

ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертационную работу
Кожухина Игоря Валерьевича «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

Среди средств, использующих оптическое излучение, особое место занимают оптико-электронные приборы и системы, которым свойственны высокая точность, быстроедействие, возможность обработки многомерных сигналов и другие, ценные для теории и практики, свойства. Однако, эти средства подвержены воздействию внешних возмущений, включая механические, в виде антропогенных частиц (АЧ). Особенно актуальна данная проблема для космических объектов, когда воздействие АЧ осуществляется на космических скоростях, а последствия представляют угрозу разрушения аппаратуры и самих космических аппаратов (КА). Своевременная оценка риска повреждения и принятие мер по его снижению в рамках автоматической системы защиты КА от воздействия АЧ является весьма важной.

Решению этой задачи, как показано в приведенном в работе обзоре, посвящено достаточно большое количество исследований, в которых разработаны и предложены к практической реализации различные подходы и методы защиты и оценки воздействия АЧ на материалы и конструкцию КА. Однако, считать полностью решенной задачу повышения живучести КА от воздействия АЧ в условиях неопределенности поступающей исходной информации (неопределенности текущей ситуации) нельзя.

В диссертационной работе предлагаются средства решения поставленной задачи с применением новых перспективных методов и алгоритмов построения базы знаний (БЗ) системы защиты оптико-электронной аппаратуры от АЧ, что определяет актуальность темы диссертационного исследования.

Научная новизна проведенных исследований

Из поставленных и решенных в диссертации задач признаки научной новизны имеют:

1. Модель представления знаний по обеспечению безопасности при воздействии АЧ.

3. Алгоритм обучения БЗ прогнозированию условий и результатов воздействия АЧ.

4. Алгоритм оценки эффективности и выбора барьера безопасности при воздействии АЧ.

5. Методика построения БЗ системы защиты от АЧ.

Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность и достоверность результатов исследований подтверждается применением апробированных методов синтеза и анализа систем управления, полученными данными модельных и натурно-модельных испытаний, а также внедрением полученных в работе результатов на промышленных объектах, подтверждённым соответствующим актом.

Теоретическая и практическая значимость полученных в работе результатов

Теоретическая значимость результатов диссертационной работы заключается в разработке новой модели знаний, алгоритмов прогнозирования результатов воздействия АЧ и оценки эффективности барьеров безопасности, а также методики построения БЗ системы защиты оптико-электронной аппаратуры от АЧ.

Практическая значимость результатов работы подтверждается их внедрением в научно-производственный процесс АО «Радиотехнические и информационные системы воздушно-космической обороны» (АО «РТИС ВКО»), о чем имеется соответствующий акт.

Разработанная методика, реализованная 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 условиях возможного воздействия АЧ.

Полученные результаты могут служить основой для создания интеллектуальной системы защиты для широкого спектра оптико-электронной аппаратуры после ее соответствующей адаптации к конкретному техническому средству.

Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 6 научных публикациях (из них 2 работы - в изданиях, рекомендованных ВАК для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, 2 работы - в изданиях, включенных в базу данных Scopus). Апробация работы проведена на 4-х научных конференциях.

Содержание диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы из 97 наименований, 4-х приложений. Общий объем работы составляет 184 страницы: 145 стр. основного текста, 39 стр. приложений.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и решаемые задачи, дано краткое изложение основных результатов исследования по главам и общая характеристика диссертационного исследования.

В первой главе «Анализ практики применения интеллектуальных средств в обеспечении безопасности оптико-электронных систем при воздействии антропогенных частиц» систематизируются и обобщаются возможности существующих методов и моделей предупреждения об опасных ситуациях в космосе. Проведен детальный анализ моделей оценивания защитных характеристик материалов и схем построения защиты с точки зрения влияния основных параметров воздействия АЧ на безопасность КА, представлена оценка известных формальных методов, используемых для построения интеллектуальных систем и их основного элемента – БЗ. Показана необходимость построения БЗ на основе теории нечеткой логики, выбраны наиболее целесообразные по мнению автора пути прогнозирования результатов воздействия АЧ и оценки эффективности принимаемых мер, сформулирована основная задача исследования.

Во второй главе «Методика построения базы знаний комплексной интеллектуальной информационной системы по защите от антропогенных частиц» обоснована структура и содержание методики построения БЗ комплексной интеллектуальной информационной системы (КИИС). В основу методики построения КИИС положена разработка модели и БЗ по обеспечению безопасности КА, которые обеспечивают прогнозирование результатов воздействия АЧ, оценку эффективности и выбор барьера безопасности. Разработаны: алгоритм прогнозирования результатов воздействия АЧ, который основан на логико-лингвистическом подходе описания процесса прогнозирования с использованием БЗ; алгоритм обучения БЗ прогнозированию условий и результатов воздействия АЧ на КА, который основан на настройке нейро-нечеткой сети с использованием двойственной сети методом обратного распространения ошибки; алгоритм оценки эффективности и выбора барьера безопасности для КА, позволяющий автоматически определять количественно обоснованный барьер безопасности с учетом условий обстановки непосредственно при угрозе воздействия АЧ.

В третьей главе «Экспериментальное исследование методики построения базы знаний комплексной интеллектуальной информационной системы защиты от антропогенных частиц» представлены программная реализация построения и обучения нечеткой модели прогнозирования результатов воздействия АЧ, оценки эффективности и выбора барьера безопасности для КА с учетом складывающейся обстановки на примере ситуации возможного повреждения стенки КА, а также проведена оценка живучести КА при реализации различных вариантов обеспечения безопасности, в том числе, с использованием разработанной методики.

Сформулирован вывод об эффективности и работоспособности разработанной методики и возможности ее применения при создании КИИС для защиты оптико-электронной аппаратуры от воздействия АЧ.

В заключении приведены основные полученные результаты.

Диссертация характеризуется высоким научным уровнем. Текст написан достаточно хорошим языком, стиль изложения четкий и понятный. Материал диссертации хорошо структурирован, изложение характеризуется логической последовательностью и математической строгостью. Иллюстрации к тексту, представленные в виде схем, графиков и таблиц, хорошо оформлены и удобны для восприятия. В списке использованной литературы приведены основные публикации по теме исследований, на которые по тексту диссертации имеются соответствующие ссылки.

Замечания по диссертации

1. В обзорной части главы 1, описывая аппарат нечетких множеств, автор ссылается не на первоисточники (например, работы Л. Заде [67, 81, 86]), а на второстепенные источники [38, 39, 40], что приводит к некорректным утверждениям, в частности, «Нечеткий логический вывод – это процесс получения четких заключений о требуемом управлении объектом на основе нечетких условий или предпосылок, представляющих собой информацию о текущей ситуации, представленной набором параметров являются продолжением экспертных систем.» (стр. 35). Известно, что результатом нечеткого логического вывода является нечеткое заключение, а для получения четкого заключения необходимо применить дополнительно процедуру дефазификации. Также, говоря о «настоящем моменте» (стр. 47) и «настоящем времени» (стр. 49), вряд ли следует ссылаться на работы [55] и [58], опубликованные в 1996 г. и 1993 г. соответственно.

Рассматривая модели представления знаний, следовало бы упомянуть и активно используемую в настоящее время в интеллектуальных системах реального времени модель на основе прецедентов и поддерживающую ее технологию case based reasoning.

2. В работе предложен ряд алгоритмов (обучения БЗ прогнозированию условий и результатов воздействия АЧ, прогнозирование результатов воздействия АЧ на элементы КА, оценки эффективности и выбора барьера безопасности при защите от АЧ), ориентированных на использование в КИИС в режиме реального времени, однако оценки вычислительной сложности алгоритмов не приводятся.

3. Заключение по работе, содержащее основные результаты, полученные в диссертации (стр. 131-135), излишне громоздко и повторяет некоторые позиции из введения и основных глав.

4. В диссертации имеются орфографические и стилистические погрешности в изложении материала, в частности: по тексту вводится довольно много сокращений (КА, АЧ, БЗ, КИИС, НН-сеть, ННС и др.), которые далее то используются, то нет; математические (формальные) зависимости с применением латинских символов то выделяются согласно правилам научных изданий курсивом с выделением верхних и нижних индексов, то используется прямой шрифт без выделения индексов, например: x_1 , x_2 , d_j вместо x_1 , x_2 , d_j , что затрудняет понимание соответствующих выражений; на диаграмме на стр. 16 не различимы сегменты для действующих

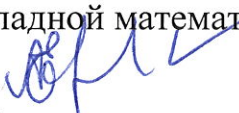
КА, ступеней РН и РБ, фрагментов от столкновений КО; имеются обороты типа «Исходными данными рассматривается значение» (стр. 28), «Чем выше степень принадлежности, тем большей мерой элемент универсального множества принадлежит свойствам нечеткого множества.» (стр. 36), а фразу «Существующие способы построения базы знаний (БЗ) предназначены структурированных проблемы (набор признаков и перечень возможных решений) считается известной.» (стр. 37) вообще понять невозможно; на стр. 73 дается ссылка на «описание в виде нечетких векторов (1.2)», а на стр. 76 на «матрицу (2.40)», которых в работе нет, в списке литературы пропущена работа [71], а ссылка на нее имеется (стр. 63).

5. Замечание по автореферату. Помимо синтаксических и стилистических погрешностей, аналогичных отмеченным в тексте диссертации, отметим следующее: 1) в приведенном списке из 6 публикаций по теме диссертации в 5 работах не указаны номера страниц; 2) все публикации соискателя написаны в соавторстве и следовало бы указать его личный вклад в приведенные работы.

Отмеченные замечания, касающиеся в основном изложения материала, а не собственно исследования, не снижают общей положительной оценки диссертационной работы. Автореферат и публикации автора полностью отражают основное содержание работы.

Диссертация Кожухина И.В. является законченной научно квалификационной работой, в которой изложены самостоятельно полученные автором разработки, предназначенные для создания систем защиты оптоэлектронной аппаратуры при воздействии антропогенных частиц и имеющие существенное научное и прикладное значение. Содержание диссертации соответствует пунктам 4, 5 паспорта специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в промышленности). Диссертационная работа полностью соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Кожухин И.В. заслуживает присуждение ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в промышленности).

Официальный оппонент:

Зав. кафедрой прикладной математики ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»
д.т.н., профессор  Александр Павлович Еремеев
«20» августа 2019 г.

Организация – место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»).

Почтовый адрес: 111250, Россия, г. Москва, Красноказарменная ул., 14.

Тел.: 8 (495) 362 79 62. E-mail: pm@mpei.ru. Веб-сайт: <http://www.mpei.ru>

Подпись Еремеева А.П. заверяю: 

