

**МЕХАНІКА ТА
МАШИНОБУДУВАННЯ**

науково-технічний журнал

2' 2004

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

АКАДЕМІЯ НАУК ВИЩОЇ ШКОЛИ УКРАЇНИ,
ВІДДІЛЕННЯ МЕХАНІКИ ТА
МАШИНОБУДУВАННЯ

МЕХАНІКА ТА МАШИНОБУДУВАННЯ

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЖУРНАЛ

№2

2004

Заснований рішенням Президії АН ВШ України 28.11.96.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Головний редактор

акад. АН ВШ, д.т.н., проф. Є.Є.Александров

Заступники головного редактора:

акад. АН ВШ, д.т.н., проф. А.І.Грабченко

акад. АН ВШ, д.т.н., проф. А.П.Марченко

Члени редколегії:

акад. АН ВШ, д.т.н., проф. А.Ф.Шеховцов

акад. АН ВШ, д.т.н., проф. Г.І.Львов

акад. АН ВШ, д.т.н., проф. Ю.С.Воробйов

акад. АН ВШ, д.т.н., проф. В.С.Гапонов

акад. АН ВШ, д.т.н., проф. Ю.В.Тимофеев

акад. АН ВШ, д.т.н., проф. Ю.М.Внуков

акад. АН ВШ, д.т.н., проф. М.В.Захаров

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:

61002 Харків-2

вул. Фрунзе, 21,

Національний технічний університет
"Харківський політехнічний інститут"

Тел. 707-63-55

707-63-17

E-mail kgm@kpi.kharkov.ua

Наукові напрямки:

- Теоретична механіка
- Прикладна механіка
- Машинознавство
- Динаміка та міцність машин
- Транспортне машинобудування
- Управління в технічних системах
- Технологія машинобудування
- Історія машинобудування

Механіка та машинобудування // Науково-технічний журнал. – Харків:
НТУ “ХПІ”, 2004. – № 2. – 288 с.

Збірник наукових та науково-практичних статей з питань механіки, машинобудування
та сучасних технологій різноманітних галузей промисловості.

чев А.В., Чаусов А.А. Оптимальное управление главным приводом в режиме пробуксовки валков. // Технична електродинаміка. –2000. –Ч.6. –С.23-28. 3. Кузнецов Б.И., Новоселов Б.В., Богаенко И.Н. Проектирование систем со сложными кинематическими цепями. –Киев: Техника, 1996. –282с.

Кузнецов Б.И., Нікітіна Т.Б., Шурло О.В.

**ОЦІНКА ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ОБМОТУВАЛЬНОЇ МАШИНИ
НА ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИФРОВОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ**

Розроблено математичну модель обмотувальної машини як об'єкта керування у вигляді двомасової та тримасової системи при цифровому керуванні. Синтезовано оптимальний регулятор і оптимальний спостерігач. Досліджено чутливість системи при зміні параметрів обмотувальної машини.

Kuznetsov B.I., Nikitina T.B., Shurlo O.V.

**ESTIMATION OF WADING MACHINES PARAMETERS INFLUENCE
ON DIGITAL CONTROL SYSTEM DYNAMIC CHARACTERISTICS**

The mathematical model for wading machines as two and three-mass system control plant is developed at digital control. The optimum regulator and the optimum observer is synthesized. Sensitivity of system change of parameters wading machines is investigated.

УДК 621.396.946: 681.51.011

Никонов О.Я., Назаров А.С., Истомина А.Е.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ЭВОЛЮЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОВОРОТНЫМ МЕХАНИЗМОМ
АНТЕННЫ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ**

Постановка проблемы

Одной из основных частей управляемой полноповоротной антенной установки (АУ) является система управления (СУ). Основное назначение СУ наземными АУ заключается в наведении максимума диаграммы направленности антенны на космический объект и его сопровождении с требуемой динамической точностью с тем, чтобы обеспечить устойчивую и высококачественную радиосвязь. Силовой следящий привод (ССП) является исполнительным элементом в СУ наземными АУ, без которого невозможна работа ни в одном из существующих режимов. Проектирование ССП относится к одной из самых важных проблем, от успеха решения которой зависит эффективность и качество работы управляемой АУ в целом. Поэтому задача синтеза эффективной системы управления силовым следящим приводом антенных установок является, безусловно, чрезвычайно важной и актуальной проблемой [1-3].

Анализ последних исследований и публикаций

Процесс облегчения труда человека за счет технических достижений, начавшийся еще в доисторическую эпоху, вступает в новую фазу. Ускорение темпов технических нововведений, начавшееся в 18 веке, до недавних пор сводилось главным образом к устранению физического труда из производственных процессов. В наши дни выдающиеся достижения в области компьютерных технологий вызывают не менее важные социальные изменения: по способности собирать и обрабатывать информацию компьютеры все больше приближаются к человеческому мозгу [4]. Нервная система животных и человека стала прототипом искусственной нейронной сети (ИНС). ИНС представляют собой коннекционистские устройства, использующие большое число

связанных между собой базовых элементов. ИНС, как и ее прототип – биологическая нервная сеть, может менять свое поведение в зависимости от внутренних и внешних воздействий. После предъявления входных сигналов вместе с требуемыми выходными сеть настраивается (обучается) так, чтобы обеспечить требуемую реакцию. При этом отклик сети после обучения может быть малочувствителен к небольшим изменениям входных сигналов. Важно отметить, что ИНС делает верный отклик автоматически благодаря своей структуре, а не с помощью специально составленных компьютерных программ [5-7].

Использование обучаемых многослойных ИНС позволяет синтезировать эффективные интеллектуальные регуляторы. Одним из перспективных подходов к решению задачи выбора структуры, параметров, а также обучения и структурной оптимизации нейронной сети является использование методов эволюционного моделирования, а именно генетических алгоритмов [7,8].

Формулировка целей

Целью работы является синтез нейрорегулятора управления поворотом антенной установки на заданные углы и слежением за космическим объектом с использованием методов эволюционного моделирования. Для достижения поставленной цели необходимо: выбрать тип и архитектуру нейронной сети; выбрать форму создания обучающего множества; эталонную модель для формирования обучающей выборки; произвести обучение нейронной сети; синтезировать систему управления; провести моделирование системы управления; оценить качество системы.

Синтез системы управления силовым следящим приводом

Силовой следящий привод является исполнительным органом СУ наземными АУ и имеет в своем составе следующие основные элементы: электронные усилители, усилители мощности, исполнительные двигатели, механизмы наведения (силовые зубчатые передачи), механические дифференциалы, устройства наведения (силовые зубчатые передачи), механические дифференциалы, устройства выбора люфта, измерительные элементы (датчики угловых перемещений исполнительных осей АУ, тахогенераторы, датчики скоростей и ускорений). Кроме того, в состав ССП наземных АУ входят активные корректирующие элементы и устройства. Особенно возросла роль ЭВМ в качестве средств цифровой коррекции, способных существенно улучшить качество работы ССП в динамике. В качестве исполнительного устройства в ССП используется двигатель постоянного тока и редуктор, представленные на рис.1. Исходные данные двигателя и тиристорного преобразователя (ТП) приведены в табл.1.

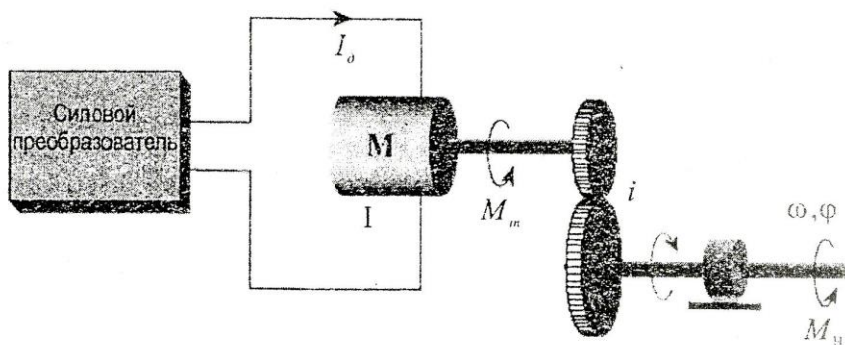


Рисунок 1 – Объект управления

В качестве нейронной сети для обучения выберем сеть прямого распространения. Первый шаг при работе с нейронными сетями – это создание модели сети. Вторым шагом является выбор программных средств, с помощью которых будут сформированы сети с заданной архитектурой.

Наиболее часто используются замкнутые нейросетевые системы управления (НСУ) с эталонной моделью (рис.2) [5].

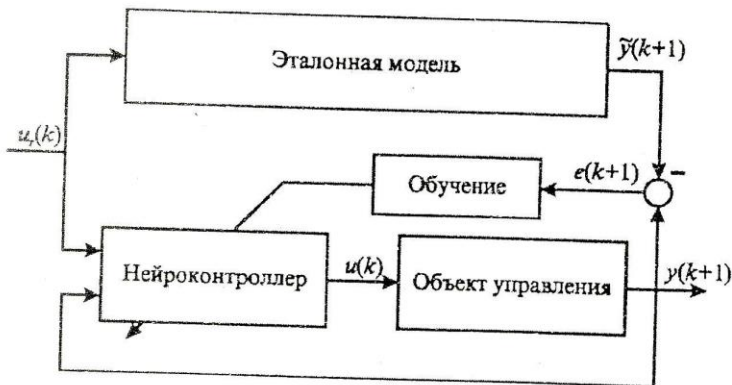


Рисунок 2 – Нейросетевая система управления с эталонной моделью

Таблица 1

Исходные данные двигателя и тиристорного преобразователя

Тип двигателя	Д-12
Тип ТП	ТГЭУ
Тип регулятора скорости	П
Тип регулятора положения	П
Напряжение задания U_3 , В	10
Постоянная времени ТП T_μ , с	0.003
Коэффициент усиления ТП $K_{ТП}$	27.27
Эквивалентное сопротивление силовой цепи ЭП R_Σ , Ом	1.63
Электромагнитная постоянная времени T_Σ , с	0.0224
Электромеханическая постоянная времени T_M , с	0.0323
Коэффициент двигателя $K\Phi_H$, В·с	1.5878
Номинальный ток двигателя I_H , А	14.6
Номинальное напряжение двигателя U_H , В	220
Момент инерции двигателя I , кг·м ²	0.05
Скорость вращения двигателя n_H , (об/мин) / ω_H , (рад/с)	1180/123.5693
Скорость вращения тахогенератора $n_{ТГ}$, об/мин	1180
Перегрузочная способность двигателя λ	2.5

Пусть имеется определенная эталонная модель СУ:

$$R\{\mathbf{u}_r(t), \tilde{\mathbf{y}}(t)\}, \quad (1)$$

где $\mathbf{u}_r(t)$ – вектор входных сигналов системы; $\tilde{\mathbf{y}}(t)$ – ее желаемый выход.

Тогда целью обучения нейроконтроллера (НК) является получение ограниченного управления $\mathbf{u}(t)$ для $t \geq 0$ такого, что

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \|\tilde{\mathbf{y}}(t) - \mathbf{y}(t)\| = 0. \quad (2)$$

В этом случае объект будет отслеживать желаемую траекторию, определенную эталонной моделью [6]. В [7] показано, что возможно построение адаптивного НК на базе ИНС с контролируемым обучением, обеспечивающего СУ глобальную асимптотическую устойчивость.

Необходимым условием функционирования СУ с эталонной моделью является правильный выбор тестовых входных воздействий \mathbf{u}_r , так как от типа тестового сигнала зависит точность настройки основной системы на эталонную модель.

Другим распространенным типом являются замкнутые СУ без эталонной модели (рис.3).

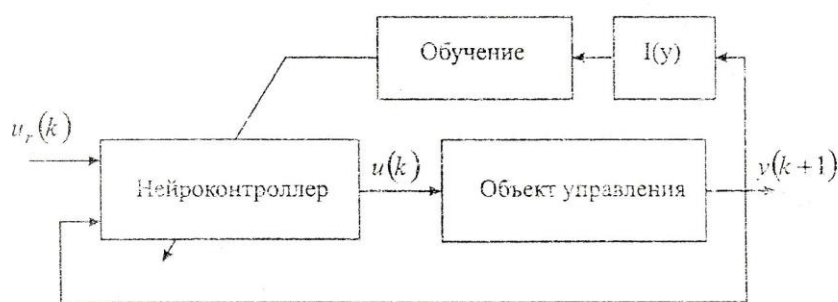


Рисунок 3 – Нейросетевая система управления с экстремальным законом управления

Целью обучения НК в них является получение закона управления, обеспечивающего заданное (обычно экстремальное) значение некоторого функционала качества I , определяемого текущим состоянием системы.

$$\mathbf{u}(t) \Rightarrow I(\mathbf{y}(t)) \rightarrow \text{extr}. \quad (3)$$

Для обучения НК по методу обратного распространения ошибки используется схема с эталонной моделью. В силу непрерывного функционирования системы идет постоянное сопровождение космического объекта или перенастройка антенны на другой объект. Поэтому этот процесс можно представить как совокупность задающих воздействий прикладываемых к двигателю. Это означает, что обучающее множество будет состоять из набора управляющих воздействий, которые отрабатываются в определенный промежуток времени. Таким образом, подавая данный вектор на вход системы подчиненного регулирования и снимая данные с выхода регуляторов, получим желаемый вектор выхода нейронной сети.

Использование эталонной модели для систем, которые имеют более сложное математическое представление, является проблематичным или вообще невозможным. В этом случае выход нейроконтроллера будет представлять собой неизвестную величину, и для его синтеза целесообразно использовать методику генетических алгоритмов [8], при помощи которой происходит минимизация следующего функционала I_1 :

$$I_1 = \int_0^T \left(E_1 \cdot t + \frac{\varepsilon_1 \cdot E_2}{t + \varepsilon_2} \right) dt,$$

где $E_1 = ((\varphi^* - \varphi) \cdot t)^2$; $E_2 = (|I_d| - 36.5)^2$; φ – угловое положение вала двигателя; φ^* – желаемое угловое положение вала двигателя; I_d – ток двигателя; ε_1 – весовой коэффициент, который подбирается экспериментально; ε_2 – бесконечно малая величина.

В процессе синтеза нейросетевых регуляторов управления объекта тиристорный преобразователь-двигатель был проведен ряд численных экспериментов, иллюстрирующий работоспособность синтезированных систем. Структурные схемы нейросетевого управления представлены на рис.4 и 5.

В результате моделирования получены графики переходных процессов по положению, току и скорости, которые изображены на рис.6-8.

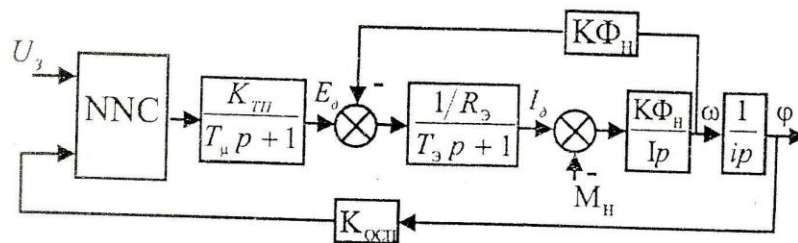


Рисунок 4 – СУ с нейрорегулятором, обученным по методу обратного распространения ошибки

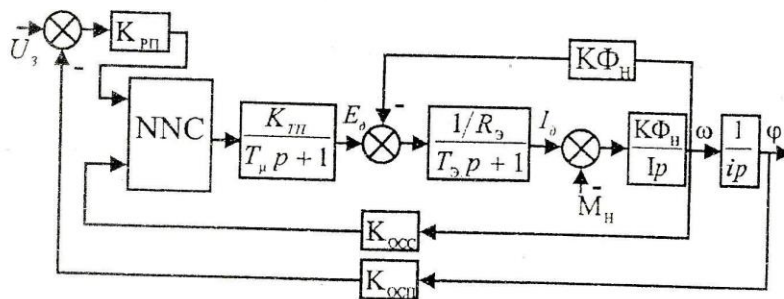


Рисунок 5 – СУ с нейрорегулятором, обученным с помощью генетического алгоритма

Моделирование проводилось для четырех вариантов задания угла поворота привода: $U_3 = 0.1В$ (поворот на 3.6°), $U_3 = 1В$ (поворот на 36°), $U_3 = 5В$ (поворот на 180°), $U_3 = ktВ$ ($k = 1$). Система подчиненного регулирования (СПР) настраивалась так, чтобы перерегулирование составляло не более 4.3%.

Проведенный анализ полученных результатов моделирования синтезированных систем управления свидетельствует о достаточной эффективности работы нейронных сетей. Нейронная сеть с архитектурой [10,1] (10 нейронов в скрытом слое и 1 в выходном) показала результаты при которых перерегулирования нет. При средних перемещениях привода точность позиционирования составляет порядка $15'$. Для СПР эта цифра составляет порядка $10'$. При этом отмечается некоторое запаздывание в СУ с нейронной сетью, обученной по методу обратного распространения ошибки, но оно существенно не влияет на функционирование системы в целом.

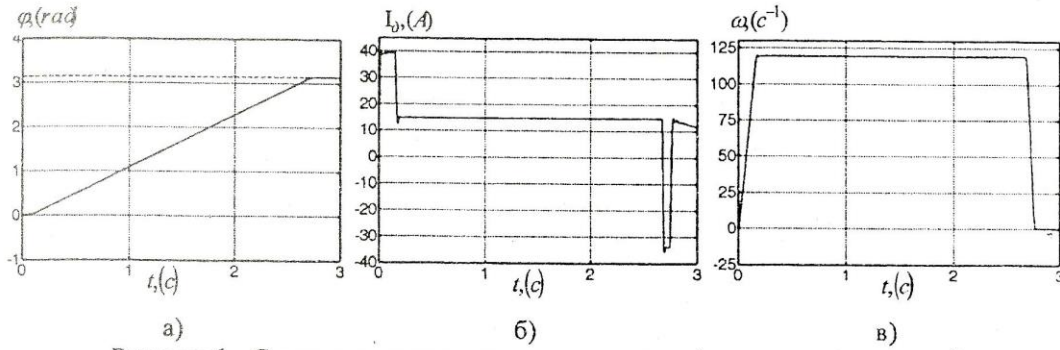


Рисунок 6 – Система подчиненного регулирования (переходные процессы)
а) – график отработки заданного угла; б) – график тока; в) – график скорости

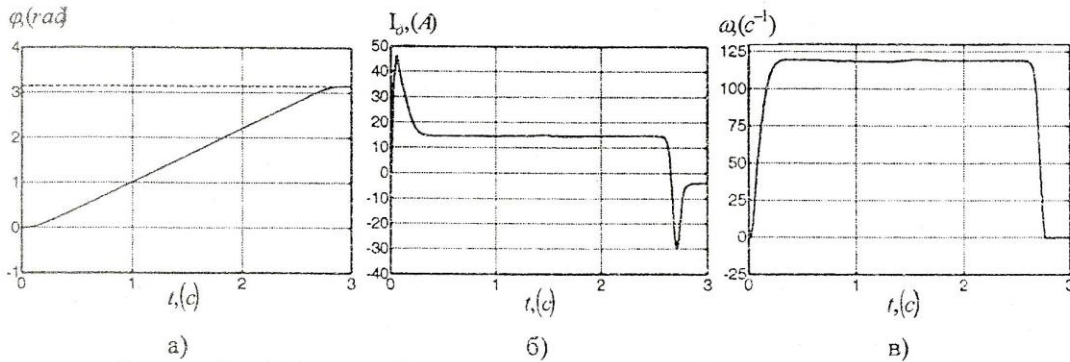


Рисунок 7 – Алгоритм обратного распространения (переходные процессы)
а) – график отработки заданного угла; б) – график тока; в) – график скорости

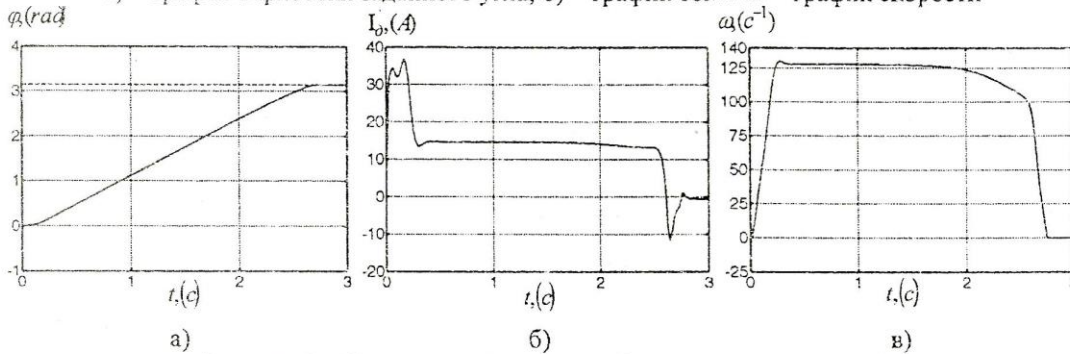


Рисунок 8 – Генетический алгоритм (переходные процессы)
а) – график отработки заданного угла; б) – график тока; в) – график скорости

Синтезированная система управления с нейрорегулятором, обученным по генетическому алгоритму, показала наилучшие результаты: при средних перемещениях привода точность позиционирования составляет 1.5', перерегулирование не превышает 2% и запаздывания практически не наблюдалось.

Для оценки качества синтезированных систем управления введем некоторый функционал. Одним из видов оценки качества может служить интеграл от квадрата ошибки, который определяется как

$$err = \int_0^T (u_{BX} - u_{ВЫХ})^2 dt. \quad (4)$$

На рис.9 приведены графики функционала для синтезированных СУ по трем алгоритмам при различных углах поворота антенны.

Из рисунков видно, что СУ с нейрорегулятором показывают лучшие результаты при поворотах на 180° и более, а при не больших углах поворота – СПР. Исходя из выше сказанного, можно сделать вывод, что качество СПР и СУ с нейрорегулятором будет примерно одинаковым при работе объекта во всем диапазоне входных воздействий (-10В – 10В).

Значение функционала слабо отличаются для трех систем, тем самым подтверждая эффективность работы системы с нейрорегулятором обученном по СПР и генетическому алгоритму. Для того чтобы уменьшить вклад начальной ошибки в интеграл (4) и учесть ошибку, появляющуюся в дальнейшем, введем следующую оценку качества

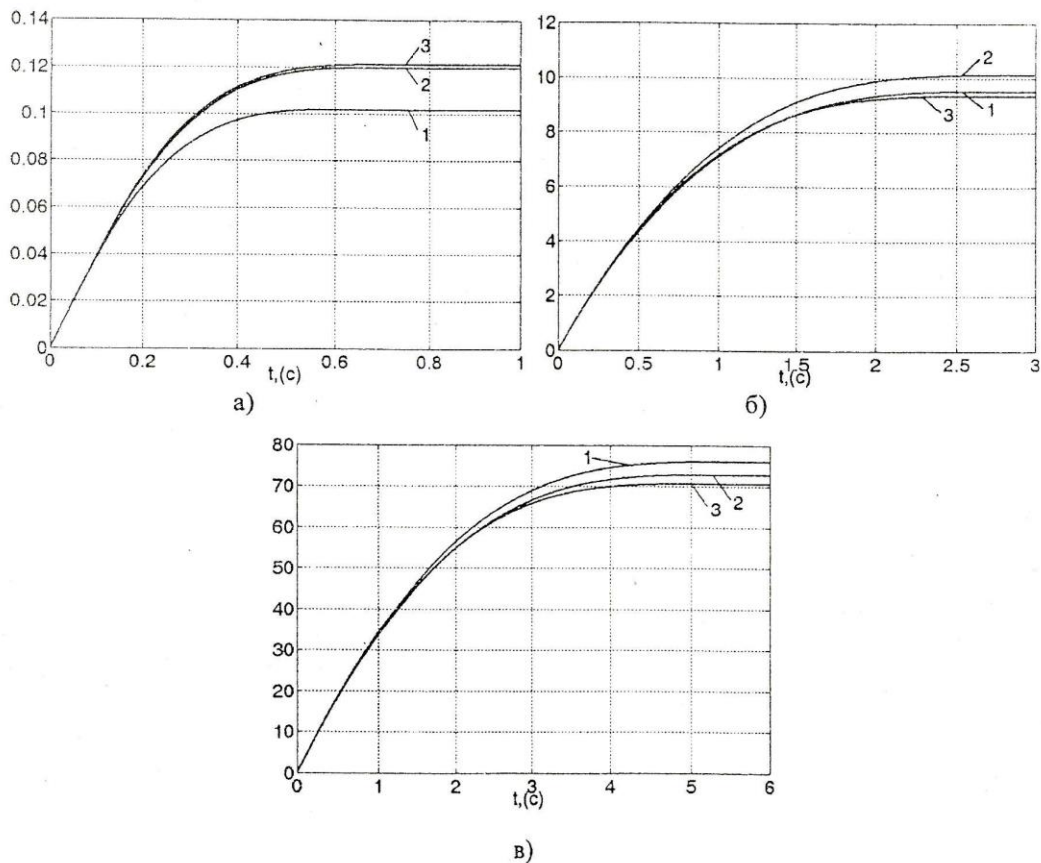


Рисунок 9 – Графики интеграла квадрата ошибки
 а) – поворот на 36° ; б) – поворот на 180° ; в) – поворот на 360°
 1 – СПР; 2 – НС (алгоритм обратного распространения);
 3 – НС (генетический алгоритм)

$$err = \int_0^T t(u_{BX} - u_{ВЫХ})^2 dt. \quad (5)$$

Графики для данного функционала представлены на рис.10. Величина полученной ошибки накапливаемой в процессе функционирования систем очень мала и на порядок отличается от предыдущей оценки.

Полученные в результате моделирования графики переходных процессов, а также графики функционалов качества свидетельствуют о работоспособности и высокой эффективности использования нейронных сетей в качестве регуляторов в системах управления.

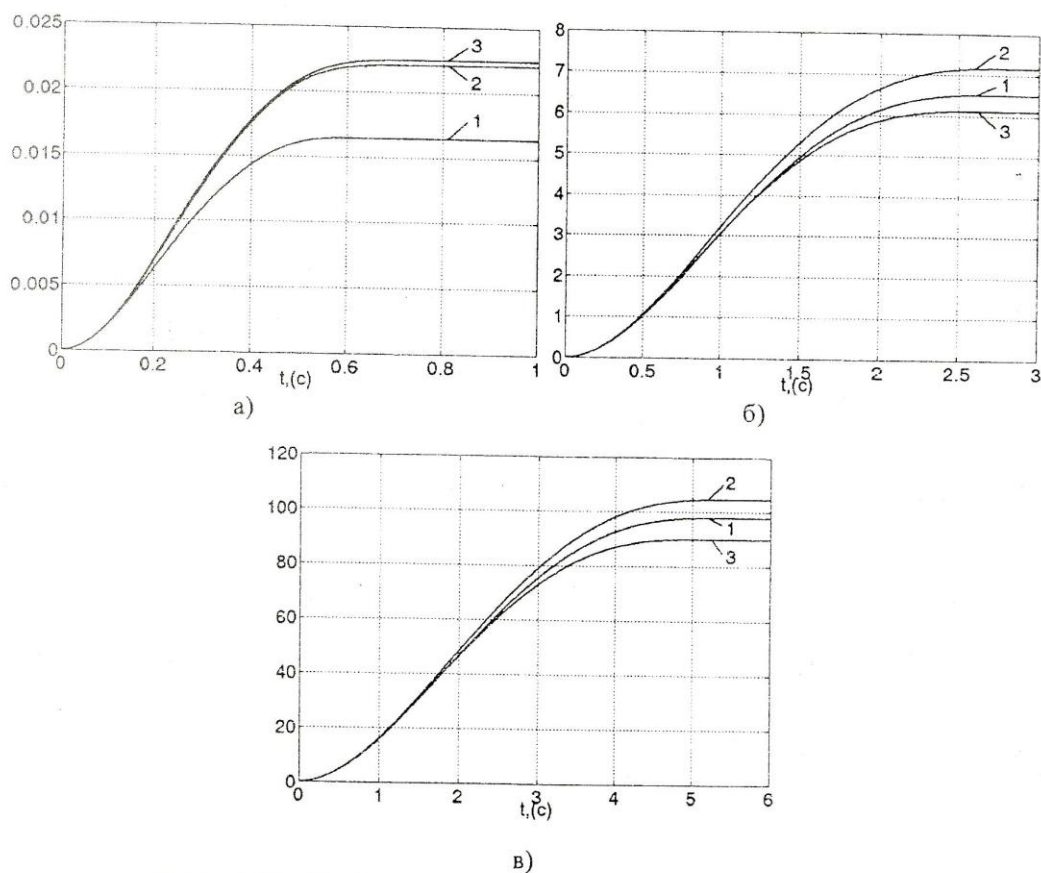


Рисунок 10 – Графики взвешенного интеграла квадрата ошибки
 а) – поворот на 36° ; б) – поворот на 180° ; в) – поворот на 360°
 1 – СПР; 2 – НС (алгоритм обратного распространения);
 3 – НС (генетический алгоритм)

Выводы

В статье рассмотрена задача синтеза нейронной сети в качестве регулятора системы тиристорный преобразователь-двигатель управления поворотным механизмом антенной установки. В ходе решения поставленной задачи было сделано следующее:

1) решена задача выбора архитектуры нейронной сети и вектора обучения для объекта управления – одномассовой электромеханической системой силового следящего привода антенной установки;

2) разработано программное обеспечение для построения нейронного регулятора;

3) проведено моделирование систем управления с обученным нейрорегулятором, получены графики переходных процессов по току, скорости и положению.

Проведенный анализ показал, что система управления с нейрорегулятором, обученная по генетическому алгоритму является наилучшей: при средних перемещениях привода точность позиционирования составляет $1.5'$, перерегулирование не превышает 2% и запаздывания практически не наблюдалось, в отличие от системы подчиненного регулирования и системы с нейрорегулятором обученном по методу обратного распространения (точность позиционирования $10'$ и $15'$ соответственно).

Литература: 1. Белянский П.В., Сергеев Б.Г. Управление наземными антеннами и радиотелескопами. –М.: Сов. радио, 1990. –280с. 2. Калашников Н.И. Системы связи.

–М.: Радио и связь, 1988. –428с. 3. Wu W.W., Miller E.F., Pritchard W.L. Mobile satellite communications // Proc. IEEE. –1994. –V.82, –№9. –P.1431–1448. 4. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. / Пер. с англ. Б.И.Копылова. –М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. –832с. 5. Kuntanapreeda S., Gunderson R.W., Fullmer R.R. Neural Network Model Reference Control of Nonlinear Systems // Proc. Of Int. Joint Conf. On Neural Networks. –Vol. II. –Baltimore, Maryland. –1992. –P.94–99. 6. Narendra K.S., Annaswamy A.M. Stable Adaptive Systems. –Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1989. –236p. 7. Narendra K.S., Parthasarathy K. Identification and Control of Dynamical Systems Using Neural Networks // IEEE Transactions on Neural Networks. –1990. –Vol.1. –№1. –P.4–27. 8. Вороновский Г.К., Махотило К.В., Петрашев С.Н., Сергеев С.А. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности. –Харьков: Основа, 1997. –112с.

Ніконов О.Я., Назаров О.С., Істомін О.Є.

**ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ЕВОЛЮЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ
ДЛЯ КЕРУВАННЯ ПОВОРОТНИМ МЕХАНІЗМОМ
АНТЕНИ СУПУТНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ**

В роботі розглянута задача синтезу нейрорегулятора керування поворотом антенної установки на задані кути і стеженням за космічним об'єктом з використанням методів еволюційного моделювання.

Nikonov O.J., Nazarov A.S., Istomin A.E.

**USE OF EVOLUTIONARY SIMULATION METHODS FOR CONTROL
OF THE ROTARY GEAR ANTENNAS OF A SATELLITE COMMUNICATION**

In this article the problem of synthesis neuroregulator by control of the antenna installation turns on preset angles and tracking space object with use of evolutionary simulation methods is considered.

УДК 62.50.23:517.8

Овчаренко Ю.Е.

**ОЦЕНКА СЛОЖНОСТИ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ
В ЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Вступлення

Целенаправленная эргатическая система «объект-операторы-среда применения» относится к сложным системам, причем в зависимости от решаемых задач сложность трактуется по-разному, чем подтверждается бесспорный факт, что это понятие многогранное – система может быть сложной в одних отношениях и не сложной в других. Интуитивное понятие сложности, применимое к эргономическим аспектам эргатической системы, требует математической формализации, позволяющей ввести числовую меру сложности и оценить границы ее применимости.

Анализ публикаций

Как рассматривалось в предыдущих исследованиях, сложная динамическая система характеризуется своими составляющими и связью между ними и предоставлена, с точки зрения свойств, которые не изменяются при любых условиях деформаций, симплициальным комплексом. Подсистемы, которые входят в состав эргатической системы, которая исследуется, могут быть интерпретированы (на принятом уровне декомпозиции системы) как элементы множества вершин симплициального комплекса [1]. Анализ

ЗМІСТ

Генеральный конструктор Михаил Борисюк. К 70-летию со дня рождения	3
<u>Прикладна механіка</u>	
<i>Абрамов К.В., Михлин Ю.В.</i> Вынужденные колебания системы, содержащей ферму Мизеса с маленькой массой и жесткостью	6
<i>Андренко П.М., Дмитрієнко О.В., Свиначенко М.С.</i> Визначення параметрів гідроприводів, у яких доцільно використовувати пасивні гасники пульсацій і гідроапарати з вібраційною лінеаризацією	13
<i>Галас О.С., Абрамов К.В.</i> Нелинейные упругие колебания ствола танковой пушки	21
<i>Ольшанский В.П.</i> К расчету пологой траектории свободной гидравлической струи	26
<i>Степанов Г.В., Бабуцкий А.И.</i> Изменение коэффициента интенсивности напряжений при проскоке трещины и термоударе	30
<u>Машинознавство</u>	
<i>Бибик Д.В., Аврунин Г.А., Кабаненко И.В.</i> Анализ жесткости блока цапфенных распределителей гидрообъемной передачи типа ГОП-900	40
<i>Горбатов М.В.</i> Оптимальне планування випробувань агрегатів на надійність	44
<i>Кириченко А.Ф., Матюшенко Н.В.</i> Уравнение поверхности арокных зубьев с циклоидальной продольной формой	49
<i>Лобанов В.К., Мощенок В.И., Пашкова Г.И.</i> Экспериментальное исследование прочности картеров мостов грузовых автомобилей	54
<i>Приймаков А.Г., Устиненко А.В.</i> К вопросу о рациональном выборе допускаемых напряжений в машиностроении	57
<u>Динаміка та міцність машин</u>	
<i>Веретельник Ю.В., Миргородский Ю.Я., Пелешко Е.В., Ткачук Н.А.</i> Параметрические модели элементов сложных систем как основа построения специализированных расчетных систем	63
<i>Раковская Н.Х.</i> Исследования контактных напряжений в плоских колесах от действия комбинированной нагрузки с использованием трехмерной компьютерной графики	68
<i>Ткачук А.В.</i> К вопросу о влиянии количества нагруженных цилиндров на напряженно-деформированное состояние корпуса гидронасоса ГОП: расчет и эксперимент	77
<i>Ткачук Н.А., Гриценко Г.Д., Глуценко Э.В., Ткачук А.В.</i> Решения задач расчетно-экспериментального исследования элементов сложных механических систем	85
<u>Транспортне машинобудування</u>	
<i>Богатыренко К.И., Глуценко Э.В.</i> О моделировании тормозных систем с пневмоэлектроприводом	97
<i>Бондаренко С.И., Кудрявцев И.Н., Крамской А.В., Левченко Н.М., Муринец-Маркевич Б.Н., Пятак А.И., Архипов А.В.</i> Разработка пневматического двигателя мощностью до одного киловатта для модели криогенного автомобиля	102
<i>Борисюк М.Д., Магерамов Л.К., Смоляков В.А., Климов В.Ф., Балобин Д.Ю.</i> Принципы построения учебно-тренировочных средств для подготовки экипажей боевых бронированных машин	111

<i>Борисюк М.Д., Бусяк Ю.М., Вакуленко В.В., Веретенников А.И., Куров Н.К., Таран Ю.И.</i> О модернизации существующего парка танков и продлении их жизнедеятельности	115
<i>Бусяк Ю.М., Заозерский В.В., Магерамов Л.К., Сафронов П.К.</i> Влияние кориолисового ускорения на точность стрельбы из танковой пушки	120
<i>Грунёв С.Г., Богарсуков С.И., Мормило Я.М.</i> Расчётно-экспериментальная оценка системы поддрессирования колёсных машин с подвеской типа БТР – 70	128
<i>Дреус С.Ю.</i> Выбор трансмиссии для транспортных средств высокой проходимости специального назначения	134
<i>Дущенко В.В., Якименко И.И.</i> Математическое моделирование колебаний поддрессированного корпуса многоопорной колесной машины по критериям “простота – адекватность”	139
<i>Жадан В.А., Кононенко В.А., Кудров В.М., Муцинский Ю.М.</i> О совершенствовании системы поддрессирования, направленном на повышение подвижности танка	148
<i>Карпенко В.А., Загородний А.А., Левченко А.Н.</i> Моделирование процесса шумоизлучения, вызванного ударами элементов рисунка протектора, как отдельного механизма генерации шума автомобильной шины	154
<i>Климов В.Ф., Емельянов В.В., Лежнев С.В., Семенов Н.В.</i> О технико-экономической оценке двигателей для бронетанковой техники	159
<i>Климов В.Ф., Жадан В.А., Волосников С.А.</i> Особенности работы управляемого амортизатора применительно к танку	164
<i>Кудров В.М., Кузьминский В.А., Чучмарь И.Д., Зарянов В.А., Жменько Р.В., Селезнев А.П.</i> Исследование методов защиты двигателя БТД от перегрева при его аварийных остановах	169
<i>Магерамов Л.К.-А., Бестик Н.И., Рожин А.А., Кроленко А.И.</i> Совершенствование систем заряжания артиллерийского вооружения современных боевых бронированных машин	175
<i>Магерамов Л.К.-А., Чернов Ю.К., Синюгин А.М., Шаламов А.Н., Комар Ю.Е., Иванов А.И.</i> К вопросу о повышении живучести стволов и выбора длины наносимого на поверхность ствола танковой пушки защитного покрытия	180
<i>Нефёдов А.В., Рудник Н.П.</i> Определение параметров передаточных функций модели стабилизатора для тренажера боевого отделения танка	185
<i>Писаренко А.Е., Пономарев Е.П.</i> Модернизация ВГМ блочно-модульного построения – эффективный путь создания легкой бронетанковой техники в современных условиях	193
<i>Рогов А.В., Ярмач Н.С., Истратов А.В.</i> Математическая модель гидромеханических и объемных потерь в перспективной гидрообъемной передаче ГОП-900	200
<u>Управління в технічних системах</u>	
<i>Александров Е.Е., Александрова Т.Е., Костяник И.В., Сладких С.А.</i> Сравнительный анализ электронных систем импульсного регулирования танковой зенитной установки	215
<i>Гецович Е.М., Постный В.А., Струков А.С.</i> Выбор коэффициента пробных воздействий в адаптивных автоматических системах управления автомобилем	220
<i>Калтогуз А.Н., Шапошников А.И., Чумаченко В.И., Лысенко А.А.</i> Высокоточная система тестирования	225
<i>Кравченко В.І., Серков О.А.</i> Тенденції розвитку нових типів військової зброї та стратегії їх ефективного бойового застосування	232

<i>Кудин В.Ф., Киселичник О.И., Воронцов С.А.</i> Синтез цифрового регулятора контура стабилизации усилия резания с учетом нелинейности исполнительного механизма	241
<i>Кузнецов Б.И., Никитина Т.Б., Шурло О.В.</i> Оценка влияния параметров обмоточной машины на динамические характеристики цифровой системы управления	248
<i>Никонов О.Я., Назаров А.С., Истомин А.Е.</i> Использование методов эволюционного моделирования для управления поворотным механизмом антенны спутниковой связи	254
<i>Овчаренко Ю.Е.</i> Оценка сложности эргономических отношений в эргатических системах	262
<i>Оліярник Б.О.</i> Танкова інформаційно-керуюча система: досвід розробки	269
<i>Рагулин С.В., Чернышев В.Л., Крутских С.А.</i> Особенности применения высокоточного оружия и тенденции его развития	272
<i>Федин С.С., Зенкин Н.А.</i> Решение задач анализа, расчета, прогноза и оптимизации риска с использованием современных информационных технологий	277

Наукове видання

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЖУРНАЛ

МЕХАНІКА ТА МАШИНОБУДУВАННЯ

№ 2'2004

Підп. до друку 17.11.04. Формат 60x90 1/8. Папір офісний.
RISO-друк. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 15. Обл.-вид. арк. 18.
Наклад 300 прим. Перший завод 1-120. Зам. № 532. Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ "ХП".
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 116 від 10.07.2000 р.
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

Друкарня НТУ "ХП". 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21