

Мультиагентное планирование целевого применения группировки космических аппаратов дистанционного зондирования Земли

П.О. Скобелев<sup>1</sup>, Е.В. Симонова<sup>1,2</sup>, А.А. Жилиев<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева  
(Национальный Исследовательский Университет)

<sup>2</sup>ООО «Научно-производственная компания «Разумные решения»

Одной из современных тенденций в области дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) является создание многоспутниковых орбитальных группировок. Применяемые до настоящего времени подходы к управлению космическими аппаратами (КА) носят статический характер, когда для каждого КА предполагается определенный наперед заданный порядок выполнения операций [1]. Используемые при этом методы и средства планирования ориентированы на одиночные КА и не могут быть спроецированы на группировки большой размерности, функционирующие в недетерминированной среде.

Требуется составить план съемки районов наблюдения группировкой космических аппаратов, обладающих определенной производительностью и объемом запоминающего устройства, с последующей передачей полученных снимков на сеть пунктов приема информации (ППИ), учитывая динамически возникающие события (поступление новой задачи или изменение ее параметров, выход из строя ресурса КА или средств связи и т.д.). Результатом планирования является расписание работы аппаратуры каждого КА и ППИ, составленное в соответствии с критерием минимизации времени доставки снимков потребителям.

Предлагается использовать мультиагентный подход, в котором искомый план строится путем самоорганизации отдельных агентов различных типов, например, задач и ресурсов, на основе их конкуренции и кооперации. В результате взаимодействия агентов и изменения состояний соответствующих им заказов и ресурсов достигается допустимое локально оптимальное решение, которое в дальнейшем адаптивно корректируется в «скользящем режиме» на рассматриваемом горизонте планирования. При этом появляется возможность адаптивного изменения ранее построенного плана, когда план не строится всякий раз заново при возникновении новых событий, а только корректируется по мере их появления [2-3]. Применительно к задаче планирования ДЗЗ искомое расписание строится как динамическое равновесие интересов агентов ресурсов КА, ППИ и районов наблюдения.

Процесс планирования разбивается на две стадии. На первой стадии агенты районов наблюдения запрашивают у подходящих космических аппаратов возможность съемки и

передачи на Землю в наилучший свободный интервал времени. На второй – агенты районов наблюдения пытаются улучшить значение своей целевой функции, предлагая конфликтующим с ними районами найти другие интервалы для размещения путем сдвига по времени или перехода на другой ресурс (КА или ППИ).

Описанный выше метод реализован в прототипе мультиагентной системы планирования применения КА дистанционного зондирования Земли (Рис. 1).

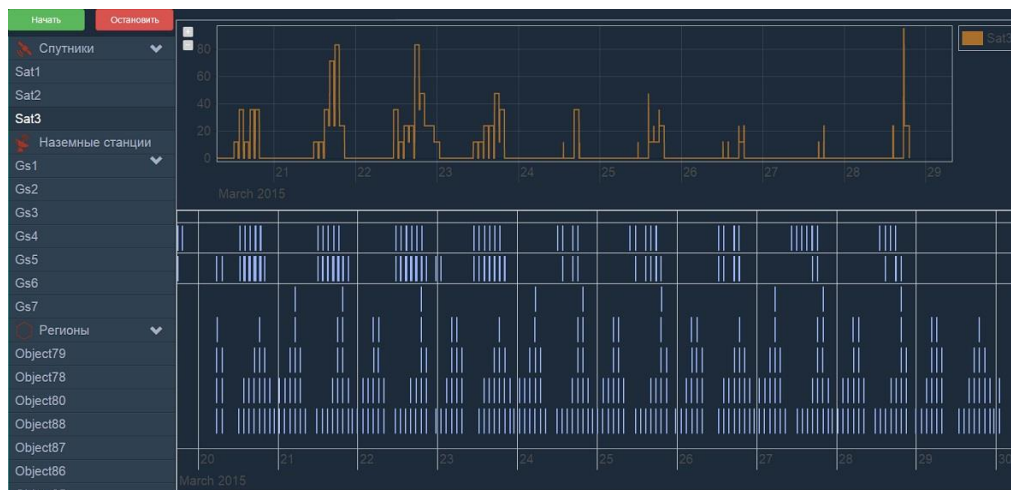


Рис. 1.

Основные свойства предлагаемого подхода:

- масштабируемость и открытость – новые компоненты (КА, ППИ и другие) подключаются к системе динамически без останова и перезапуска всей системы;
- автономность программных модулей, в перспективе позволяющая разместить компоненты планирования на бортовых вычислительных устройствах КА [4];
- гибкость, обеспечиваемая оперативной реакцией на возникающие события.

#### Литература

1. *Соллогуб А.В.* Космические аппараты систем зондирования поверхности Земли [Текст]/А. В. Соллогуб, Г. П. Аншаков, В. В. Данилов, – М.: Машиностроение, 2009. – 360 с.
2. *Wooldridge M.*: An Introduction to Multiagent Systems. 2nd edition. John Wiley&Sons, London (2009).
3. *Skobelev P.*: Multi-Agent Systems for Real Time Resource Allocation, Scheduling, Optimization and Controlling: Industrial Application. 10-th International Conference on Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems, Toulouse, France (2011).
4. *Sollogub A., Skobelev P., Simonova E., Tzarev A., Stepanov M., Zhilyaev A.*: Intelligent System for Distributed Problem Solving in Cluster of Small Satellites for Earth Remote Sensing. Information and Control Systems 1(62), 16 – 26 (2013).