

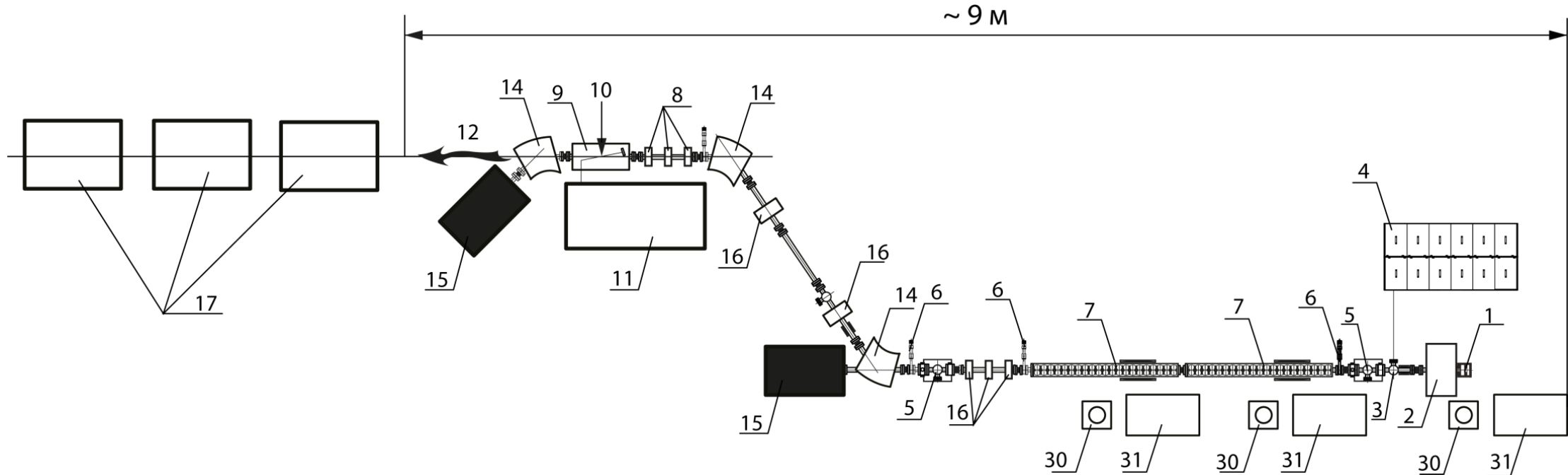
Динамика пучка в  
линейном ускорителе  
КОМПТОНОВСКОГО ИСТОЧНИКА

Борисов М. А.

# Постановка задачи

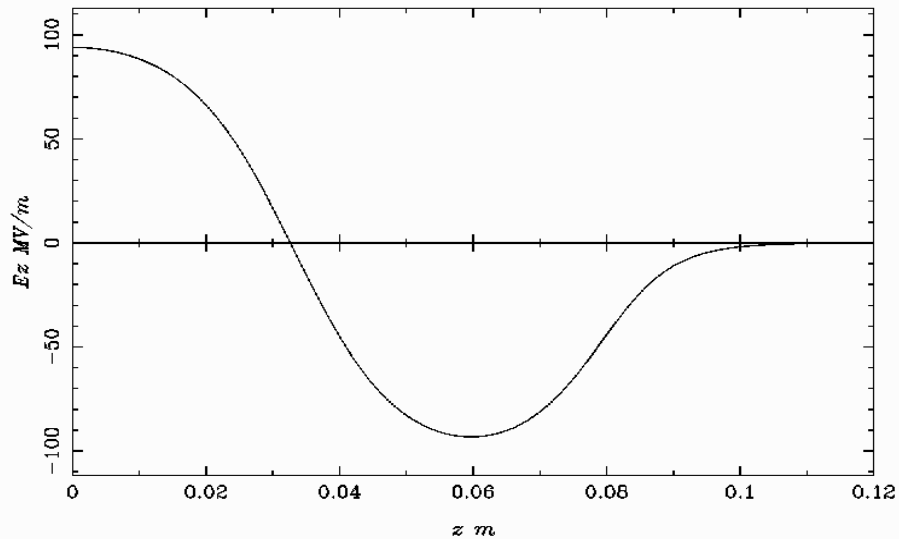
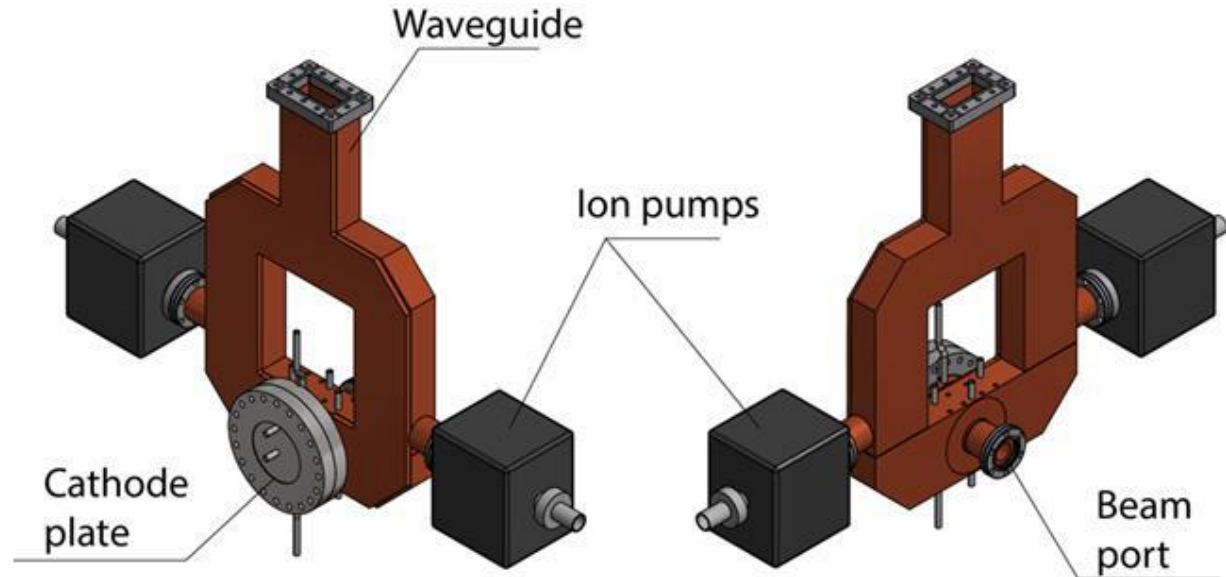
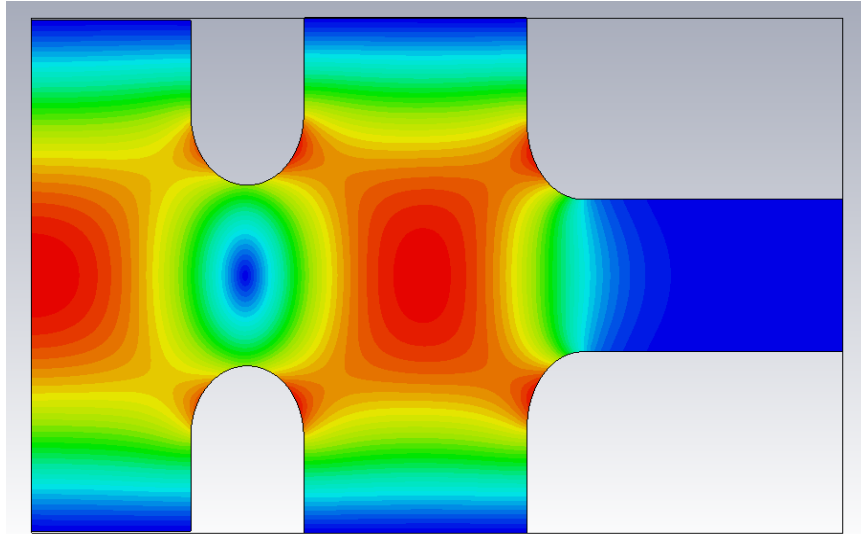
- Предварительное рассмотрение и моделирование отдельных частей ускорителя
- Моделирование динамики пучка с учетом пространственного заряда

# Схема ускорителя



1 – СВЧ пушка с фотокатодом, 2 – соленоид, 3 – окно ввода лазерного излучения, 4 – лазер фотокатода, 5 – станция диагностики пучка, 6 – вакуумный затвор, 7 – ускоряющая структура, 8 – триплет квадрупольных линз, 9 – камера взаимодействия, 10 – точка взаимодействия, 11 – основной лазер, 12, 13 – рентгеновское излучение, 14 – поворотный магнит, 15 – поглотитель пучка, 16 – квадрупольная линза, 17 – рабочая станции, 30 – импульсный клистрон, 31 – модулятор

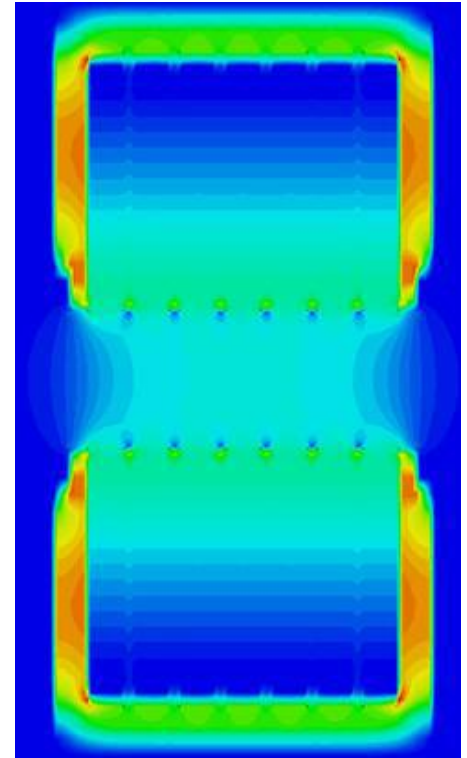
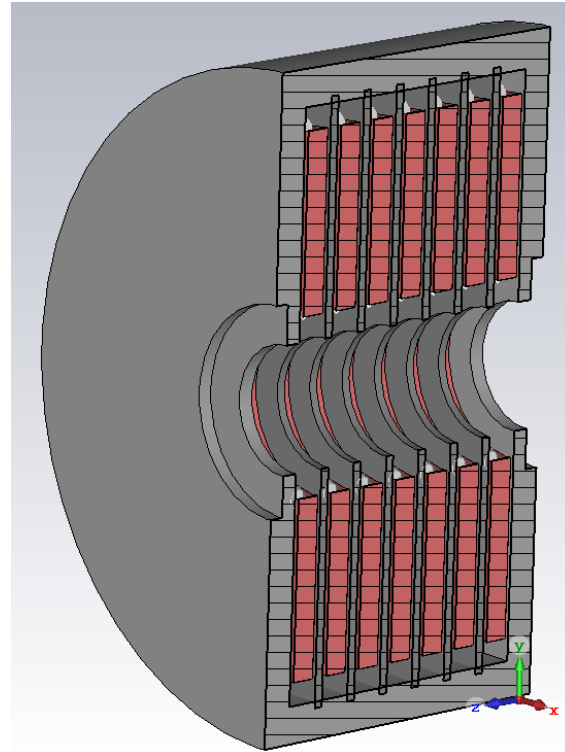
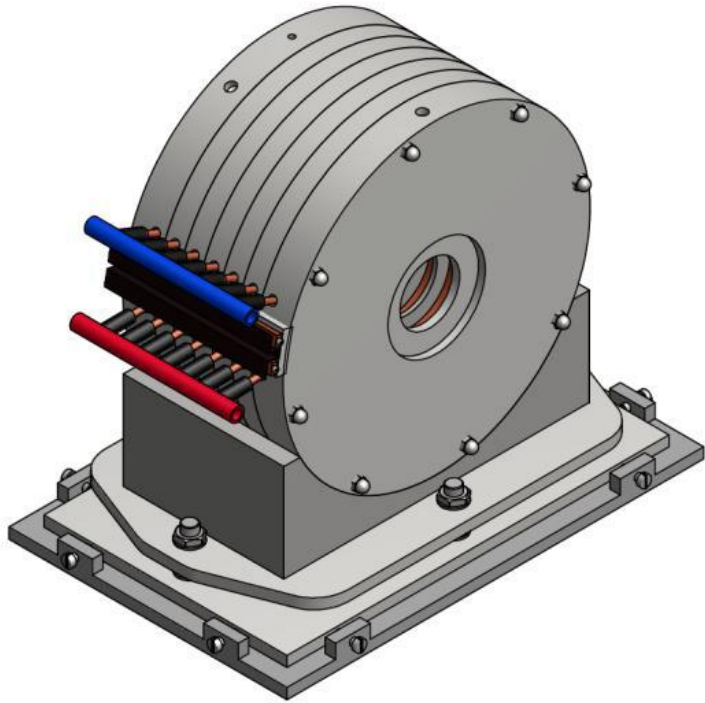
# СВЧ пушка



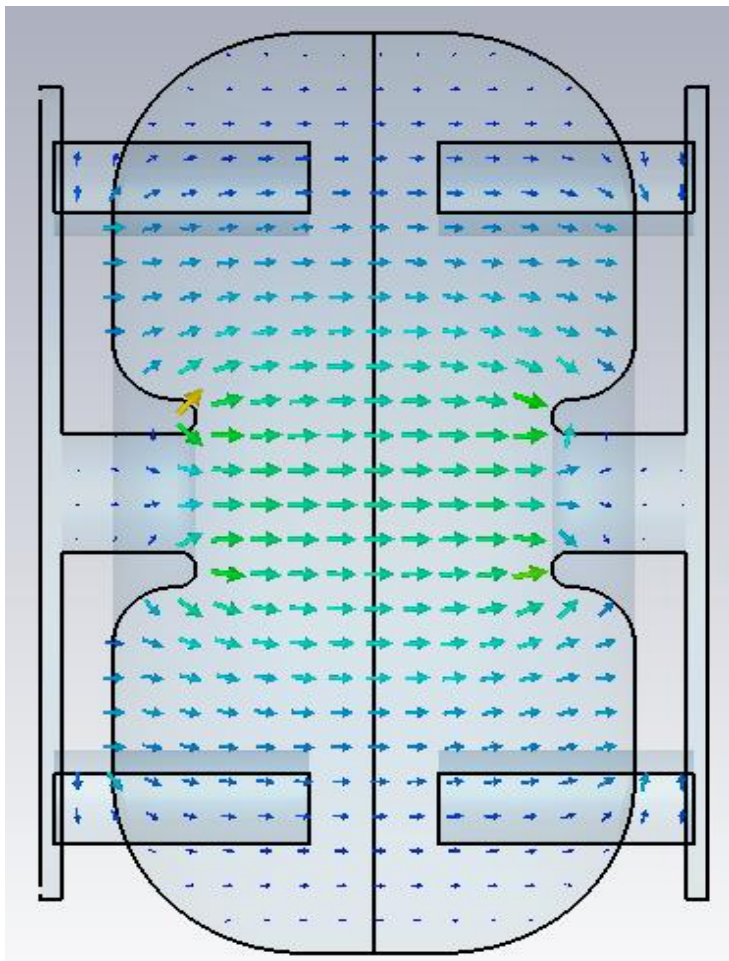
Параметры электронной пушки	
Частота рабочего колебания	2856 МГц
Добротность	14236
Энергия сгустка	4.4 МэВ
Потери с стенках	5.6 МВт
Длина волны	266 нм
Длительность импульса	10 пс

# Соленоид

Соленоид устанавливается как можно ближе к катоду. Магнитное поле создается семью независимыми катушками, что позволяет регулировать положение максимума магнитного поля.



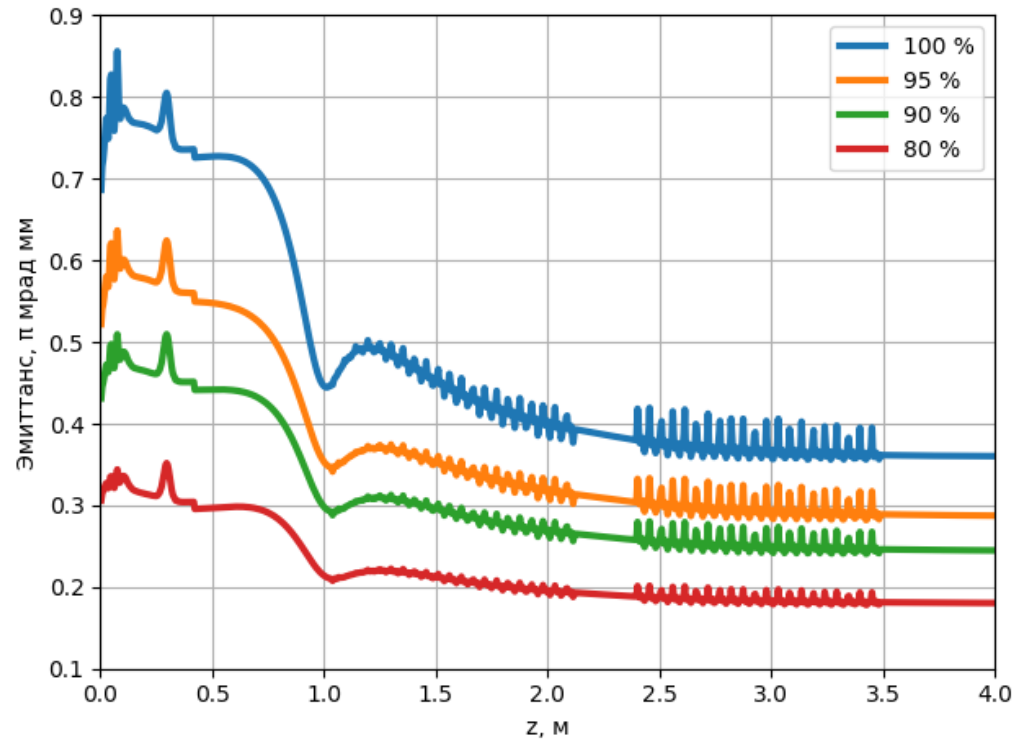
# Ускоряющая структура



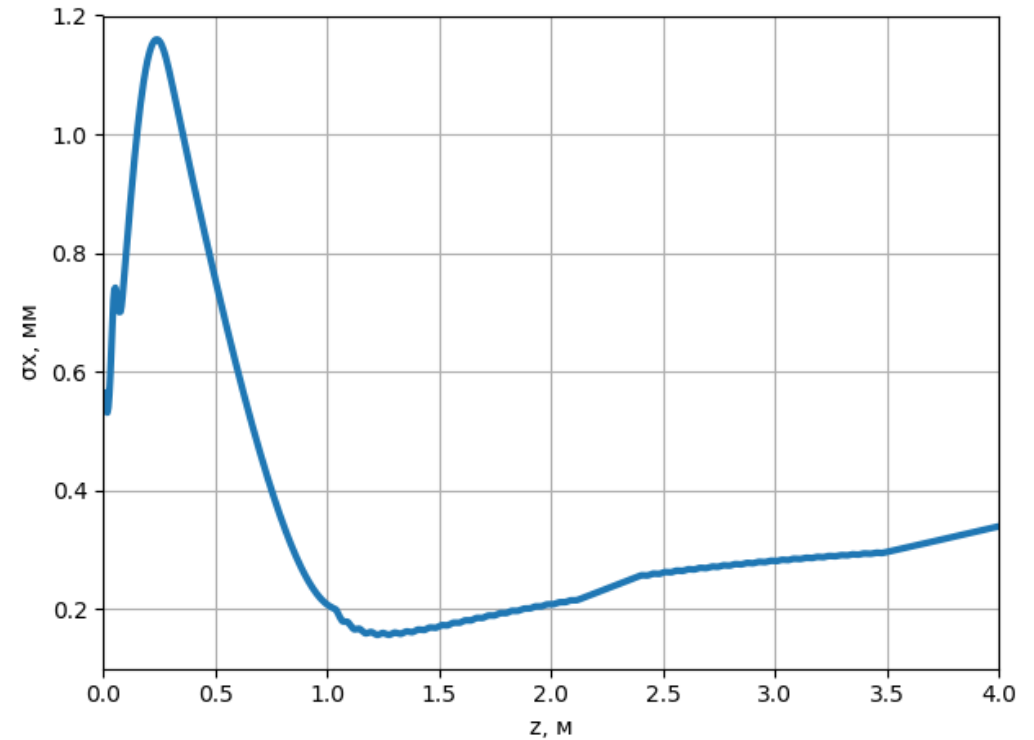
Линейный ускоритель реализуется на основе ускоряющей структуры со стоячей волной с внутренними ячейками связи, работающий на  $\pi/2$  – колебаний на частоте 2856 МГц.

Параметры ячейки ускоряющей структуры	
Частота ускоряющей ячейки	2856 МГц
Добротность ячейки	14191
Потери с стенок	0.27 МВт
Эффективное шунтовое сопротивление ячейки	84 Ом/м
Коэффициент связи	6.2 %
Количество ячеек	21

# Параметры пучка в процессе ускорения

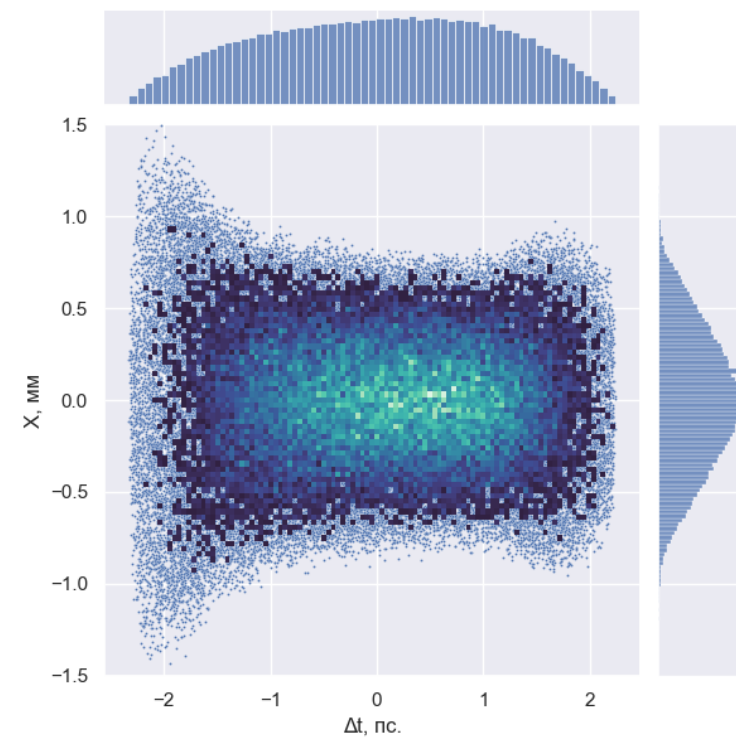
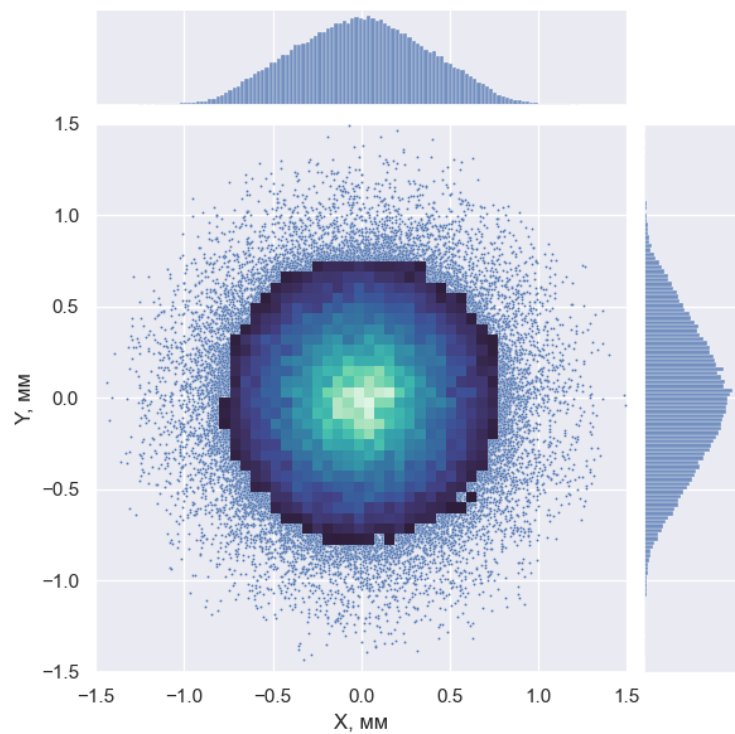
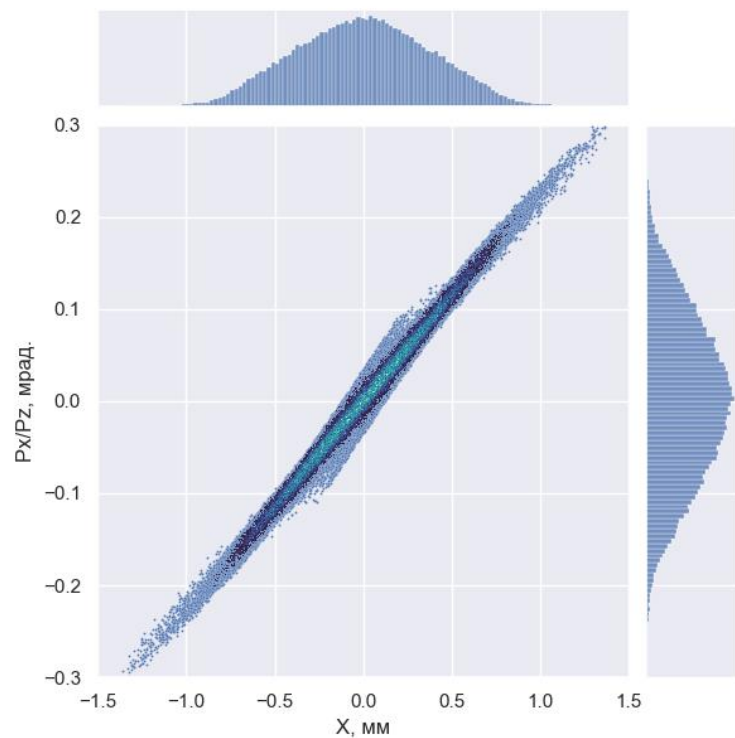


Зависимость поперечного эмиттанса от расстояния



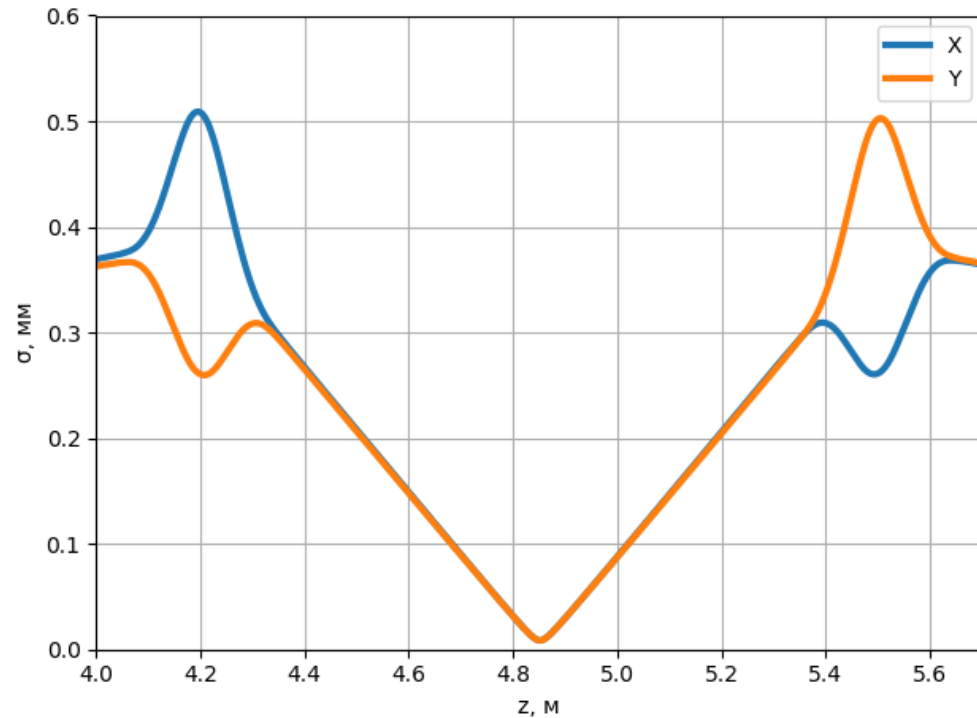
Зависимость среднеквадратичного радиуса от расстояния

# Распределение частиц на выходе





# Параметры пучка на выходе и в точке взаимодействия



Зависимость среднеквадратичного радиуса от расстояния в точке взаимодействия

Характеристики пучка на выходе из ускорителя	
Энергия	50 МэВ
Среднеквадратичный радиус	0.35 мм
Эмиттанс	0.4 мм мрад
Длительность	4 пс
Среднеквадратичный разброс по энергии	42 кэВ

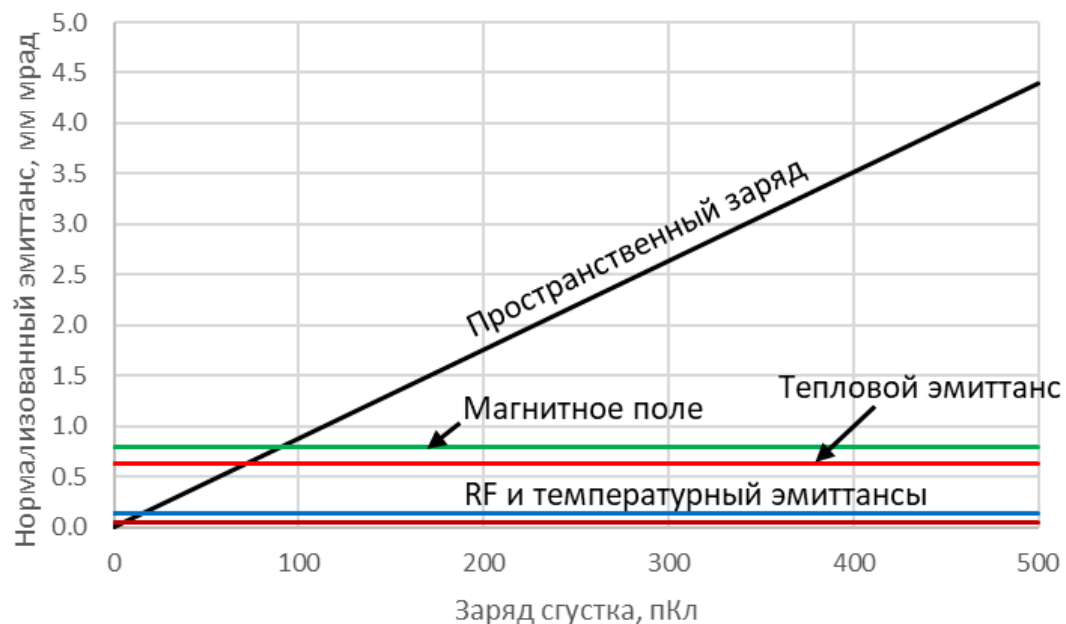
	50 МэВ	25 МэВ
Среднеквадратичный радиус	7 мкм	9.5 мкм
Бета функция	13 мм	6 мм
Эмиттанс	0.4 мм мрад	0.61 мм мрад

$$\beta = \frac{x_{rms}^2}{\epsilon_{x,rms}}$$

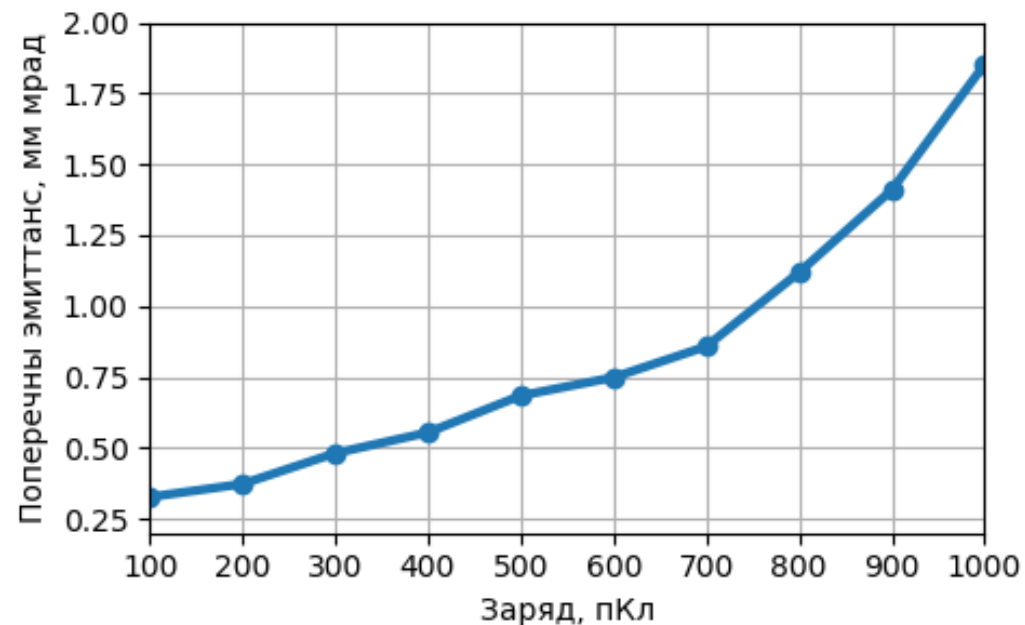
# Дальнейшие расчеты

Вклад сил пространственного заряда в величину эмиттанса можно приближенно оценить по формуле:

$$\varepsilon_{sc} \approx \frac{\pi c Q_b \mu_x}{4 \alpha k \sin \theta_0 I_A \sigma_z}$$



Теоретические зависимости эмиттанса от заряда



Результаты расчетов зависимости эмиттанса от заряда

# Заключение

Поток рентгеновских (гамма) фотонов  $\frac{dN_{ph}}{dt} \sim \frac{Q_b}{\varepsilon_n}$ , таким образом возникает задача выбора оптимального значения заряда сгустка.

Таким образом возможна дальнейшая оптимизация соотношения эммитанса и заряда путем изменения размеров инжектируемого пучка и отдельных частей ускорителя.

Спасибо за внимание!