



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО



ЛЕТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
имени М.М. ГРОМОВА

• GROMOV FLIGHT RESEARCH INSTITUTE •

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГРУППА КОМПАНИЙ ОАК

09.12.2016 № 01-4911/048

На № _____ от _____



УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель
генерального директора по науке-
начальник НИЦ
АО «ЛИИ им. М.М. Громова»

В.В. Цыплаков

09.12.16

ОТЗЫВ

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

В процессе создания, испытания и эксплуатации летательных аппаратов одной задач является создание математического описания ЛА в высокой степени сходного с оригиналом на основе применения методов структурно-параметрической идентификации. Важное место занимают вопросы обеспечения безопасности полета в особых случаях или ситуациях, при возникновении критических режимов самолета, в частности, в связи с возникновением в полете событий, таких как отказы функциональных систем, воздействия внешних явлений, ошибок экипажа и служб наземного обеспечения и др. Особое внимание при этом уделяется оценке работы основных систем самолета: силовой установки, системы управления, систем непосредственного управления аэродинамическими силами, анализу поведения самолета, синтезу алгоритмов управления, идентификации неизвестных или неточно известных характеристик и построению математических моделей движения ЛА. Такие модели создаются на основании теоретических расчетов, продувок в аэродинамических трубах, результатов летных испытаний. Для летательного аппарата нелинейные зависимости аэродинамических сил и моментов от параметров полета уточняют по результатам летных испытаний. Решение задач подобного рода существенно осложняется, если их надо решать непосредственно на борту ЛА в реальном или даже опережающем масштабе времени. Потребность в таком решении возникает, если управление движением ЛА осуществляется в классе адаптивных систем, что обусловлено требованиями повышения безопасности полета ЛА за счет введения в состав средств системы управления механизмов корректировки законов управления ЛА, например, в нештатной ситуации, когда вследствие отказов оборудования или повреждений конструкции ЛА изменились его динамические характеристики. Из того, что все схемы адаптивного управления требуют наличия модели объекта управления, адекватной реальному текущему состоянию данного объекта, следует вывод о том, что такая модель должна быть адаптивной, т.е. иметь возможность подстраиваться под изменившийся объект. Отсюда следует **актуальность** исследований, направленных на придание модели объекта свойств адаптивности.

001425
Общественный доступ
Вх. №
13 12 2016

Основной **целью** рассматриваемой диссертационной работы является формирование такого класса моделей, который обеспечит возможность получения адаптивных моделей управляемых динамических систем, в частности, ЛА. В качестве основного инструмента для решения данной проблемы используются нейросетевые технологии, зарекомендовавшие себя в последние годы как эффективное средство управления динамическими системами различного рода, а также обеспечивающее получение адаптивных моделей. Традиционный нейросетевой подход основан исключительно на экспериментальных данных о поведении системы. Это обстоятельство порождает достаточно серьезные ограничения на уровень сложности моделируемых систем и не позволяет решать задачи идентификации характеристик ЛА в силу особенностей структурной организации нейросетевых моделей традиционного вида. Для преодоления этих недостатков в диссертации предложен новый класс математических моделей, представляющих собой модели гибридного типа, объединяющие средства традиционного математического моделирования и средства нейросетевых технологий. Эти модели, названные в диссертации полуэмпирическими или моделями типа «серый ящик», показали возможность решать с высокой точностью задачи анализа, синтеза и идентификации, что подтверждается результатами обширной серии вычислительных экспериментов.

Решение указанных выше проблем потребовало проведения исследований, позволивших получить ряд **новых научных результатов**. Они связаны с формированием предлагаемого в диссертации класса моделей динамических систем, а также с организацией экспериментов для получения экспериментальных данных с требуемым уровнем информативности, необходимых для обучения создаваемой полуэмпирической модели. В работе сформирован новый подход к унифицированному структурному представлению нейросетевых моделей различных классов, а также разработаны алгоритмы структурной корректировки и параметрической настройки моделей полуэмпирического типа. Сформирован новый подход к идентификации характеристик динамических систем, которые рассматриваются как нелинейные функции нескольких переменных.

Предложенный в диссертации класс гибридных нейросетевых моделей управляемых динамических систем, а также методы синтеза и параметрической настройки таких моделей открывают новые возможности для решения задач управления поведением сложных технических систем, в условиях неопределенности, что определяет **теоретическую значимость** работы. Полученные теоретические результаты составляют базу для существенного повышения эффективности решения сложных целевых задач.

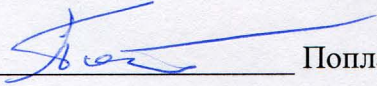
Практическая значимость работы заключается в том, что полученные результаты могут быть использованы разработчиками перспективных ЛА при формировании алгоритмов адаптивного и интеллектуального управления их поведением, а также анализа их поведения и решения задач идентификации характеристик.

Автором развит новый подход к решению задач анализа поведения и синтеза законов управления адаптивных динамических систем, основанный на создании гибридных полуэмпирических нейросетевых моделей.

В качестве **замечания** по работе можно отметить, что при решении задачи идентификации аэродинамических характеристик ЛА *не* дано сравнение результатов автора с результатами, которые могут быть получены другими методами, не приведены алгоритмы определения производных аэродинамических коэффициентов по различным переменным состояния и управления. В автореферате упоминается о том, что имеется алгоритм получения этих производных, основанный на использовании функционального представления коэффициентов сил и моментов, полученного в диссертации. Однако этот важный для практики вопрос освещен в автореферате недостаточно.

Данные замечания не влияют на общую высокую оценку диссертационной работы. Материалы автореферата диссертации позволяют сделать вывод, 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
Государственного научного центра РФ
АО «Летно-исследовательский институт им. М.М. Громова»
(АО «ЛИИ им. М.М. Громова»)


_____ Поплавский Борис Кириллович

Адрес: 140180, Россия, Московская область, г. Жуковский, ул. Гарнаева, д. 2А
Тел.: (495) 556-75-27
E-mail: NIO7@LII.RU