

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ КОНФИГУРАЦИЙ СПУТНИКОВЫХ ГРУППИРОВОК

**В. В. Беглик, П. В. Петров, Н. Н. Кольчевский**

*БГУ, РФУКТ, Минск, Беларусь  
E-mail: vladbeglik@gmail.com*

На сегодняшний день во всем мире функционируют 3 обсерватории, предназначенные для детектирования гравитационных волн – зарегистрировано 67 событий. Предложена космическая измерительная система гравитационных волн «S-LIGO-NxR-zy»; Разработано ПО для расчета кинематических характеристик S-LIGO в среде разработки RAD Studio версии 10.4.2, на языке программирования Delphi. Исследована система с разными конфигурациями спутников, в основе которых лежат платоновские тела.

Ключевые слова: *интерферометр, гравитационные волны, спутниковые системы, космический детектор, детектор гравитационных волн.*

На сегодняшний день в мире функционируют 3 обсерватории, предназначенные для детектирования гравитационных волн (ГВ)– экспериментально зарегистрировано 67 событий. Будущие проекты ГВ детекторов проектируются для космического пространства [1]. Космос – условно неограниченное пространство по сравнению с Землей, в котором можно разместить детектор большего размеров и трехмерной конфигурации. Этот факт открывает доступ к областям спектра ГВ, недоступных для LIGO детекторов, размещенных на Земле. В качестве космического детектора ГВ предлагается космическая измерительная система искусственных спутников (ИС), расположенная на орбитах планет

Предложено исследовать модели околоземного космического детектора гравитационных волн, в основе которых лежат группировки спутников на околоземной орбите. Целью работы является разработка программного обеспечения, моделирующее взаимное расположение спутников в процессе их орбитального движения. Изучаются упорядоченные системы начального расположения спутников в виде правильных многогранников («Платоновские Тела»).

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Разработка программного обеспечения осуществлялась в среде разработки RAD Studio 10.4 на языке программирования Delphi. Интерфейс программы был разработан с использованием библиотеки компонентов и функций VCL (Visual Component Library). Для визуализации результатов расчетов, построения графиков и визуального анализа была использова-

на библиотека TeeChart. Созданная 3D модель была построена с использованием визуализатора GScene.

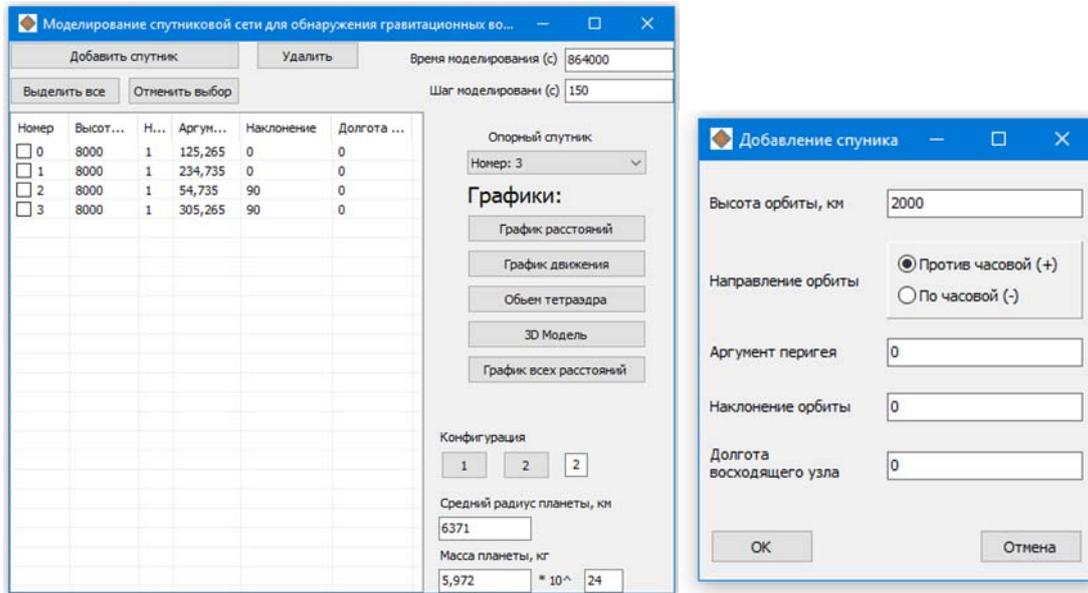


Рис. 1. Главное окно программы, окно добавления спутника

Для проведения расчетов необходимо задать характеристики орбит, по которым движутся спутники. Для того, чтобы задать параметры и ориентацию орбиты в пространстве для искусственного спутника земли (ИСЗ), нужно указать 6 кеплеровских элементов или орбитальных элементов:

- Большая полуось “ $a$ ” –среднее расстояние между Землей и ИСЗ.
- Наклонение орбиты “ $i$ ” к экваториальной плоскости Земли
- Долгота восходящего узла (ДВУ)
- Эксцентриситет “ $e$ ”
- Средняя аномалия (СА) “ $M_0$ ”
- Аргумент перигея (АП) “ $\omega$ ”

Так как в данной работе исследуется движение спутников по круговым или близким к круговым орбитам, то вместо большой полуоси была использована высота спутника над поверхностью земли ( $h$ ). Эксцентриситет круговой орбиты равен 1, поэтому этот параметр не вводится при задании параметров орбиты (рисунок 1).

### КОНФИГУРАЦИИ ДЕТЕКТОРА

Исследуется временная пространственная эволюция и возможности космического детектора ГВ с системой спутников, расположенных на геостационарных орбитах. Рассмотрены 6 конфигураций спутников, которые периодически образуют правильные многогранники в пространстве (рисунок 2).

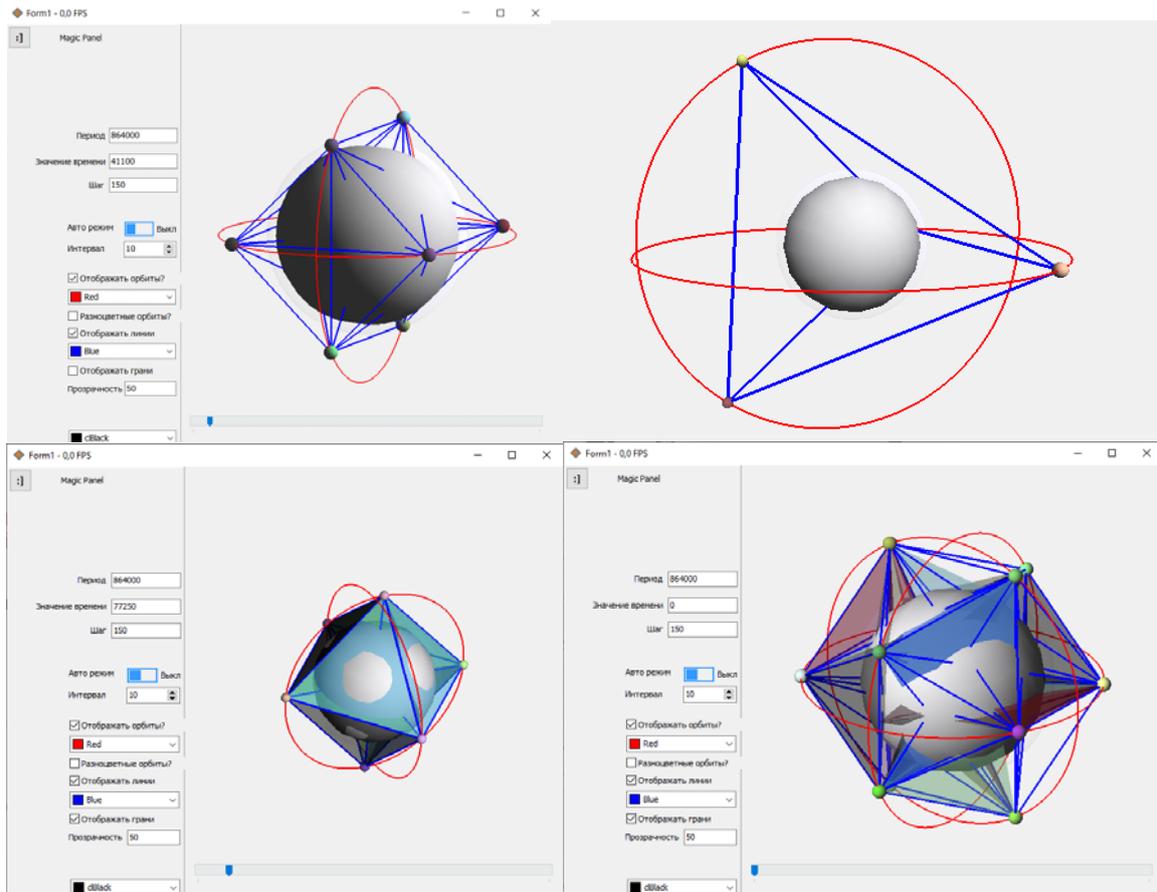


Рис. 2. Конфигурации гравитационных систем, основанных на платоновских телах.

В работе разработано программное обеспечение, позволяющее задавать различные начальные конфигурации спутниковых систем и исследовать их взаимное положение с течением времени с функцией визуализации, что важно для построения околоземного гравитационного детектора и других исследовательских систем на основе группировки спутников.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Abbot B.P.// Exploring the sensitivity of next generation gravitational wave detectors / B. P. Abbott [et al.] // Class. Quantum Grav.2017.
2. Abbot B.P., Abbot R., Abbot T.D.// Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger Phys. Rev. Let.2016.
3. Weber J.//Gravitational-wave-detector events. Physical Review Letters.1968.
4. LIGO NEWS: LIGO Suspends Third Observing Run [Электронный ресурс] URL: <https://www.ligo.caltech.edu/news/ligo20200326>. (дата обращения: 12.05.2021).