

# КОЛЛЕКТИВНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ГРУППИРОВКАМИ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

**Г.Н. Мятлов**

*Самарский государственный технический университет*  
Россия, 443100, Самара, ул. Молодогвардейская, 244  
E-mail: miatov@mail.ru

**П.О. Скобелев**

*Самарский государственный технический университет*  
Россия, 443100, Самара, ул. Молодогвардейская, 244  
E-mail: petr.skobelev@gmail.com

**Ключевые слова:** целевая задача, управление группировкой, эмерджентный интеллект, малые космические аппараты, безэкипажные суда, мультиагентные системы, онтологическая база.

**Аннотация:** Для управления сложными распределенными подвижными объектами, в частности, малых космических аппаратов, которые действуют по единому замыслу во взаимодействии друг с другом, предлагается выделить задачи управления верхнего уровня – задача планирования решения целевой задачи и задачи нижнего уровня. К задачам нижнего уровня предлагается отнести «сервисную» задачу управления, которые решаются на основе классических принципов управления системами автоматического управления. К «сервисным» задачам можно отнести, например задачу стабилизации и ориентации малого космического аппарата (МКА) при съемке земной поверхности или стабилизации курса отдельно взятого безэкипажного катера (БЭК). Для решения задач верхнего уровня предлагается к использованию интеллектуальная технология «Эмерджентного интеллекта (ЭИ)» базирующаяся на онтологически настраиваемой мультиагентной системе.

Наблюдается устойчивая тенденция на миниатюризацию подвижных объектов. К подвижным объектам можно отнести такие объекты, как космические аппараты, морские суда, летательные объекты, транспортные средства и т.д. Применение группировки малых подвижных объектов (МПО) позволяет снизить организационно-технические затраты на создание единицы техники в первую очередь уменьшить сроки разработки и стоимость их создания, повысить эффективность и надежность решение целевой задачи за счет избыточности ресурсов [1]. В качестве целевой задачи выступает практическое использование группировок подвижных объектов, где рассматривается задача не отдельно взятого объекта группировки, а целевая задача группировки в целом [2, 3].

Соответственно при использовании группировки МПО возникает задача управления этой группировкой, действующей по единому замыслу во взаимодействии друг с другом. При этом в задаче управления группировкой выделяют задачи управления верхнего уровня – задача планирования решения целевой задачи и задачи нижнего уровня - «сервисные» задачи. Понятие «сервисного» управления связано с тем, что МПО должен находиться в работоспособном состоянии, чтобы можно было ему ставить задачи исполнения части целевой задачи. Такой класс задач решается на основе классических принципов управления системами автоматического управления,

например, на основе теории робастного управления [4]. К «сервисным» задачам можно отнести, например задачу стабилизации и ориентации МКА при съемке земной поверхности или стабилизации курса отдельно взятого БЭК.

Тогда, решение целевой задачи группировкой МПО должно заключаться в автоматической декомпозиции этой задачи на составные части - подзадачи между МПО и согласованием решений между ними по распределению ресурсов и планированию операций, учитывающей их функциональные возможности, загрузку, текущее состояние и т.д. Кроме начального планирования, должен быть предусмотрен и режим адаптивного перепланирования задач МПО на основе анализа факта в ходе контроля решения подзадачи и, в случае не выполнения задачи, перепланированием её на другой МПО.

Для решения поставленной задачи на основе моделей, методов и средств [5] разработан новый подход к управлению группировками МПО, что позволяет создать новый класс самоорганизующихся «умных группировок». В управлении «умными группировками» предусматривается автономизация создаваемых МПО за счет автоматизации как процессов принятия решений на борту МПО, так и процессов согласованного взаимодействия между МПО в решении поставленной целевой задачи. Предлагаются к реализации онтологически-настраиваемые мультиагентные модели, методы и средства создания самоорганизующихся группировок МПО и их планируемое применение для решения ряда задач.

## Список литературы

1. Потюпкин А.Ю., Пантелеймонов И.Н., Тимофеев Ю.А., Волков С.А. Управление многоспутниковыми орбитальными группировками // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. 2020. Т. 7, № 3. С. 61-70.
2. Потюпкин А.Ю. Управление многоспутниковыми космическими системами. М.:Инфра-Инженерия, 2024. 292 с.
3. Кобылянский В.В., Мятлов Г.Н., Седов А.Н., Скобелев П.О. Перспективы создания интеллектуальной системы управления группировкой безэкипажных судов на основе принципов эмерджентного интеллекта // Морские информационно-управляющие системы. 2023. № 1 (23). С. 26-31.
4. Методы современной теории автоматического управления / Учебник в 5-и тт. Т.5.: Методы современной теории автоматического управления / Под ред. К.А. Пупков, Н.Д. Егупов. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 784 с.
5. Грачев С.П., Жилиев А.А., Ларюхин В.Б. и др. Методы и средства построения интеллектуальных систем для решения сложных задач адаптивного управления ресурсами в реальном времени // Автоматика и телемеханика. 2021. № 11. С. 30-67.