

Подход к совершенствованию процесса управления территориально-распределенными информационными средствами мониторинга воздушно-космического пространства

© А.П. Кадочников, В.В. Какаев, Д.С. Кадочникова,
В.Ф. Волков, А.В. Михалев

Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского

Проведено исследование, посвященное вопросу совершенствования процесса управления территориально-распределенными информационными средствами мониторинга воздушно-космического пространства. Показана актуальность рассматриваемой предметной области. Сформулированы техническая и научная проблемы. Предложен подход к решению проблемы управления территориально-распределенными информационными средствами мониторинга воздушно-космического пространства.

Ключевые слова: территориально-распределенные информационные средства, мультиагентные технологии, нейронные сети.

Введение. Ретроспективный анализ развития обстановки в воздушно-космическом пространстве (рис. 1), а также планы по развертыванию экстремально больших спутниковых систем (рис. 2) показывают, что ближайший период будет характеризоваться значительным увеличением количества космических объектов КО [1, 2], это способствует нарастанию угроз безопасности в воздушно-космической сфере.

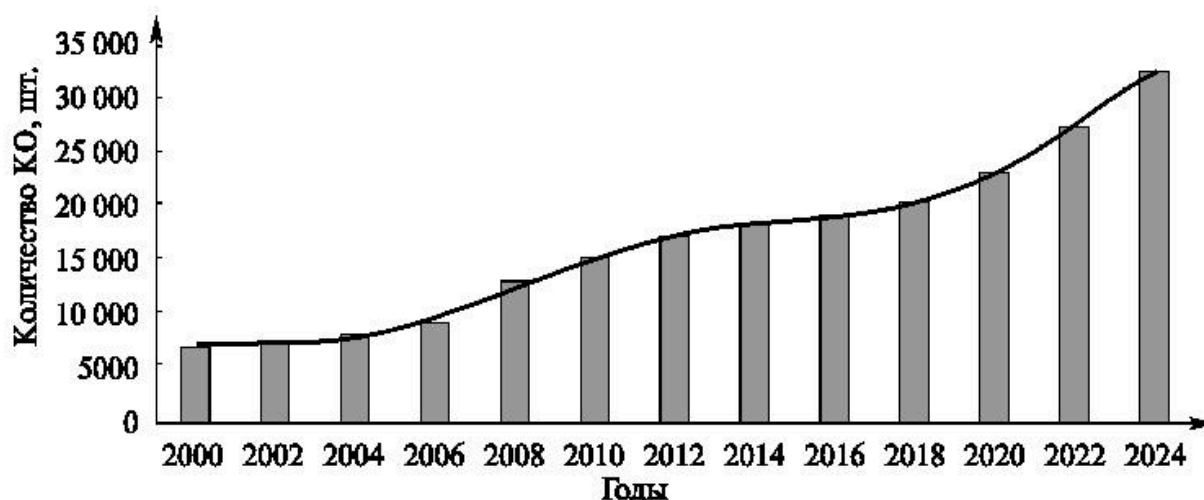


Рис. 1. Ретроспективный анализ развития космической обстановки в период с 2000 по 2024 год

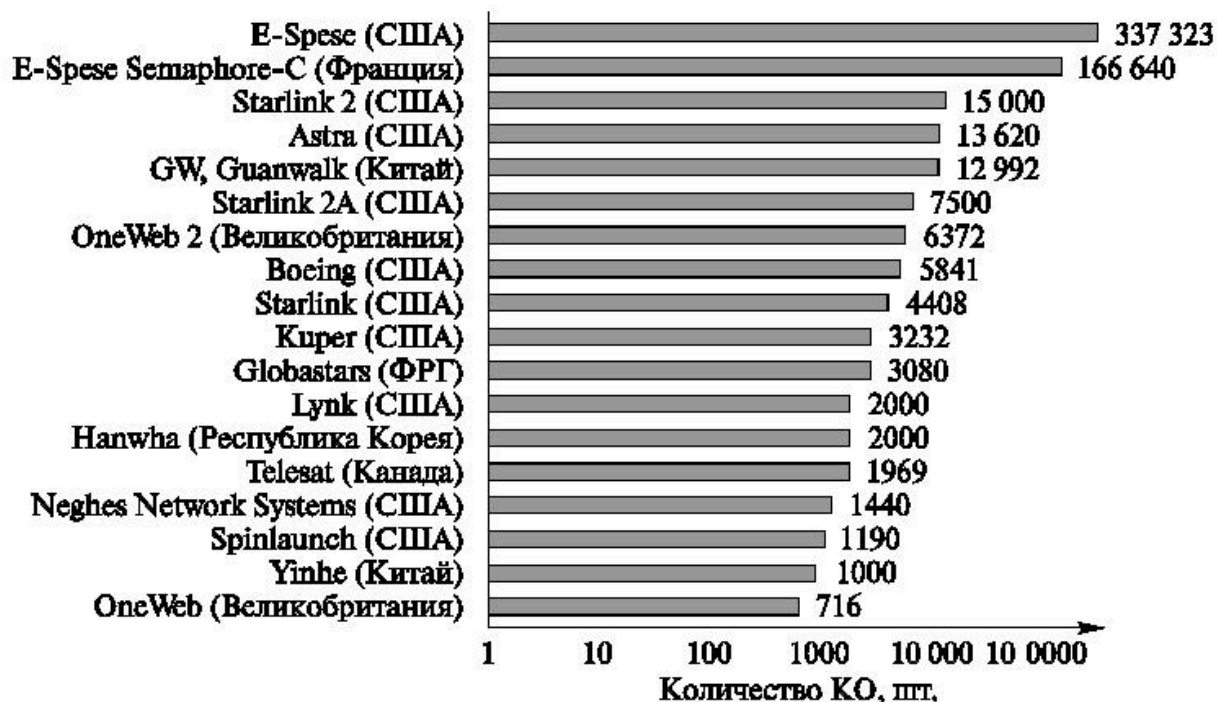


Рис. 2. Планируемые к развёртыванию орбитальные группировки

Увеличение количества КО в околоземном воздушно-космическом пространстве обуславливает рост числа опасных сближений и приводит к необходимости обнаружения, захвата и сопровождения групп объектов, осуществляющих орбитальное движение по близким траекториям [1].

В связи с этим задача обеспечения потребителей своевременной, полной и достоверной информацией об обстановке в воздушно-космическом пространстве в целях обеспечения безопасности отечественных космических аппаратов (КА) в условиях техногенной засоренности и интенсивного использования воздушно-космического пространства является более чем актуальной.

В настоящее время в условиях, связанных с разрывом или невыполнением недружественными странами ряда международно-правовых договоренностей, в соответствии с существующими международными нормами и правилами отечественные территориально-распределенные информационные средства мониторинга воздушно-космического пространства должны решать задачи с требуемым качеством, обеспечивающим безопасность деятельности в воздушно-космической сфере.

В работе предложен подход к совершенствованию процесса управления территориально-распределенными информационными средствами мониторинга воздушно-космического пространства.

Обоснование актуальности решаемой научной проблемы. Опираясь на ряд тезисов, проведем обоснование необходимости совершен-

ствования процесса управления территориально-распределенными информационными средствами мониторинга воздушно-космического пространства в условиях нарастания угроз безопасности в воздушно-космической сфере.

Тезис 1. Интенсивное усложнение обстановки в воздушно-космическом пространстве. Причинами усложнения космической обстановки являются:

- увеличение количества КО различного назначения на околоземных орбитах;
- длительные временные интервалы вывода КА на рабочие орбиты (рис. 3); в зависимости от выбранного плана межорбитального перелета продолжительность маневрирования может составлять от 1 до 4 месяцев [3];
- массовый сход с рабочих орбит КА (рис. 4);
- увеличение количества космического мусора.

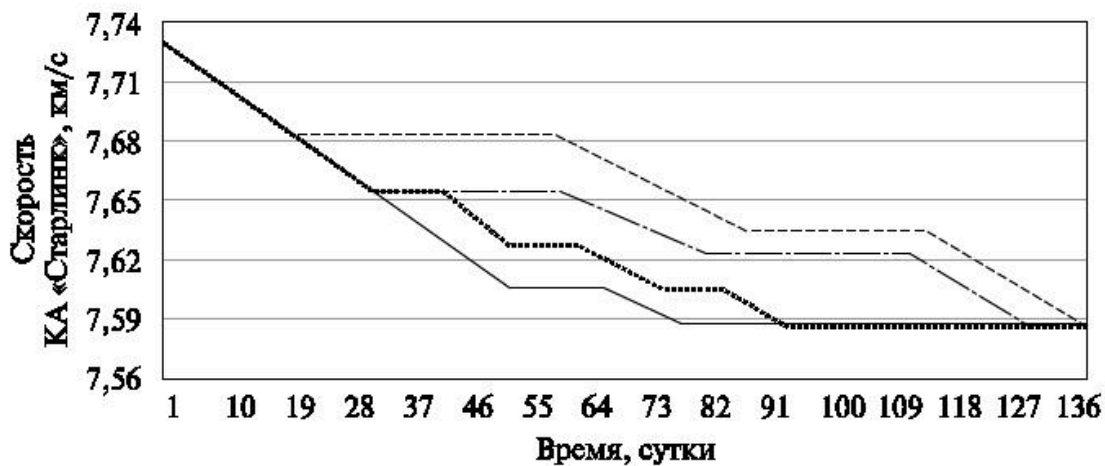


Рис. 3. График изменения скорости космических аппаратов при пятиэтапном выведении на целевую орбиту

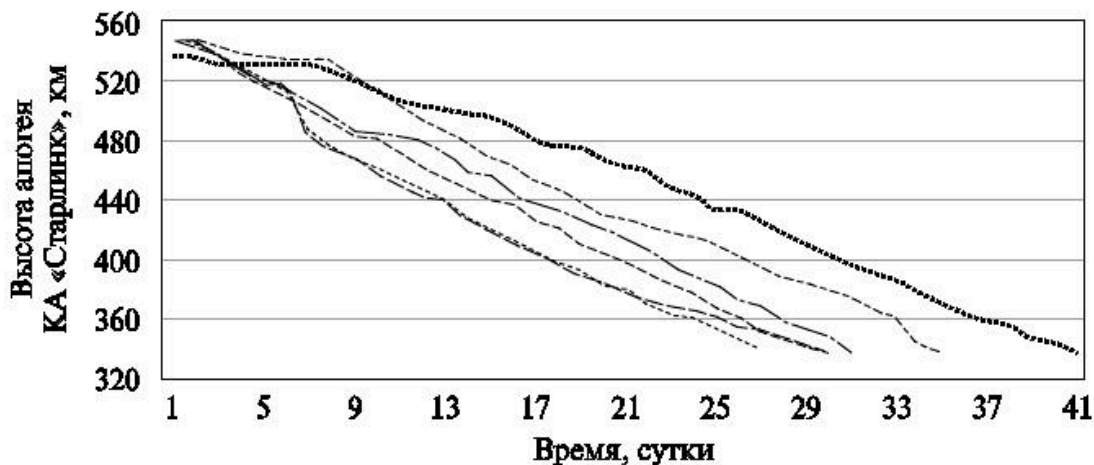


Рис. 4. График изменения высоты апогея космических аппаратов при сходе с целевой орбиты

Тезис 2. Несоответствие характеристик алгоритмов траекторной обработки по полноте и достоверности отображения обстановки в зоне действия информационного средства мониторинга, заявленных в технических заданиях на их разработку. Причинами снижения вероятности обнаружения траектории истинной цели и повышения вероятности обнаружения ложной траектории являются:

– наблюдение группы КА из состава орбитальной группировки (рис. 5);

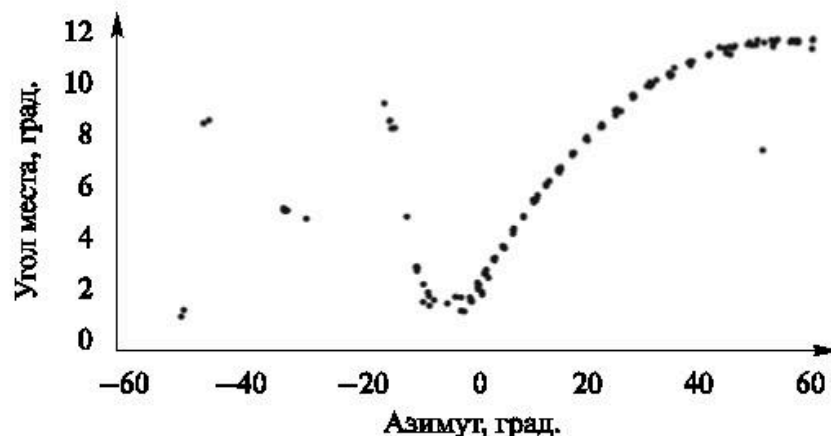


Рис. 5. График зависимости угла места от азимута сопровождаемых траекторий группы космических аппаратов «Старлинк» в зоне действия информационного средства мониторинга воздушно-космического пространства

– ошибки, полученные при сопровождении космического объекта в зоне неоднозначного измерения угла места [4];

– искажения траектории космического объекта на фоне помехового воздействия;

– ошибки измерений угловых координат и скоростей при сопровождении реального космического объекта [5].

Тезис 3. Пропускная способность информационных средств мониторинга не рассчитана на резкое увеличение количества входов в зону действия космических объектов. Возникают пропуски целей, причинами которых могут быть:

– кластерные запуски КА (одновременное выведение на орбиту более 500 КА) [3];

– информационные средства и пункты сбора информации разрабатывались без учета требований по функционированию в условиях значительного увеличения объектов наблюдения.

На рис. 6 приведены прогнозные оценки увеличения количества КО до 2030 г. и результаты моделирования [6] информационного средства мониторинга при входе в зону действия КА из состава орбитальной группировки.

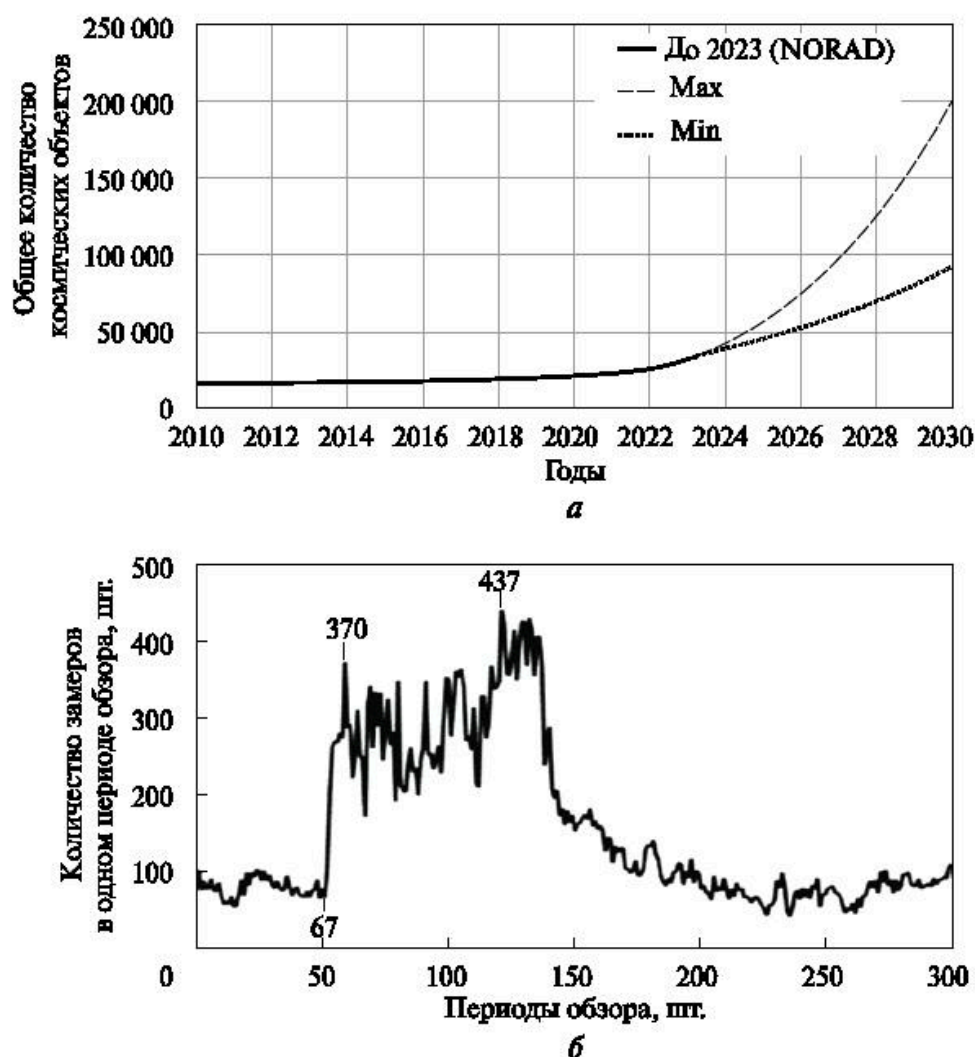


Рис. 6. Прогнозные оценки увеличения количества космических объектов до 2030 г. (а) и количество измерений при входе в зону действия группировки космических аппаратов (б)

На рис. 7 и 8 показаны результаты моделирования космической обстановки в зоне ответственности информационного средства мониторинга с учетом прогнозируемого изменения группировки космических аппаратов в период до 2030 г.

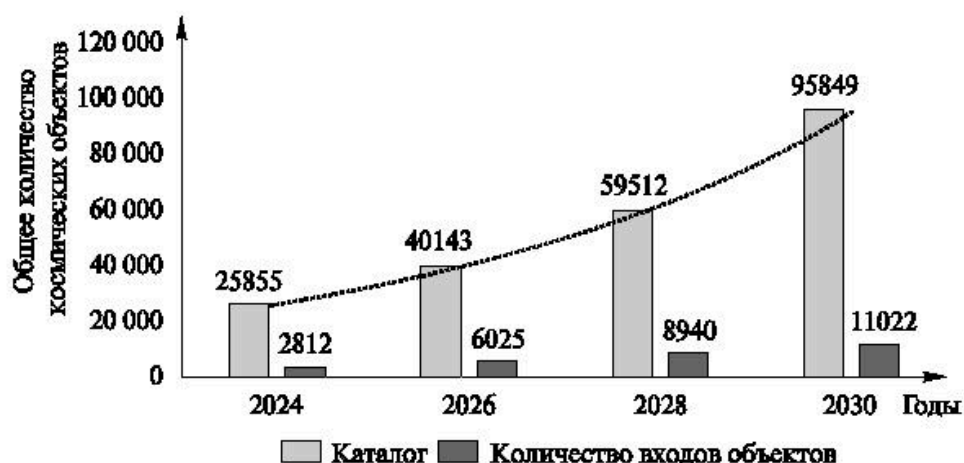


Рис. 7. Результаты моделирования космической обстановки (входы объектов)

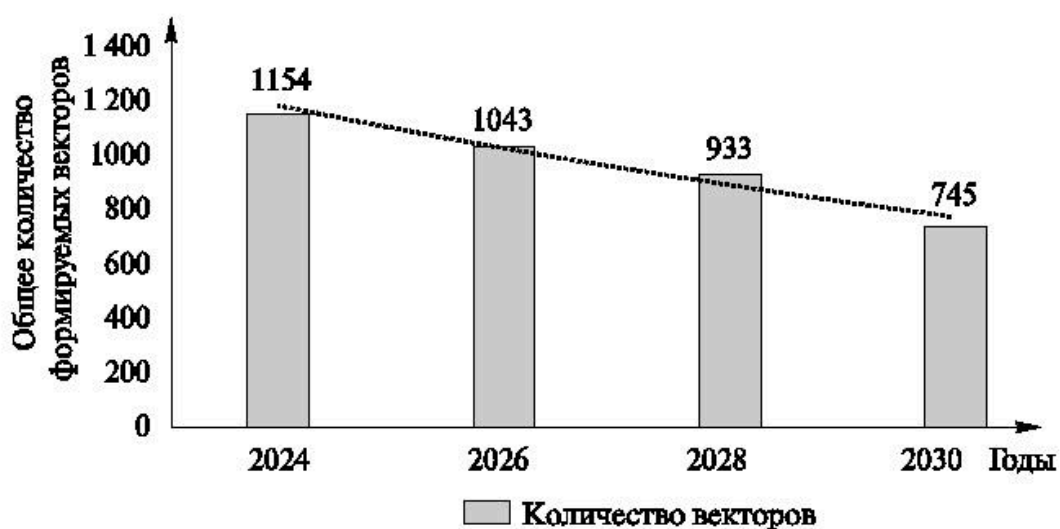


Рис. 8. Результаты моделирования космической обстановки (пропускная способность)

Результаты моделирования, представленные на рис. 7 и 8, показывают увеличение количества входов КО в зону действия информационного средства мониторинга воздушно-космического пространства и, как следствие, снижение количества формируемых векторов (пропускной способности).

Тезис 4. Расширение номенклатуры решаемых задач и качественное изменение состава информационных средств мониторинга воздушно-космического пространства. Вследствие этого значительно усложнится структура системы управления территориально-распределенными информационными средствами.

Тезис 5. Несовершенство подходов к сбору и обработке траекторной информации [7–8].

На основании описанных выше тезисов можно сформулировать ряд выводов.

1. С учетом общей тенденции увеличения КО к 2030 г. общий поток целей в зонах ответственности информационных средств может увеличиться в 2-3 раза.

2. Усложнение космической обстановки приведет к снижению характеристик системы траекторной обработки:

- снижение вероятности обнаружения истинной траектории;
- увеличение среднего времени обнаружения истинной траектории;
- увеличение вероятности обнаружения ложной траектории и среднего числа обнаружений ложных траекторий в единицу времени;
- снижение точности оценивания координат и скорости цели при сопровождении неманеврирующих и маневрирующих целей;
- снижение вероятностных и точностных характеристик отождествления отметки от цели с сопровождаемой траекторией;

- повышение вероятности срыва сопровождения траектории;
- увеличение средней продолжительности ложной траектории.

3. Создание новых и модернизация существующих информационных средств мониторинга воздушно-космического пространства, повышение качества формируемой ими информации, совершенствование пунктов управления, возрастание сложности системы мониторинга воздушно-космического пространства как объекта управления, развертывание экстремально больших орбитальных группировок ведут к одновременному увеличению интенсивности поступающих задач и возрастанию требований к качеству информации формируемой территориально-распределенными информационными средствами мониторинга воздушно-космического пространства.

Таким образом, результаты проведенного исследования позволяют утверждать, что сложились противоречия в теории и на практике, необходимость разрешения которых порождает важные техническую и научную проблемы.

Противоречие на практике выражается в необходимости решения задач по сбору и обработке информации в околоземном воздушно-космическом пространстве в условиях нарастания угроз безопасности в воздушно-космической сфере и при недостаточных возможностях существующих информационных средств осуществлять обнаружение и сопровождение групповых объектов в условиях развертывания экстремально больших спутниковых систем (рис. 9).



Рис. 9. Противоречие на практике

Данное противоречие порождает важную техническую проблему обеспечения сбора и обработки информации территориально-распределенными информационными средствами мониторинга воздушно-космического пространства в условиях развертывания экстремально больших спутниковых систем.

Противоречие в теории (рис. 10) выражается в необходимости совершенствования системы управления территориально-распределенными информационными средствами мониторинга воздушно-космического пространства и невозможность применения для этих целей существующих научно-методических положений.



Рис. 10. Противоречие в теории

Исходя из вышесказанного, можно сформулировать важную научную проблему: «Развитие методических положений управления территориально-распределенными информационными средствами мониторинга воздушно-космического пространства в условиях усложнения интенсивного развертывания космических систем и качественного изменения характеристик информационных средств».

Необходимость разрешения указанных противоречий позволяет утверждать, что совершенствование процесса управления территориально-распределенными информационными средствами мониторинга воздушно-космического пространства с целью повышения качества их функционирования в условиях развертывания экстремально больших спутниковых систем является актуальной проблемой.

Далее рассмотрим подход к решению рассматриваемых технической и научной проблем.

Подход к совершенствованию процесса управления. Для разрешения указанных выше противоречий и повышения качества функционирования информационных средств мониторинга воздушно-космического пространства в условиях интенсивного наращивания орбитальных группировок предлагается реализовать представленную на рис. 11 схему исследований.

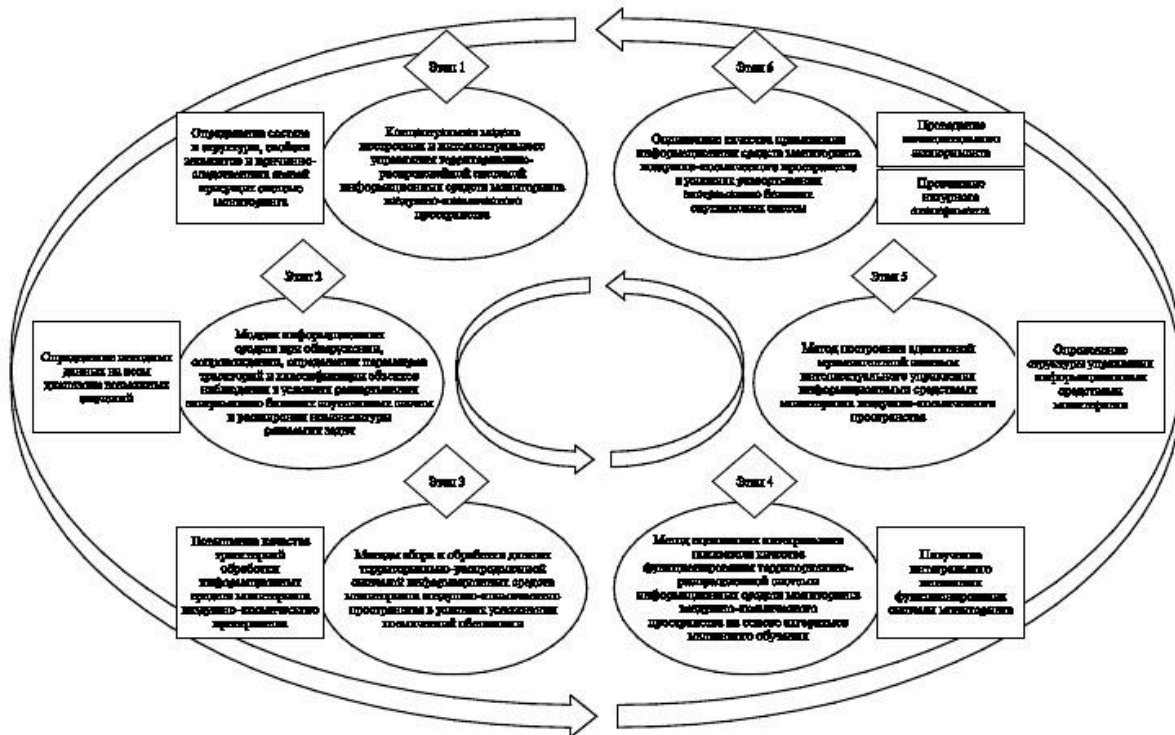


Рис. 11. Схема исследований по совершенствованию процесса управления

Представленная схема исследований предполагает получение следующих научных результатов.

1. Концептуальная модель построения и интеллектуального управления территориально-распределенной системой информационных средств мониторинга воздушно-космического пространства.

2. Модели информационных средств при обнаружении, сопровождении, определении параметров траекторий и классификации объектов наблюдения в условиях развертывания экстремально больших спутниковых систем и расширения номенклатуры решаемых задач.

3. Методы сбора и обработки данных территориально-распределенной системой информационных средств мониторинга воздушно-космического пространства в условиях усложнения космической обстановки.

4. Метод оценивания интегрального показателя качества функционирования территориально-распределенной системы информационных средств мониторинга воздушно-космического пространства на основе алгоритмов машинного обучения.

5. Метод построения адаптивной мультиагентной системы интеллектуального управления информационными средствами мониторинга воздушно-космического пространства.

На первом этапе будут определены состав и структура, свойства элементов и причинно-следственные связи, присущие системе мониторинга воздушно-космического пространства.

Далее на основании результатов моделирования можно получить набор исходных данных во всем диапазоне возможных значений. В качестве основных результатов имитационного моделирования должны быть получены параметры распределения потоковых характеристик в зоне действия территориально-распределенных информационных средств мониторинга воздушно-космического пространства и построена функция плотности распределения общего потока объектов.

После этого необходимо разработать новые и усовершенствовать имеющиеся методы сбора и обработки данных, направленные на повышение качества траекторной обработки информационных средств мониторинга воздушно-космического пространства. В качестве основных направлений можно выделить:

- определение орбиты наблюдаемого объекта по наблюдениям его угловых топоцентрических координат;
- обнаружение групп объектов и дальнейшее их сопровождение;
- оперативное отождествление формируемых измерений с априорными данными из частного каталога наблюдаемых объектов с целью сокращения времени на сопровождение;
- повышение точности расчета параметров орбит наблюдаемых объектов;
- совершенствование стратегии обнаружения объектов на основе статистической оптимизации и управления параметрами обзора пространства.

На четвертом этапе будет получен интегральный показатель эффективности функционирования системы мониторинга, на основании которого на пятом этапе можно определить структуру управления территориально-распределенными информационными средствами.

Для подтверждения эффективности предложенных методов предлагается провести вычислительные и натурные эксперименты, на основании которых при необходимости будет скорректирована концептуальная модель.

Основным этапом предложенной схемы исследований является разработка метода оценивания качества функционирования системы мониторинга, который позволит получить интегральный показатель качества функционирования территориально-распределенной системы информационных средств мониторинга воздушно-космического пространства, что в дальнейшем обеспечит определение структуры управления информационными средствами мониторинга.

Управление территориально-распределенной системой информационных средств мониторинга воздушно-космического пространства при выполнении задач, поступающих от нескольких потребителей, требует учета «полезности» каждого поступающего запроса на выполнении определенной задачи таким образом, чтобы характеристик системы мониторинга было достаточно для решения собственных задач, обеспечивающих безопасность деятельности Российской Федерации в воздушно-космической сфере.

Реализация такого подхода в режиме реального времени требует наличия количественного показателя, под которым будем понимать вклад решения каждой новой задачи, поступающей от потребителей информации и требующей информационного ресурса системы мониторинга, в поддержание безопасности деятельности в воздушно-космической сфере. На рис. 12 представлена структурная схема метода получения интегрального показателя качества функционирования территориально-распределенной системы информационных средств мониторинга воздушно-космического пространства, реализация которого позволяет обеспечить получение количественного показателя — функции «полезности».

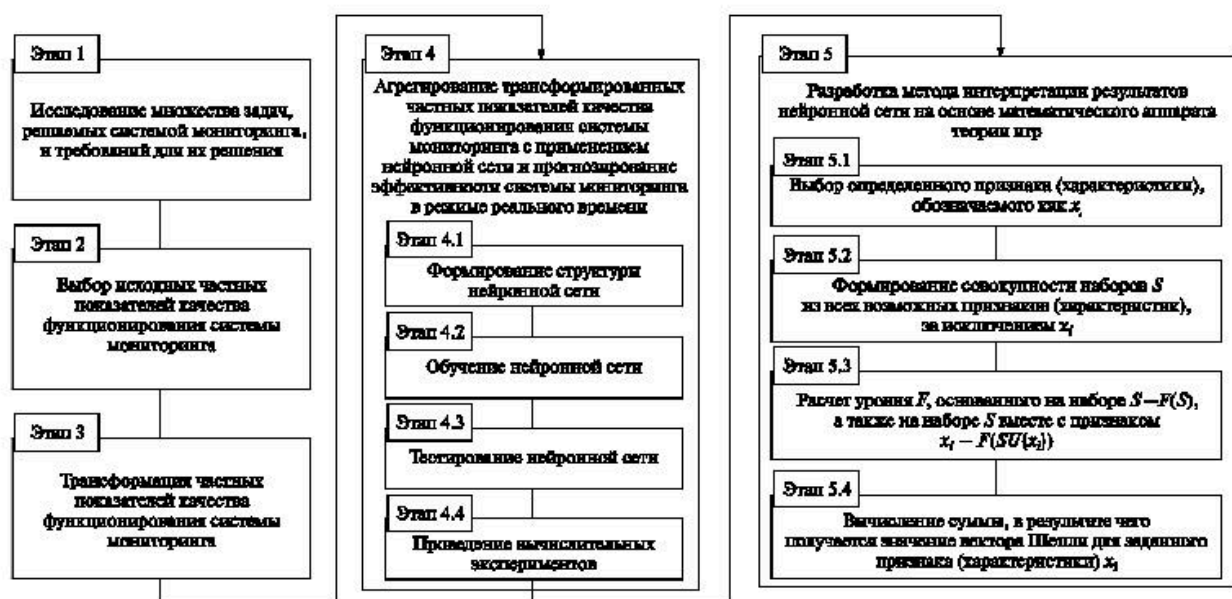


Рис. 12. Структурная схема метода получения интегрального показателя качества функционирования системы мониторинга

Ниже представлено содержание этапов предложенного метода.

Этап 1. Исследование множества задач, решаемых системой мониторинга, и требований для их решения.

Этап 2. Выбор исходных частных показателей качества функционирования системы мониторинга.

Этап 3. Трансформация частных показателей качества функционирования системы мониторинга.

Этап 4. Агрегирование трансформированных частных показателей качества функционирования системы мониторинга с применением нейронной сети и прогнозирование эффективности системы мониторинга в режиме реального времени.

Этап 5. Разработки метода интерпретации результатов нейронной сети на основе математического аппарата теории игр.

Выбор нейронной сети в качестве математического аппарата, применяемого для агрегирования трансформированных частных показателей качества функционирования системы мониторинга, был обоснован рядом достоинств [9–12].

1. Алгоритм самостоятельно принимает решения о том, как выполнить поставленную задачу, иногда применяя не совсем очевидные или вовсе не очевидные для людей методы. Нейронные сети также созданы с расчетом на постоянное улучшение собственных результатов.

2. Эффективная фильтрация шумов. Нейронные сети могут игнорировать шумы и обрабатывать лишь необходимую информацию.

3. Высокая адаптивность позволяет нейронным сетям быть готовыми к возможным переменам во входных данных и продолжать эффективно работать.

4. Нейронная сеть — это лучший инструмент для аппроксимации функции любой сложности.

Необходимо отдельно отметить возможность учета условий наблюдения в зоне действия территориально-распределенных информационных средств при расчете показателя качества на основе нейронной сети.

Вместе с тем известно, что основным недостатком нейронных сетей является сложность, а в большинстве случаев — невозможность интерпретации результатов ее работы. А при решении задачи по поддержанию безопасности деятельности Российской Федерации в воздушно-космической сфере с соблюдением нужного уровня качества формируемой информации повышаются требования к достоверности и интерпретируемости результата.

Для успешного решения данной проблемы необходимо учитывать три тезиса:

- любое выделение ресурса территориально-распределенных информационных средств для решения задач сторонних потребителей будет снижать эффективность выполнения собственных задач, решаемых системой мониторинга;

- повышение качества решения задач сторонних потребителей невозможно без устойчивого и обширного информационного взаимодействия;

- выделение информационного ресурса и последующее решение задач потребителей приводит к повышению общего показателя безопасности деятельности Российской Федерации в воздушно-космической сфере.

Следовательно, на основании вышеуказанных тезисов можно сделать вывод о том, что для решения проблемы, связанной с распределением информационного ресурса системы мониторинга в условиях столкновения интересов сторон, когда каждый потребитель информации стремится получить информационные ресурсы друг друга в своих собственных интересах, может быть применен математический аппарат теории игр.

В рамках теории игр проблему распределения информационного ресурса с учетом потребности всех заинтересованных сторон можно отнести к неантагонистическим играм. Ограничимся изложением случая, когда «выигрыши» потребителей трансферабельны. В этом случае игра называется кооперативной игрой с трансферабельными выигрышами. Основной вопрос заключается в том, как разделить общий информационный ресурс между потребителями. Предполагается, что при совместном решении ряда особо важных задач (кооперации) потребители максимизируют свою эффективность (способность обеспечить безопасность в воздушно-космической сфере). Исходя из такого понимания кооперации, предлагаем интерпретацию результатов нейронной сети проводить на основе вектора Шепли. Вектор Шепли — это широко используемая в теории игр концепция, которая обеспечивает справедливый способ распределения общего выигрыша в кооперативной игре между игроками [13].

Решение задач пятого этапа будет достигаться за счет использования системы интеллектуального управления на основе адаптивных мультиагентных технологий и технологий представления и обработки знаний (онтологий).

В основе решения задач системы мониторинга лежит классическая теория динамического управления ресурсами, рационального использования пространственно-временного потенциала для решения динамично изменяющихся задач. Обусловлено это тем, что решение всех задач с требуемым уровнем эффективности принципиально возможно

лишь с использованием территориально-распределенной группировки информационных средств наблюдения, способных получать как координатную, так и некоординатную информацию по объектам. Поэтому эффективность использования системы мониторинга будет повышаться только при организации правильного построения системы управления.

Для создания системы управления территориально-распределенными информационными средствами мониторинга воздушно-космического пространства в условиях повышения интенсивности поступающих задач предлагается использовать адаптивные методы распределения ресурсов, основанные на мультиагентных технологиях, показавших высокую эффективность при решении задач распределения больших ресурсов в реальном времени [14–17]. При этом планирование использования информационных средств может быть организовано по следующему алгоритму.

По мере создания информационное средство мониторинга воздушно-космического пространства входит в структуру системы с определенными техническими характеристиками, циклограммой функционирования и возможностью оценивания своих возможностей. Далее мультиагентная система в реальном времени формирует информационному средству задачу, соответствующую потребностям и обеспечивающую наибольшую эффективность использования данного информационного средства. Задача включает список объектов, последовательность их наблюдения на заданном временном интервале, режимы работы, априорные сведения и ограничения.

В ходе выполнения задачи система управления, анализируя получаемые результаты (причем как от данного информационного средства, так и от других работающих средств), может вносить изменения в режимы работы указанного средства, одновременно и согласованно адаптируя режимы работы других информационных средств.

Достижение поставленной цели становится возможным за счет применения информационных технологий: использования системы интеллектуального управления на основе адаптивных мультиагентных технологий и технологий представления и обработки знаний (онтологий).

Мультиагентные технологии позволяют строить адаптивные методы и средства распределения ресурсов, планирования, согласования, оптимизации, мониторинга и контроля исполнения планов в реальном времени, когда планы не строятся заново всякий раз, а лишь постоянно адаптивно корректируются и перестраиваются по поступающим событиям или по мере их выполнения. Для этого в качестве методического подхода применяют сети потребностей и возможностей, которые позволяют выстраивать взаимодействия для получения согласованного по разным критериям решения. Иными словами, поиск решения по одной целевой

функции заменяется переговорами для достижения баланса интересов между многими разными целевыми функциями.

Заключение. Результаты проведенного исследования позволяют утверждать, что в настоящее время в практической и теоретической области управления территориально-распределенными информационными средствами системы мониторинга сложилась проблемная ситуация. Актуальность решения проблемной ситуации обосновывается возрастанием сложности системы мониторинга как объекта управления, развертыванием экстремально больших орбитальных группировок, что приводит к одновременному увеличению интенсивности поступающих задач и повышению требований к качеству информации, формируемой системой.

Предложен подход к решению проблемы управления территориально-распределенными информационными средствами, основу которого составляет метод оценивания эффективности функционирования системы мониторинга. Данный метод обеспечит получение интегрального показателя эффективности функционирования в режиме реального времени.

Решение рассмотренной проблемы позволит обеспечить системе территориально-распределенных информационных средств мониторинга воздушно-космического пространства выполнение ее функций по обеспечению безопасности воздушно-космической деятельности и даст возможность выполнять задачи на качественно новом уровне.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кадочников А.П., Ерохин В.И., Пророк В.Я., Кадочникова Д.С., Сотников С.В. Метод определения орбиты космического объекта в территориально-распределённой системой наблюдения. *Труды Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского*. 2024, вып. 691, с. 42–50.
- [2] *Jonathan's Space Pages*. URL: <https://www.planet4589.org/space> (дата обращения 07.10.2024).
- [3] Пророк В.Я., Кадочников А.П., Осадчая Д.С. Моделирование процесса развертывания многоспутниковой группировки низкоорбитальных космических аппаратов. *Известия Тульского государственного университета*. 2022, вып. 2, с. 339–347.
- [4] Кадочников А.П., Ерохин В.И., Осадчая Д.С., Смирнов М.С., Сотников С.В. Методика оценивания влияния ошибок первичных измерений на точность алгоритма определения параметров орбиты космических объектов. *Известия Тульского государственного университета*. 2021, вып. 9, с. 253–261.
- [5] Кадочников А.П., Ерохин В.И., Какаев В.В. Метод определения параметров орбиты космических объектов по измерениям на малых интервалах времени. *Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского*. 2022, вып. 682, с. 60–69.

- [6] Кадочников А.П., Осадчая Д.С., Пророк В.Я. *Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2022614013/16.03.2022. Программный комплекс моделирования процессов функционирования радиолокационных станций при наблюдении космических аппаратов из состава многоспутниковой группировки на этапах развертывания и схода с орбиты* : заявлено 24.01.2022 : опубликовано 16.03.2022.
- [7] Пророк В.Я., Кадочников А.П., Осадчая Д.С., Сотников С.В. Метод отождествления отметок, формируемых от группы маневрирующих объектов, на основе нечеткого кластерного анализа. *Наукоемкие технологии*. 2023, т. 24, вып. 2, с. 44–51.
- [8] Пророк В.Я., Кадочников А.П., Кадочникова Д.С., Нестеренко О.Е. Метод многогипотезного построения траектории движения группы маневрирующих летательных аппаратов на основе нечеткого логического вывода. *Информация и Космос*. 2023, вып. 3, с. 131–140.
- [9] Бессмертный И.А. *Системы искусственного интеллекта*: учебное пособие для СПО. 2-е изд. испр. и доп. Москва, Издательство Юрайт, 2019, 157 с.
- [10] Ясницкий Л.Н. *Интеллектуальные системы*: учебник. Москва, Лаборатория знаний, 2016, 221 с.
- [11] Боровская Е.В., Давыдова Н.А. *Основы искусственного интеллекта*: учебное пособие. Москва, БИНОМ, Лаборатория знаний, 2010, 127 с.
- [12] Николенко С.А., Кадуринов А.В., Архангельская Е.С. *Глубокое обучение*. Санкт-Петербург, Питер, 2018, 480 с.
- [13] Shapley L.S. A value for n-person games. *Contributions to the Theory of Games*. 1953, vol. 2(28), pp. 307–17.
- [14] Аксёнов О.Ю., Дедус Ф.Ф., Морозов С.П., Скобелев П.О. О применении мультиагентных технологий для решения актуальных задач развития системы контроля космического пространства. *Материалы Восьмой Всероссийской научно-практической конференции «Перспективные системы и задачи управления»*. Таганрог, Изд-во ТТИ ЮФУ, 2013, 378 с.
- [15] Pechoucek M., Marik V. Industrial deployment of multi-agent technologies: review and selected case studies. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*. 2008, vol. 17, no. 3, pp. 397–431.
- [16] Leitao P., Vrba P. Recent Developments and Future Trends of Industrial Agents. *HoloMAS 2011, 5th International Conference on Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems*. Springer, Berlin, pp. 15–28.
- [17] Скобелев П.О. Мультиагентные технологии в промышленных применениях: к 20-летию основания Самарской научной школы мультиагентных систем. *Мехатроника, автоматизация, управление*. 2011, № 12, с. 33–46.

Кадочников Андрей Павлович — канд. техн. наук, доцент, докторант Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. e-mail: kado162@mail.ru

Какаев Виталий Викторович — д-р воен. наук, доцент, начальник управления Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. e-mail: kado162@mail.ru

Кадочникова Дарья Сергеевна — канд. техн. наук, начальник лаборатории Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. e-mail: kado162@mail.ru

Волков Валерий Федорович — д-р воен. наук, профессор кафедры Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. e-mail: vovkov_91@mail.ru

Михалев Александр Владимирович — младший научный сотрудник Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. e-mail: grigoriytamasjan@mail.ru

An approach to improving the management process of geographically distributed information means for monitoring aerospace

© A.P. Kadochnikov, V.V. Kakaev, D.S. Kadochnikova,
V.F. Volkov, A.V. Mikhalev

Military Aerospace Academy

The article contains a study devoted to the issue of improving the management process of geographically distributed information means for monitoring aerospace. The relevance of the subject area under consideration is shown. Technical and scientific problems are formulated. An approach to solving the problem of managing geographically distributed information means for monitoring aerospace is proposed.

Keywords: *geographically distributed information tools, multi-agent technologies, neural networks.*

Kadochnikov A.P., Ph.D., Postgraduated student at Military Aerospace Academy.
e-mail: kado162@mail.ru

Kakaev V.V., Dr. Sci. (Military), Head of the department of Military Aerospace Academy.
e-mail: kado162@mail.ru

Kadochnikova D.S., Ph.D., Head of the laboratory at Military Aerospace Academy.
e-mail: kado162@mail.ru

Volkov V.F., Dr. Sci. (Military), Prof. of the Department at Military Aerospace Academy.
e-mail: vovkov_91@mail.ru

Mikhalev A.V., Junior research assistant at Military Aerospace Academy.
e-mail: grigoriytamasjan@mail.ru