

YURIY FEDKOVYCH CHERNIVTSI NATIONAL UNIVERSITY
in cooperation with
Ministry of Education and Science of Ukraine
National Academy of Sciences of Ukraine
Institute of Cybernetics NAS Ukraine
Taras Shevchenko National University of Kyiv
National Technical University of Ukraine
«Kyiv Polytechnic Institute»

Proceedings of the Third International Conference on

**«INFORMATICS AND COMPUTER
TECHNICS PROBLEMS»**

(PICT – 2014)

27 – 30 May, 2014 Chernivtsi, UKRAINE

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Національний технічний університет України «КПІ»
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

**«ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИКИ ТА КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ»
(ПІКТ – 2014)**

Праці III-ї Міжнародної науково-практичної конференції

**«ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ»
(ПИКТ – 2014)**

Труды III-ей Международной научно-практической конференции

**Proceedings of the Third International Conference on
«INFORMATICS AND COMPUTER TECHNICS PROBLEMS»
(PICT – 2014)**

**ЧЕРНІВЦІ
27 – 30 ТРАВНЯ, 2014**

**МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИКИ ТА КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ».**
Праці конференції. – Чернівці: Видавничий дім «Родовід», 2014. – 204 с.

Програмний комітет:

Співголови

Сергієнко І.В., проф. (Україна, Київ)
Кунцевич В.М., проф. (Україна, Київ)
Мельничук С.В., проф. (Україна, Чернівці)

Члени комітету

Ангельський О.В., проф. (Україна, Чернівці)
Анісімов А.В., проф. (Україна, Київ)
Азаров О.Д., проф. (Україна, Вінниця)
Байер Г., проф. (Німеччина, Цвікау)
Балмуш І., проф. (Молдова, Кишинів)
Виклюк Я.І., проф. (Україна, Чернівці)
Гаращенко Ф.Г., проф. (Україна, Київ)
Граур А., проф., (Румунія, Сучава)
Гребеннік І.В., проф. (Україна, Харків)
Григорків В.С., проф. (Україна, Чернівці)
Дейбук В.Г., проф. (Україна, Чернівці)
Дивак М.П., проф. (Україна, Тернопіль)
Жук О.П., проф. (Росія, Ставрополь)
Крістіа Д., проф., (Румунія, Ясси)
Мельник А.О., проф. (Україна, Львів)
Мохунь І.І., проф. (Україна, Чернівці)
Наконечний О.Г., проф. (Україна, Київ)
Остапов С.Е., проф. (Україна, Чернівці)
Пікієвич П., проф., (Польща, Д. Гурніча)
Поморова О.В., проф. (Україна, Хмельницький)
Савула Я.Г., проф. (Україна, Львів)
Сопронюк Ф.О., проф. (Україна, Чернівці)
Ситніков В.С., проф. (Україна, Одеса)
Станушек М., проф., (Польща, Краків)
Тарасенко В.П., проф. (Україна, Київ)
Ткач М.В., проф. (Україна, Чернівці)
Федасюк Д.В., проф. (Україна, Львів)
Хаас В., проф., (Чехія, Прага)
Хіромото Р., (США, Айдахо)
Царков Є.Ф., проф. (Латвія, Рига)
Чикрій А.О., проф. (Україна, Київ)
Шрайнер В., проф., (Австрія, Лінц)
Ясній П.В., проф. (Україна, Тернопіль)
Якоб Ф., проф., (Словакія, Кошіце)

Організаційний комітет:

Голова

Сопронюк Ф.О., проф.

Заступники голови

Остапов С.Е., проф.,
Дейбук В.Г., проф.

Члени оргкомітету

Доценти :

Руснак М.А. – вчений секретар,
Баловсяк С.В.,
Валь О.Д.,
Воробець Г.І.,
Воробець О.І.,
Лазорик В.В.,
Ляшкевич В.Я.,
Олар О.Я.,
Садов'як А.М.,
Сопронюк Є.Ф.,
Спіжавка Д.І.,
Стецько Ю.П.,
Танасюк Ю.В.,
Тимофієва Є.М.,
Фратавчан В.Г.,
Яковлева І.Д.

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНІ ЗАСІДАННЯ	9
---------------------------------	----------

ВОРОБЕЦЬ Г.І.

МУЛЬТИФУНКЦІОНАЛЬНІ САМОРЕКОНФІГУРОВНІ КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ: ПІДХОДИ ДО ПРОЕКТУВАННЯ І СТРУКТУРНІ РІШЕННЯ.....	9
---	---

ДЕЙБУК В.Г.

ФІЗИЧНІ ТА ЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ЗВОТНОГО СИНТЕЗУ КВАНТОВИХ МЕРЕЖ.....	11
---	----

ОСТАПОВ С.Е.

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ КРИПТОГРАФІЧНИХ АЛГОРИТМІВ НА ОСНОВІ КЛІТИННИХ АВТОМАТІВ.....	12
---	----

СОПРОНЮК Ф.О., ГАБУЗА Т.В.

ПРИНЦИП МАКСИМУМУ ДЛЯ СИСТЕМ З ПІСЛЯДІЄЮ ТА ЗМІНОЮ ВИМІРНОСТІ ФАЗОВОГО ПРОСТОРУ.....	13
--	----

ALEKS NYKORAK, ROBERT E. HIROMOTO, ANATOLY SACHENKO, VASYL KOVAL

A LINE-TRACKING ALGORITHM FOR ROBOT NAVIGATION.....	22
---	----

СЕКЦІЯ І

Математичні проблеми управління, оптимізації і теорії ігор	26
---	-----------

ГОНЧАРЕНКО Б.М., ЛОБОК О.П.

СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОГО РОБАСТНОГО КЕРУВАННЯ	26
--	----

ПЛАЦУК М.С., СОПРОНЮК Є.Ф.

КОНСТРУКТИВНИЙ ВИБІР ПАРАМЕТРІВ В СИСТЕМАХ ЗІ ЗМІННОЮ ВИМІРНОСТЮ ФАЗОВОГО ПРОСТОРУ	27
--	----

КУЗНЕЦОВ Б.И., НИКИТИНА Т.Б., ТАТАРЧЕНКО М.О., ХОМЕНКО В.В.

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНИЙ СИНТЕЗ РОБАСТНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ	29
---	----

ЛАЗОРИК В.В.

РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗВОТНОЇ ЗАДАЧІ ПРО ГЕОМЕТРИЧНИЙ СТАН СКЛАДНОГО РОБОТА БАЗОВОГО ТИПУ З ДВОМА ЗАХВАТАМИ	31
---	----

ЛУКАШІВ Т.О., ПАВЛЮК О.В.

ПРО ОДИН ВИГЛЯД СЛАБКОГО ІНФІНІТЕЗИМАЛЬНОГО ОПЕРАТОРА, ЯКИЙ ГРАЄ РОЛЬ ОПЕРАТОРА ЛЯПУНОВАЗЗ	
--	--

ЛУКАШІВ Т.О., ПРОДАН М.Д.

ПРО ІСНУВАННЯ ФУНКЦІЙ ЛЯПУНОВА ДЛЯ СТОХАСТИЧНОЇ ДИНАМІЧНОЇ СИСТЕМИ ВИПАДКОВОЇ СТРУКТУРИ ІЗ ЗОВНІШНІМИ МАРКОВСЬКИМИ ПЕРЕМИКАННЯМИ	34
--	----

МАЦЕНКО В.Г.

СТІЙКІСТЬ СТАЦІОНАРНИХ РОЗПОДІЛІВ ВІКОВОГО СКЛАДУ БІОЛОГІЧНИХ ПОПУЛЯЦІЙ З ВНУТРІШНЬОВИДОВОЮ КОНКУРЕНЦІЄЮ	35
--	----

МУСУРІВСЬКИЙ В.І.

НЕОБХІДНІ УМОВИ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИМИ СИСТЕМАМИ ІЗ СКІНЧЕННИМ ЗАПІЗНЕННЯМ.....	36
--	----

НАБИВАЧ В.Е.

АЛГЕБРО-ТОПОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СИНТЕЗУ СЕМЕЙСТВ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ЗАПАСОМ УСТОЙЧИВОСТИ	37
---	----

ПАРАЦУК К.Ф.

ГАРАНТОВАНЕ ОЦІНЮВАННЯ В СИСТЕМАХ ЗІ ЗМІННОЮ ВИМІРНОСТЮ ФАЗОВОГО ПРОСТОРУ	39
---	----

ПАШКО А.О.

ТОЧНІСТЬ МОДЕЛЮВАННЯ ВІНЕРІВСЬКОГО ВИПАДКОВОГО ПРОЦЕСУ.....	41
---	----

САВКОВ О. О., МОРОЗ В. В.

ПОШУК БЕГ ФЕНОМЕНІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЕРЕТВОРЕННЯ ГІЛЬБЕРТА–ХУАНГА.....	43
---	----

САВКОВ С. О., МОРОЗ В. В.

АЛГОРИТМ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТЕКСТУР ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ МАТЕМАТИЧНОЇ МОРФОЛОГІЇ ТА МЕДІАНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ	44
---	----

вигляді:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial \alpha_q} = - \sum_{i=1}^{n_N} \bar{\psi}_i^{(N)}(T_1) \bar{y}_{iq}^{(N)}(T_1) = - \bar{\psi}^{(N)T}(T_1) \bar{y}_q^{(N)}(T_1).$$

Остаточно, отримаємо, що похідна (4) обчислюється за такою формулою:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Phi}{\partial \alpha_q} = & - \sum_{j=2}^N \bar{\psi}^{(j)T}(t_{j-1}) \left\{ C_j(A_{j-1}(t_{j-1})\bar{x}^{(j-1)}(t_{j-1}) + B_{j-1}(t_{j-1})\bar{\alpha}) - \right. \\ & \left. - (A_j(t_{j-1})\bar{x}^{(j)}(t_j) + B_j(t_{j-1})\bar{\alpha}) + \frac{\partial(C_j\bar{x}^{(j-1)}(t_{j-1}))}{\partial t} \right\} \frac{\partial \varphi_{j-1}}{\partial \alpha_q} - \\ & - \sum_{j=1}^N \int_{t_{j-1}}^{t_j} \frac{\partial \bar{H}^{(j)}(\bar{x}^{(j)}(\tau), \bar{\psi}^{(j)}(\tau), \tau, \bar{\alpha})}{\partial \alpha_q} d\tau. \end{aligned} \quad (5)$$

Зокрема, якщо точки перемикання не залежать від параметрів α_q , то формула (5) має вигляд

$$\frac{\partial \Phi}{\partial \alpha_q} = - \sum_{j=2}^N \bar{\psi}^T(t_{j-1}) - \sum_{j=1}^N \int_{t_{j-1}}^{t_j} \frac{\partial \bar{H}^{(j)}(\bar{x}^{(j)}(\tau), \bar{\psi}^{(j)}(\tau), \tau, \bar{\alpha}^{(j)})}{\partial \alpha_q} d\tau.$$

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сопронюк Ф.О. Моделювання та оптимізація систем управління з розгалуженням структур. – Чернівці: Рута, 1995. – 155 с.
2. Бублик Б.Н., Гаращенко Ф.Г., Кириченко Н.Ф. Структурно-пара-метрическая оптимизация и устойчивость динамики пучков. – К.: Наукова думка, 1985. – 305 с.
3. Сопронюк Є.Ф. Параметрична оптимізація в системах зі зміною вимірності фазового простору // Вісник Київського університету. Фізико-математичні науки. – Випуск № 2. – К.: – 2006. – С. 236-245.

УДК 621.3.01

КУЗНЕЦОВ Б.И., НИКИТИНА Т.Б., ТАТАРЧЕНКО М.О., ХОМЕНКО В.В.

Институт технических проблем магнетизма НАН Украины

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ СИНТЕЗ РОБАСТНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Разработан метод многокритериального синтеза стохастических робастных систем комбинированного управления, позволяющий наиболее полно использовать имеющуюся информацию о задающих и возмущающих воздействиях для повышения точности управления и удовлетворит разнообразным требованиям, которые предъявляются к работе многомассовых электромеханических систем в различных режимах. Приведены результаты экспериментальных исследований двухмассовой электромеханической системы. Показано, что применение анизотропных регуляторов, синтезированных при многокритериальном синтезе, позволило сократить время регулирования и уменьшить ошибку обработки случайного задающего воздействия по сравнению с типовыми регуляторами.

Постановка проблемы, связь с научными и практическими задачами. Создание систем позволяющих получать высокую точность управления при интенсивных задающих и возмущающих воздействиях широкого спектра частот, является центральной проблемой современной теории и практики автоматического управления. Синтез систем комбинированного управления, у которых сочетается принцип управления по разомкнутому и замкнутому контуру в ряде практических случаев позволяет получать точность, недостижимую в классических системах управления только с одним контуром обратной связи[1].

Анализ последних достижений и публикаций. В последнее время в ряде отечественных и зарубежных работ развивается направление по созданию систем комбинированного управления на основе синтеза систем робастного управления, в которых используется управление, как по разомкнутому, так и по замкнутому контуру – т.е., по сути – комбинированное управление. Такое управление в англоязычной литературе называется «2-degree-of-freedom H_∞ design» – робастное

управление удвоенной размерности степени свободы [2]. Одним из интенсивно развивающихся в последнее время подходов к синтезу робастных систем управления является синтез регуляторов, минимизирующих анизотропийную норму вектора цели управления [3-4]. К системам управления обычно предъявляются весьма разнообразные и часто противоречивые требования при работе системы в различных режимах и при различных внешних воздействиях: ступенчатых, линейно-изменяющихся, гармонических, случайных и т.д. [5]. Однако в этих работах не рассмотрены вопросы многокритериального синтеза стохастических систем комбинированного робастного управления, удовлетворяющих техническим требованиям, предъявляемым к системам в различных режимах работы.

Цель работы. Целью данной работы является разработка метода многокритериального синтеза стохастических робастных систем комбинированного управления, у которых используется информация о задающем и возмущающем воздействиях для минимизации анизотропийной нормы и удовлетворяющих техническим требованиям, предъявляемым к системам в различных режимах работы. Задачей статьи является синтез и сравнение динамических характеристик синтезированных стохастических робастных систем комбинированного управления электромеханическими системами, с помощью которых минимизируется анизотропийная норма, с системами с типовыми регуляторами.

Метод решения. Рассмотрим исходную дискретную систему, заданную в пространстве состояний. Решение задачи синтеза анизотропийных регуляторов во временной области, с помощью которых минимизируется средняя анизотропия системы, сводится к вычислению трех алгебраических уравнений Риккати, уравнения Ляпунова и уравнения специального вида для вычисления уровня анизотропии входного сигнала [3-4]. Исходная система, замкнутая синтезированным анизотропийным регулятором, обладает определенными динамическими характеристиками, которые определяются вектором цели. Возможность решения задачи многокритериального синтеза анизотропийных регуляторов многомассовых электромеханических систем путем соответствующего выбора вектора цели показана на основе концепции функционально множественной принадлежности вектора состояния, что позволяет удовлетворить разнообразным требованиям, которые предъявляются к работе многомассовых электромеханических систем в различных режимах. Обоснован и разработан метод выбора матриц, с помощью которых формируется вектор цели стохастического робастного управления путем решения задачи нелинейного программирования. В нелинейной схеме компромиссов [5] используется комбинация метода штрафных функций с внутренней точкой для локальных критериев и ограничений, являющихся допустимыми, и метода с внешней точкой для локальных критериев и ограничений, являющихся недопустимыми. Для решения такой многоэкстремальной задачи нелинейного программирования с ограничениями используется метод оптимизации роом частиц.

Комбинированное управление в такой системе реализуется за счет того, что в вектор состояния расширенной системы включены и вектора состояния моделей задающего и возмущающего воздействий и вектор состояния объекта управления. В вектор внешних воздействий включены сигналы, возбуждающие модели формирующих фильтров задающего и возмущающего воздействий, а также помехи измерения задающих, возмущающих воздействий, выхода исходного объекта управления и переменных состояния объекта управления.

При таком подходе для формирования управления используется вся имеющаяся информация о задающем и возмущающем воздействиях для получения минимальной нормы ошибки отработки системой задающего воздействия и компенсации возмущающего воздействия. Условия инвариантности при этом фактически формулируются в виде минимизации анизотропийной нормы ошибки отработки системой задающего воздействия и компенсации системой возмущающего воздействия.

Выводы из проведенного исследования, перспективы этого направления. Разработан метод многокритериального синтеза комбинированных систем стохастического робастного управления, у которых используется информация о задающем и возмущающем воздействиях для минимизации анизотропийной нормы системы и выполняются технические требования, предъявляемые к системе в различных режимах работы. Возможность такого подхода показана на основе концепции функционально множественной принадлежности вектора состояния. Обоснован и разработан метод выбора матриц, с помощью которых формируется вектор цели стохастического

робастного управління путем решения задачи нелинейного программирования. Синтезированные системы являются робастными по отношению к изменению параметров моделей объектов управления и внешних воздействий за счет минимизации анизотропийной нормы. Приведены результаты экспериментальных исследований двухмассовой электромеханической системы. Экспериментально установлено, что синтезированная система имеет меньшую чувствительность к изменению параметров объекта управления по сравнению с системой с типовыми регуляторами. Показано, что применение синтезированных анизотропийных регуляторов комбинированного управления по сравнению с типовыми регуляторами позволило сократить время первого согласования, повысить плавность движения на низких скоростях, уменьшить дисперсию ошибки обработки случайного задающего воздействия

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кунцевич В.М. Квазиинвариантность, робастность и адаптация в системах управления /В.М. Кунцевич Труды научного семинара «70 – лет теории инвариантности». – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – С. 61 – 90.
2. D. Hoyle, R. Hyde, and D.J.N. Limebeer. An H^∞ approach to two-degree-of-freedom design. In Proceedings of the 30 th IEEE Conference on Decision and Control. – 1991. – Pp. 1581-1585.
3. Diamond P., Vladimirov I.G., Kurdjukov A.P., Semyonov A.V. Anisotropy – based performance analysis of linear discrete time invariant control systems // Int. J. Control. – 2001. – V. 74. – Pp. 28 – 42.
4. Vladimirov I.G., Kurdjukov A.R, Semyonov A.V. State-space solution to anisotropy-based stochastic H_∞ – optimization problem // Proc. 13th IFAC World Congress. – San-Francisco (USA). – 1996. – Pp. 427 – 432.
5. Воронин А.Н. Многокритериальный синтез динамических систем. – К.: Наукова думка, 1992. – 160 с.

УДК 621.865

ЛАЗОРИК В.В.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича (Україна)

РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗВОРОТНОЇ ЗАДАЧІ ПРО ГЕОМЕТРИЧНИЙ СТАН СКЛАДНОГО РОБОТА БАЗОВОГО ТИПУ З ДВОМА ЗАХВАТАМИ

У даній роботі розглядаються алгоритми розв'язання зворотної задачі про геометричний стан складного робота базового типу з двома захватами. Розв'язання задачі про геометричний стан складного робота заводиться до задачі мінімізації функціоналу.

Вступ. Розвиток робототехніки пов'язаний переважно з розширенням областей застосування роботів. Зазвичай використовуються роботи-маніпулятори (прості роботи), які складаються з чотирьох, п'яти або шести ланок. Сучасна тенденція розвитку робототехніки вказує на необхідність використання складних роботів, які мають декілька захватів.

Зворотна задача геометричний стан складного робота базового типу. Для розв'язання зворотної задачі про геометричний стан (кінематики) роботів-маніпуляторів застосовуються добре вивчені підходи, що описують кінематику (геометричне розташування) роботів-маніпуляторів, які засновані на перетвореннях Денавіта-Хартенберга [1], формулах Родріго [2] та інших матрично-векторних формулах. Зручність того чи іншого підходу визначається областю задач, які розв'язуються. В даній роботі використовуються рекурентні формули геометричної математичної моделі простих та складних роботів, які запропоновані в роботах М. Ф. Кириченка та Ф.О. Соколюка [3,4,5]. Опис кінематики здійснюється за допомогою геометричних процесів та кінематичних процесів. Відповідно, геометричні процеси описують системи координат, які пов'язані з ланками, а також параметри, які однозначно визначають взаємне положення ланок та конфігурацію всього робота-маніпулятора.

Складні робота базового типу. Розглянемо m - ланковий маніпуляційний робот(простий робот), геометричну структуру якого можна записати у вигляді [1-3]

$$SR = \{SL(0)|CL(0), \alpha(1), SL(1), \dots, \alpha(m), SL(m)|CL(m)\} \quad (1)$$

де $SL(i)$ - геометрична структура ланки(простої ланки), $CL(i)$ - геометрична структура складної ланки, $\alpha(i)$ - тип з'єднання ланки, знак “|” - означає альтернативний вибір.

Ланку, яка має один "вхід" та один "вихід", називатимемо *простою ланкою* [3-4], її геомет-

**МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИКИ ТА КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ»
(ПІКТ – 2014)**

**ЧЕРНІВЦІ
27 – 30 ТРАВНЯ, 2014**

Видання містить праці учасників III-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми інформатики та комп'ютерної техніки» (ПІКТ–2014).

Редакційна колегія: Сопронюк Ф.О., Руснак М.А., Валь О.Д.

Комп'ютерний набір та верстка: Руснак О.В.

Відповідальний за випуск: Сопронюк Ф.О.

Видавничий дім «РОДОВІД»
Україна, 58000, м. Чернівці, вул. Заводська, 26

Друк ПП Валь І.Д.