

УТВЕРЖДАЮ
Директор
ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН


С.Е. Власов

«26» 08 2019 г.

М.П.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Кожухина Игоря Валерьевича на тему: «Методы и алгоритмы построения базы знаний системы защиты оптико-электронной аппаратуры от антропогенных частиц», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в промышленности)

Актуальность темы диссертации

Активное освоение космического пространства привело к появлению большого количества антропогенных частиц и объектов, как результат использования современных технологий в космосе. Антропогенные частицы (АЧ) становятся угрозой существования активных космических систем. При этом результат их воздействия на функционирование космических аппаратов (КА) может изменяться от незначительных aberrаций поверхностей до разрушения конструкций.

В настоящее время единственной гарантированной мерой защиты от АЧ является проведение маневра уклонения. И если при обнаружении крупных АЧ это необходимо, то при возможном столкновении с мелкими и средне размерными частицами это может быть связано с неоправданным расходованием топлива и прерыванием текущего режима функционирования КА. С другой стороны, не принятие своевременных мер по защите от АЧ может привести к потере КА. Возможность обнаружения и распознавания потенциально опасных АЧ оптическими средствами, размещенными на КА позволяет рассматривать прогнозирование результатов воздействия АЧ и выбор адекватного способа (барьера безопасности) автономного функционирования КА как важную научную задачу, имеющей большое практическое значение. Поэтому тема диссертационной работы Кожухина Игоря Валерьевича является актуальной.

Научная новизна заключается в разработке методики построения базы знаний системы защиты от АЧ, позволяющей, в отличие от известных проводить ее автоматическую настройку на изменения в предметной области воздействия антропогенных частиц, прогнозировать условия и результаты такого воздействия, а также автоматически оценивать эффективность и проводить выбор барьера безопасности КА с учетом условий обстановки, определяемых важностью параметров барьера. Основные научные результаты работы включают:

- модель представления знаний по обеспечению безопасности при воздействии антропогенных частиц;
- алгоритм обучения базы знаний по прогнозированию условий и результатов воздействия антропогенных частиц;
- алгоритм оценки эффективности и выбора барьера безопасности от антропогенных частиц с учетом условий обстановки.
- разработанная и реализованная в виде программных средств методика построения базы знаний по защите от антропогенных частиц.

Обоснованность и достоверность научных результатов, выводов и рекомендаций диссертации подтверждаются наличием экспериментальных исследований характеристик современных материалов КА, корректной и логичной постановкой частных задач исследования, использованием апробированного аппарата теории искусственного интеллекта, теории машинного обучения, теории оптимизации, приятыми допущениями и ограничениями, сходимостью полученных результатов с имеющимися экспериментальными данными и непротиворечивостью фундаментальным положениям известных научных работ, получением частных решений, являющихся результатом применения ранее известных методик, выполненных при известных допущениях и ограничениях.

Практическая ценность работы автора заключается в разработке моделей и алгоритмов, реализация которых в составе аппаратно-программных комплексов КА позволит в автоматическом режиме решать задачи обеспечения безопасности КА при воздействии АЧ, что повысит живучесть КА при автономном функционировании в условия возможного воздействия АЧ.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке автором модели знаний, алгоритмов прогнозирования результатов воздействия АЧ и оценки эффективности барьеров безопасности, а также методики построения базы знаний, способной к автоматической настройке на изменения в предметной области воздействия АЧ на оптико-электронные средства.

Содержание работы

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложений.

Во введении раскрыты актуальность темы исследования, определены цели и задачи, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, раскрыта научная новизна и практическая значимость работы.

Первая глава является обзорной. В ней проведен анализ существующей системы предупреждения об опасных ситуациях в околоземном космическом пространстве, рассмотрены известные модели оценки воздействия антропогенных частиц, меры обеспечения безопасности КА, а также возможности технологий искусственного интеллекта при построении бортовых аппаратно-программных комплексов обеспечения безопасности КА.

Во второй главе представлено описание модели знаний и алгоритмы: прогнозирования результатов воздействия АЧ, обучения БЗ прогнозированию условий и результатов воздействия АЧ, оценки эффективности и выбора барьера безопасности КА от воздействия АЧ, которые составляют содержание разработанной методики построения базы знаний системы защиты от антропогенных частиц. В качестве модели знаний предложен нечеткий нейро-сетевой формализм, представленный в виде нейро-нечеткой сети (ННС), показателем прогноза выбран коэффициент истинности критерия повреждения, который рассчитывается на основе композиционного правила Заде. Решена задача обучения ННС методом обратного распространения ошибки с использованием построенной двойственной сети. Это позволило настроить БЗ по имеющимся примерам путем подстройки параметров сети и модификации её синаптического пространства, а также получать путем подстройки вектора входных параметров их новые наборы для фиксированного критерия (примеры), необходимые для дальнейшего обучения базы знаний.

Для оценки эффективности и выбора барьера безопасности использован принципа Беллмана-Заде для выбранных параметров оценки с учетом их важности, представленный алгоритм позволяет проводить оценку без участия оператора.

Третья глава содержит описание программного средства, реализующего разработанные модели и алгоритмы и экспериментального исследования методики построения базы знаний. Представлены результаты ее применения к ситуации возможного повреждения стенки КА, а также проведена оценка живучести КА с учетом предложенных решений.

В заключении изложены основные результаты диссертации.

В приложениях представлены данные экспериментальных исследований, проводимых в рамках подготовки диссертации и сведения о внедрении полученных в ней результатов.

Содержание диссертации изложено грамотно и логически последовательно. Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ВАК.

Автореферат и публикации соискателя достаточно полно отражают содержание диссертации, основное положения и выводы.

Использование и внедрение результатов

Результаты диссертационного исследования использованы в научно-производственный процесс АО «Радиотехнические и информационные системы воздушно-космической обороны» и учебном процессе кафедры «Радиотехнические информационные системы» ФГБУ ВО

Публикации результатов работы

По теме диссертационной работы опубликовано 6 печатных работ (в том числе 2 работы в журналах, входящих в перечень ВАК для кандидатских и докторских диссертаций, а также 2 публикации в изданиях, индексируемых в БД Scopus). Основные результаты работы докладывались на 4 научно-технических конференциях. Получено свидетельство о регистрации программного продукта.

Оценка соответствия требованиям ВАК

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации» по следующим областям исследований:

4. Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации;

5. Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации

13. Методы получения, анализа и обработки экспериментальной информации.

Замечания по диссертационной работе

1. Не представлена оценка вычислительной сложности реализации предложенных алгоритмов и возможность использования информации наземных средств обнаружения АЧ для снижения нагрузки на бортовые вычислительные средства.

2. При генерации векторов входных параметров при настройке ННС не определен критерий по их отбору для включения в обучающую выборку

3. Следует отметить, что в автореферате недостаточно полно описана база знаний важности параметров барьера безопасности.

4. В 3-й главе следовало бы привести общую блок-схему, иллюстрирующую использование разработанных математических моделей.

Указанные замечания не снижают научную и практическую ценность выполненного диссертантом исследования.

Заключение

В целом, можно отметить, что диссертация Кожухина Игоря Валерьевича удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, соответствует паспорту специальности 05.13.01- «Системный анализ, управление и обработка информации (в промышленности)» и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой решена актуальная научная задача разработки методики построения базы знаний системы защиты оптико-электронной аппаратуры от антропогенных частиц.

Автор работы, Кожухин Игорь Валерьевич заслуживает присуждение ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 - «Системный анализ, управление и обработка информации (в

промышленности».

Диссертация и отзыв обсуждены и одобрены на заседании Центра визуализации и спутниковых информационных технологий (ЦВИСИТ) ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН от «07» августа 2019 протокол № 1.

Руководитель ЦВИСИТ,
к.т.н.

К.А. Мамросенко

Главный научный сотрудник ЦВИСИТ
Заслуженный деятель науки
Российской Федерации
д.ф.-м.н., проф.

В.Н. Решетников

Ведущая организация: Федеральное государственное учреждение "Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук
Адрес: 117218, Москва, Нахимовский проспект, 36, корп. 1
Телефон: +7 (495) 718-21-10
Факс: +7 (495) 719-76-81
E-mail: niisi@niisi.msk.ru

Подпись д-ра Мамросенко К.А. и Решетникова В.Н.
заверю. Ст.инспектор
26.08.2019



Заместитель директора
С.И.Аряшев