

## АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ САМОНАСТРАИВАЮЩИХСЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

**Михайленко В.С., Хоменко О.И., Ложечников В.Ф.**

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры*

На действующих объектах отечественного топливно – энергетического комплекса: ТЭС, АЭС, ТЭЦ, ГЭС и т.д., используются несколько уровней оперативного диспетчерского управления. Одним из ключевых уровней является супервизорный контроль осуществляемый управляющим вычислительным комплексом (УВК). Данная модель управления была предложена в 70 -80 гг, прошлого века рядом советских ученых [1] и с учетом обновленных компьютерных систем «Вулкан» корпорации Вестрон, «Уран» и «Титан» функционирует и по настоящее время.

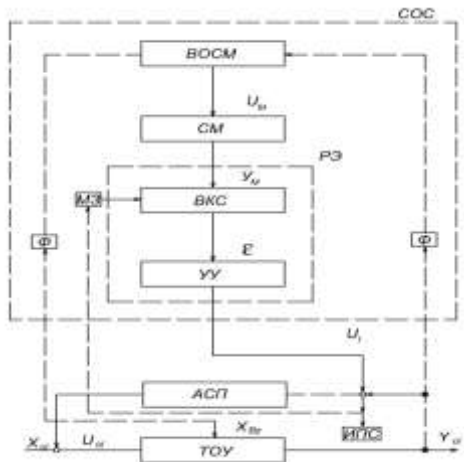


Рис. 1. Функциональная схема системы самоорганизации

В режиме супервизора УВК периодически подключается к автоматическим системам непрерывного регулирования. С точки зрения управления технологическими процессами практический интерес представляют два варианта этого режима: автоматическая коррекция

задания регулируемых величин; автоматическая коррекция динамических параметров настройки автоматизированной системы регулирования (АСР).

Автоматическая коррекция задания осуществляется самонастраивающейся системой (СНС), реализуемой с помощью УВК, штатной и переносной аппаратуры. Обобщенная функциональная схема СОС с моделью-эталонном изображена на рис. 1. Она состоит из блока определения параметров статической модели (БОСМ); статической модели замкнутой системы управления (СМ); модели-эталона (МЭ), к которой желательно приблизить статические характеристики АСР; вычислителя критерия соответствия (ВКС) между статической модели ум ее эталону уэ, определяющего ошибку:  $(E) = U_m - U_э$ ; управляющего устройства (УУ), формирующего управляющие воздействия и1 по изменению заданного значения контролируемого параметра у30; источника пробного сигнала, формирующего ступенчатый сигнал ип с регулируемой амплитудой (ИПС); фильтров Ф, осуществляющих сглаживание и усреднение сигналов у0(t) и хв(t), имеющих характер случайных процессов. На рис. 1 приняты следующие обозначения: им-вектор управления СМ, ум и умэ- векторы выходных величин СМ и модели-эталона.

Алгоритм формирования и1(у30) для обобщенной СОС показан на рис. 2. В качестве исходных данных (блок 1) использованы ограничения, накладываемые на изменения значения у30 ступенчатого сигнала ип и на возмущения по нагрузке хВ, вид и параметры модели-эталона, выбранной на основании задания подсистемы управления верхнего уровня с учетом требований режимного характера. Процесс формирования и1 условно разделяется на два этапа: на первом из них определяется СМ в координатах «нагрузка - заданное значение у0», на втором осуществляется расчет численного значения по результатам сравнения ум и умэ и передача и1 в АСР. Активная идентификация технологического объекта управления (ТОУ) проводится путем подачи на вход АСР по каналу управляющего воздействия ступенчатого сигнала ип. В целях получения представительной СМ сигналы у0(t) и хв(t) пропускают через фильтрующие устройства осуществляющие сглаживание и усреднение.

Операции идентификации предшествует режим подготовки (блок 2): общая стабилизация режима работы ТОУ, ожидание разрешения на подачу пробного сигнала и его формирование, проверка выполнения условий по ограничениям, выдержка времени, необходимая для повторной стабилизации режима после подачи пробного сигнала. В про-

цессе идентификации (блок 3) определяют СМ в расчетном или эксплуатационном режиме АСР.

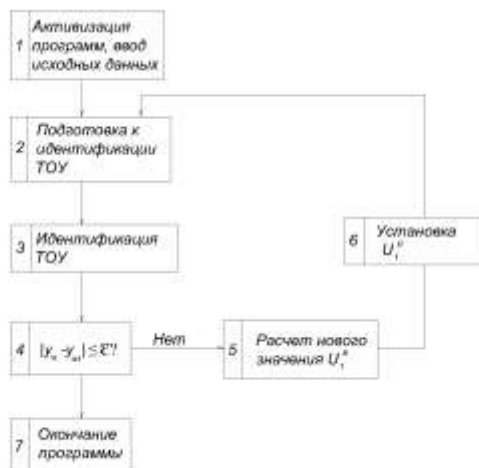


Рис. 2 Алгоритм автоматической коррекции значений АСР

Следующий этап - сравнение полученной модели с эталоном (блок 4)-осуществляется ВКС по соотношению  $Y_m - Y_s < E$  (1.32) Настройки АСР, предшествующие эксперименту по идентификации, остаются такими, какими они были до его начала, или выбираются на основе приближенных методов с использованием априорной информации о динамике объекта [2].

Задача анализа математической модели объекта решается с помощью методов определения параметров в виде временных (частотных) характеристик. Задача синтеза решается в УВК с учетом требований простоты и реализуемости модели и СНС в целом. Для этого сокращают до минимума время экспериментов и выбирают необходимое и достаточное условие аппроксимации характеристик ТОУ его динамической модели (ДМ). Этим требованиям удовлетворяет, например, методика определения ДМ в виде импульсных характеристик и условие аппроксимации, минимизирующее квадратичную ошибку. Программа оканчивается (блок 7), если выполняется условие (1.32), в противном случае возобновляется (блок 5), но с новым значением и видом  $u_1$  (активного сигнала идентификации) (блок 6), вычисленным в УВК.

Как правило, большинство СНС используют табличный принцип адаптивного управления [3]. Настроечные параметры типовых регуляторов и соответствующие им эталонные передаточные функции (ДМ)

занесены в таблицу. При наступлении условий (1.32) УВК изменяет (корректирует) настройки регуляторов АСР.

К недостаткам данного принципа, по мнению авторов, можно отнести невозможность получения адекватных эталонных моделей ТОУ при воздействии всевозможных случайных внешних и внутренних возмущений. Эталонная модель объекта по каналам возмущения носит упрощенный характер (как правило, инерционное звено первого порядка) и настройки, рассчитанные по методу проф. Копеловича [3], не всегда оптимальны. Также наличие пробных активных воздействий разной формы (импульсного, ступенчатого, синусоидального и т.д.) вносят ухудшение в процесс управления. Таким образом, возникает задача исследования эффективности основных методов и алгоритмов идентификации и адаптации используемых СНС ТОУ.

В качестве альтернативного направления может быть предложен математический аппарат теории искусственного интеллекта.

Так при моделировании сложных объектов разработчик в вынужден полагаться на опыт специалистов разных подразделений ТЭС: наладчиков САР - экспертов, умеющих оптимизировать поведение объекта управления по выходным регулируемым параметрам, проектировщиков парогенераторных систем знающих нормы теплопотерь, инженеров аварийных служб способных, исходя из опыта, знаний определить причину поломки оборудования и спрогнозировать остаточный ресурс и т.д.

Известно, что экспертам удобнее описывать свойства сложного объекта и его динамику в терминах, применяемых в контексте обычной речи. Отсюда следует, что для составления „словесной” модели целесообразно применять аппарат *нечетких множеств*, оперирующий лингвистическими переменными.

Данный подход позволяет расширить сферу приложения методов кибернетизации за пределы применимости классической теории [4].

Значительный вклад в развитие плодотворной идеи Л.Заде внесли ученые: И. Мамдани, Р.Беллман, А. Сугено, А. Кофман, Д.А.Поспелов, А.Н. Борисов, А.Н.Мелихов, Р.А.Алиев, А.П. Ротштейн, В.И. Гостев и другие. Были подвергнуты рассмотрению вопросы построения нечетких регуляторов, создания нечетких моделей управления промышленными объектами, оптимизации с нечеткими отношениями, лингвистического синтеза регуляторов, оптимального планирования и координации управления производством в нечетких условиях, разработку новых алгоритмов и т.д. При решении задач управления в неопределенных условиях предложенные ими методы обеспечили лучшие результаты, по сравнению с традиционными. Таким образом, научное направление,

основанное на теории нечетких множеств, можно считать перспективным для разрешения существующих противоречий в АСУ ТЭС.

Другим актуальным научным направлением, сделавшим весомый вклад в продвижение и развитие методов искусственного интеллекта можно считать теорию нейронных сетей. Термин «нейронные сети» сформулировался в середине прошлого века в среде исследователей, изучавших принципы организации и функционирования биологических нейронных сетей. Основные результаты, полученные в этой области, связаны с именами американских исследователей У. Маккалоха, Д. Хебба, Ф. Розенблатта, Дж. Хопфилда, М. Минского и других. Научный аппарат нейронных сетей, и в последнее время, нечетких нейронных сетей или гибридных успешно решает проблемы и задачи в областях классификации образов, прогнозирования, оптимизации и управления экономических и производственных систем. Использование данной области систем искусственного интеллекта позволяет разработать интеллектуальные адаптивные АСУ процессов ТЭС и других тепловых объектов, способных к выбору и поддержанию оптимального режима работы средств автоматизации и составляющего оборудования.

### ***Выводы***

Анализ результатов опытно-промышленных испытаний на зарубежных ТЭС интеллектуальных систем первого поколения с простой архитектурой нейронных сетей показал, что только за счет оптимизации процесса горения происходит повышение эффективности (КПД) котла на 1–2%, снижение выбросов оксидов азота на 20–30% и уменьшение потребления топлива до 5% [5]. Исходя из перспективности указанных технологий, становится актуальным проведение исследований в области синтеза интеллектуальных САУ на украинских ТЭС, ТЭЦ, АЭС и т.д.

## Summary

**The article analyzes the typical self-tuning automatic control systems (STACS) operating in the Ukrainian energy facilities. The need for a more effective intellectual ACS is shown.**

## *Литература*

1. Плетнев Г.П. Автоматизированное управление объектами тепловых электростанций. – М.: Энергоиздат, 1981 – 361 с.
2. Ротач В.Я. Теория автоматического управления // В.Я. Ротач. — М.: МЭИ, 2008. — 396 с.
3. Клюев А.С., Товарнов А.Г. Наладка систем автоматического регулирования котлоагрегатов . – М.: Энергия, 1970 - 270 с.
4. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы//Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский; пер. с пол. И.Д. Рудинского. — М.: Горячая линия — Телеком, 2006. — 452 с.