

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Фан Тхань Чьунга «Адаптивные мехатронные комплексы рулевых систем авиационного транспорта», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электромеханические комплексы и системы»

Актуальность вопроса разработки адаптивных мехатронных комплексов рулевых систем авиационного транспорта в последнее время связана в большей степени с необходимостью создания широкорегулируемых с высокой динамической точностью электрогидроприводов управления полетом, способных решать задачу повышения безопасности полетов гражданских воздушных судов во всепогодной метеобстановке при сложных циркуляциях воздушных потоков.

Развитию высокоточных электродинамических систем способствовало активное внедрение концепции "Более электрифицированного самолета" и замена старых гидравлических схем типа "сопло-заслонка" на новый класс сервоприводов с клапанами прямого действия, управляемыми электродвигателями линейной силы (ЛЭД). Увеличение расходов рабочей жидкости в этом случае привело к увеличению динамики и предельных скоростей перекаладки рулей следящей системы. Однако ограниченная неопределенность ее нелинейных характеристик, в основном из-за нестабильности нелинейных характеристик ЛЭД, связанных с разбросом параметров магнитов, определила необходимость решения задачи по обеспечению требуемой стабильности статических и динамических характеристик рулевой системы в области малых сигналов.

В связи с этим, вопросы разработки адаптивных алгоритмов для мехатронных комплексов рулевых систем представляются крайне актуальными.

В результате выполнения диссертационной работы автором построена адекватная обобщенная модель электрогидродинамических систем с нелинейной аналитической моделью линейного электродвигателя и предложена методика построения адаптивного регулятора с экзомоделью для электрогидравлического рулевого привода, которую отличает упрощение синтеза параметров адаптивного регулятора.

Фан Тхань Чьунгом получены новые научные результаты, основными из которых являются:

- разнотемповая экзомодель быстрой подсистемы, которая задается через отношение полиномов, которую отличает вид представления: (трех) полиномов первой степени в знаменателе с убывающей последовательностью постоянных времени (степени двойки), определяющих учет малого параметра объекта управления.
- алгоритм составного адаптивного регулятора на основе разнотемповой экзомодели с сигнальной настройкой для электрогидродинамических сервосистем с учетом паразитной динамики объекта и скорректированным алгоритмом управления быстрой подсистемы с помощью методов малого параметра и разделения движений.

Несомненно и практическая значимость результатов диссертационной работы Фан Тхань Чьунга, т.к. разработанные результаты и рекомендации диссертационной работы приняты к использованию в электротехнические системы на ООО НПФ «Прогресс» и в учебный процесс СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

Однако, судя по автореферату, диссертационная работа не лишена некоторых недостатков, а именно:

1. В автореферате диссертационной работы приводится ссылка на публикацию автора об эффективности работы адаптивных регуляторов в нелинейных системах с люфтом, однако в тексте работы никак не представлено влияние зазора на работу следящей системы.
2. В математических моделях, представленных в автореферате не рассматриваются нелинейные характеристики сил трения в механической части следящих систем рулевого привода и линейного электродвигателя.

Несмотря на сделанные замечания, диссертационная работа производит впечатление хорошо проработанной, логически завершенной работы. Результаты работы и выводы, сформулированные в автореферате, не вызывают сомнений.

В целом, судя по содержанию автореферата, диссертация Фан Тхань Чьунга «Адаптивные мехатронные комплексы рулевых систем авиационного транспорта», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует специальности 05.09.03 - Электротехнические комплексы и системы и удовлетворяет требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от 21.04.2016). Считаем, что **Фан Тхань Чьунг** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 - Электротехнические комплексы и системы.

Заведующий кафедрой «Автоматика и телемеханика» ПНИПУ  
доктор технических наук, профессор

Южаков Александр Анатольевич

5 апреля 2021 г.

Почтовый адрес организации:

Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ПНИПУ)

614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29

Тел. + 7(342) 239-18-16

Электронная почта uz@at.pstu.ru

Подпись д.т.н., профессора Южакова А.А. заверяю.

и.о. Заместитель ЭТФ

