

Шостачук Д.М.,
науковий керівник,
доцент кафедри АіКТ, ЖДТУ
Шпінь Д.Ю.,
магістрант кафедри АіКТ,
Житомирський державний технологічний
університет

СПОСІБ ОРІЄНТАЦІЇ ШСЗ З ПРОГНОЗНИМИ МОДЕЛЯМИ ЗБУРЕНЬ І МАГНІТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛІ

Суть алгоритму роботи моментного магнітоприводу (ММП) системи орієнтації штучного супутника землі (ШСЗ) із використанням «прогнозних» моделей накопиченого кінематичного моменту (НКМ) та геомагнітного поля полягає в наступному. Складові кінетичного моменту, що накопичуються по осях супутника $H_x t, H_y t, H_z t$, несуть інформацію про величину та напрямок збурюючого моменту M^B , що діє на супутник. На основі обробки сигналів, пропорційних $H_x t, H_y t, H_z t$ можна отримати параметри «прогновної» моделі $H_x^{np}(t), H_y^{np}(t), H_z^{np}(t)$, наприклад, у вигляді степеневого ряду. Вимірювання складових напруженості магнітного поля Землі (МПЗ) по осях супутника $B_x t, B_y t, B_z t$ та обробка цих сигналів на визначеному інтервалі часу дозволить уточнити гіпотетичну модель та отримати «прогнозу» модель поля $B_x^{np}(t), B_y^{np}(t), B_z^{np}(t)$, наприклад, у вигляді ряду Фур'є. По моделях $H^{np}(t)$, можна спрогнозувати умови роботи комплексного виконавчого пристрою на майбутньому часовому інтервалі який, наприклад, дорівнює періоду обертання супутника по орбіті, і обрати оптимальний за критерієм мінімуму енергетичних витрат режим його роботи: скільки і які котушки підключати, ділянка орбіти, на якій вони підключаються, тривалість підключення. Застосування цього способу дозволить зменшити енергоспоживання.

На сьогоднішній день для реалізації системи орієнтації ШСЗ із використанням «прогнозних» моделей магнітного поля та збурень необхідно детально проаналізувати алгоритм роботи системи управління та доцільність використання сучасного програмного забезпечення для моделювання процесу орієнтації ШСЗ. Це дасть змогу детально дослідити процес управління орієнтацією та виявити ефективність використання «прогнозних» моделей. Одним з найдосконаліших програмних продуктів для моделювання, імітації та аналізу динамічних систем є Simulink, що розроблений компанією the Mathwork, який дає можливість будувати графічні блок-діаграми, імітувати динамічні системи, досліджувати працездатність систем і вдосконалювати проекти. Simulink повністю інтегрований з MATLAB, що забезпечує швидкий доступ до широкого спектру інструментів аналізу і проектування.

Для створення схеми управління ШСЗ необхідно змоделювати роботу його складових частин, а також зовнішніх сил, що впливають на нього та властивостей середовища, в якому він знаходиться.

Пропонується здійснити реалізацію схеми та опис алгоритму управління за допомогою наступної схеми, яка складається з наступних функціональних блоків (рис.1):

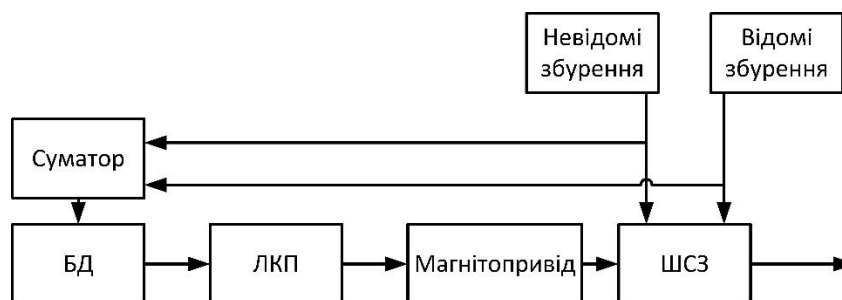


Рис.1. Схема управління ШСЗ з використанням «прогнозних» моделей

В даній схемі містяться наступні блоки:

Відомі збурення – детерміновані збурення що впливають на орієнтацію супутника, та завчасно розраховані і внесену в базу даних;

Невідомі збурення – невідомі та випадкові збурення, що впливають на орієнтацію супутника;

Суматор – об'єднання всіх видів вимірюваних збурень;

БД – база даних, що містить дані про можливі збурення, що будуть впливати з часом на супутник;
ЛКП – логіко-командний пристрій, який порівнює збурення з допустимими та створює відповідний управляючий сигнал;

Магнітопривід – моментний магнітопривід системи орієнтації ШСЗ;

ШСЗ – штучний супутник Землі.

Магнітне поле Землі, Сонця, а також інші збурення безпосередньо впливають на траєкторію руху ШСЗ. База даних містить в собі масив значень майбутніх збурень, які завчасно розраховані для ШСЗ при польоті за траєкторією в певний період часу. Це надає змогу передбачити періоди часу, коли і на який період часу необхідно залишати ввімкнутими котушки магнітоприводу для створення протидії, та сприяє зменшенню енергетичних затрат, що особливо важливо у космічному просторі. Процес функціонування бази даних складається з двох етапів:

Етап 1: запис заздалегідь розрахованих значень майбутніх збурень на протязі всієї траєкторії;

Етап 2: постійний моніторинг даних, їх уточнення з урахуванням всіх детермінованих та випадкових збурень, що діють на супутник та перезапис новими значеннями в базу даних для подальшого покращення управління орієнтацією ШСЗ.

Логіко-командний пристрій порівнює поточні збурення з допустимими та при необхідності включає котушки магнітоприводу. Магнітопривід складається з трьох котушок, осі яких взаємно-перпендикулярні та паралельні осям ШСЗ. Струм що проходить через котушки, створює моменти, що змінюють кути орієнтації ШСЗ.

На рис.2 показана попередня схема, реалізована в середовищі Simulink:

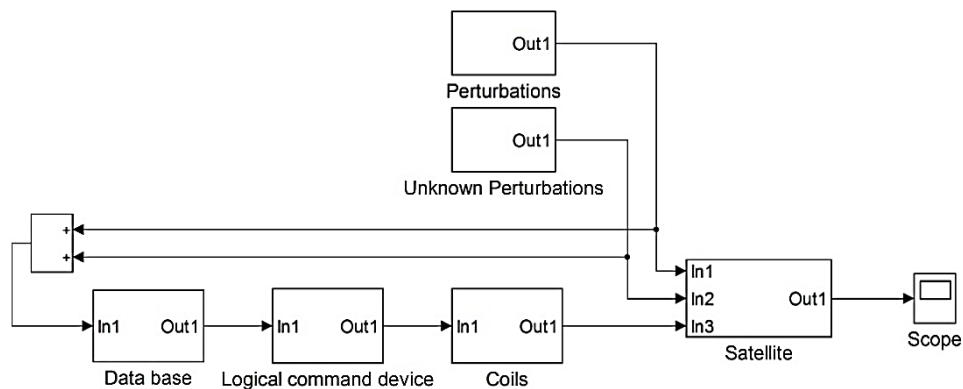


Рис.2. Схема управління ШСЗ з використанням «прогнозних» моделей в середовищі Simulink

Під час моделювання досліджуються різні види можливих детермінованих збурень та їх періодичність, яка наприклад рівна періоду оберту ШСЗ навколо Землі, а також випадкових збурень. Під час управління моментним магнітоприводом порівнюються різні види управляючих сигналів: неперервні, дискретні та імпульсні. Різний принцип управління моментним магнітоприводом викликає різний вплив на кінцеві кути орієнтації супутника та енергетичні витрати ММП. На основі отриманих значень розрахованих потужностей можна зробити оцінку енергетичних витрат та оптимальності використання різних видів управління магнітоприводом.

На основі даного дослідження можна визначити якість управління орієнтацією, оптимізувати процес створення «прогнозної» моделі, оцінити вплив збурень на супутник.

ШОСТАЧУК Дмитро Миколайович – кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматизації і комп'ютеризованих технологій Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- методи оптимізації;
- системний аналіз;
- математичне моделювання на ЕОМ.

ШПІНЬ Дмитро Юрійович – магістрант кафедри АІКТ.

Наукові інтереси:

- дослідження систем керування;
- використання MatLab для моделювання динамічних систем.