

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Коноваловой Анны Александровны «Достаточные условия оптимальности управления дискретными системами автоматного типа», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)

Диссертационная работа Коноваловой А.А. посвящена разработке теории решения новых задач оптимального управления так называемыми системами автоматного типа (САТ), которые моделируют работу дискретных цифровых устройств, например, цифровых автоматов. Рассматриваемые задачи актуальны, в частности, в области проектирования автопилотов и систем поддержки принятия решений для перспективных систем авиационной и ракетно-космической техники.

Для рассматриваемых систем в работе доказаны теоремы о достаточных условиях оптимальности управления, основанных на принципе оптимальности В.Ф.Кротова. На базе этих условий разработан алгоритм синтеза оптимального позиционного управления. Алгоритм проверен на решении двух методических примеров и задачи кусочно-постоянной аппроксимации непрерывной функции с учетом количества точек разрыва. Используемое в алгоритме уравнение для поверхности переключения равносильно уравнению, выведенному из необходимых условий. Это показывает связь достаточных и необходимых условий оптимальности, а также характеризует их близость.

Выявлен класс процессов, для которых минимизирующие последовательности приводят к мгновенным многократным переключениям САТ. Для таких последовательностей определено понятие предела и получены достаточные условия оптимальности предельного процесса. Доказано, что разработанный алгоритм позволяет синтезировать оптимальные процессы с мгновенными многократными переключениями. Применение алгоритма для синтеза САТ с мгновенными многократными переключениями показано на двух методических примерах. Эти примеры новые и не имеют аналогов в теории оптимального управления.

Решена прикладная задача оптимального по затратам топлива вывода спутника на геостационарную орбиту с ограниченным количеством включений реактивного двигателя. Кроме ограничения на количество запусков маршевого двигателя (не более 10), учитываются и другие технические требования: продолжительность активной фазы полета не превышает 24 часов, а реализуемая точность исполнения команд включения и выключения двигателя не менее 1 с. Были оптимизированы все возможные схемы полета, удовлетворяющие указанным техническим ограничениям. Для численного решения разработана программа, получившая государственную регистрацию. Результаты расчетов показали, что применяемая на практике трехимпульсная схема одна из самых экономичных. Она уступает всего 0,3% по расходу топлива найденной оптимальной пятиимпульсной схеме. Эта величина незначительная и на практике схема с тремя включениями двигателя, разумеется, предпочтительнее, чем с пятью.


По автореферату можно сделать следующее замечание. Отсутствуют условия существования так называемых условных функций цены, а также их производных по времени. Существование условных функций цены нельзя гарантировать одним только условием положительности затрат на переключение (как это указано на с.8 автореферата). При ограничениях на конечное состояние системы некоторые из условных функции цены будут определены не для всех состояний. Гладкость (по времени) условной функции цены может нарушаться даже в задачах со свободным правым концом при однократных переключениях. Условия существования важны, поскольку они устанавливают область применимости полученных достаточных условий.

Результаты диссертации представляют несомненный практический и теоретический интерес. Они могут быть использованы в авиационной и космической технике,

экономике, робототехнике, а также при подготовке специалистов по прикладной математике. Материалы диссертации обсуждались на международных конференциях, опубликованы в ведущих специализированных научных журналах.

В целом, судя по автореферату, работа представляет собой законченное исследование, выполненное на высоком научно-техническом уровне, отвечающее требованиям ВАК к диссертациям, выдвигаемым на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Ее автор – Коновалова Анна Александровна заслуживает присуждения ей искомой степени.

Давыдов Алексей Александрович,  
зав. кафедрой "Теория динамических систем"  
механико-математического факультета  
МГУ им. М.В. Ломоносова,  
д.ф.-м.н., профессор.

  
02.03.2015

Москва, Воробьевы (Ленинские) горы, д. 1, Главное здание  
адрес электронной почты [davydov@vlsu.ru](mailto:davydov@vlsu.ru)  
Телефон: 8(495)939-43-89  
ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет  
имени М.В.Ломоносова», механико-математический факультет

Подпись проф. Давыдова А.А. заверяю.

И.О. декана механико-математического факультета  
ФГБОУ ВПО «Московский государственный  
Университет имени М.В.Ломоносова»



  
В.Н.Чубариков