

## ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Халиной Анастасии Сергеевны «Оптимизация линейных и квазилинейных диффузионных стохастических систем, функционирующих на неограниченном интервале времени, при неполной информации о состоянии», 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)».

Наша совместная научная работа с Халиной Анастасией Сергеевной началась еще в ее студенческие годы. Уже в то время она проявила себя как серьезный научный исследователь, имеющий хорошую математическую подготовку, владеющий современными средствами вычислительной техники. Результатом исследований того периода явилась наша первая публикация в электронном журнале «Труды МАИ», материалы которой вошли в диссертацию.

В диссертации Халиной А.С. изучаются проблемы оптимального управления линейными и квазилинейными диффузионными стохастическими системами. Особенностью рассматриваемого круга проблем является то, что изучаемые системы функционируют на неограниченном интервале времени, как это делается для детерминированных линейных систем в теории аналитического конструирования оптимальных регуляторов (АКОР) А. М. Летова. Но в отличие от теории АКОР использование классического квадратичного критерия оптимальности может оказаться невозможным, так как вследствие постоянного действия возмущений он становится бесконечным. В связи с этим используется осредненный по времени критерий, представляющий собой средние затраты на стабилизацию системы оптимизируемого ресурса в единицу времени.

Кроме того в диссертации всюду (за исключением одной теоремы) изучается важный в приложениях случай неполной информации о состоянии системы – предполагается, что в стратегии управления может использоваться лишь часть компонент вектора состояния.

Следует также отметить, что изучаемые в диссертационной работе квазилинейные системы представляют собой сложный объект – это по-существу не-

линейные системы, содержащие в описывающих их уравнениях Ито произведения переменных состояния и управлений на дифференциал винеровского процесса (белый шум).

Объект исследования диссертации несмотря на его важность для приложений мало изучен. Имеются лишь единичные публикации, лежащие в этой сфере.

В первой главе диссертации приведены результаты из работ научного руководителя, адаптированные к рассматриваемым проблемам – базис исследований диссертационной работы.

Во второй главе получены необходимые условия оптимальности линейного регулятора в задаче управления линейной стохастической системой, функционирующей на неограниченном интервале времени, при неполной информации о состоянии. Введено новое понятие вполне возмущаемости и установлена его связь с неединственностью оптимального процесса. Предложен численный метод решения задач.

Третья глава целиком посвящена квазилинейным системам, функционирующим на неограниченном интервале времени. Здесь рассматривается новая, не изучавшаяся ранее задача оптимизации облика квазилинейной системы. Предполагается, что матрицы в уравнении Ито, описывающую квазилинейную систему, могут в общем случае нелинейно зависеть от набора параметров, среди которых могут быть коэффициенты стратегии управления системой, конструктивные параметры, параметры внешней среды. Задача состоит в оптимизации этого набора параметров, исходя из условия минимума осредненного по времени квадратичного критерия. В этой задаче получены необходимые условия оптимальности, которые затем детализируются для частных случаев: управления по выходу (неполная информация о состоянии), оптимизации ПИД-регулятора. В случае полной информации о состоянии доказаны достаточные условия оптимальности линейного регулятора в классе нелинейных стратегий весьма общего вида. Предлагается численный метод решения задачи оптимизации облика системы. Решена интересная прикладная задача стабилизации бес-

пилотного летательного аппарата в неспокойной атмосфере. Характерным элементом этой задачи является формирующий фильтр ветра, содержащий случайную неопределенность модели фильтра.

В четвертой главе получены необходимые и достаточные условия локального минимума в задаче оптимизации облика системы, которые продемонстрированы на модельном примере.

Основные научные результаты диссертации получены Халиной А.С. самостоятельно. Они были доложены на различных международных конференциях и опубликованы в 3-х статьях в журналах, входящих в перечень ВАК, а также имеющих международный индекс цитирования (Web of Science и Scopus). Зарегистрирована программа для ЭВМ. Работа была поддержана грантами РФФИ и государственным финансированием Минобрнауки РФ..

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, удовлетворяющую всем требованиям ВАК, а ее автор Халина А.С. заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)».

Научный руководитель, д.ф.-м.н.,  
профессор, зав. лабораторией математических  
методов исследования оптимальных управляемых  
систем ФГБУН Институт проблем управления  
им. В.А.Трапезникова РАН,

 М.М. Хрусталев

Подпись профессора Хрусталева М.М.  
удостоверяю, Ученый секретарь Ученого совета  
ИПУ РАН

 В.Г. Лебедев

Подпись  М.М. Хрусталева  
ЗАВЕРЯЮ  
ВЕД. ИНЖЕНЕР  Жукова Н.И.  
 Лебедева В.Г.

