ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

ІГНАТОВИЧ Світлана Юріївна

ПРО АСИМПТОТИЧНУ ПОВЕДІНКУ РОЗВ'ЯЗКУ ЗАДАЧІ ШВИДКОДІЇ В ОКОЛІ ТОЧКИ СПОКОЮ

01.01.09 - варіаційне числення
та теорія оптимального керування

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата фізико-математичних наук

Харків - 1995

Робота виконана в Харківському державному університеті.

Науковий керівник:	доктор фізико-математичних наук, професор Скляр Григорій Михайлович
Офіційні опоненти:	доктор фізико-математичних наук, професор Ковальов Олександр Михайлович, доктор фізико-математичних наук, професор Золотарьов Володимир Олексійович
Провідна організація:	Одеський державний університет ім. І. І. Мечнікова, м. Одеса

Захист відбудеться "29" грудня 1995 р. в 15[15] год. на засіданні спеціалізованої вченої ради К 02.02.17 в Харківському державному університеті за адресою: 310077, м. Харків, м. Свободи, 4, ауд 6-48

З дисертацією можна ознайомитися в Центральній науковій бібліотеці Харківського державного університету.

Автореферат розісланий "24" листопада 1995 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Кощій О. Ф.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В сучасній теорії оптимального керування одне з центральних місць займає задача швидкодії. Утворення лінійної теорії швидкодії ініційовано Р.В.Гамкрелідзе. Результати, отримані ним в 1950-1960 роки, включають доведення принципа максимума Л.С.Понтрягіна для лінійного випадку, теореми про існування та єдиність оптимального керування, теорему про характер оптимального керування та скінченність числа його перемикань. Разом з цим, методи, пов'язані із застосуванням принципа максимума до лінійної задачі швидкодії, у загальному випадку дозволяють отримати лише якісний вигляд оптимального керування. На основі цих результатів побудовані численні наближені методи розв'язання задач лінійної швидкодії. Але аналітичне дослідження розв'язку задач швидкодії привело до розвитку принципово нових методів, що виходять за межі класичної теорії оптимального керування. Загальний підхід до отримання точного розв'язку задачі швидкодії був запропонований і розвинутий в роботах В.І.Коробова і Г.М.Скляра в 1980-1990 роки. Він заснований на притягненні та розвитку ідей і методів класичної теорії моментів А.А.Маркова. Дослідження вперше поставленої проблеми моментів Маркова на мінімально можливому відрізку (min-проблеми) та впровадження методу породної функції дозволило, зокрема, отримати точний аналітичний розв'язок степеневої та степеневої з пропусками min-проблем моментів, до яких зводиться задача швидкодії для лінійних стаціонарних систем з раціональним спектром. В той же час, за досить обмежувальними умовами розв'язок загальної лінійної задачі швидкодії може бути отриманий як границя розв'язків степеневих min-проблем моментів.

В дисертації запропонований засіб дослідження асимптотичної поведінки розв'язку лінійної задачі швидкодії в околі нуля, заснований на вивченні близькості розв'язку цієї задачі до розв'язку степеневої min-проблеми моментів з пропусками (тобто локальної еквівалентності цих задач).

Серед нелінійних керованих систем найбільш близькими до лінійних є системи, лінійні за керуванням. Їх дослідження традиційно запроваджується диференціально-геометричними методами, на основі вивчення властивостей алгебри Лі векторних полей, що пов'язана із системою. На цьому шляху глибоко вивчені топологічні та геометричні властивості множин керованості та досяжності систем за різними обмеженнями на керування.

В дисертаційній роботі на розвиток методу min-проблеми моментів вивчається задача швидкодії для систем, лінійних за керуванням, на основі зведення їх до узагальненої нелінійної степеневої min-проблеми моментів Маркова. Цей підхід дозволяє вилучити клас задач швидкодії, близьких за розв'язком до степеневих min-проблем моментів Маркова з пропусками.

Мета роботи. Дослідження асимптотичної поведінки розв'язку задач швидкодії для лінійних і нелінійних, що є лінійними за керуванням, систем на основі зведення їх до min-проблеми моментів Маркова.

Методи дослідження. В роботі використовуються методи класичного та сучасного аналізу та диференціальних рівнянь.

Теоретична цінність та наукова новизна. Дисертація є закінченою науковою роботою, в якій поставлена і досліджена задача локальної еквівалентності розв'язків задач швидкодії для лінійних та нелінійних, що є лінійними за керуванням, керованих систем розв'язку степеневої min-проблеми моментів Маркова з пропусками.

1. На основі вивчення min-проблем моментів, до яких зводяться

лінійні задачі швидкодії, отримана класифікація (в розумінні локальної еквівалентності) лінійних задач швидкодії для нестаціонарних систем з аналітичними коефіцієнтами.

Вказані умови, за якими розв'язок лінійної задачі швидкодії є границею розв'язків степеневих min-проблем моментів з пропусками.

2. Аналітичними методами отримані умови попадання траєкторії нелінійної системи, що є лінійною за керуванням, з точки, що належить околу точки спокою, в точку спокою у вигляді розвинення розв'язку в ряд по нелінійним степеневим моментам функції керування. Вивчені деякі властивості таких рядів.

3. В результаті дослідження узагальненої нелінійної min-проблеми моментів, що відповідає нелінійній задачі швидкодії, даний повний опис класів нелінійних задач швидкодії для аналітичних систем, що є локально еквівалентними степеневій min-проблемі моментів з певними пропусками.

Усі отримані в дисертації результати є новими та мають високу цінність для подальшого розвитку методів проблеми моментів в теорії керування. Запропонований метод дослідження асимптотичної поведінки розв'язку задачі швидкодії може бути основою вивчення та наближеного розв'язання задач швидкодії для лінійних та лінійних лише за керуванням систем за допомогою розв'язку степеневих min-проблем моментів Маркова.

Дисертація в цілому виконувалась у період з 1992 по 1995 рр. на кафедрі диференціальних рівнянь та керування за плановою темою 'Математична теорія керованих процесів, що описуються диференціальними рівняннями' (реєстр. N 8002354).

Апробація роботи. Результати роботи доповідались на 23-й Всепольській конференції по прикладній математиці (Варшава, 1994), 3-й конференції SIAM по керуванню та його застосуванням (Сент-

Луїс, 1995), 3-му Міжнародному конгресі по промисловій та прикладній математиці (Гамбург, 1995), на семінарі кафедри диференціальних рівнянь та керування в Харківському державному університеті.

Публікації. Основні результати дисертації опубліковані в роботах [1] – [7].

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, двох глав, висновків і списка цитованої літератури зі 105 найменувань — всього 142 сторінок машинописного тексту.

Особистий внесок автора. Ряд ідей та доведення усіх теорем, що наведені у дисертації, належать автору.

ЗМІСТ РОБОТИ.

У вступі наведений огляд літератури з питань, які розглядаються у дисертації, і сформульовані основні результати роботи.

Перша глава містить розв'язок задачі локальної еквівалентності лінійних задач швидкодії для нестаціонарних систем з аналітичними коефіцієнтами вигляду

$$\dot{x} = A(t)x + b(t)u(t), \ x \in \mathbf{R}^n, \ u \in \mathbf{R}, \ | u(t) | \leq 1, \tag{1}$$

$$x(a) = x^0, \ \ x(a+\theta) = 0, \ \ \theta \to \min. \tag{2}$$

Кожна така задача швидкодії припускає інтерпретацію у вигляді проблеми моментів Маркова на мінімально можливому відрізку (min-проблеми моментів): для вказаного вектора s і послідовності моментних функцій $g(t) = (g_1(t), \ldots, g_n(t))$ знайти мінімально можливий відрізок $[a, a+\theta_s]$, для якого існує функція $u_s(t)$: $| u_s(t) | \leq 1$, така, що

$$s_k = \int_a^{a+\theta_s} g_k(t) u_s(t) dt, \quad k = 1, \ldots, n. \tag{3}$$

Для цього треба означити $g_k(t) = (\Phi^{-1}(t) b(t))_k$, $k = 1, \ldots, n$, де $\Phi(t)$ — фундаментальна матриця системи $\dot{x} = A(t)x$, $s = -x^0$.

Розв'язком min-проблеми моментів (3) будемо називати мінімально можливий відрізок і відповідну функцію: $(\theta_s, u_s(t))$. Загальною умовою, за якою розглядається проблема моментів, є вимога, щоб функції $g_k(t)$ утворювали систему Чебишева (Т-систему) на інтервалі (a, b).

Теорема 1. Якщо функції $g_k(t)$, $k = 1, \ldots, n$ є лінійно незалежними аналітичними на деякому інтервалі $[a, a+\tau]$, то вони утворюють T-систему на певному підінтервалі $(a, b) \subset [a, a+\tau]$, $b > a$.

Лінійна незалежність функцій $g_k(t) = (\Phi^{-1}(t)b(t))_k$ витікає із локальної керованості системи (1) в околі нуля. Тому для локально керованих систем теорема 1 забезпечує існування такого околу нуля V, що для будь-якого $x^0 \in V$ керування, що вирішує задачу швидкодії (1),(2), дорівнює ± 1 і має не більш ніж $n-1$ перемикань.

Розглянемо дві задачі вигляду (1),(2) для систем з матрицями $A_1(t)$, $b_1(t)$ та $A_2(t)$, $b_2(t)$; парами $(\theta_i(x^0), u_i(t; x^0))$, $i = 1, 2$ будемо позначати оптимальні часи та оптимальні керування відповідно для цих задач.

Дві такі задачі швидкодії будемо називати локально еквівалентними одна одній в околі нуля, якщо існує лінійний невироджений оператор $L : \mathbf{R}^n \to \mathbf{R}^n$, такий що

$$\theta_1(Lx^0)/\theta_2(x^0) \to 1 \quad \text{коли } x^0 \to 0,$$

$$\frac{1}{\theta} \int_a^{\theta+a} \mid v_1(t; Lx^0) - v_2(t; x^0) \mid dt \to 0 \quad \text{коли } x^0 \to 0,$$

де $\theta = \max\{\theta_1(Lx^0), \theta_2(x^0)\}$, $v_i(t, z) = u_i(t, z)$, $t \in [a, a+\theta_i(z)]$, $v_i(t, z) = 0$, $t \in (a+\theta_i(z), \infty)$, $i = 1, 2$. Для min-проблем локальна еквівалентність означається таким же чином.

Основний результат першої глави про локальну класифікацію min-проблем моментів та лінійних задач швидкодії наведений в п.1.2. Він полягає в тому, що лінійні задачі швидкодії локально еквівалентні одна одній тоді і тільки тоді, коли min-проблеми, що відповідають кожній з них, еквівалентні єдиній степеневій min-проблемі моментів Маркова з пропусками. В свою чергу, це має місце тоді і тільки тоді, коли множини перших n лінійно незалежних векторів з послідовностей $\{h_k\}_{k=0}^{\infty}$, $h_k = (-A(t) + d/dt)^k b(t) \mid_{t=a}$, співпадають:

Теорема 2. Для того, щоб дві min-проблеми моментів Маркова вигляду (3) для послідовностей моментних функцій $g(t) = (g_1(t), \ldots, g_n(t))$, та $\tilde{g}(t) = (\tilde{g}_1(t), \ldots, \tilde{g}_n(t))$ були локально еквівалентні в околі нуля, необхідно і достатньо, щоб множини індексів перших n лінійно незалежних векторів із послідовностей $\{g^{(i)}(a)\}_{i=0}^{\infty}$ та $\{\tilde{g}^{(i)}(a)\}_{i=0}^{\infty}$ співпадали. Тут $g^{(i)}(a) = (g_1^{(i)}(a), \ldots, g_n^{(i)}(a))$ та $\tilde{g}^{(i)}(a) = (\tilde{g}_1^{(i)}(a), \ldots, \tilde{g}_n^{(i)}(a))$.

Теорема 3. Необхідною і достатньою умовою локальної еквівалентності двох задач швидкодії вигляду (1),(2) для систем з матрицями $A_1(t)$, $b_1(t)$ та $A_2(t)$, $b_2(t)$ відповідно є умова співпадання множин номерів перших n лінійно незалежних векторів із послідовностей $\{(-A_i(t) + d/dt)^j b_i(t) \mid_{t=a}\}_{j=0}^{\infty}$, $i = 1, 2$.

П.1.3 присвячений знаходженню умов, за якими розв'язок лінійної задачі швидкодії (1),(2) в деякому околі нуля може бути знайдений методом послідовних наближень, на кожному кроці якого розв'язується еквівалентна степенева min-проблема моментів Маркова з пропусками.

Теорема 4. Нехай вектори $(-A(t) + d/dt)^{m_k} b(t) \mid_{t=a}$, $k = 1, \ldots, n$ лінійно незалежні, а вектори $(-A(t) + d/dt)^j b(t) \mid_{t=a} = 0$, $j < m_n$, $j \neq m_k$, $k = 1, \ldots, n$. Тоді для початкової точки $x(a) = x^0$, яка належить деякому околу нуля, розв'язок $(\theta^*(s), u^*(t; s))$ задачі швидкодії (1),(2) може бути отриманий як границя $\theta^*(s) = \lim_{N\to\infty} \theta_N$, $u^*(t; s) = \lim_{N\to\infty} u_N(t)$, де $(\theta_N, u_N(t))$ розв'язує степеневу min-проблему моментів з пропусками

$$(y_N)_k = \int_a^{a+\theta_N}(t-a)^{m_k}u_N(t)dt,\ k=1,\ldots,n, |\ u\ |\le 1,\ \theta\to\min,$$

а послідовність векторів $\{y_N\}_{N=0}^{\infty}$ означається рекурентно рівностями

$$y_{N+1} = -G^{-1}(x^0 + \int_a^{a+\theta_N}\Phi^{-1}(t)b(t)u_N(t)dt) + y_N,\quad y_0 = 0,$$

де компоненти матриці G мають вигляд

$$(G)_{ij} = \frac{1}{m_j!}(\Phi^{-1}(t)b(t))_i^{(m_j)}\ |_{t=a} = \frac{1}{m_j!}((-A(t)+d/dt)^{m_j}b(t))_i\ |_{t=a},$$
$$i,j=1,\ldots,n.$$

В другій главі вивчається задача швидкодії для класу нелінійних систем, що є найбільш близькими до лінійних — систем, лінійних за керуванням.

Розглянемо задачу швидкодії для нелінійної системи

$$\dot{x} = a(t,x) + u(t)b(t,x),\quad |\ u(t)\ |\le 1,\quad x\in\mathbf{R}^n,\quad u\in\mathbf{R},\tag{4}$$

$$x(0)=x^0,\quad x(\theta)=x^1,\quad \theta\to\min\tag{5}$$

у випадку, коли $a(t,x)$, $b(t,x)$ є аналітичними в деякій області $[0,\tau]\times U$, де U — окіл нуля, відображеннями, нуль є точкою спокою системи (4), $a(t,0)\equiv 0$, а система є локально керованою в околі нуля. В п.2.1 отримані умови попадання траєкторії нелінійної системи, що є лінійною за керуванням, з точки x^0 в точку x^1 за певний час θ (без припущення, що x^1 є точкою спокою). Наведемо одну з таких умов для випадку $x^1=0$, $a(t,0)\equiv 0$.

Теорема 5. Нехай керування $u(t)\in L_\infty[0,\theta]$ переводить точку x^0 в точку 0 в силу системи (4) за час θ. Тоді, якщо число θ досить мале, має місце наступна рівність:

$$x^0 = \sum_{k=0}^{\infty}\sum_{m_1,\ldots,m_k\ge 0}\frac{(-1)^{m_1+\cdots+m_k}}{m_1!\ldots m_k!}(ad^{m_1}R_a)R_b\circ\cdots\circ\tag{6}$$

$$\circ(ad^{m_k} R_a) R_b E(0) \mid_{t=0} \times$$

$$\times \int_0^\theta \int_0^{\tau_1} \cdots \int_0^{\tau_{k-1}} \tau_1^{m_1} \tau_2^{m_2} \cdots \tau_k^{m_k} \prod_{j=1}^{k} u(\tau_j) d\tau_k \ldots d\tau_2 d\tau_1,$$

де оператори R_a, R_b, пов'язані з полями $a(t,x)$, $b(t,x)$, мають вигляд: $R_a d(t,x) = d_t(t,x) + d_x(t,x)a(t,x)$, $R_b d(t,x) = d_x(t,x)b(t,x)$ для будь-якого аналітичного відображення $d(t,x) : \mathbf{R} \times \mathbf{R}^n \to \mathbf{R}^n$, а E — відображення $E(x) \equiv E(t,x) = x$. Формула (6) має вигляд розвинення розв'язку задачі швидкодії в ряд по узагальненим степеневим моментам функції керування $u(t)$

$$\xi_{m_1 \ldots m_k} = \int_0^\theta \int_0^{\tau_1} \cdots \int_0^{\tau_{k-1}} \tau_1^{m_1} \tau_2^{m_2} \cdots \tau_k^{m_k} \prod_{j=1}^{k} u(\tau_j) d\tau_k \ldots d\tau_2 d\tau_1.$$

Нелінійна задача швидкодії (4),(5), таким чином, може бути проінтерпретована як узагальнена min-проблема моментів Маркова, яка полягає у знаходженні найменшого числа $\theta = \theta(x^0)$, для якого існує функція $u(t) = u(t;x^0) \in L_\infty[0,\theta]$, $\mid u(t) \mid \leq 1$, що задовольняє рівності (6).

Ряди по узагальненим моментам з будь-якими коефіцієнтами є предметом дослідження в п.2.2.

Теорема 6. Нехай два збіжних ряда узагальнених моментів вигляду

$$f'(\theta,u) = \sum_{k=1}^{\infty} \sum_{m_1,\ldots,m_k \geq 0} v'_{m_1 \ldots m_k} \xi_{m_1 \ldots m_k}(\theta,u),$$

$$f''(\theta,u) = \sum_{k=1}^{\infty} \sum_{m_1,\ldots,m_k \geq 0} v''_{m_1 \ldots m_k} \xi_{m_1 \ldots m_k}(\theta,u)$$

співпадають на усіх функціях $u(t)$, що означені на $[0,\theta]$, $\theta \leq T$, приймають значення ± 1 і мають не більш ніж $m-1$ перемикань. Тоді коефіцієнти при моментах степеня не вище m в цих рядах співпадають, тобто

$$v'_{m_1 \ldots m_k} = v''_{m_1 \ldots m_k}, \quad \text{якщо } m_1 + \cdots + m_k + k \leq m.$$

Для вивчення характеру розв'язку нелінійної задачі швидкодії (4),(5) (і відповідної узагальненої min-проблеми моментів) застосовується порівняння їх із степеневими min-проблемами моментів, як це було зроблено в главі 1 для лінійних систем. Основний результат глави 2 отриманий в п.2.4:

Теорема 7. Задача швидкодії (4),(5) локально еквівалентна степеневій проблемі моментів з пропусками

$$s_k = \int_0^\theta t^{m_k} u(t)dt,\ k = 1,\ldots,n,\ |\ u\ |\leq 1,\ \theta \to \min$$

тоді і тільки тоді, коли мають місце наступні умови:

i) вектори $\{\Delta^{m_k} b(0,0)\}_{k=1}^n$, $\Delta = -a_x(t,x) + d/dt$, є першими лінійно незалежними в послідовності $\{\Delta^j b(0,0)\}_{j=0}^\infty$,

ii) вектори

$$[(ad^{m_1} R_a)R_b, [(ad^{m_2} R_a)R_b, \ldots, [(ad^{m_{k-1}} R_a)R_b,$$
$$(ad^{m_k} R_a)R_b]\ldots]]E(0)\ |_{t=0}$$

лінійно залежать від $\Delta^{m_1} b(0,0),\ldots,\Delta^{m_p} b(0,0)$, $m_p < q-1$, де $q = m_1 + \cdots + m_k + k \leq m_n + 1$, $k \geq 2$. Зауважимо, що $\Delta^m b(0,0) = (ad^m R_a)R_b E(0)$ — коефіцієнти розвинення (6) при лінійних моментах функції $u(t)$..

В п.2.5 на основі дослідження узагальненої min-проблеми моментів вивчений клас нелінійних систем, що припускають відображення на лінійні.

Теорема 8. Нелінійна система (4) припускає перетворення до лінійної системи (1) (в околі нуля) тоді і тільки тоді, коли виконуються наступні умови:

i) $\mathrm{rg}(b(0,0), \Delta b(0,0), \ldots, \Delta^k b(0,0), \ldots) = n$,

ii)

$$[(ad^{m_1} R_a)R_b, [(ad^{m_2} R_a)R_b, \ldots, [(ad^{m_{k-1}} R_a)R_b,$$
$$(ad^{m_k} R_a)R_b]\ldots]]E(0)\ |_{t=0} = 0$$

для будь-яких $k \geq 2$ і $m_1, \ldots, m_k \geq 0$.

ВИСНОВКИ.

1. Усі лінійні задачі швидкодії для нестаціонарних аналітичних систем (і min-проблеми моментів, що їм відповідають) розбиваються на класи локально еквівалентних одна одній в околі нуля задач. Представником кожного класу є степенева min-проблема моментів Маркова з певними пропусками.

2. За додатковими припущеннями розв'язок лінійної задачі швидкодії є границею розв'язків степеневої min-проблеми моментів з пропусками, що є локально еквівалентною даній.

3. Нелінійна задача швидкодії для аналітичної системи, лінійної за керуванням, може бути проінтерпретована як узагальнена нелінійна min-проблема моментів Маркова.

4. Узагальнену min-проблему моментів Маркова можна ставити для більш широкого класу моментних рівностей, що включають ряди по нелінійним степеневим моментам з будь-якими коефіцієнтами. Для таких рядів справедлива наступна теорема единості: коефіцієнти ряда однозначно означаються його значеннями на кусково-постійних керуваннях, що дорівнюють ± 1.

5. Серед нелінійних задач швидкодії для нестаціонарних аналітичних систем, лінійних за керуванням, керованих за першим наближенням, вилучаються класи задач, локально еквівалентних степеневим min-проблемам моментів з пропусками. Критерій локальної еквівалентності степеневій min-проблемі моментів складається із скінченної кількості алгебраїчних умов, що легко перевіряються.

Основні результати дисертації опубліковані в роботах:

1. Скляр Г.М., Ігнатович С.Ю. Умови локальної еквівалентності лінійних задач швидкодії в околі нуля // Доповіді НАН України,

сер. Математика, природознавство і технічні науки. - 1995. No.2. - С.12-14.

2. Скляр Г.М., Игнатович С.Ю. Об асимптотическом поведении решения линейной задачи быстродействия в окрестности нуля / Харьк. ун.-т. - Харьков. 1995. - 18 с. - Деп. в ГНТБ Украины 02.10.95, N 2207-Ук95.

3. Скляр Г.М., Игнатович С.Ю. Асимптотическое поведение решений задач быстродействия в окрестности точки покоя для нелинейных систем, являющихся линейными по управлению, и min-проблема моментов / Харьк. ун.-т. - Харьков. 1995. - 43 с. - Деп. в ГНТБ Украины 02.10.95, N 2204-Ук95.

4. Sklyar G.M., Ignatovich S.Yu. Local classification of the linear time-optimal problems // Abstracts of the Twenty Third Polish Conference on Applied Mathematics. - Warsawa. 1994. - P. 99-100.

5. Sklyar G.M., Ignatovich S.Yu. Local equivalence of time-optimal control problems to the power Markov min-problem // Abstracts of the Third SIAM Conference on Control and Its Applications. - St. Louis, 1995. - P.20.

6. Sklyar G.M., Ignatovich S.Yu. Local equivalence of time-optimal control problems and Markov moment min-problems // Book of Abstracts of the Third International Congress on Industrial and Applied Mathematics. Hamburg. - 1995. - P.444.

7. Игнатович С.Ю. Условие попадания в точку покоя для систем, линейных по управлению // Тезисы докладов 2-й Крымской математической школы "Метод функций Ляпунова и его приложения". Алушта. - 1995. - С.25-26.

SUMMARY

Ignatovich S.Yu. On asymptotic behaviour of the solution of time-optimal problem in a neighborhood of the stationary point.

The thesis for the candidate science degree in physics and mathematics. The speciality number is 01.01.09 - calculation of variations and optimal control theory. Kharkov State University. Kharkov, 1995.

The results of the thesis are presented in 7 scientific works in which the asymptotical behaviour of solutions of time-optimal problems for linear and nonlinear systems with control appearing linearly in a neighborhood of the stationary point is studied. The reduction to the (generalized) Markov moment min-problem is a basis of this investigation. The classes of time-optimal problems are extracted and described which are locally equivalent to the power Markov moment min-problem with gaps.

АННОТАЦИЯ

Игнатович С.Ю. Об асимптотическом поведении решения задачи быстродействия в окрестности точки покоя.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.09 - вариационное исчисление и теория оптимального управления. Харьковский государственный университет, Харьков, 1995.

Содержание диссертации отражено в 7 научных работах, посвященных изучению асимптотического поведения решения задачи быстродействия для линейных и нелинейных, являющихся линейными по управлению, систем в окрестности точки покоя. Основой исследования является сведение задачи быстродействия к (обобщенной) min-проблеме моментов Маркова. Выделены и описаны классы задач быстродействия, локально эквивалентные степенной min-проблеме моментов Маркова с пропусками.

Ключові слова: задача швидкодії, min-проблема моментів Маркова, локальна еквівалентність, нелінійні системи, що є лінійними за керуванням, узагальнені степеневі моменти.

Підписано до друку 03.11.95. Формат 60x84/16. Офсетний друк.
Умовних друкованих аркушів 1,0. Тираж 75. Замовлення 133.

Харків - 108, ротапринт ННЦ ХФТІ

452604