

«Утверждаю»

Директор ФГБУН «Институт программных систем им. А. К. Айламазяна РАН»

чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н.

С. М. Абрамов

«20» ноября 2019 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт программных систем им. А. К. Айламазяна РАН» на диссертацию Онегина Евгения Евгеньевича на тему «Математическое моделирование и оптимальная стабилизация в классе квазилинейных стохастических систем с управляемыми параметрами», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)».

Актуальность. В различных практических областях возникает необходимость одновременного управления большим количеством разнородных объектов. Такая ситуация характерна при управлении распределенными крупномасштабными техническими, экономическими и другими системами. К задачам подобного рода относится, например, управление группировками (стаями) атмосферных, подводных, наземных малых беспилотных аппаратов, а также спутников. Группировка функционирует с некоторой общей целью, но при этом каждый аппарат в отдельности снабжен собственной системой управления. Зачастую оказывается крайне выгодным иметь возможность синтеза управления при неполной информации о текущем состоянии всей группировки. В частности, каждый аппарат может иметь возможность измерять только координаты соседствующих с ним. При этом интервал времени функционирования группировки может быть заранее не задан, а вместо этого предусматривается выход на некоторый стационарный режим работы. В настоящее время вопросы моделирования поведения беспилотных аппаратов в стае в условиях внешних возмущений и методы синтеза законов управления ими весьма востребованы. Представленная диссертационная работа предлагает один из

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ

Вх. №

04 12 2019

1

возможных способов решения указанных проблем, и поэтому ее актуальность не вызывает сомнений.

Структура и содержание диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения и списка литературы.

С точки зрения порядка изложения и представления результатов работы материал диссертации разбит на разделы достаточно эффективно и представлен удобно для читателя. Каждый раздел снабжен общими сведениями, необходимыми для понимания основных результатов, а также заключающим разделом, аккумулирующим выводы.

В первой главе рассмотрена задача оптимальной стабилизации квазилинейных стохастических систем с управляемыми параметрами, получены необходимые условия оптимальности стабилизирующего вектора, предложены численные методы синтеза стабилизирующего вектора и программного управления.

Во второй главе результаты первой главы применены к задаче оптимальной стабилизации линейных стохастических систем с мультипликативными шумами и информационными ограничениями. Рассматриваемые в работе информационные ограничения состоят в том, что каждая компонента управления может зависеть лишь от своего, заранее определенного вектора измерений. Интерес представляет предлагаемый автором алгоритм синтеза оптимальной стабилизирующей матрицы линейного регулятора.

Третья глава содержит необходимые и одновременно достаточные условия оптимальности в задаче оптимальной стабилизации линейных стохастических систем с мультипликативными шумами и полной обратной связью.

Глава 4 посвящена описанию разработанного программного комплекса и решению ряда прикладных задач оптимальной стабилизации.

Основные научные результаты.

1. Выделен, описан и изучен новый класс стохастических систем – квазилинейные стохастические системы с управляемыми параметрами.

Данные системы представляют из себя линейные стохастические системы, матрицы которых могут нелинейно зависеть от управляемых параметров.

2. Получены необходимые условия оптимальности стационарных линейных по состоянию управляемых стохастических систем, нелинейно зависящих от управления, на неограниченном интервале времени.

3. Получены необходимые условия оптимальности стационарных линейных по состоянию и управлению стохастических систем с мультипликативными возмущениями на неограниченном интервале времени и при неполной информации о состоянии. При полной информации доказаны необходимые и одновременно достаточные условия оптимальности.

4. На основе процедуры градиентного спуска разработан численный метод поиска стационарных решений, удовлетворяющих полученным необходимым условиям, и численный метод поиска улучшающего нестационарного решения.

5. Разработано программное обеспечение, реализующее предложенные численные методы, и пригодное к решению прикладных задач управления в рамках рассматриваемых моделей.

6. Теоретические результаты, численные методы и разработанное программное обеспечение протестированы на модельных примерах синтеза управления с неполной обратной связью в задачах стабилизации спутника с упругой штангой (антенной) и группировки спутников на околоземной орбите.

Достоверность положений диссертации подтверждается достаточной строгостью приведенных математических доказательств, корректным применением математических методов и методов компьютерного моделирования.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования.

Теоретическая значимость работы состоит в расширении класса стохастических систем, для которых могут эффективно применяться методы

оптимального управления, а также в получении новых условий оптимальности и численных методов для этого класса систем.

Практическая ценность работы состоит в том, что её теоретические результаты могут служить основой для разработки «промышленного» программно-алгоритмического обеспечения решения ряда прикладных задач управления авиационной и ракетно-космической техники. Очевидной областью приложения результатов является уже упомянутое управление группировками летательных аппаратов.

Рекомендации по использованию результатов диссертации.

Результаты диссертации могут быть использованы для решения практических задач оптимизации из технической и экономической сфер, в которых важен учет случайных возмущений, действующих на объект управления, а также при управлении большими системами.

Результаты могут быть использованы в Институте программных систем им. А. К. Айламазяна РАН, Институте проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, ФГУП «Государственном научно-исследовательском институте авиационных систем», а также в других организациях и учебных заведениях, занимающихся вопросами теории оптимизации сложных систем.

Работа выполнена на высоком профессиональном уровне.

Замечания по диссертационной работе.

1. В основной формуле из теоремы 3 индекс i использован одновременно для суммирования и для обозначения элемента матрицы.
2. На странице 48 множество стабилизирующих матриц обозначено V курсивным, хотя далее используется U курсивное.
3. В практической части работы не хватает иллюстративного материала.


Необходимо отметить, что все вышеперечисленные замечания не снижают научную ценность представленной диссертационной работы.

Диссертация удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор, Онегин Евгений Евгеньевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные

методы и комплексы программ», 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)».

Отзыв обсужден и одобрен на семинаре Исследовательского центра Системного анализа Института программных систем им. А. К. Айламазяна РАН 18 ноября 2019 года, протокол № 9.

Г.н.с. центра
Системного анализа ИПС РАН
д.ф.-м.н.,

 И. В. Расина

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Институт программных систем им. А. К. Айламазяна РАН».

Адрес: 152021, Ярославская область, Переславский район, с. Веськово,
ул. Петра Первого, д.4 «а».

Телефон: 8 (4852) 695-228

E-mail: psi@botik.ru

Подпись И. В. Расиной удостоверяю.

*Вед. специалист
по кадрам: Гавру, Н.Е. Гавришова*

