

ОТЗЫВ

официального оппонента

на работу Александра Ивановича Благодатских

«Исследование математических моделей задач конфликтного взаимодействия групп управляемых объектов», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности «1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Целью рассматриваемой диссертационной работы является изучение, разработка и численная реализация методов решения задач конфликтного взаимодействия групп управляемых объектов — сложного и востребованного практикой раздела задач динамической оптимизации при наличии конфликта или неопределенности.

Главной особенностью изучаемых задач в отличие от рассматриваемых ранее являются новые условия поимки убегающего группой преследователей: теперь эти встречи должны происходить не только заданное количество раз, то есть многократно, но и в моменты времени, связанные между собой теми или иными условиями.

Диссертация состоит из списка основных обозначений, введения, шести глав, заключения и списка литературы. Имеется 41 иллюстрация. Объем работы составляет 290 страниц.

Во **введении** дается библиографический обзор изучаемой темы, обосновывается ее актуальность, приводятся сведения об апробации полученных результатов и их краткое изложение.

В **главе 1** определены и исследуются задачи конфликтного взаимодействия групп управляемых объектов для систем с простыми движениями при одинаковых ресурсах игроков. Приведены иллюстрирующие примеры.

В **главе 2** определены и исследуются задачи конфликтного взаимодействия групп управляемых объектов для систем с одинаковыми неоднородными динамиками движений при одинаковых ресурсах участников. Приведены иллюстрирующие примеры.

В **главе 3** рассмотрены задачи многократной и нестрогой одновременной многократной поимки для системы с идентичной динамикой преследующих и убегающих из нестационарного контрольного примера Л. С. Понтрягина. Ресурсы сторон также предполагаются одинаковыми. Приводятся примеры аналитического решения указанных задач.

В **главе 4** рассмотрены задачи мягкого убегания для системы с различной динамикой преследующих и убегающих. Приводятся иллюстрирующие примеры.

В **главе 5** приведены алгоритмы численного решения некоторых типов задач конфликтного взаимодействия.

В **главе 6** представлен комплекс программ для решения задач конфликтного взаимодействия групп управляемых объектов, реализованный на базе алгоритмов численного решения некоторых типов задач конфликтного взаимодействия, описанных в предыдущей главе. Описание комплекса хорошо иллюстрировано примерами расчетов и изображениями интерфейса.

В **Заключении** приводятся основные результаты работы и их распределение по главам и параграфам диссертации.

Список литературы включает 288 записей.

Замечания

Приводимые ниже замечания носят редакционный характер и ни в коей мере не умаляют качества представленной диссертационной работы.

(1) Опечатки на сс. 21, 29, 34, 36, 38 и т. д.: в тексте « $n + 1$ лиц» должно быть « $n + 1$ лица».

(2) Опечатки после формулы (1.1): в тексте «Здесь $x_i, y \in \mathbb{R}^k$ » должно быть «Здесь $x_i(t), y(t) \in \mathbb{R}^k, t \in [t_0, \infty)$ ».

(3) В тексте после определения 1.1 целесообразно указать, что множество σ конечное или счетное и, соответственно, что $q \in \mathbb{N}$.

(4) После определения 1.3 и перед определениями целей участников в тех или иных игровых задачах, целесообразно дать определение движений, порождаемых парами стратегий при заданных начальных условиях и разбиении интервала управления. Это позволило бы сформулировать свойства существования и единственности данных движений, неявно используемых в последующих утверждениях (см., например, теорему 1.1).

(5) В тексте после формулы (1.6) для утверждения об измеримости по t функции $\lambda_i(v(t), t), t \in [t_0, \infty)$, при любой $v(\cdot) \in \mathcal{V}$, повидимому, требуется непрерывность функции $\lambda_i(\cdot)$ в области $\{(v, t) \in \mathbb{R}^k \times [t_0, \infty) \mid v \in U(t)\}$, а не на множестве « $U(t) \times [t_0, \infty)$ », как записано.

(6) Перед формулой (1.7) целесообразно определить символ b — кратность поимки — как переменную из множества $I(n)$ и, например, зафиксировать некоторое ее произвольно выбранное значение. Тогда все дальнейшие объекты (см. $\delta_0(\cdot), \Delta_0$) и утверждения (например, лемма 1.1 и ряд других), в которые неявно входит эта переменная, будут корректно определены. В настоящем варианте соответствующие места указанных утверждений в строгом изложении могут читаться как с квантором « \forall » так и с квантором « \exists » перед b , что ведет к существенному изменению этих утверждений. С этой же целью, можно было добавить уточнения в формулировки самих утверждений. Так теорема 1.1 имела бы вид: «Пусть для $b \in I(n)$ выполнено предположение 1.1 и $\Delta_0 = \infty$. Тогда в игре Γ возможна нестрогая одновременная b -кратная поимка».

(7) В доказательстве теоремы 1.1 после описания контрстратегий преследователей, следовало обосновать (или дать ссылки на обоснование в других источниках) тот факт, что представленная конструкция является разрешающей, то есть, что она отвечает определениям 1.3 и 1.5.

(8) В главе 5, посвященной численной реализации предложенных решений, не приведены оценки сходимости результатов при наличии неточных данных или погрешностей в вычислениях, неизбежных, как представляется, в реальных вычислениях.

Подводя итог можно сказать, что представленная работа является законченным научным исследованием, дающим методы решения и их численной реализации для нового обширного семейства задач сближения-уклонения групп управляемых объектов. Основные утверждения диссертации строго сформулированы и доказаны. Результаты, выдвигаемые на защиту, опубликованы в профильных научных изданиях и неоднократно представлены на научных мероприятиях высокого профессионального уровня. Автореферат адекватно отражает содержание диссертации.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа «Исследование математических моделей задач конфликтного взаимодействия групп управляемых объектов» соответствует специальности «1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (физико-математические науки) и критериям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, а ее автор, Благодатских Александр Иванович, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по указанной специальности.

Официальный оппонент:

Серков Дмитрий Александрович,
доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник
отдела динамических систем Института математики и механики им. Н. Н. Красовского
Уральского отделения Российской академии наук,
Адрес: 620990, Россия, г. Екатеринбург, ул. Софьи Ковалевской, 16.
E-mail: serkov@imm.uran.ru.
Тел.: +7(343)374-40-13.

7 декабря 2024 г.



(Серков Д. А.)



Ульянов О.Н