# Экстраполяция карты магнитного поля дипольного магнита SP-41 эксперимента BM@N

#### П. Батюк, С. П. Мерц

batyuk@jinr.ru Лаборатория Физики Высоких Энергий, ОИЯИ

Международная молодёжная конференция "Современные проблемы прикладной математики и информатики"

Август 25 - 29, 2014

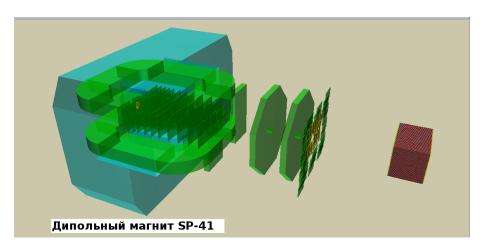


## Экстраполяция карты ...

#### План доклада:

- Магнит и существующая карта магнитного поля
- ❷ Обоснование необходимости экстраполяции
- Подход, используемый для экстраполяции
- Полученные результаты

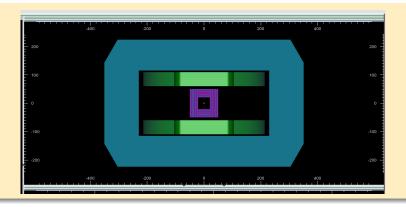
## Актуальная геометрия эксперимента ВМ@N



# Магнит SP-41, общий вид



# Магнит SP-41, система координат



#### Область карты магнитного поля:

$$\begin{split} |X| &\leq 228 \text{ cm} \\ |Y| &\leq 54 \text{ cm} \\ 0 &\leq Z \leq 322.5 \text{ cm} \end{split}$$

## Использование карты магнитного поля

#### Формат карты

```
sym3
0.00000 228.000 115
0.00000 54.0000 28
0.00000 598.000 300
0.00000 -0.901426 0.00000
0.00000 -0.901417 0.00000
0.00000 -0.901406 0.00000
0.00000 -0.901382 0.00000
0.00000 -0.901348 0.00000
0.00000 -0.901303 0.00000
0.00000 -0.901246 0.00000
0.00000 -0.901179 0.00000
0.00000 -0.901100 0.00000
0.00000 -0.901008 0.00000
0.00000 -0.900902 0.00000
0.00000 -0.900781 0.00000
0.00000 -0.900645 0.00000
0.00000 -0.900492 0.00000
0.00000 -0.900320 0.00000
0.00000 -0.900129 0.00000
0.00000 -0.899915 0.00000
```

#### Взятие поля в конкретной точке

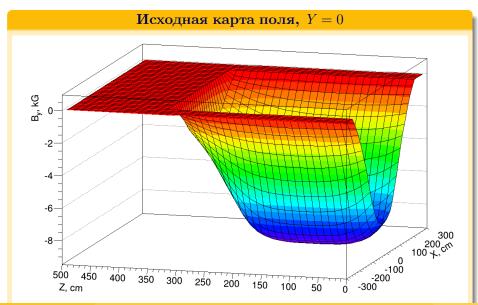
```
fieldMap->GetBx(x, y, z);
fieldMap->GetBy(x, y, z);
fieldMap->GetBz(x, y, z);
```

#### sym3:

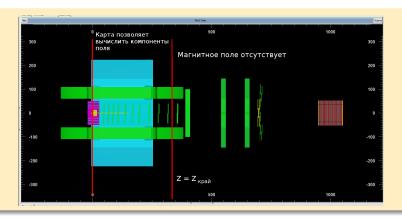
- $B_x$  антисимметрична x и симметрична по y и z
- $\bullet$   $B_y$  симметрична по x, y и z
- $B_z$  антисимметрична по x и z и симметрична по y



# Обоснование необходимости экстраполяции



## Обоснование необходимости экстраполяции



- ullet При  ${f Z}=Z_{edge}$  магнитное поле не становится равным нулю.
- Информация о координате Z, начиная с которой можно считать магнитное поле равным нулю, является крайне критичной.

## Используемый подход

#### Требования к используемым функциям:

- Гладкость (непрерывная дифференцируемость);
  - Возможность найти значение в любой точке области экстраполяции;
- Монотонность;
  - Характер поведения экстраполируемой компоненты не должен меняться;
- Ограниченность;
  - Знак компоненты не должен меняться;

#### Используемый подход

#### Общий вид функций

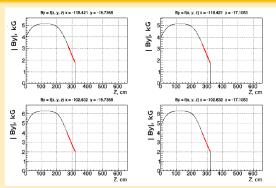
$$B_{comp}(x, y, z) = C(x, y) \cdot e^{-\frac{(z - \mu(x, y))^2}{2\sigma(x, y)^2}}$$
(1)

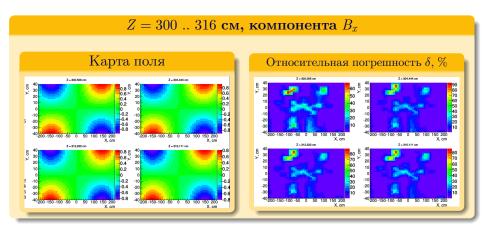
$$\lim_{z \to \infty} B_{comp}(x, y, z) = 0 \tag{2}$$

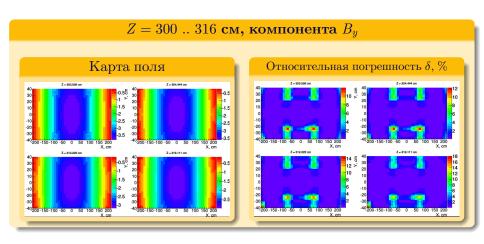
- **1** На плоскости ХоY ( $|\mathbf{X}| < X_{max}$  и  $|\mathbf{Y}| < Y_{max}$ ) строилась равномерная сетка размерности  $N \cdot N$  узлов.
- ${f 2}$  В каждом узле сетки для диапазона  ${f Z}=[260\ ..\ 320]$  см проводилась аппроксимация компоненты магнитного поля функцией (1).
- **3** Аппроксимация для каждого узла сетки позволяет получить три дискретно заданные функции для определения коэффициентов C(x,y),  $\mu(x,y)$  и  $\sigma(x,y)$ .
- Используя билинейную интерполяцию, оцениваются значения коэффициентов в произвольной точке с координатами (x, y) для дальнейшего использования в формуле (1).

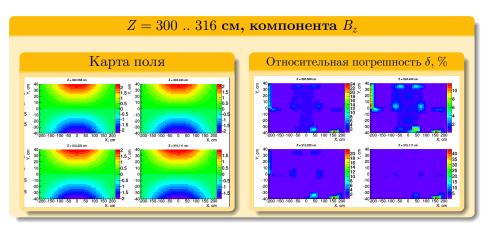
#### Используемый подход

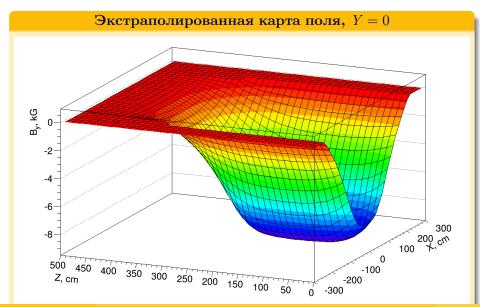
#### Аппроксимация компоненты поля функцией вида (1)











## Результаты

- Предложен и реализован подход, позволяющий осуществить качественную и эффективную экстраполяцию магнитного поля за пределы области карты.
- В результате анализа выявлены проблемные зоны внутри карты магнитного поля, требующие проведения новых более тщательных измерений.
- Результаты расчета внедрены в программный комплекс BmnRoot.
- Планируется осуществить анализ эффективности глобального трекинга с использованием расширенной карты поля.