



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»  
(АО «НИИИТ»)

Россия, 170100, г. Тверь, ул.Андрея Дементьева, дом 3,  
Тел. (4822) 34-52-17, 35-79-80, факс (4822) 35-79-80  
<http://www.niiit.tver.ru>, E-mail: niiit@niiit.tver.ru,  
ОКПО 07551973, ОГРН 1126952002825, ИНН/КПП 6950145750/695001001

Экз. № 1

УТВЕРЖДАЮ  
Генеральный директор  
АО «НИИИТ»

кандидат военных наук, доцент

И.Б. Бреслер



августа 2019 г.

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации КОЖУХИНА Игоря Валерьевича на тему: «Методы и алгоритмы построения базы знаний комплексной интеллектуальной информационной системы защиты от антропогенных частиц», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (в промышленности)»

Проблема автономного функционирования космических аппаратов (КА) связана с угрозой воздействия на них антропогенных частиц (АЧ) с размерами до 10 см, двигающихся с космической скоростью, что требует реализации своевременных и обоснованных решений по их защите. Возможности существующей системы предупреждения об опасных ситуациях в космосе ограничены по размерам наблюдаемых АЧ более 10 см. Предложения по размещению аппаратуры на КА средств и алгоритмов обнаружения позволяют своевременно обнаруживать и идентифицировать антропогенные частицы менее 10 см, что потребует дальнейшего развития методов и средств обеспечения безопасности при автономном функционировании КА. Использование комплексной интеллектуальной системы защиты дает возможность автоматически решать задачи прогнозирования результатов воздействия АЧ, оперативной оценки и подключение эффективного барьера

безопасности, возникающие в условиях автономного функционирования КА. В этом смысле тема диссертационного исследования КОЖУХИНА И. В. является актуальной.

Целью диссертационной работы являлось повышение живучести автономного функционирования КА путем разработки внедрения методики построения базы знаний комплексной интеллектуальной информационной системы (КИИС) защиты от антропогенных частиц.

Поэтому поставленная и решенная автором научная задача - разработки методики построения базы знаний (БЗ) КИИС защиты от антропогенных частиц, обеспечивающей решение указанных задач при автономном функционировании КА являются актуальной.

Научная новизна заключается в разработке методики построения БЗ КИИС, позволяющей, в отличие от известных проводить ее автоматическую настройку на изменения в предметной области воздействия антропогенных частиц на КА, прогнозировать условия и результаты такого воздействия, а также автоматически оценивать эффективность и проводить выбор барьера безопасности КА с учетом условий обстановки, определяющих важность параметров барьера.

При этом в диссертационной работе:

1. Предложен нечеткий нейро-сетевой формализм представления знаний по обеспечению безопасности КА при воздействии АЧ, реализованный в виде семантически устойчивой настраиваемой нейро-нечеткой сети.

2. Разработан алгоритм обучения базы знаний по прогнозированию условий и результатов воздействия АЧ на КА, на основе двойственной сети, которая настраивается по методу обратного распространения ошибки для прогнозирования результатов воздействия антропогенных частиц, приводящих к заданному критерию повреждения.

3. Разработан алгоритм оценки эффективности и выбора барьера безопасности на основе базы знаний важности параметров, включающий автоматическое построение нечетких логических уравнений и расчет важности параметров барьера безопасности КА без участия человека оператора, использующий оценку эффективности по принципу гарантированного результата при условии равновесности этих параметров.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке методики построения БЗ КИИС, основанной на применении нечеткого нейро-сетевого формализма представления знаний в виде нейро-нечеткой сети, которая позволяет прогнозировать результат воздействия АЧ на КА и оценивать эффективность барьера безопасности, а также алгоритма обучения базы знаний КИИС по прогнозированию результатов воздействия АЧ на КА, реализующего механизм машинного обучения НИС по заданному критерию повреждения.

Практическая ценность диссертационной работы состоит в том, что 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 условия возможного воздействия АЧ.

Достоверность научных результатов подтверждается наличием экспериментальных исследований характеристик современных материалов КА, 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.

Список публикаций показывает, что по теме диссертации 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.

Результаты диссертационной работы внедрены в научно-производственный процесс АО «Радиотехнические и информационные системы воздушно-космической обороны», что подтверждено актом о внедрении.

Однако судя по содержанию автореферата работе присущи следующие недостатки:

- на странице 14 приведены результаты решения системы нечетких логических уравнений, полученной на основе составленной матрицы знаний, в форме значений функции принадлежности по четырем критериям повреждений. Далее сделан вывод о том, что наибольшее значение функции принадлежности соответствует критерию пробоя стенки. Однако не приведено название остальных критериев. Это обстоятельство затрудняет прочтение материала;

- на странице 15 приведены численные значения показателя эффективности барьеров безопасности. Однако анализ полученных значений не приведен, что не позволяет убедиться в эффективности барьеров с учетом топлива, времени и надежности защиты КА;

- на рисунке 5 (стр. 16) приводятся результаты обучения БЗ КИИС. Однако не приведены пояснения параметров, приведенных в легенде, которые приведены на графике. Это обстоятельство не позволяет убедиться в правомерности выводов о повышении вероятности выживания КА за счет использования КИИС.

Указанные замечания не носят принципиального характера и ни в коей мере не снижают ценности проведенного исследования.

Выявленные недостатки и сделанные замечания не умаляют достоинств представленной работы.

Исследования выполнены на достаточно высоком научном уровне. Диссертация полностью соответствует специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (в промышленности)», является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей решение

научной задачи, имеющей определенное теоретическое и практическое значение. Таким образом, работа удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» Минобрнауки РФ, а ее автор, КОЖУХИН Игорь Валерьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (в промышленности)».

Заместитель начальника научно-исследовательского отдела  
кандидат технических наук

С. В. Перепелица

Ученый секретарь научно-технического совета  
Старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела  
кандидат технических наук, доцент

А.Н. Зарубин