

Тогда уравнение (3) примет вид:

$$\gamma_{ni}[(1 - f_i)(n_0 + \Delta n + P_i) - f_i n_{1i}] = \gamma_{pi}[(p_0 + \Delta n + N(f_i - f_{i0}) + P_i) - (1 - f_i)p_{1i}], \quad (4)$$

где n_1, p_1 – приведенные плотности состояний в C - и V -зонах соответственно; γ_n, γ_p – коэффициенты захвата электронов и дырок на центр соответственно; n_0, p_0 – равновесные концентрации свободных электронов и дырок.

В качестве нулевого приближения выберем $f_j^{(0)}$ для случая когда центры не влияют друг на друга [1].

Подставляя $P_i^{(0)}$ в уравнение (4) находим неравновесную стационарную функцию заполнения i -го дефекта в первом приближении $f_i^{(1)}$ и затем из уравнения (4) определяем $P_i^{(1)}$ и т. д. Эта процедура повторяется до тех пор, пока $(n + 1)$ приближение не совпадает с n -тым в пределах заданной точности.

Литература

1. Шадурская, Л. И. Влияние уровня возбуждения на процессы безызлучательной рекомбинации на точечных дефектах структуры / Л. И. Шадурская, В. Б. Яржембицкий // Труды 29 междунаrodn. коллокви. – Ильменау (ГДР). – 1984. Ч. 2. – NB2. – С. 118–122.

УДК 629.78

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТОПОЛОГИИ НИЗКООРБИТАЛЬНОЙ ГРУППИРОВКИ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Студенты Казеко Д. Н., Васильцов К. А., ассистент Баранова В. С.,
Кандидат физ.-мат. наук, Спиридонов А. А., д-р физ.-мат. наук Саечников В. А.
Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

В данной работе было произведено моделирование построения низкоорбитальной группировки малых космических аппаратов (МКА) с целью обеспечения обслуживания регионов европейской части Российской Федерации и Республики Беларусь, а также расчет координат расположения минимального количества наземных станций приема (НСП), которое необходимо для сокращения разрыва между интервалами радиовидимости спутников группировки до 15 мин. Для тестирования программной модели использована орбита студенческого спутника BSUSAT-1 как опорная орбита для создания группировки, с наклоном орбиты $97,4^\circ$ и высотой орбиты 500 км. МКА группировки расположены в пяти орбитальных плоскостях, смещенных по долготе восходящего узла на 72° , и по три спутника на каждой орбите с разнесением по средней аномалии на 120° . Задачи управления группировкой МКА решают 4 НСП, расположенные в городах Минск, Гродно, Калуга и Самара. В качестве базовой конфигурации НСП выбрана наземная станция факультета радиопизики и компьютерных технологий БГУ.

Представлены результаты моделирования динамики движения группировки МКА, их интервалов радиовидимости для заданных НСП с углом места более 5 градусов. Интервалы видимости спутников группировки для каждой НСП представлены на рис. 1.

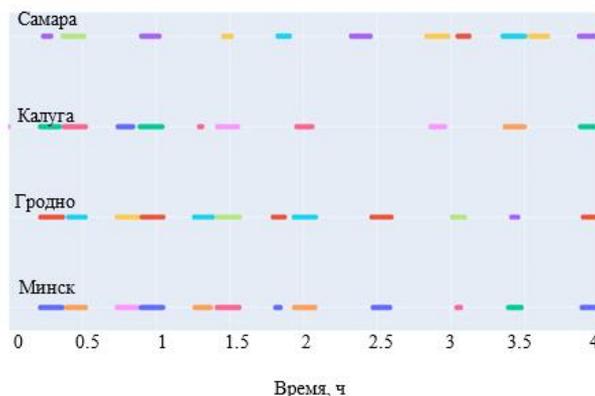


Рис. 1. Интервалы видимости спутников группировки для каждой НСП за 4 часа

Таблица 1 – Сравнение временных интервалов для сеансов управления и приема одной станции Минск и сети НСП за сутки

	Станция г. Минск	Сеть станций
Максимальное время отсутствия радиосвязи	47 мин 54 с	14 мин 36 с
Среднее время отсутствия радиосвязи	13 мин 7 с	7 мин 46 с
Полное время радиосвязи	8 ч 29 мин	13 ч 14 мин
Среднее время радиосвязи	7 мин 12 с	9 мин 35 с
Максимальное время радиосвязи	18 мин 34 с	19 мин 12 с

Использование одной НСП для управления группировкой МКА не обеспечивает требуемого времени между интервалами радиовидимости спутников группировки не более 15 мин, как видно из табл. 1 для работы только одной НСП Минск (максимальное время отсутствия радиосвязи 47 мин 54 с). Использование конфигурации сети из 4 разнесенных по долготе НСП (Минск, Гродно, Калуга, Самара) позволяет сократить максимальное время отсутствия радиосвязи до 14 мин 36 с. Предложенная конфигурации сети НСП позволит эффективно решать задачу определения орбитальных параметров спутников группировки за счет проведения совместных доплеровских или оптических измерений сетью разнесенных НСП с достаточной базой. Результаты моделирования предложенных топологии группировки из 15 МКА и конфигурации сети НСП позволяют эффективно решать задачи по управлению группировкой, обеспечивая максимальный разрыв между интервалами радиовидимости спутников группировки не более 15 мин.

Литература

1. The regional nanosatellite constellation modelling formation by a piggyback launch from different spaceports / A. A. Spiridonov [et al.] // Journal of the Belarusian State University. Physics. – 2022. – № 2. – P. 50–59.

УДК 531.383

СИСТЕМА КУРСА И ВЕРТИКАЛИ НА БАЗЕ ДАТЧИКОВ МИКРОСИСТЕМНОГО ИСПОЛНЕНИЯ

Мл. научные сотрудники ЛИДПИ, СОиН Каликанов А. В. и Бехлер И. А.
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», Тула, Россия

Перспективы современного приборостроения связаны с разработкой инерциальных датчиков микросистемного исполнения (микромеханических гироскопов (ММГ), микромеханических акселерометров (ММА), микромеханических магнитометров (ММА)), которые являются микроэлектромеханической системой, объединяющей функциональные части с различными принципами физического действия: электромеханическую (чувствительный элемент) и электронную части [1]. Интеграция функциональных частей может происходить по-разному. В зависимости от технологии изготовления датчиков все части могут изготавливаться в едином технологическом процессе или каждая по отдельности с использованием разных процессов [2].

В работе предлагается вариант создания системы курса и вертикали на микромеханических гироскопах, акселерометрах и магнитометрах для гражданского беспилотного летательного аппарата (рис. 1).

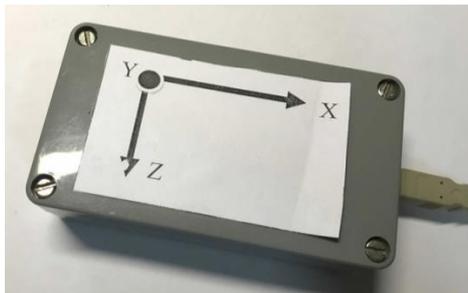


Рис. 1. Система курса и вертикали на базе датчиков микросистемного исполнения