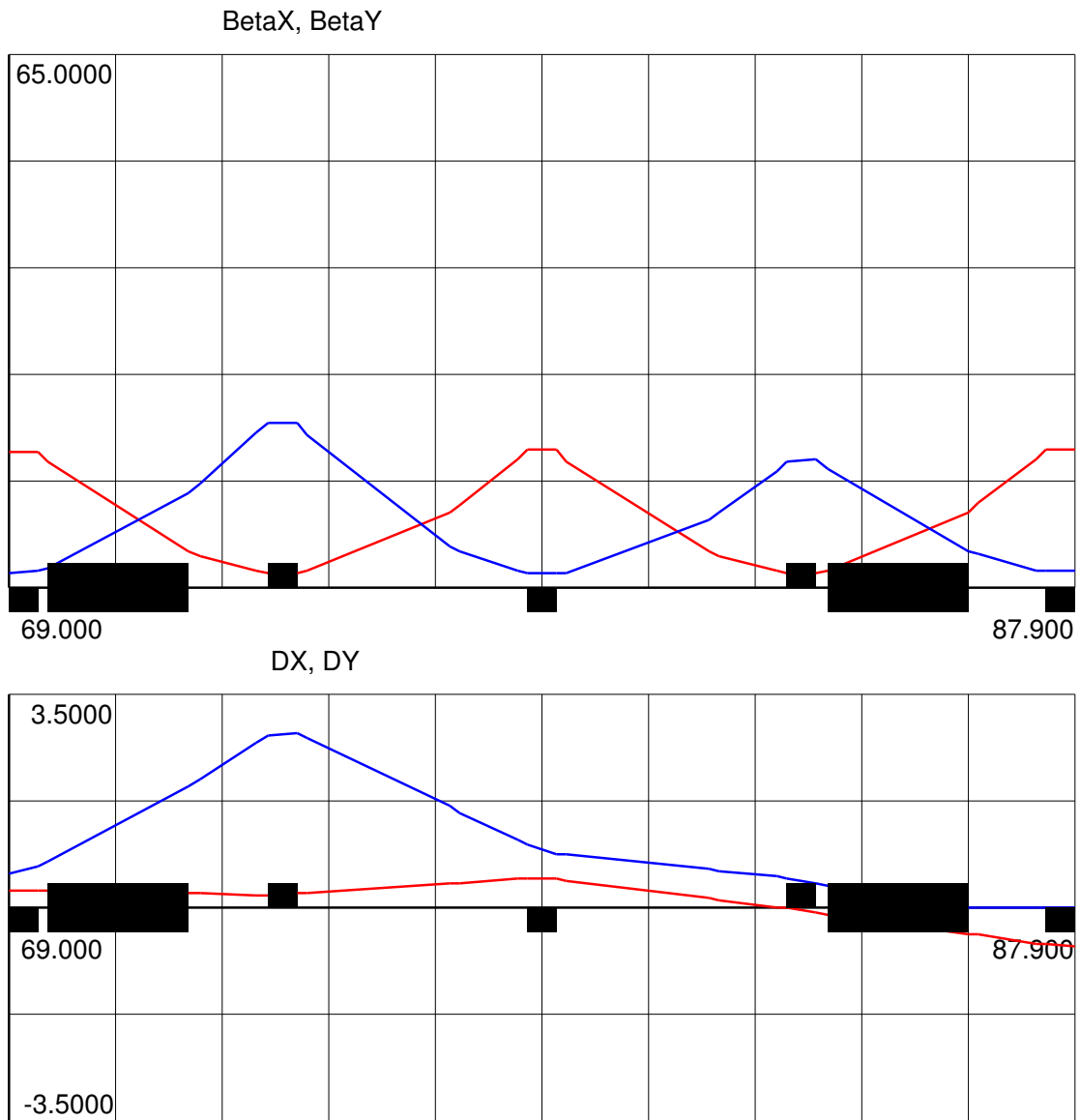


Рисунок 4. Подавление горизонтальной дисперсии в длинных прямолинейных промежутках осуществляется в 2-х соседних с ним периодах DOFO.

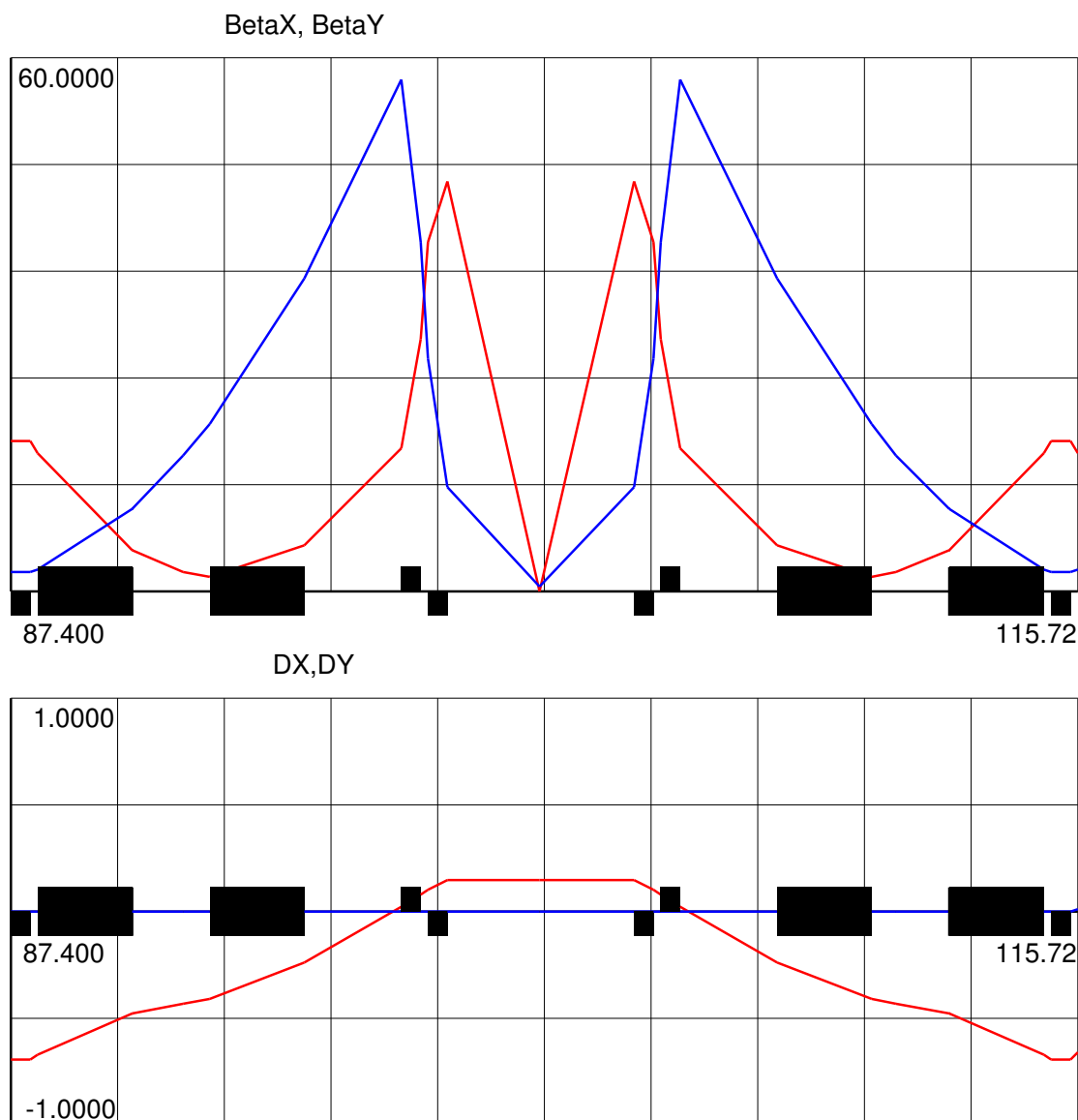


Рисунок 5. Организация места встречи пучков в длинном прямолинейном промежутке (27.6 м) 1) “low-beta”-вставка осуществляется при помощи дублетов расположенных на расстоянии 2.5 м от точки встречи (максимальный градиент 82 Тл/м). Требуемое значение β -функции 0.5 м. 2) Сведение пучков при нулевом угле столкновения осуществляется 4-мя дипольными магнитами, ближайšie к месту встречи магниты являются общими для обоих колец. При расстоянии между осями колец ~ 0.7 м магнитная индукция в 2.5 м магнитах ~ 1 Тл. При этом вертикальная дисперсия в районе места встречи минимальна . В кольце вертикальная дисперсия не превышает ± 0.7 м. При расстоянии между осями колец ~ 0.3 м (двухапертурные магниты с общим ярмом) Ду будет еще меньше.

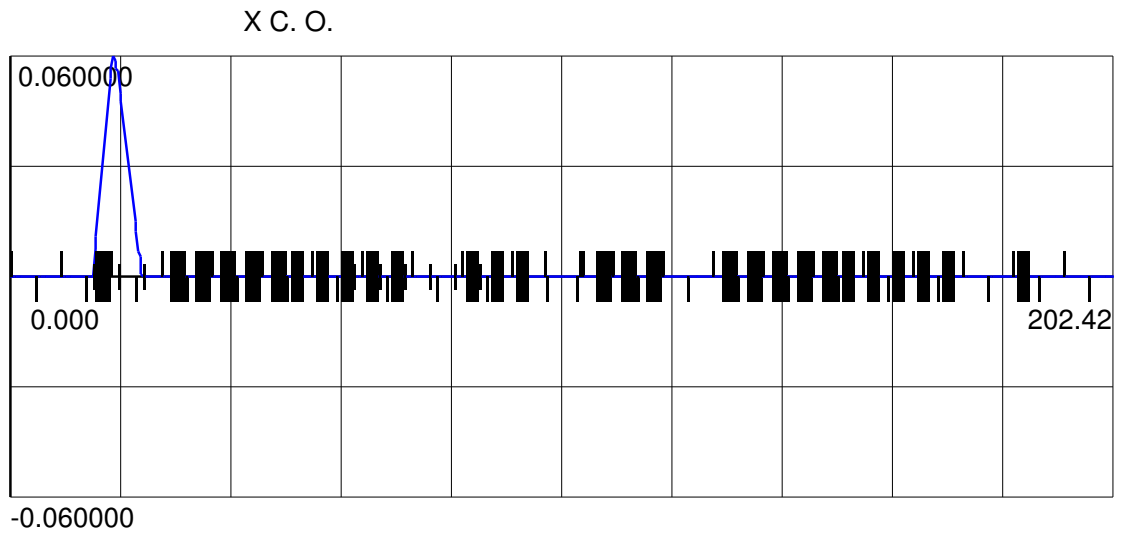


Рисунок 6. Перезарядная инжекция ионов $U(+30) \rightarrow U(+92)$ из Нуклотрона при энергии 1 ГэВ/н. В одном из коротких прямолинейных промежутков создается бамп замкнутой орбиты при помощи 3-х (рисунок) или 4-х дипольных корректоров. Обдирочная фольга (например Au, 5 мг/см^2) расположена в среднем дипольном магните.

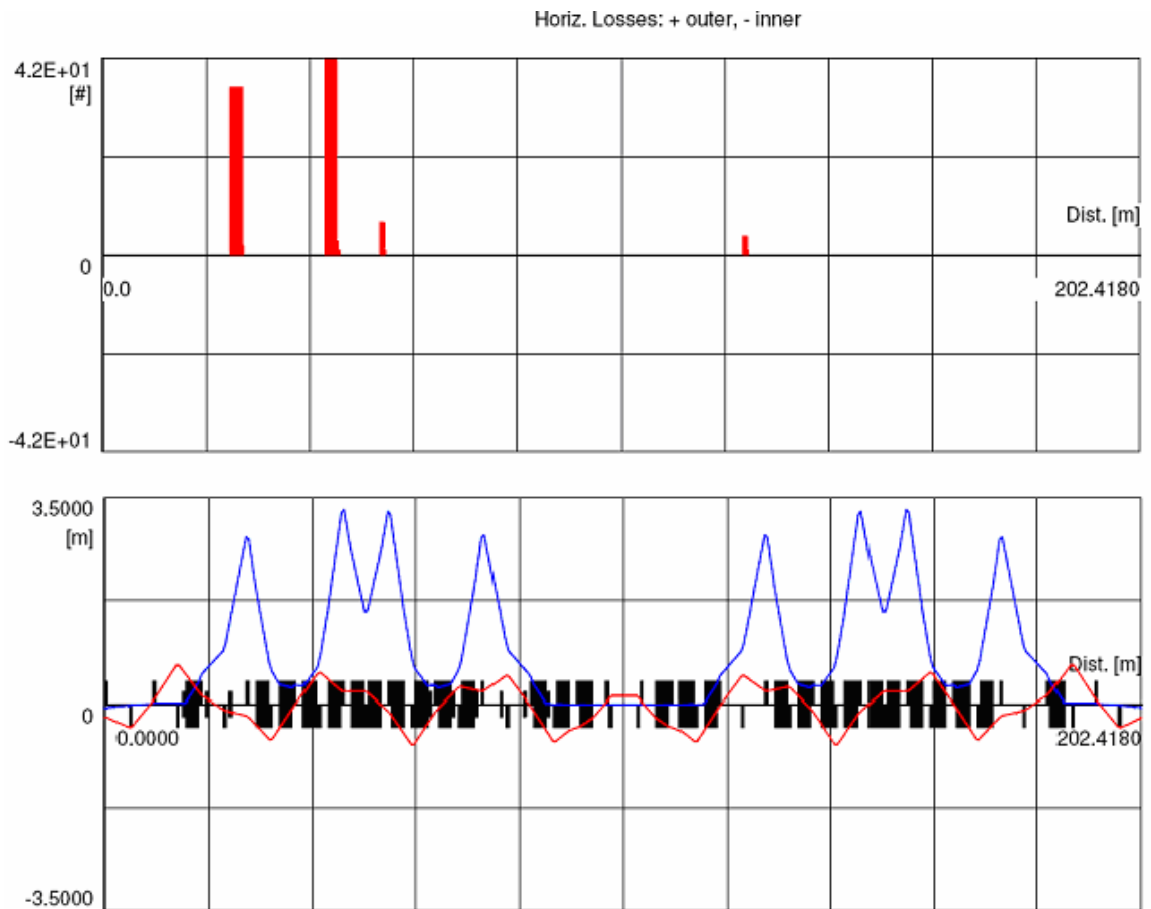


Рисунок 7. Фракция ионов $U(+91)$ может быть полностью коллимирована в максимумах дисперсионной функции.

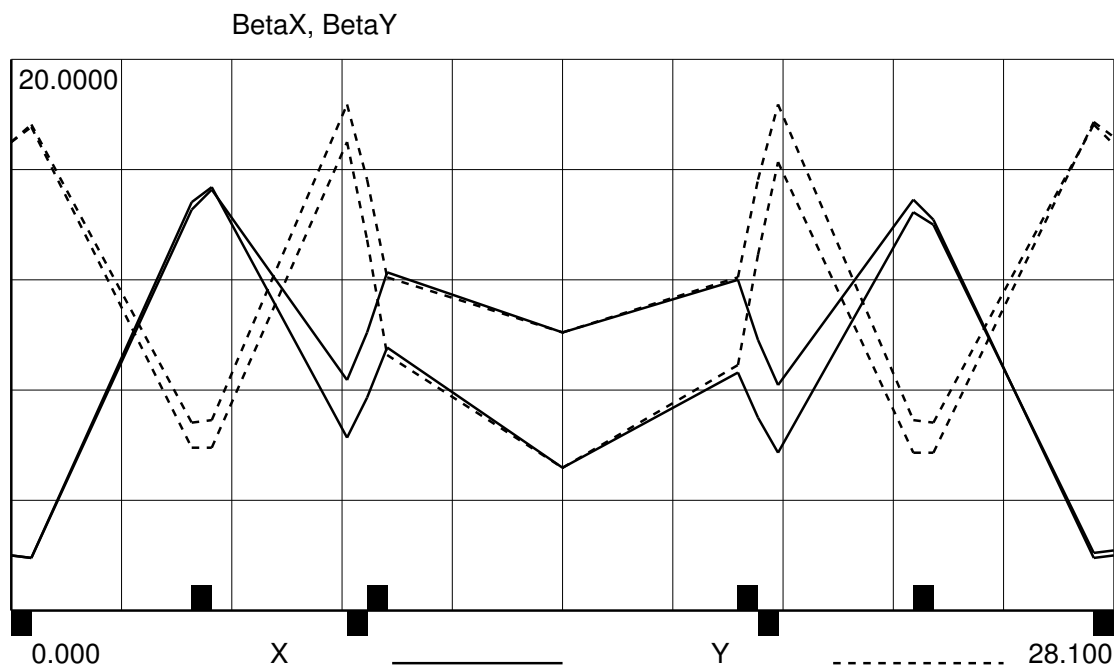


Рисунок 8. Во 2-м длинном прямолинейном промежутке располагается секция электронного охлаждения. Возможность перестройки β -функции на длине охладителя ~ 9 м.

Стохастическое охлаждение

1) Поперечное охлаждение (2-е системы X, Y)

pick-up(s1) → amplifier → kicker(s2)

$$\Delta s = s_2 - s_1 = (n/2 + 1/4) \lambda_b$$

например $\Delta s \approx 4 L_{\text{пер}}$

$$T_s = 1/2W$$

$$S = T/T_s$$

$N_s = N/S$, где W – полоса системы, N – общее количество частиц в кольце

Темп охлаждения: $1/\tau_{\text{max}} = W/N \cdot 1/(M+U)$,

где $M = T_s/\Delta T = 1/2WT\eta\delta$, $U = P_{\text{sys}}/P_{\text{sh}}$

$N = 2 \cdot 10^{10}$, $W = 5 \cdot 10^9$ Hz, $\eta = 0.016$, $\delta = 0.001$ →

$$M = 9$$

$$1/\tau_{\text{max}} = 0.025 \text{ Hz}$$

Уменьшение амплитуды колебаний за время $t = 100$ сек:

$$x_1/x_2(t) \sim \exp(t \cdot 1/\tau_{\text{max}}) = \exp(100 \cdot 0.025) = 12$$

2) Продольное охлаждение (1 система)

pick-up(s1) → notch filter → amplifier → kicker(s2)

pick-up: $\Delta x = D\Delta p/p$ или $\Delta f/f = \eta\Delta p/p$

kicker: accel. gap