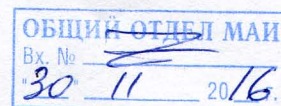


ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Тюменцева Юрия Владимировича на тему «Нейросетевое моделирование адаптивных динамических систем», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)»

Решение задачи управления движением современных и перспективных летательных аппаратов осложняется рядом факторов, в числе которых наличие разнообразных неопределенностей в значениях параметров и характеристик ЛА, их режимов полета, а также воздействий внешней среды на ЛА. Еще один существенный фактор такого рода – разнообразные нештатные ситуации, обусловленные отказами оборудования и повреждениями конструкции ЛА. В этих условиях система управления ЛА должна сохранять работоспособность, что может быть обеспечено за счет введения в нее механизмов адаптации, обеспечивающих системе возможность парировать влияние указанных неопределенностей за счет оперативного изменения параметров и/или структуры используемых законов управления. Как первоначальный синтез законов управления ЛА, так и последующая их корректировка механизмами адаптации требует наличия модели ЛА как объекта управления. В нештатных ситуациях, влияющих на динамические свойства ЛА, модель его, полученная для номинального состояния объекта управления, перестает соответствовать объекту в его реальном текущем состоянии. В связи с этим, возникает проблема оперативного восстановления адекватности модели объекту управления, т.е. модель объекта должна обладать адаптивностью. Наличие свойств адаптивности у системы управления ЛА позволяет существенно повысить безопасность полета, а также выживаемость ЛА при летных происшествиях различного рода, что обуславливает актуальность темы рассматриваемой диссертационной работы.

Имеющийся опыт показывает, что эффективная реализация механизмов парирования неопределенностей требует рассмотрения проблемы адаптации в нелинейной постановке, в которой нелинейными будут как законы управления, так и модель объекта. Эффективным инструментом решения задач подобного рода является подход, основанный на методах и средствах нейросетевого моделирования и управления. Однако аппарат традиционных нейросетевых технологий применительно к задачам, связанным с динамическими системами, имеет ряд ограничений, обусловленных трактовкой этих систем как объектов типа «черный ящик», модели которых имеют чисто эмпирический характер. В связи с этим, **цель** рассматриваемой диссертационной работы состоит в создании технологии нейросетевого моделирования, реализующей концепцию системы типа «серый ящик», основанную на отказе от эмпирических моделей в пользу полуэмпирических моделей гибридного типа, которые базируются не только на экспериментальных данных о поведении объекта моделирования, но и на теоретическом знании о его природе и свойствах.



В рамках реализации данной цели в диссертации получен целый ряд новых научных результатов, связанных с тремя основными областями, такими как:

1) развитие нейросетевых технологий, обеспечивающее формирование полуэмпирических моделей динамических систем (разработано унифицированное структурное описание НС-моделей, обеспечивающее единообразное представление всех видов статических и динамических сетей; разработан композиционный подход к синтезу статических и динамических НС-моделей, основанный на интерпретации НС-модели как разложения по обобщенному функциональному базису);

2) математическое и компьютерное моделирование адаптивных динамических систем (разработан подход к гибриднему нейросетевому моделированию динамических систем и основанный на нем класс моделей полуэмпирического типа; разработаны алгоритмы формирования гибридных нейросетевых моделей полуэмпирического типа, а также алгоритмы их структурной корректировки и параметрической настройки; разработаны методы и алгоритмы получения обучающих данных для НС-моделей динамических систем);

3) идентификация характеристик управляемых динамических систем (для динамических систем разработан подход к решению задачи идентификации их характеристик как нелинейных функций многих переменных; сформирована типология динамических систем, обеспечивающая единый контекст для решения задач анализа поведения, синтеза управления и идентификации характеристик при создании перспективных технических систем различных классов).

Теоретическая значимость работы состоит в том, что на основе предложенного подхода к развитию нейросетевой технологии получен новый класс математических моделей управляемых динамических систем, включая адаптивные системы, в рамках которого появилась возможность эффективно решать задачи анализа, синтеза и идентификации систем, недоступные средствам традиционного типа.

Практическая значимость работы заключается в открывающихся возможностях существенно продвинуться в направлении роботизации ЛА, что особенно актуально для беспилотных ЛА различных классов, а также для высокоавтоматизированных пилотируемых ЛА. Роботизация ЛА, осуществляемая на этой основе, позволит существенно повысить их эффективность при решении сложных целевых задач, а также выживаемость в неблагоприятных условиях. Соответственно, результаты, полученные в диссертации, могут быть использованы разработчиками перспективных ЛА при формировании алгоритмов адаптивного и интеллектуального управления их поведением, а также анализа их поведения и решения задач идентификации характеристик.

В качестве замечания по содержанию работы необходимо отметить следующее. Командный сигнал, воздействующий на приводы органов управления в вычислительном эксперименте по получению обучающих данных, вызывает в ряде экспериментов излишне энергичное изменение угла атаки ЛА, что может привести к перегрузкам, превышающим их разрушающие значения. Представляется целесообразным вместо одного эксперимента с такими воздействиями на органы управления провести несколько экспериментов с ограничениями на эти воздействия и с последующим объединением получаемых результатов в одном обучающем наборе, что обеспечит требуемую его информативность.

Данное замечание не снижает ценности рассматриваемой работы для теории и практики создания и эксплуатации перспективных ЛА. Представленный автореферат позволяет заключить, что работа удовлетворяет требованиям ВАК РФ, а ее автор, Тюменцев Юрий Владимирович, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)».

Начальник лаборатории

ФГУП «ГосНИИАС»

доктор технических наук профессор

О.Н. Корсун

Корсун Олег Николаевич

Доктор технических наук профессор

начальник лаборатории ФГУП «ГосНИИАС».

Адрес организации: Россия, 125319, г. Москва, ул. Викторенко, 7.

Сайт организации: www.gosniias.ru

Электронная почта: marmotto@rambler.ru

Рабоч. тел: (+7)-499-157-93-61

Я, Корсун Олег Николаевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«25» мая 2016 г.

О.Н. Корсун

Подпись Корсуна О.Н. заверяю,

Ученый секретарь

ФГУП «ГосНИИАС»

доктор технических наук профессор

«__» _____ 2016 г.



С.М. Мужичек