



Д.Е. Мишутин, Е.В. Симонова

## ПЛАНИРОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ГРУППИРОВКИ МКА НА ОСНОВЕ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ПОДХОДА

(Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева)

### Введение

В настоящее время расширяется сфера применения данных, получаемых из космоса. Одной из перспективных тенденций в космической отрасли является создание многоспутниковых орбитальных группировок, состоящих из малых космических аппаратов (МКА), способных значительно расширить нишу потребительских сервисов по сравнению с реализуемыми в настоящее время [1]. Для обеспечения целевого функционирования создаваемых орбитальных группировок и повышения качества предоставляемых услуг необходимо использовать современные схемы взаимодействия с потребителями в сочетании с организацией эффективного планирования и управления ресурсами группировки МКА в режиме реального времени.

### Постановка задачи

Пусть имеется некоторое число космических аппаратов (КА). Для каждого КА известно расписание видимости для районов наблюдений (РН) и пунктов приема информации (ППИ). Необходимо составить оптимальное, с точки зрения целевой функции, расписание съемки РН и дальнейшего сброса информации на ППИ. Целевая функция вычисляется по следующей формуле:

$$C = \frac{1}{m} \sum_j^m \left( a_1 \left( 1 - \frac{\tau_j}{\tau_{max}} \right) + a_2 \left( 1 - \frac{r_j}{r_{max}} \right) \right) \rightarrow \max, \quad (1)$$

где  $m$  – количество районов наблюдения,

$\tau_j$  – оперативность получения снимка  $j$ -го района наблюдения на ППИ,

$r_j$  – разрешение снимка  $j$ -го района наблюдения,

$\tau_{max}$  – предельное время хранения снимка,

$r_{max}$  – предельно допустимое разрешение снимка,

$a_1 + a_2 = 1$ , – весовые коэффициенты.

Полученное расписание должно удовлетворять следующим ограничениям:

- 1) наличие видимости между КА и районом наблюдения при съемке;
- 2) наличие видимости между КА и ППИ при передаче информации;
- 3) наличие свободного места в бортовом запоминающем устройстве КА;
- 4) согласованность времени съемки и передачи снимка;
- 5) отсутствие пересечений в расписании КА и ППИ (запрещается одновременно выполнять несколько операций).

Для решения поставленной задачи был разработан модуль планирования с использованием мультиагентного подхода. Мультиагентные системы пред-



ставляют собой системы, состоящие из множества взаимодействующих вычислительных элементов, известных как агенты. Агенты – это компьютерные системы с двумя важными свойствами. Во-первых, они, по крайней мере, в некоторой степени способны к автономным действиям, решив для себя, что им нужно сделать, они выполняют свои задачи. Во-вторых, они способны взаимодействовать с другими агентами – не просто в виде обмена данными, а путем использования аналогов вида социальной деятельности: сотрудничество, координация, переговоры, и т.п. [2].

Для каждой сущности в системе (КА, ППИ, РН) создается отдельный агент. Также создается агент сцены, который осуществляет управление планированием. Процесс планирования можно разделить на два этапа: плоское планирование и проактивное планирование.

### **Плоское планирование**

На этапе плоского планирования все агенты РН помещаются в очередь. В каждой итерации агент сцены выбирает несколько РН для планирования. Планирование происходит по следующему алгоритму:

1. РН получает разрешение на начало планирования от агента сцены.
2. РН запрашивает у КА варианты съемок, состоящие из временных интервалов съемки и сброса.
3. Если у КА нет свободных интервалов видимости данного РН, то он отправляет сообщение о невозможности проведения съемки. Иначе пункт 4.
4. КА запрашивает у ППИ возможные интервалы сброса с учетом времени съемки.
5. Из предложенных вариантов КА выбирает ближайший интервал сброса и отправляет сообщение с вариантом съемки РН.
6. Из полученных вариантов съемки РН выбирает лучший, с точки зрения ЦФ и пытается его зафиксировать.
7. Если операции съемки и сброса применяются успешно, то для данного РН планирование считается завершенным на данном этапе.
8. Если одна из операций не может быть применена (например, интервал съемки или сброса уже занят другой операцией), то все изменения отменяются и РН остается не запланированным.

На рисунке 1 представлена полная схема переговоров агентов на этапе плоского планирования.

На данном этапе все принятые решения являются окончательными, т.е. один РН не может вытеснить другой. После того, как все РН пройдут через стадию плоского планирования, начинается этап проактивного планирования.

### **Проактивное планирование**

На данном этапе агенты РН пытаются улучшить расписание, полученное на этапе плоского планирования. Как и при плоском планировании, агенты РН помещаются в очередь и ожидают разрешения от агента сцены. После получения разрешения РН запрашивает у всех КА варианты возможных перестановок. Ответ от КА содержит информацию о возможном времени съемки и сброса,



оценку для значения ЦФ и список РН, с которыми возникает конфликт при данной перестановке. РН выбирает лучший из предложенных вариантов и пытается разрешить конфликты. Для этого он предлагает другим РН изменить свое расписание (в том числе, остаться незапланированными). При этом РН получает штраф в размере суммы потерь ЦФ вытесняемых РН. В случае если ЦФ осталась положительной, то все перестановки применяются, в противном случае расписание возвращается к первоначальному состоянию.

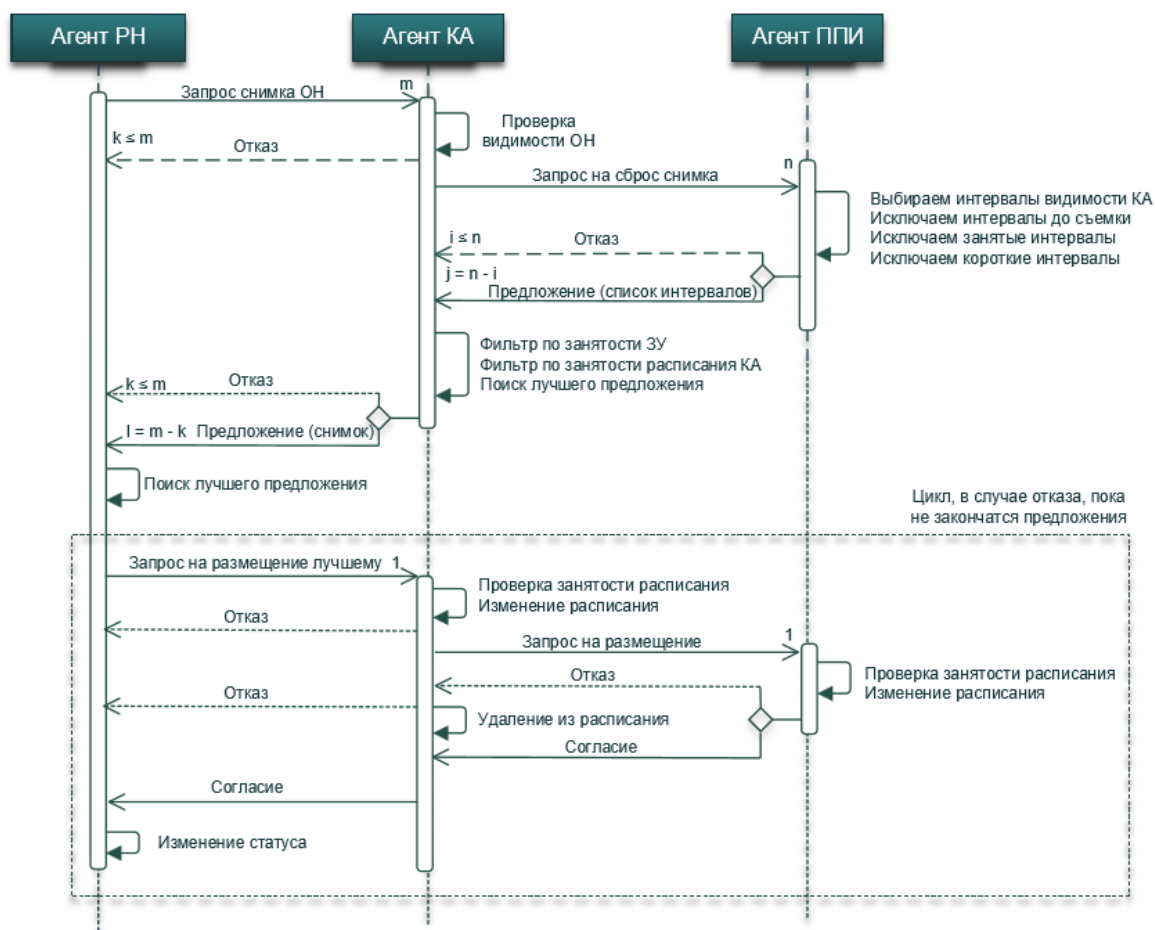


Рисунок 1 – Схема переговоров агентов на этапе плоского планирования

После того, как очередь опустеет, происходит проверка на наличие изменений в данном цикле планирования. При наличии изменений все РН снова помещаются в очередь и процесс повторяется. В противном случае планирование считается завершенным.

### Заключение

Был разработан алгоритм планирования на основе мультиагентного подхода. Данный алгоритм не гарантирует нахождение оптимального решения, но позволяет найти решение, приближенное к оптимальному, за короткий промежуток времени, а также реагировать на изменения в системе без необходимости полного перепланирования.



## Литература

1. Жилияев А.А., Мирошников Д.Ю., Мишутин Д.Е. Мультиагентное планирование целевого применения группировки космических аппаратов дистанционного зондирования Земли // Сборник статей VI научно-технической конференции молодых учёных и специалистов Центра управления полётами, 07-09 апреля 2016 г. – Королев: ЦНИИмаш, 2016. – С. 313-320.
2. Michael Wooldridge, An Introduction to MultiAgent Systems, John Wiley & Sons Ltd, 2002, paperback, 366 pages, ISBN 0-471-49691-X.

М.М. Мухитдинов, Г.О.Кулдашев

### ОПТОЭЛЕКТРОННОЕ ДВУХВОЛНОВОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ МАТЕРИАЛОВ

(НТО радиотехники, электроники и связи Республики Узбекистан)

Бурное развитие оптоэлектроники и её элементной базы, создание новых высокоэффективных полупроводниковых источников излучения в ближней ИК- области спектра создают предпосылки для разработки высокочувствительных и точных, надежных приборов контроля влажности различных материалов [1].

В спектральном диапазоне 1.9-2.1 мкм имеются линии поглощения паров воды, CO<sub>2</sub> и других газов [2].

Оптоэлектронное устройство для контроля влажности основано на различии коэффициентов поглощения ИК- излучения сухих и влажных материалов. Нами разработано двухволновое оптоэлектронное устройство для контроля влажности материалов, в качестве источников излучения использованы светодиоды LED19-PR, имеющие типичный максимум длины волны излучения 1.95 мкм ( $I = 150$  мА,  $f = 0.5$  кГц,  $Q = 2$ ).

На рис.1. приведена блок схема оптоэлектронного двухволнового устройства для контроля влажности материалов.

Здесь 3Г-задающий генератор, РИ- делитель импульсов, ЭК1, ЭК2 – первый и второй экстр ключи, ИД1, ИД1-излучающий диод на опорной длине волне, ИД2 излучающий диод на измерительной длине волны, КО- контролируемый объект, ФП- фотоприёмник, МШ- малошумящий усилитель, УН- усилитель напряжения, АК- аналоговый коммутатор.

На рис. 2 приведены временные диаграммы работы оптоэлектронного двухволнового устройства для контроля влажности материалов.

Устройство работает следующим образом: задающий генератор - 3Г вырабатывает последовательность прямоугольных импульсов, длительность импульсов которых составляет 2 мс, а длительность паузы составляет 3мс, частота повторения - 100Гц (рис.2.а).