



Международная сессия-конференция
секции ядерной физики ОФН РАН

2014

Экстраполяция карты магнитного поля дипольного магнита SP-41 эксперимента BM@N на Нуклотроне ОИЯИ

П. Батюк, С. Мерц, О. Рогачевский

batyuk@jinr.ru

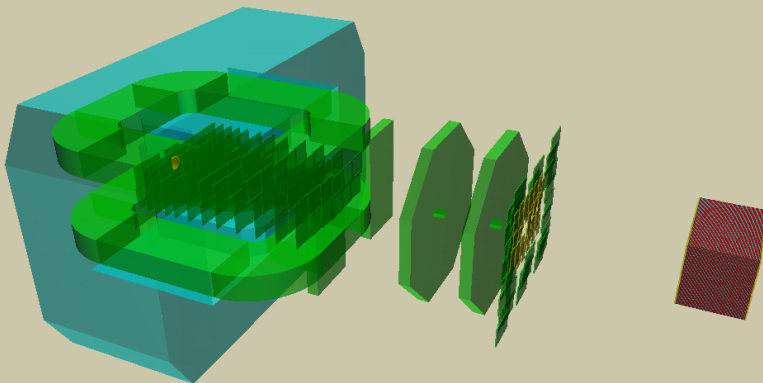
Лаборатория Физики Высоких Энергий, ОИЯИ

Экстраполяция карты ...

План доклада:

- 1 Магнит и существующая карта магнитного поля
- 2 Обоснование необходимости экстраполяции
- 3 Подход, используемый для экстраполяции
- 4 Полученные результаты

Актуальная геометрия эксперимента BM@N

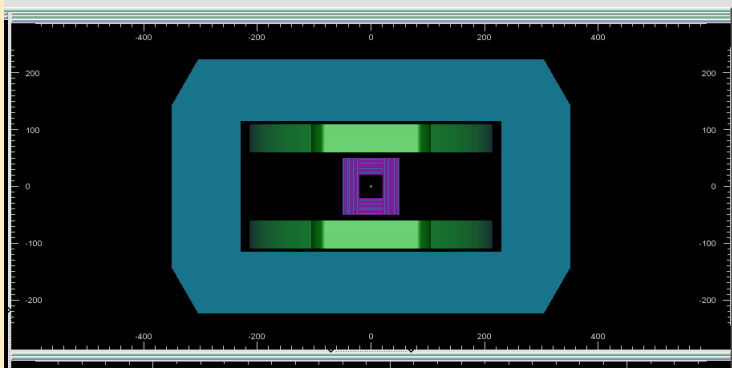


Дипольный магнит SP-41

Магнит SP-41, общий вид



Магнит SP-41, система координат



Область карты магнитного поля:

$$|X| \leq 228 \text{ см}$$

$$|Y| \leq 54 \text{ см}$$

$$0 \leq Z \leq 322.5 \text{ см}$$

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);
```

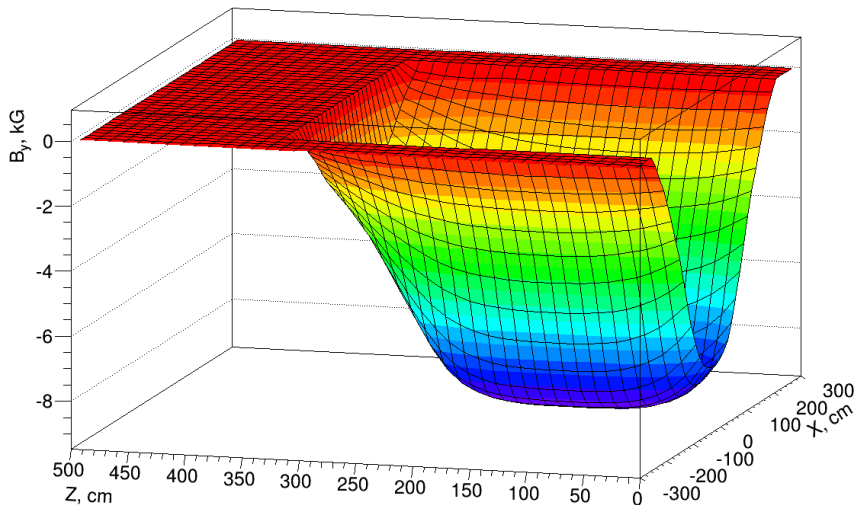
sym3:

$$x > 0, y > 0, z > 0$$

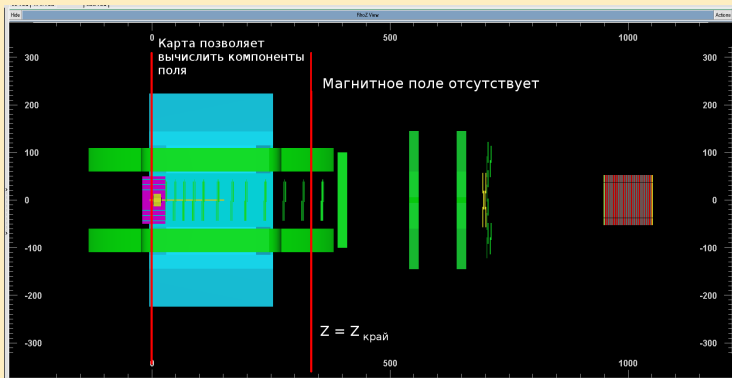
- B_x антисимметрична по x и симметрична по y и z
- B_y симметрична по x , y и z
- B_z антисимметрична по x и z и симметрична по y

Обоснование необходимости экстраполяции

Исходная карта поля, $Y = 0$



Обоснование необходимости экстраполяции



- При $Z = Z_{\text{edge}}$ 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

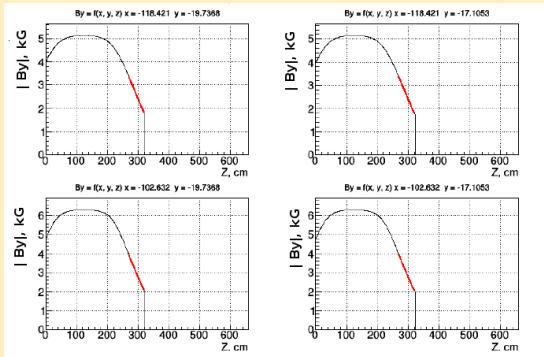
$$B_{comp}(x, y, z) = C(x, y) \cdot e^{-\frac{(z-\mu(x,y))^2}{2\sigma(x,y)^2}} \quad (1)$$

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

- 1 На плоскости XOY ($|X| < X_{max}$ и $|Y| < Y_{max}$) строилась равномерная сетка размерности $N \cdot N$ узлов.
- 2 В каждом узле сетки для диапазона $Z = [260 .. 320]$ 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 $\sigma(x, y)$.
- 4 Используя билинейную интерполяцию, оцениваются значения коэффициентов в произвольной точке с координатами (x, y) для дальнейшего использования в формуле (1).

Используемый подход

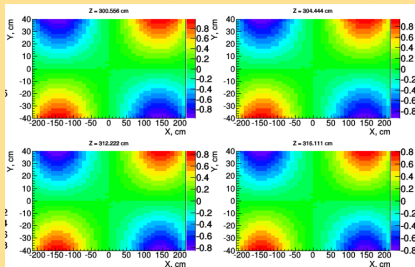
Аппроксимация компоненты поля функцией вида (1)



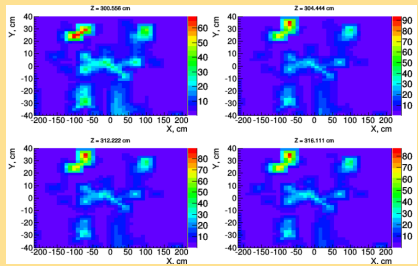
Проверка качества экстраполяции

$Z = 300 \text{ .. } 316 \text{ см, компонента } B_x$

Карта поля



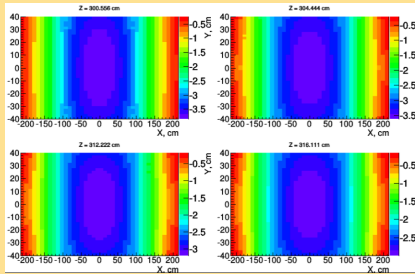
Относительная погрешность δ , %



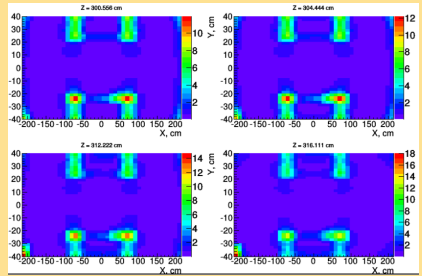
Проверка качества экстраполяции

$Z = 300 \text{ .. } 316 \text{ см, компонента } B_y$

Карта поля



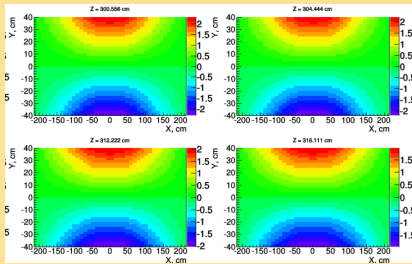
Относительная погрешность $\delta, \%$



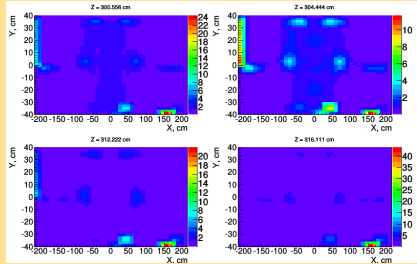
Проверка качества экстраполяции

$Z = 300 \dots 316$ см, компонента B_z

Карта поля

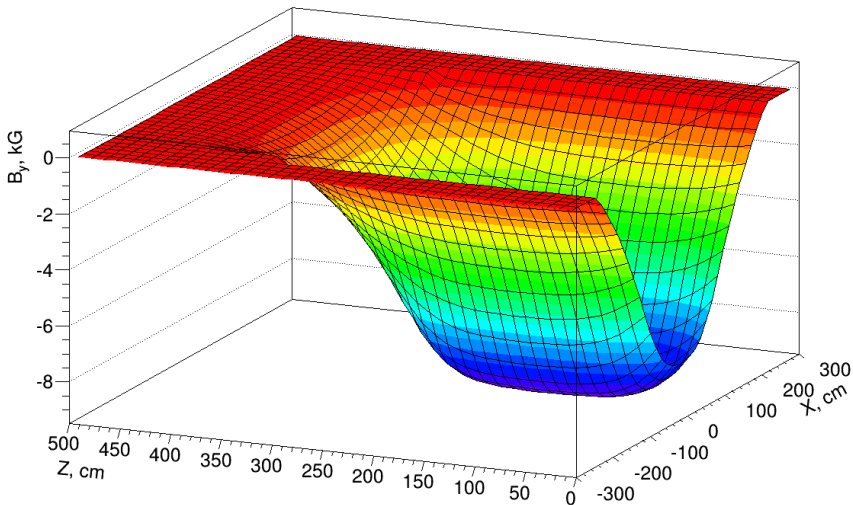


Относительная погрешность δ , %



Проверка качества экстраполяции

Экстраполированная карта поля, $Y = 0$



Результаты

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