



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛМ ЖӘНЕ ФЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҮЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ



СОВЕТ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ  
Еуразийский национальный университет им.Л.Н.Гумилева

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«ФЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛМ - 2014» атты  
IX халықаралық ғылыми конференциясы**

**IX Международная научная конференция  
студентов и молодых ученых  
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2014»**

**The IX International Scientific Conference for  
students and young scholars  
«SCIENCE AND EDUCATION-2014»**

2014 жыл 11 сәуір  
11 апреля 2014 года  
April 11, 2014



**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ**  
**Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҮЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«Ғылым және білім - 2014»  
атты IX Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
IX Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«Наука и образование - 2014»**

**PROCEEDINGS  
of the IX International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«Science and education - 2014»**

**2014 жыл 11 сәуір**

**Астана**

**УДК 001(063)**

**ББК 72**

**F 96**

**F 96**

«Ғылым және білім – 2014» атты студенттер мен жас ғалымдардың IX Халықаралық ғылыми конференциясы = IX Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2014» = The IX International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2014». – Астана: <http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2014. – 5831 стр. (қазақша, орысша, ағылшынша).

ISBN 978-9965-31-610-4

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

**УДК 001(063)**

**ББК 72**

ISBN 978-9965-31-610-4

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 2014

1. HTMLBook.ru – сайт справочник по языку разметки HTML;
2. JavaScript.ru – сайт справочник по языку JavaScript;
3. PHP.net – сайт справочник по языку программирования PHP;
4. DelphiBasics.ru - сайт справочник по языку программирования Delphi;
5. centos.com – сайт ОС Linux CentOs.

УДК 681.511.3

## ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ НАБЛЮДАТЕЛЯ ДЛЯ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА В КЛАССЕ СТРУКТУРНО-УСТОЙЧИВЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ

Сарбасова А.Б.

[8791a@mail.ru](mailto:8791a@mail.ru)

Магистрант специальности Автоматизация и управление  
ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Республика Казахстан  
Научный руководитель – А.С. Айнагурова

Появление и развитие роботов, безусловно, явились одним из крупнейших достижений науки и техники. Они позволили расширить фронт работ по автоматизации технологических и вспомогательных процессов, открыли широкие перспективы создания автоматических систем машин для гибкого, переналаживаемого производства.

Простейший робот это манипулятор с дистанционным управлением, имеющий одну или две «руки», ограниченную зону действия, закреплен на неподвижном или полуподвижном основании. Такое устройство можно увидеть там, где условия работы для человека недопустимы, например, когда надо работать с очень ядовитыми веществами, опасными микробами или радиоактивными веществами.

Дистанционный манипулятор заменяет действия рук человека, дополняя их, увеличивая усилия руки или делая движения более точными и миниатюрными, выполняя работу, которую не может быть сделана человеком, но при этом манипулятор не имеет собственной программы, а действия его определяет оператор, управляющий им.

При управлении роботом-манипулятором для определения действия оператора необходимо определять состояние системы (фазовый вектор). Поэтому для получения информации о параметрах робота-манипулятора и наиболее полно использовать имеющуюся априорную информацию об объекте, а также текущего измерения его входов и выходов в систему управления вводится подсистема (алгоритм) оценивания состояния объекта и возмущений, т.е. преобразователь результатов наблюдений, который называется наблюдателем. Наблюдатель состояния (наблюдающее устройство, наблюдатель) можно представить в виде модели объекта управления, на вход которой поступает то же управляющее воздействие, что и на объект управления и, кроме того, дополнительный сигнал коррекции, т.е. обратной связи. Этот сигнал получается из невязки между выходами объекта и модели (рис. 1).

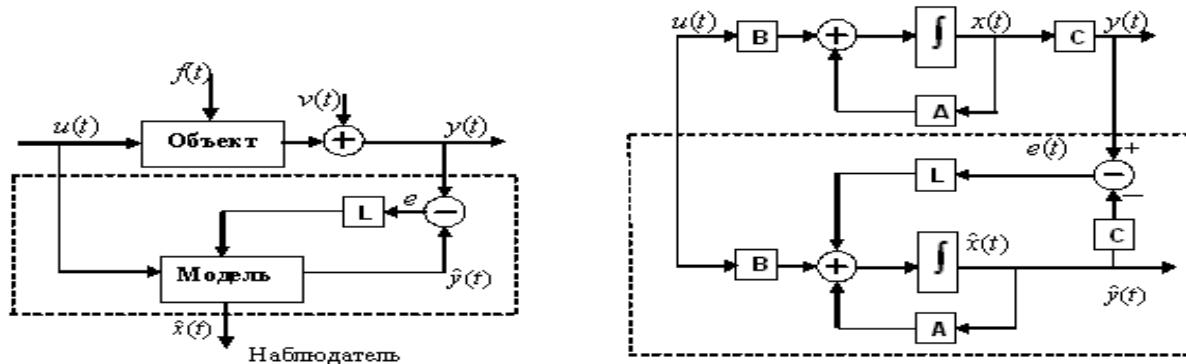


Рисунок 1 – Принцип построения и структурная схема наблюдателя

Его влияние придает поведению модели новые свойства отличные от свойств объекта. Собственные движения модели и объекта оказываются различными, но переменные состояния модели служат оценками состояния объекта [1].

Рассмотрим задачу построения наблюдателя для объекта «робот-манипулятор» с динамической схемой, представленной на рис. 2, где  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  – углы поворота первого, второго и третьего звена, соответственно [2].

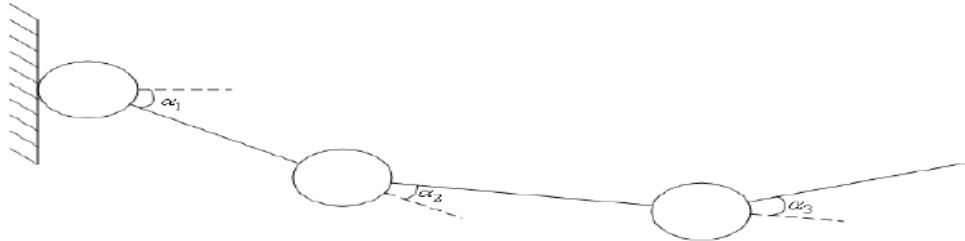


Рисунок 2 – Динамическая модель трехзвенного робота-манипулятора

Уравнение, характеризующее поведение всего объекта имеет вид

$$\begin{cases} \dot{x}_i(t) = A_i x_i(t) + B_i u_i(t) + \sigma_i(t), \\ y_i(t) = C^T x_i(t), \end{cases} \quad (1)$$

где  $x_i(t) = \begin{bmatrix} \alpha_i \\ \dot{\alpha}_i \end{bmatrix}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $n = 3$  – вектор состояния объекта, элементами которого

являются угловое перемещение и скорость перемещения каждого звена;  $u_i(t)$ ,  $y_i(t)$  – соответственно входное воздействие (сигнал управления) и выход каждого звена;  $\sigma_i(t) = f_i(t) + d_i(t)$  – возмущающее воздействие, состоящее из вектора внешних возмущений (помех) и функции переходных связей между отдельными звеньями, соответственно;  $A_i$  и  $B_i$  – стационарная матрица состояния и стационарный вектор управления каждого звена.

Поскольку манипулятор, с точки зрения объекта управления, относится к классу сложных многомерных объектов с множеством входов и выходов, общую систему можно разделить на несколько локальные подсистемы, связанные между собой перекрестными связями. Одной из таких подсистем можно рассмотреть уравнение динамики первой степени подвижности манипуляционного робота. Рассмотрим данный объект без учета возмущающих воздействий. Тогда уравнение динамики манипулятора будет иметь следующий вид

$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = A_1 x_1(t) + B_1 u_1(t), \\ y_1(t) = C^T x_1(t). \end{cases} \quad (2)$$

Здесь стационарная матрица  $A_1$ , стационарные векторы управления  $B_1$  и  $C$  имеют вид

$$A_1 = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -a_{11} & -a_{12} \end{bmatrix}, \quad B_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ b_1 \end{bmatrix}, \quad C = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}.$$

Система (2) имеет вид НКП (наблюдаемое каноническое представление), следовательно [1], можно строить наблюдающее устройство. Наблюдатель для системы (2) будет описываться следующим уравнением

$$\begin{cases} \dot{\hat{x}}_1(t) = A_1 \hat{x}_1(t) + B_1 u(t) + L(y_1(t) - \hat{y}_1(t)), \\ \hat{y}_1(t) = C^T \hat{x}_1(t), \quad \hat{x}_1(t_0) = \hat{x}_{10}, \quad t \geq t_0. \end{cases} \quad (3)$$

Матрицу  $L$  выберем в виде [3-7]

$$L = \begin{bmatrix} 0 \\ (x_1(t) - \hat{x}_1(t))^3 + \frac{(x_2(t) - \hat{x}_2(t))^3}{(x_1(t) - \hat{x}_1(t))} + k_1(x_2(t) - \hat{x}_2(t)) + k_2 + k_3 \frac{(x_2(t) - \hat{x}_2(t))}{(x_1(t) - \hat{x}_1(t))} \end{bmatrix}, \quad (4)$$

где  $k_1, k_2$  и  $k_3$  – неопределенные параметры.

Для исследования работы наблюдателя рассматриваем ошибку оценивания:  $\varepsilon(t) = (x(t) - \hat{x}(t))$ . Вычитая из системы (2) систему (3) с учетом матрицы  $L$  получим следующее уравнение для ошибки

$$\begin{cases} \dot{\varepsilon}(t) = (A - LC^T)\varepsilon(t), \\ \varepsilon(t_0) = \varepsilon_0 = x_0 - \hat{x}_0, \quad t \geq t_0, \end{cases} \quad (5)$$

где источниками ошибки  $\varepsilon(t)$  является начальное рассогласование  $\varepsilon_0 = x_0 - \hat{x}_0$ .

С учетом матрицы  $L$  и заменой  $\varepsilon(t) \rightarrow \varepsilon$  система (5) в развернутой форме запишется в виде

$$\begin{cases} \dot{\varepsilon}_1 = \varepsilon_2, \\ \dot{\varepsilon}_2 = \varepsilon_1^3 + \varepsilon_2^3 + k_1 \varepsilon_1 \varepsilon_2 + (k_2 - a_{11}) \varepsilon_1 + (k_3 - a_{12}) \varepsilon_2. \end{cases} \quad (6)$$

Исследуем поведение процесса  $\varepsilon(t)$ , для этого находим стационарные состояния. Система (6) обладает следующими тремя стационарными состояниями

$$\varepsilon_{1s}^1 = 0, \quad \varepsilon_{2s}^1 = 0, \quad (7)$$

$$\varepsilon_{1s}^2 = \sqrt{a_{12} - k_2}, \quad \varepsilon_{2s}^2 = 0, \quad \text{при } (k_2 - a_{12}) > 0, \quad (8)$$

$$\varepsilon_{1s}^3 = -\sqrt{a_{12} - k_2}, \quad \varepsilon_{2s}^3 = 0, \quad \text{при } (k_2 - a_{12}) > 0. \quad (9)$$

В ходе проведения исследования устойчивости стационарных состояний (7), (8) и (9) системы (6) на основе принципа устойчивости линеаризованной системы получаем, что система (6) устойчива:

- при любых  $k_1$ , т.е.  $k_1 > 0$  и  $k_1 < 0$ ;
- при  $k_2 > a_{12}$ ;
- при  $k_3 > a_{12}$  и  $k_3 < a_{12}$ .

Приведенные теоретические выкладки доказываются следующими численными экспериментами.

Ошибка оценивания переменных состояний для фиксированных значений параметров  $k_2 = 10, k_3 = 5$ , при изменении параметра  $k_1 = [-10 \dots 10]$ .

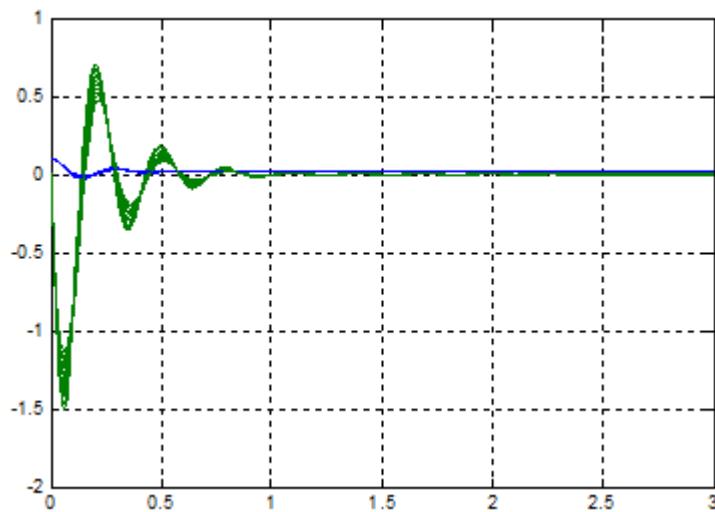


Рисунок 3 – Результат оценивания при  $k_1 = [-10 \dots 10]$   
(синяя линия –  $\varepsilon_1$ , зеленая линия –  $\varepsilon_2$ )

Ошибка оценивания переменных состояний для фиксированных значений параметров  $k_1 = 1, k_3 = 5$ , при изменении параметра  $k_2 = [50 \dots 100]$ .

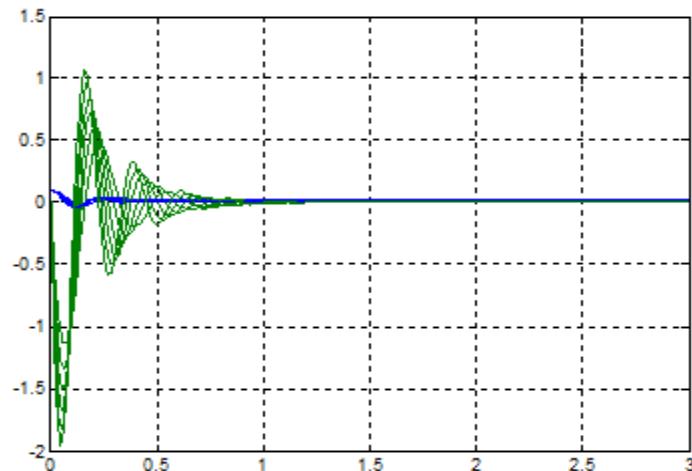


Рисунок 4 – Результат оценивания при  $k_2 = [50 \dots 100]$   
(синяя линия –  $\varepsilon_1$ , зеленая линия –  $\varepsilon_2$ )

Ошибка оценивания переменных состояний для фиксированных значений параметров  $k_1 = 1, k_2 = 60$ , при изменении параметра  $k_3 = [-5 \dots 5]$ .

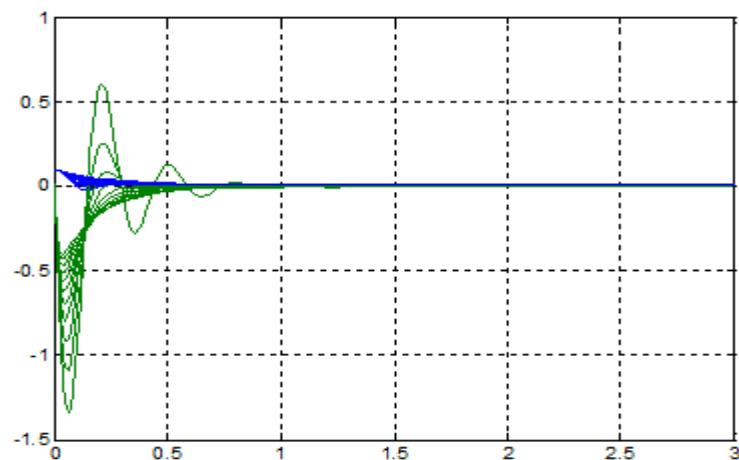


Рисунок 5 – Результат оценивания при  $k_3 = [-5 \dots 5]$   
(синяя линия –  $\varepsilon_1$ , зеленая линия –  $\varepsilon_2$ )

Таким образом, при выборе матрицы  $L$  в виде (4), из которого получаем ошибку оценивания в форме трехпараметрических структурно-устойчивых отображений типа «гиперболическая омбилика» ошибка оценивания переменных состояния наблюдаемого устройства сохраняется при достаточно большом диапазоне изменения параметров  $k_1, k_2, k_3$  и их изменение в заданных диапазонах не выводит ошибку оценивания наблюдаемого устройства из состояния устойчивости.

### Список литературы

1. Андриевский Б.Р., Фрадков А.Л. Избранные главы теории автоматического управления с примерами на языке MATLAB<sup>R</sup>. – СПб.: Наука, 2000. – 475 с.
2. Lelyanov B.N., Shelenok E.A. Mathematical model of multilinked robot-manipulator device plant. // Electronic Scientific Edition “TGU Scientific Notes”, 2011. – Т.2. - №1. – Р.10-15. [http://ejournal.khstu.ru/media/2011/TGU\\_2\\_02.pdf](http://ejournal.khstu.ru/media/2011/TGU_2_02.pdf)
3. Бейсенба М.А. Методы повышения потенциала робастной устойчивости систем управления. – Астана, 2011. – 352 с.
4. Beisenbi M.A., AbitovaG., Nikulin V., Skormin V., Ainagulova A. Control System with High Robust Stability Characteristics Based on Catastrophe Function. // 17th IEEE (ICECCS 2012). – Paris, 2012. – P. 273-279.
5. Beisenbi M.A., Nikulin V., AbitovaG., Ainagulova A. Design of Control System Based on Functions of Catastrophe. // The International Journal of Art & Sciences' (IJAS) International Conference for Academic Disciplines, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, USA, 2012.- Proceedings of the IJAS, 2012.
6. Постон Г., Стюарт И. Теория катастроф и ее приложения. – М.: Мир, 1980.
7. Гильмор Р. Прикладная теория катастроф. Т.1. – М.: Мир, 1981.

УДК 629.78.001

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СТАБИЛИЗАЦИИ КОСМИЧЕСКОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

<sup>1</sup>Саурыков Еркебулан Муратханович, <sup>2</sup>Женісбекұлы Жасұлан  
<sup>1</sup>[Sm\\_erke@mail.ru](mailto:Sm_erke@mail.ru), <sup>2</sup>[zhasulan05@mail.ru](mailto:zhasulan05@mail.ru)

<sup>1</sup>Магистрант специальности Автоматизация и управление,

<sup>2</sup>Студент специальности Автоматизация и управление

ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Республика Казахстан

Научный руководитель – А.С. Айнагулова

Научный космос – одно из магистральных направлений современной космонавтики и индикатор научно-технической мощи и уровня страны, реализующей космическую программу. На современном этапе космическая деятельность в мире и её научно-производственная база уже стали естественно функционирующей отраслью глобальной экономики, подчиняющейся универсальным закономерностям и тенденциям развития. В последние годы в Республике Казахстан формируется космическая отрасль, способствующая вхождению Казахстана в число наиболее конкурентоспособных стран мира. Для достижения этой цели необходимо развивать научно-техническую базу.

В настоящее время ведущие мировые космические державы проводят активные разработки в космической области. В связи с развитием космической техники, планами освоения космического пространства, перспективами использования спутниковых систем различного назначения, возникает острые необходимость проведения исследований по