

Рис. 6. Зависимость максимальной относительной погрешности аппроксимации от количества членов ряда: 1 – ряд гауссиан, 2 – ряд Фурье.

Как видно из сравнения рисунков 2-6, предложенный ряд достаточно эффективен для аппроксимации спектральных характеристик элементов МОС.

#### Список использованных источников

1. Н.Н. Калиткин. Численные методы. Наука, М., 1978
2. С.А. Матюнин. Многокомпонентные оптоэлектронные аналоговые и аналого-цифровые преобразователи. Научно-техническая конференция "Датчик-2001". Крым, Судак. 24-31 мая 2001.

## МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ ВНУТРИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Тюлюков П.В., Иванов В.В.

Для измерения магнитных полей был разработан прибор "Мираж", включающий пять трехкомпонентных феррозондовых датчиков и блок обработки и запоминания информации. Блок обработки имел оперативную и долговременную память. Результаты измерений включались в состав телеметрической информации, которая два раза в сутки передавалась на наземный пункт приема.

Во время орбитального полета магнитное поле измерялось в пяти точках приборного отсека КА "Фотон" и раз в пять секунд результаты измерений записывались в энергонезависимую память (флэш-память), которая сохраняет информацию и после отключения питающего напряже-

ния. Измерения проводились на протяжении всех 16 суток летного эксперимента,

После приземления возвращаемого приборного отсека и демонтажа прибора "Мираж", он был подключен к последовательному порту компьютера, на котором проводилось тестирование и просматривалось содержание флэш-памяти. Минимальная чувствительность используемых феррозондовых датчиков индукции магнитного поля составляла  $\sim 5 \cdot 10^{-7}$  Тл. При обработке измерений осуществлялось выделение из измеренного вектора индукции магнитного поля слагаемого, соответствующего магнитному полю Земли. Элементы конструкций КА и научное оборудование в зависимости от своей физической природы усиливают или ослабляют это поле, что учитывалось при оценке точности определения геомагнитного поля. При обработке измерений за магнитное поле Земли принимались показания датчика, в месте установки которого менее всего оказывала влияние работа приборов. Отбор датчиков проводился по каждой компоненте (x, y, z) вектора индукции магнитного поля в отдельности. При расчетах использовалась связанная система координат  $X_c Y_c Z_c$ , началом отсчета которой служит центр масс КА.

Для каждой компоненты вектора индукции найдены не менее двух точек установки датчиков, где магнитное поле внутри КА близко к магнитному полю Земли. Из выбранных показаний датчиков вычитались постоянные составляющие поля, вызванные намагниченностью элементов конструкций и определенные при наземных испытаниях как разность между полями внутри КА и внешним магнитным полем. Полученные значения по каждой координате с нескольких датчиков усреднялись и принимались за соответствующую составляющую магнитного поля Земли по выбранному направлению.

На рис.1 приведено схематическое изображение спускаемого аппарата, в котором расположены технологическая аппаратура и пять феррозондовых датчиков, подключенных к блоку обработки прибора "Мираж". Места установки датчиков на рис.1 обозначены черными кружками с номером, который условно присвоен конкретному датчику.

Во время наземных испытаний величина магнитной индукции поля измерялась в пяти точках внутри приборного отсека КА, а также в контрольной точке О на расстоянии 2,5 метров от начала геометрического центра спускаемого аппарата. Во время наземных измерений (июнь 1999г) модуль вектора магнитной индукции вне здания составляла 49 мкТл. В то же время, согласно карте геомагнитного поля модуль вектора магнитной индукции в этом месте должен быть равен 52 мкТл. Результаты измерений указывают на значительное влияние стенда и здания на величину геомагнитного поля.

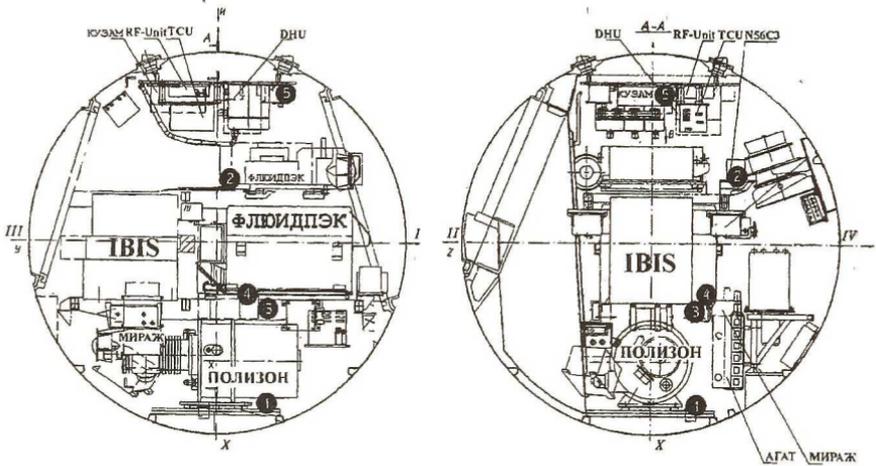


Рис. 1. Расположение датчиков магнитного поля в спускаемом аппарате.

Магнитное поле внутри КА в значительной степени определяется магнитным полем Земли. На участке стабилизированного полета, после включения системы управления движением (СУД) 23 сентября в 10 часов 30 минут 10 секунд 1999 года, характер изменения магнитного поля стал другим, так как прекратилось вращение аппарата.

Анализ результатов показал, что во всех точках измерений магнитное поле состоит из изменяющегося магнитного поля Земли и постоянной составляющей, значения которой в каждой точке измерений приведены в таблице 1.

Таблица 1. Постоянная составляющая вектора индукции магнитного поля

|         | $X_c$     | $Y_c$     | $Z_c$      | Модуль    |
|---------|-----------|-----------|------------|-----------|
| Точка 1 | -3,7 мкТл | -0,8 мкТл | -35,5 мкТл | 35,7 мкТл |
| Точка 2 | -3,5 мкТл | -7,9 мкТл | 4,4 мкТл   | 9,7 мкТл  |
| Точка 3 | -4,9 мкТл | -4,4 мкТл | 1,2 мкТл   | 6,7 мкТл  |
| Точка 4 | -5,6 мкТл | -4,9 мкТл | 3,6 мкТл   | 8,3 мкТл  |
| Точка 5 | -0,8      | 12,2 мкТл | 1,9 мкТл   | 12,4 мкТл |

Для выявления магнитных полей, инициируемых работой технологической аппаратурой КА, из внутреннего поля исключались составляющие внешнего поля, вызванные магнитным полем Земли. Вычитались все составляющие внешнего поля, влияние которых было выявлено при анализе. Полностью исключить влияние внешнего магнитного поля нельзя, так как массивные ферромагнитные детали искажают магнитное поле не только в пространстве, но и во времени. Появляется запаздывание и уменьшается амплитуда переменного магнитного поля, прошедшего через металл, особенно с ферромагнитными свойствами. Нелинейные свойства

и гистерезис ферромагнитных материалов также мешают отделить геомагнитное поле и выявить с приемлемой точностью магнитные поля, возникающие от работающей аппаратуры (приборная составляющая измененного магнитного поля).

Как показал анализ приборной составляющей магнитного поля, значительное изменение поля за время полета наблюдается редко. Наиболее заметное повышение уровня магнитного поля произошло по оси  $Y_c$  14.09.99 (с 19 часов 21 минуты до 23 часов 3 минуты МДВ).

Скачок поля по оси  $X_c$  начался в 19 часов 25 минут и закончился в 23 часа 4 минуты. В это же время видны небольшие изменения постоянной составляющей поля по оси  $Z_c$  в точках 2, 3 и 4. После 23 часов 4 минут изменилась постоянная составляющая полей во всех точках измерения магнитного поля.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СХОДИМОСТИ МЕТОДОВ АППРОКСИМАЦИИ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ ПАРАМЕТРИЧЕСКИМИ МОДЕЛЯМИ

Кудрина М.А., Кудрин К.А.

При аппроксимации корреляционных функций (КФ) функциями заданного вида методом Ньютона было замечено, что для того, чтобы алгоритм сошелся, (то есть, были найдены приемлемые значения искомым параметров) необходимо задать начальные приближения, близкие к истинным. С целью исследования областей сходимости метода Ньютона была взята экспоненциально-косинусная модель КФ

$\rho_a(\tau, \alpha, \omega_0) = e^{-\alpha|\tau|} \cos \omega_0 \tau$  с различными параметрами  $\omega_0 = [2, 5, 10]$  и  $\alpha=1$ . Для решения задачи аппроксимации КФ данной моделью следует решать следующую систему нелинейных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{\partial \left( \sum_{i=0}^N \left[ \rho_x(\tau_i) - \rho_a(\tau_i, \alpha, \omega_0) \right]^2 \right)}{\partial \alpha} = 0; \\ \frac{\partial \left( \sum_{i=0}^N \left[ \rho_x(\tau_i) - \rho_a(\tau_i, \alpha, \omega_0) \right]^2 \right)}{\partial \omega_0} = 0. \end{cases} \quad (1)$$

Итерационная система уравнений при решении данной задачи методом Ньютона с численным (конечно-разностным) взятием производных имеет следующий вид: