

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и
стратегическому развитию
Московского физико-технического
института (государственного
университета),
доктор физико-математических наук



Аушев Тагир
Абдул - Хамидович

12/17/2016 2016 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию
Стрелковского Никиты Витальевича

«Об одном методе решения задач гарантирующего управления с неполной
информацией для линейных динамических систем»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 01.01.02 «Дифференциальные
уравнения, динамические системы и оптимальное управление»

Актуальность темы диссертации. Проблема построения оптимальных стратегий гарантирующего управления с обратной связью в условиях неполной информации является одной из наиболее актуальных и востребованных в математической теории управления и ее приложениях. В настоящей работе, следующей в русле теории позиционного управления, развитой Н. Н. Красовским, его коллегами и учениками, к решению задачи наведения для линейной управляемой системы с ограничением на управление при отсутствии априорной информации о начальной точке процесса применяется подход, предложенный Ю. С. Осиповым и А. В. Кряжимским. Данный подход базируется на методе программных пакетов, восходящем к технике неупреждающих стратегий (квазистратегий) из теории дифференциальных игр, в основе которого лежит утверждение об эквивалентности задач гарантирующего управления, поставленных в классе позиционных стратегий и в классе пакетов программ, интерпретируемых как идеализированные процедуры управления. Пакет программ представляет собой семейство программных управлений, параметризованное допустимыми начальными состояниями и обладающее свойством неупреждаемости по отношению к динамике наблюдений. Способы построения таких управлений для конкретных классов моделей, при общих

условиях на начальные и конечные значения траекторий, опираются на методы теории оптимального управления, теории обратных задач динамики управляемых систем, параметрические методы построения ограниченных по норме управлений, методы нахождения гарантированного времени окончания процесса управления.

Научная новизна и основные результаты диссертации. Диссертационная работа Н.В. Стрелковского состоит из введения, трех глав и заключения.

В первой главе диссертации рассматривается задача гарантированного позиционного наведения для линейной неавтономной системы при неполной априорной информации о реализации ее начального состояния. Конечное множество допустимых реализаций начальных состояний предполагается известным. Информация о фазовых состояниях системы поставляется в виде линейного сигнала, причем, вообще говоря, сигнальная матрица имеет неполный ранг. Требуется построить управление с обратной связью, гарантирующее попадание движения системы в терминальный момент времени на заданное выпуклое и замкнутое множество. Для решения этой задачи используется метод пакетов программ. В первой главе вводятся вспомогательные конструкции, необходимые для определения пакета программ в случае управления линейной системой. Далее пакеты программ трактуются как измеримые функции со значениями в евклидовом пространстве специального вида, называемые автором расширенными программами. Затем вводится расширенная система, для которой ставится расширенная задача программного наведения. Сформулирована и доказана теорема об одновременной разрешимости задачи пакетного наведения и расширенной задачи программного наведения и приведен критерий разрешимости последней, доказанный с помощью теоремы об отделимости выпуклых множеств. Для разрешимых задач пакетного наведения предложена и обоснована процедура определения элементов наводящего пакета программ, основанная на сжатии допустимого мгновенного ресурса управления и последующем применении принципа минимума.

Во второй главе диссертации для системы, введенной в первой главе, рассматривается задача гарантированного позиционного наведения к заданному моменту времени. Доказывается ее эквивалентность задаче пакетного наведения к моменту времени, которая, в свою очередь, сводится к задаче пакетного наведения с семейством допустимых моментов наведения и расширенной задаче программного наведения с семейством допустимых моментов наведения. Автором приводится критерий разрешимости последней задачи и конструктивные условия для определения элементов наводящего пакета программ с семейством допустимых моментов наведения, аналогичные полученным в первой главе для задачи с фиксированным временем окончания процесса.

В третьей главе диссертации на примере задачи наведения в фиксированный момент времени, описанной в первой главе, автором приводятся вычислительные алгоритмы её решения. Для определения

моментов расслоения однородных сигналов и соответствующих кластеров множества допустимых начальных состояний в эти моменты используется дискретизация однородных сигналов по времени. Проверка критерия разрешимости сводится к решению конечномерной задачи оптимизации, а для определения элементов наводящего пакета программ автор использует модифицированный метод последовательных приближений. Основным результатом третьей главы является процедура построения гарантирующей позиционной стратегии по построенному наводящему пакету программ и соответствующие теоремы сходимости.

Изложение материала каждой главы сопровождается численными расчетами для модельных примеров.

Достоверность результатов диссертации. Теоретические результаты работы корректно обоснованы. На все источники используемых при доказательствах утверждений приведены ссылки.

Научная и практическая значимость. Результаты диссертации вносят вклад в математическую теорию управления и могут быть использованы для дальнейшего исследования задач с неполной информацией о начальных состояниях управляемых динамических систем. Разработанная теория может быть применена для решения прикладных инженерных задач.

Полнота опубликования основных результатов диссертации. Основные результаты диссертации с достаточной полнотой опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК. Автореферат полностью и точно отражает содержание диссертации. Результаты работы докладывались на ряде семинаров и конференций.

Критический анализ диссертации. По содержанию работы можно высказать следующие замечания.

1. Класс измеримых управлений представляется неоправданно широким для исследования задачи, рассматриваемой в диссертации. Можно ограничиться классом кусочно-непрерывных управлений.
2. Определение исходно совместимых однородных сигналов, записанное через предельный переход, можно привести в более простом виде, а именно, с использованием кванторов.
3. В алгоритме поиска моментов расслоения однородных сигналов не приведены погрешности их вычисления, также отсутствует исследование данного алгоритма на устойчивость.
4. В процедуре построения наводящей позиционной стратегии по

наводящему пакету программ (третья глава) не приведена зависимость параметра δ от номера момента расслоения однородных сигналов k .

5. Логичным развитием исследования задачи наведения к заданному моменту времени могло бы быть исследование задачи быстрогодействия с неполной информацией о начальных состояниях системы.

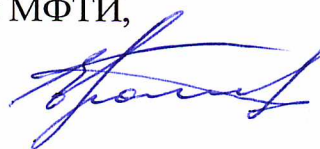
Следует отметить, что приведенные замечания не снижают ценности полученных в диссертации результатов.

Рекомендации к внедрению. Полученные в диссертационной работе результаты могут найти применение в таких организациях, как Институт математики и механики УрО РАН, Институт проблем механики РАН, Институт динамики систем и теории управления СО РАН, Математический институт РАН им. В.А. Стеклова, Уральский федеральный университет.

Выводы. Характеризуя диссертационную работу Н. В. Стрелковского в целом, можно отметить, что она является завершенным исследованием, посвященным актуальным вопросам современной теории управления и выполнена на высоком математическом уровне. Диссертационная работа Н. В. Стрелковского «Об одном методе решения задач гарантирующего управления с неполной информацией для линейных динамических систем» отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.02 - «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление», а ее автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Отзыв на диссертацию составлен заведующим кафедрой высшей математики МФТИ, доктором физико-математических наук Половинкиным Евгением Сергеевичем и обсужден на научном семинаре кафедры высшей математики МФТИ «21» апреля 2016 г., протокол № 5.

Заведующий кафедрой высшей математики МФТИ,
доктор физ. – матем. наук, профессор



Половинкин
Евгений
Сергеевич

Почтовый адрес: 141700, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский пер.,9
Телефон: 8 (495) 408 7781

Адрес электронной почты: polovinkin@mail.mipt.ru

Организация – место работы: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»