

УДК 681.5.017

ПУТИ И ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ АСУ ТП НА БАЗЕ ПТК

Э.К. Аракелян

Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Россия, 111250, Москва, Красноказарменная ул., 14
E-mail: edik_arakelyan@inbox.ru

А.А. Косой

Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Россия, 111250, Москва, Красноказарменная ул., 14
E-mail: kosoy@pm.me

Ключевые слова: интеллектуальная система управления, регулирование, оптимизация, многосвязные системы автоматического регулирования, степень интеллектуализации.

Аннотация: Рассмотрены актуальные проблемы качества работы отдельных автоматических систем регулирования, причины снижения эффективности их работы и влияние на КПД всей установки. Представлен путь решения этой проблемы на базе использования современных методов синтеза и обучения нейронных сетей с использованием свободных вычислительных ресурсов ПТК. Предложен способ определения оптимальной степени интеллектуализации автоматизированных систем управления технологическими процессами.

Автоматические системы регулирования (АСР) современных автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) обеспечивают должный уровень качества регулирования отдельных физических величин в статических режимах работы энергоагрегатов. Но во время протекания переходных процессов регуляторы, пытаясь отработать локальное возмущение и стабилизировать свою регулируемую величину, могут мешать друг другу, в следствии общей инерционности системы [1]. Поэтому при смене нагрузки и/или режима работы оборудования обычно меняется задание одного регулятора, остальные же, либо полностью выводятся из работы на время переходного процесса, либо частично загружаются, что приводит к некачественному регулированию и негативно сказывается на общей экономичности технологического процесса [2]. Более того, зачастую оптимально настроенные регуляторы обеспечивают локальные оптимумы, но если вывести на график суточное изменение управляемых величин, то можно увидеть, что в следствии инерционности и технологической взаимосвязи, эти регуляторы большую часть времени работают над компенсированием взаимных возмущений.

Это явление можно заметить, пронаблюдав как за уровнями по питательному тракту в барабанных котлах, так и по температурам в прямоточных котлах. При неудовлетворительной работе локальной АСР происходит корректировка параметров именно локального регулятора, причем порой корректировка заключается в снижении чувствительности регулятора с целью избавиться от постоянных колебаний управляемой величины. Локальная АСР вновь начинает удовлетворительно работать, но проблема уxo-

дит дальше по тракту, снижая качество регулирования в следующей локальной АСУ. И за несколько итераций таких последовательных корректировок параметров регуляторов АСУ ТП энергоблок теряет в качестве регулирования, а значит теряет драгоценные проценты КПД. Чтобы избежать данной проблемы необходимо учитывать взаимосвязь между отдельными АСУ всей системы. Нельзя утверждать, что в современных АСУ ТП эта связь не учитывается, но учитывается она по информационному каналу, порой простым переключением коэффициентов одного регулятора в зависимости от состояния другого регулятора. То есть по заранее написанным разработчиком жестким правилам, не учитывающими множественные нелинейные и нестационарные характеристики многомерного объекта управления. Если бы мы могли учитывать эти характеристики, то могли бы синтезировать некий управляющий блок над регуляторами, который работал бы в упреждающем режиме. Например, при вынужденном изменении выходного сигнала на регуляторе соотношения топливо-воздух, регулирующий блок формировал бы сигналы на регулятор перегретого пара по соотношению расход пара – расход питательной воды. Теоретически эта задача давно решена, но на практике не хватает учёта нелинейностей.

С проблемой учета нелинейностей и не стационарности характеристик можно использовать синтез нейронной сети и методы глубокого обучения этой сети. Понятно, что создание такой нейронной сети для всей станции гипотетически возможно, но затратно и экономически нецелесообразно. Поэтому предлагается следующий подход: разделить всю АСУ ТП на взаимосвязанные группы, а степень интеллектуальности всей системы АСУ ТП рассматривать как сумму интеллектуальности отдельных интеллектуальных систем, связанных между собой технологическим процессом. И для каждой отдельной группы мы предлагаем создавать блок взаимосвязи регуляторов, находящимся в этой группе технологического процесса, на базе нейронных сетей. Для обучения нейронной сети связи регуляторов (НССР) можно использовать многолетние архивные данные с АСУ ТП самого объекта. Для тестирования полученной сети допускается использовать математическую модель, но лишь для качественной оценки адекватности результатов обучения, а не для корректировки или переобучения сети [3,4]. При обучении НССР, увеличение глубины среза архивных данных повысит качество последующей работы НССР, особенно при включении в структуру разрабатываемой сети слоя учета изменения параметров объекта управления от срока и интенсивности эксплуатации. Допустимая глубина среза ограничивается датой крайнего физического изменения структуры объекта управления, например при ремонте/модернизации или выводе отдельных технологических участков из эксплуатации. Такие реальные физические изменения в объект управления виртуальная система управления может весьма оперативно отследить, даже локализовав оператору область, где ее модель перестала работать, но мгновенно переобучиться под оптимальное управление измененным объектом она не может [5].

Необходимо стремиться к смене ролей между оператором объекта управления и АСУ ТП этого объекта. Не оператор должен следить и управлять технологическим процессом с помощью программно-технический комплекс (ПТК), а ПТК через интеллектуальную АСУ ТП должен стремиться к оптимальному и безопасному управлению, непрерывно обучаясь с помощью оператора. Именно такая работа в тандеме поможет снизить время на переобучение НССР после внесения изменений в структуру объекта управления. Но физическое внесение изменений в структуру объекта управления крайний и самый тяжелый случай для работы интеллектуальной АСУ ТП, подразумевающий под собой выход из строя отдельных узлов или агрегатов технологического оборудования [6, 7]. В обычном режиме работы интеллектуальная АСУ ТП демонстрирует еще одно преимущество над традиционными АСУ ТП: для создания математической

модели, выявления взаимосвязей между физическими параметрами технологического процесса и отслеживании эксплуатационных и временных изменений параметров объекта управления не требуется проводить активных либо пассивных экспериментов на отдельных узлах объекта управления, ведь интеллектуальная АСУ ТП может в режиме реального времени не только управлять ОУ, но и непрерывно анализировать весь процесс управления, обучаясь и внося корректировки.

Непрерывное повышение качества работы отдельных регуляторов обуславливается не только увеличением точности математической модели в следствии использования нейронных сетей для анализа ОУ, но и согласованностью работы регуляторов через модуль взаимосвязи всех регуляторов в НССР. В этом и заключается идея повышения степени интеллектуальности АСУ ТП.

В заключении хочется отметить, что интересной проблемой является определение оптимальной степени интеллектуальности АСУ ТП. На современных электростанциях пока что невозможен и нецелесообразен переход от автоматизированного управления к полностью автоматическому, хоть, потенциально, он и несет в себе множество преимуществ. Но данную задачу глупо решать старыми методами «в лоб». Условно говоря, если за 100 процентов интеллектуализации принять гипотетический ПТК, который обеспечивает полностью автоматическое управление работы электростанции, то при создании этого ПТК цена каждого последующего процента интеллектуализации сведет на нет всю целесообразность работ в этом направлении. Поэтому предлагается использовать уже закупленные и работающие, но не загруженные на ПТК задачей увязывания работы отдельных АСР через НССР с целью повышения качества регулирования всей системы. Данная НССР должна создать охватывающую всю АСУ ТП обратную связь, которая повысит качество регулирования и со временем выведет нашу АСУ ТП на некий новый уровень степени интеллектуальности, от которого и можно будет отталкиваться в дальнейшем на пути создания максимально целесообразной по экономическим критериям автоматической системы управления энергоблока.

Список литературы

1. Аракелян Э.К., Андриюшин А.В., Мезин С.В., Пашенко Ф.Ф. Оптимальное управление оперативными режимами оборудования крупных ТЭЦ со сложным составом генерирующего оборудования // Управление развитием крупномасштабных систем MLSD '2017. Труды десятой международной конференции в двух томах. Институт проблем управления им. В.А.Трапезникова; Российская академия наук / Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. 2017. С. 323-329.
2. Аракелян Э.К., Андриюшин А.В. Применение информационных технологий в задаче оптимального управления оперативными режимами оборудования крупных ТЭЦ со сложным составом генерирующего оборудования // Управление развитием крупномасштабных систем MLSD '2017. Труды десятой международной конференции в двух томах. Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова; Российская академия наук / Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. 2017. С. 16-18.
3. Шолле Ф. Глубокое обучение на Python. СПб.: Питер, 2018. 400 с.
4. Паттерсон Д., Гибсон А. Глубокое обучение с точки зрения практика. М.: ДМК Пресс, 2018. 418 с.
5. Бенджио И., Гудфеллоу Я., Курвилль А. Глубокое обучение. М.: ДМК Пресс, 2017. 652 с.
6. Глущенко А.И., Об оценке устойчивости системы управления с нейросетевым настройщиком П-регулятора при управлении электроприводом постоянного тока // Известия ЮФУ. Технические науки. 2017. № 9 (194). С. 34-44.
7. Vendland L.E., Pribylov V.G., Borisov Yu.A., Kosoy A.A., Arzamastsev M.A. Simulation modelling for new gas turbine fuel controller creation // Journal of Physics: Conference Series "International Conference "Problems of Thermal Physics and Power Engineering", РТПЕ '2017. 2017. P. 012260.