

25. *Малюков С.П., Стефанович В.А., Чердниченко Д.И.* Исследование модели самосогласованного роста монокристаллов сапфира по методу горизонтальной направленной кристаллизации // Известия вузов. Электроника. – 2007. – №2. – С. 3-9.
26. *Малюков С.П., Стефанович В.А., Чердниченко Д.И.* Теплофизические процессы при получении кристаллов лейкосапфира методом горизонтальной направленной кристаллизации // Кристаллография. – 2008. – Т. 53. – № 2. – С. 356-360.
27. *Habib I.S.* Solidification of Semitransparent materials by conduction and radiation // Int. J. Heat Mass Transfer. 1971. V.14. – P.2161 – 2169.
28. *Doornink D.G., Hering R.G.* Transient combined conductive and radiative heat transfer // J. Heat Transfer. 1972. V.94. – P. 473-481.
29. *Abrams M., Viscanta R.* The effects of radiative heat transfer upon the melting and solidification of semitransparent crystals // J. Heat Transfer. 1972. V.94. –P. 1279-1291.
30. *Рубцов Н.А. Слепцов С.Д.* Влияние граничных условий на нестационарный радиационно-кондуктивный теплообмен в слое полупрозрачной среды // Теплофизика и аэромеханика. – 2005. – Т. 12. – № 1. – С. 95-103.

Малюков Сергей Павлович

Технологический институт Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: kes@fep.tsure.ru.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 88634371603.

Нелина Светлана Николаевна

E-mail: nelina76@mail.ru.

Malyukov Sergey Pavlovich

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: kes@fep.tsure.ru.

44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: 88634371603.

Nelina Svetlana Nikolaevna

E-mail: nelina76@mail.ru.

УДК 007.52:611.81

С.Е. Бублей

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГИБРИДНОГО РЕГУЛЯТОРА

Рассматривается применение искусственных нейронных сетей к задачам управления энергетическими объектами. Приведены модели регулятора с предсказанием и регулятора на основе эталонной модели.

Автоматическое управление; нейронные сети.

S.E. Bublely

FEATURES OF HYBRID REGULATOR APPLICATION

Application of artificial neuron networks is examined to the tasks of management power objects. The models of regulator with a prediction and regulator are resulted on the basis of standard model.

Automatic control; neuron networks.

До недавнего времени в построении регуляторов технологических объектов энергетики доминировал традиционный подход [1]. Однако данные регуляторы не всегда позволяют осуществлять робастное управление сложными нестационарными объектами. Данное обстоятельство послужило развитию нового научного направления – интеллектуальных систем управления [2]. Идея гибридного регулятора заключается в том, чтобы наглядно показать, что использование нейронных сетей для задач управления заметно упрощает процесс регулирования объектом.

Обучаемость искусственных нейронных сетей позволяет поддерживать необходимый закон управления при изменяющихся внешних условиях состоянии объекта, нагрузке на объект и др. Применение гибридных регуляторов обеспечит устойчивую работу объектов управления, повысит точность регулирования, снизит энергопотребление.

Будем рассматривать автоматические системы, которые в течение достаточно длительного времени нужным образом изменяют (или поддерживают неизменными) какие-либо физические величины в том или ином управляемом процессе. Примером в энергетической системе является автоматический регулятор скорости вращения двигателя (генератора), поддерживающий постоянную угловую скорость двигателя независимо от внешней нагрузки (аналогично, напряжения, частоты, температуры, давления и пр.).

Общая схема следящей системы, системы регулирования и управления показана на рис. 1.

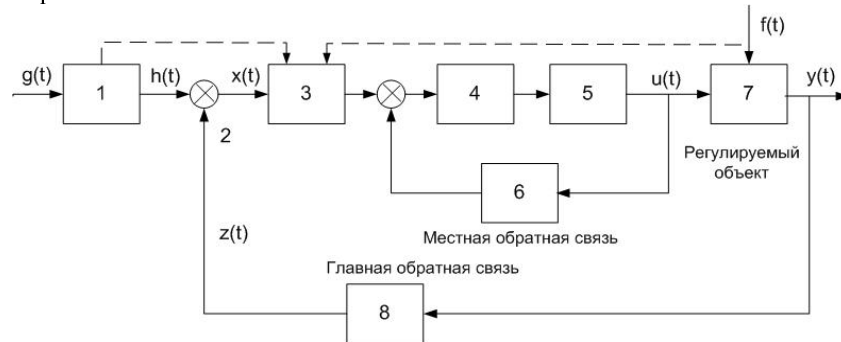


Рис. 1. Общая схема системы автоматического управления

1 – устройство задания управления; 2 – сравнивающее устройство; 3 – измерительное устройство; 4, 5 – усилительно-преобразовательные звенья; 6 – местная обратная связь; 7 – агрегат; 8 – главная обратная связь.

В следящей системе выходная величина $y(t)$ воспроизводит изменение входной величины $g(t)$, причем автоматическое устройство реагирует на рассогласование $x(t)$ между выходной и входной величинами. Условимся величины y и g называть соответственно регулируемой величиной и задающим воздействием.

Следящая система имеет обратную связь выхода с входом, которая служит для измерения результата действия системы. На выходе системы производится вычитание $x = h - z$. Устройство, производящее это вычитание, будем называть датчиком рассогласования. Величина рассогласования x и воздействует на промежуточные устройства, а через них – на управляемый объект. Система работает так, чтобы все время сводить к нулю рассогласование x .

Качество управления, обеспечиваемое системами регулирования, определяется поведением системы как в установившемся режиме, так и во время переходного процесса. Рассмотрим сложности, появляющиеся при разработке классиче-

ских систем регулирования. Обобщенная схема системы управления (СУ) приведена на рис. 2.

На рис. 2: D_x и D_y – датчики, с помощью которых измеряется состояние среды X и объекта Y соответственно; $УУ$ – управляющее устройство, вырабатывающее управляющее воздействие U ; $ИМ$ – исполнительный механизм, формирующий по сигналу от управляющего устройства U воздействие на объект U^0 ; E – ненаблюдаемые возмущения, под которыми понимаются все ненаблюдаемые внутренние и внешние факторы объекта, влияющие на его состояние.

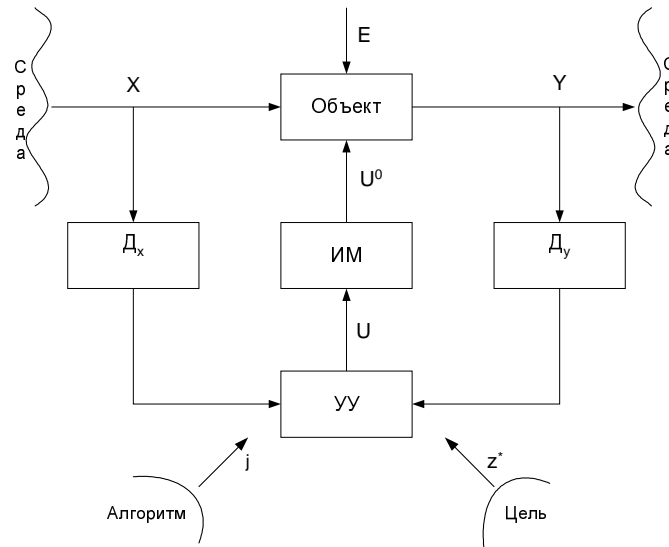


Рис. 2. Обобщенная схема системы управления

Для целенаправленного функционирования управляющего устройства ему, кроме информации с D_x и D_y , необходимо также задать цель управления z^* и алгоритм управления j – способ достижения заданной цели. Под алгоритмом управления понимается четкое указание, что и как следует делать, чтобы достигнуть заданной цели z^* в сложившейся ситуации $I = \langle X_d, Y_d \rangle$. Все трудности построения СУ определяются сложностью объекта.

Под искусственными нейронными сетями (НС) подразумевают вычислительные структуры, состоящие из большого количества однотипных элементов, каждый из которых выполняет относительно простые функции. Процессы в искусственных НС иногда ассоциируют с процессами, происходящими в нервной системе живых организмов [3]. В задачах управления наиболее широкое распространение получили многослойные НС прямого распространения, или многослойные перцептроны, сокращенно – MLP (от Multi Layer Perceptron). Причины, послужившие применению НС в СУ:

- ◆ НС могут реализовывать произвольные гладкие функции любой сложности.
- ◆ для реализации нейросетевых СУ необходима минимальная информация об ОУ.
- ◆ при реализации НС в виде специализированных интегральных схем возможна параллельная обработка информации, что, во-первых, значительно увеличивает скорость работы системы и, во-вторых, повышает надежность системы.

Проектирование гибридного регулятора содержит ряд этапов.

На этапе идентификации разрабатывается модель управляемого процесса в виде нейронной сети, которая на этапе синтеза используется для синтеза регулятора. Для каждой из трех архитектур используется одна и та же процедура идентификации, однако этапы синтеза существенно различаются.

При управлении с предсказанием модель управляемого процесса используется для того, чтобы предсказать его будущее поведение, а алгоритм оптимизации применяется для расчета такого управления, которое минимизирует разность между желаемыми и действительными изменениями выхода модели. При управлении на основе модели авторегрессии со скользящим средним регулятор представляет собой достаточно простую реконструкцию модели управляемого процесса.

При управлении на основе эталонной модели регулятор – это нейронная сеть, которая обучена управлять процессом так, чтобы он отслеживал поведение эталонного процесса. Модель управляемого процесса активно используется при настройке параметров самого регулятора. Рассмотрим реализацию регулятора с предсказанием.

Управление с предсказанием использует принцип удаляющегося горизонта, когда нейросетевая модель управляемого процесса предсказывает реакцию объекта управления на определенном интервале времени в будущем. Предсказания используются программой численной оптимизации для того, чтобы вычислить управляющий сигнал, который минимизирует следующий критерий качества управления:

$$J = \sum_{j=N_1}^{N_2} (y_r(t+j) - y_m(t+j))^2 + \rho \sum_{j=1}^{N_u} (u'(t+j-1) - u'(t+j-2))^2,$$

где константы N_1 , N_2 , и N_u задают пределы, внутри которых вычисляются ошибка слежения и мощность управляющего сигнала. Переменная u' описывает пробный управляющий сигнал, y_r – желаемая, а y_m – истинная реакция модели управляемого процесса. Величина ρ определяет вклад, который вносит мощность управления в критерий качества.

Структурная схема на рис. 4 иллюстрирует процесс управления с предсказанием. Регулятор состоит из нейросетевой модели управляемого процесса и блока оптимизации. Блок оптимизации определяет значения u' , которые минимизируют критерий качества управления, а соответствующий управляющий сигнал управляет процессом.

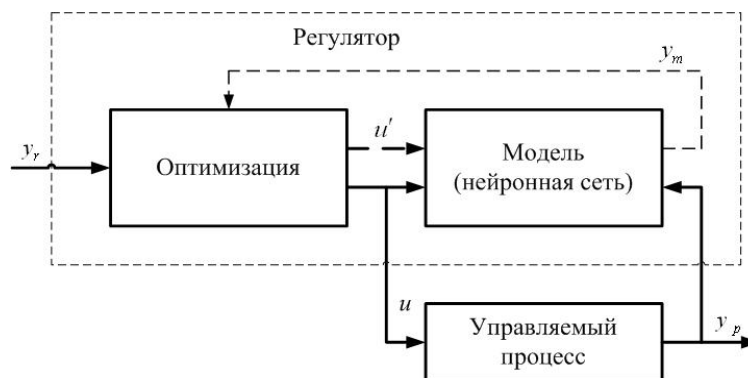


Рис. 4. Структурная схема регулятора с предсказанием

В настоящее время нейронные сети нашли успешное применение для проектирования систем управления динамическими процессами объектов энергетики.

Универсальные возможности аппроксимации с помощью многослойного персептрона делают их полезным инструментом для решения задач идентификации, проектирования и моделирования нелинейных регуляторов [3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Красовский А.А.* и др. Современная прикладная теория управления: Оптимизационный подход в теории управления / Под ред. А.А. Колесникова. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000. Ч.1. – 400 с.
2. Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления: Учебник / Под ред. Н.Д. Егупова. 2-е изд., стереотип. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002. – 774 с.
3. *Зозуля Ю.И.* Интеллектуальные нейросистемы. Кн. 12. – М: Радиотехника, 2003.

Бублей Сергей Евгеньевич

Технологический институт Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: fin_val_iv@tsure.ru.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 88634371689.

Bubley Sergey Evgehiievich

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education «Southern Federal University».

E-mail: fin_val_iv@tsure.ru.

44, Nekrasovsky, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: 88634371689.

УДК 004.7

М.Ю. Асланиди

ФИЗИКО-ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТОЭЛЕКТРОННОГО КОММУТАТОРА

В статье показано принципиальная возможность создания интегрального многоканального коммутатора (ИМК). Приведены различные варианты исполнения коммутационных ячеек ИМК. Предложены схемотехнические пути создания вычислительных систем на основе ИМК. Показаны результаты экспериментальных исследований макетных образцов ИМК, позволяющие говорить о возможности создания промышленных образцов ИМК.

Интегральный многоканальный коммутатор (ИМК); коммутационная ячейка; оптическая ячейка; схемотехника; светодиод; фотодиод.

M.Yu. Aslanidi

FIZIKO-TOPOLOGICAL MODEL OF OPTOELECTRONIC SWITCHBOARDS

In article it is shown basic possibility of creation of the integrated multichannel switchboard (IMS). Various variants of execution of switching cells IMS are resulted. Offered circuitry's ways of creation computing systems on the basis of IMS. Results of experimental researches of the model samples IMS are shown, allowing speaking about possibility of creation of industrial samples ИМК.

Integrated multichannel switchboard; switching cell; optical cell; circuitry; light-emitting diode; photo diode.