

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В ПЕРЕРАБОТКЕ НЕФТИ

Нейронные сети – постоянно развивающееся направление современных систем. Они находят своё применение в огромном количестве сфер, в том числе в сфере автоматизации. На сегодняшний день, в химической промышленности нейронные сети реализованы в качестве обучающихся регуляторов, что обусловлено крайне высокой чувствительностью данной сферы промышленности к остановкам и простоям.

Поскольку процент строящихся предприятий нефтяной промышленности пренебрежимо мал, становится ясно по какой причине смена систем управления на новые для предприятий не является серьёзным вариантом и рассматривается лишь в крайнем случае – замена системы автоматизации будет нуждаться в остановке и перезапуске всего предприятия, а также приведёт к достаточно длительному периоду низкой производительности, даже после периода восстановления.

По этой причине нейронные регуляторы в нефтяной промышленности, на данный момент представлены исключительно в качестве обучающихся сопроводительных регуляторов. Данные регуляторы, достаточно длительное время находятся в обучающемся состоянии, при этом на процесс, но и практически не влияют, лишь собирая данные для обучения, что, по сути является достаточно большим недостатком, ведь они начинают функционировать лишь через месяца после установки. Однако на самом деле это позволяет обучить регулятор без подстроечного периода, который отличается пониженным качеством регулирования и вызван разницей реальной системы и модели по которой обучали регулятор.

Рассмотрим как работает регулятор на основе нейронной сети на следующем примере: Совершенствование процесса управления паровым риформингом в печи Н-101, которое должно обеспечить лучшее значение определенного критерия – целевой функции – при определенных ограничениях.

Выбор целевой функции – наиболее ответственный этап в формулировании задач оптимизации. Целевую функцию требуется выбирать исходя из конкретных специфических условий. Например, при производстве видов продукции, временно дефицитных, целевой функцией будет максимальное количество продукции; при энергоёмком производстве целевой функцией будет минимизация расхода энергии.

Если к нескольким показателям производства предъявляются двойственные требования, то необходимо оценить степень важности конфликтующих показателей. В качестве целевой функции выбирается наиболее важный из них, а на все остальные показатели накладываются ограничения.

Установка парового риформинга обладает следующей целевой функцией:

– оптимизация теплового режима в змеевике E-109 и на дальнейших участках;

В качестве ограничений выступают:

– содержание кислорода в дымовых газах: оно не должно превышать 1,5 % об. во влажном состоянии или 1,7 % об. в сухом состоянии (при избытке воздуха 10 %);

– соотношение водяного пара и углерода: оно должно поддерживаться в диапазоне от 2,5 до 3 с целевым значением 2,8 и жёстким ограничением на 2,5 в связи с дезактивацией катализатора, в случае снижения производительности до 40% его требуется повысить до 6,3.

Главной проблемой управления процессом парового риформинга является то что сам процесс идёт в режимах, близких к критическим, при это сам процесс должен идти непрерывно на протяжении длительного промежутка времени.

В качестве одного из вариантов можно рассмотреть контур регулирования температуры парогазовой смеси на выходе из реакционных камер печи парового риформинга.

Для расчёта регулятора требуется получить модель объекта, для которого происходит синтез системы управления, это можно сделать двумя способами: при помощи математического моделирования объекта или при помощи анализа данных самого объекта различными методами. Печь парового риформинга является достаточно быстрым объектом, исходя из чего целесообразно выбрать в качестве регулятора ПИ-регулятор.

Формула ПИ-регулятора имеет следующий вид:

$$W_p(p) = K_{\Pi} \left(1 + \frac{1}{T_{\text{И}} p} \right) = C_0 + \frac{C_1}{p}. \quad (1)$$

В результате расчётов будет получен ПИ-регулятор, параметры самого регулятора зависят от цели оптимизации управления, будь то скорость, либо точность и отсутствие перерегулирования.

В случае печи парового риформинга H-101 регулятор будет иметь вид:

$$W_{\text{рег}} = -0,3373 - \frac{0,00324}{s},$$

Далее сравним рассчитанный регулятор и регулятор на основе нейронной сети с периодом обучения эквивалентным примерно месяцу работы установки.

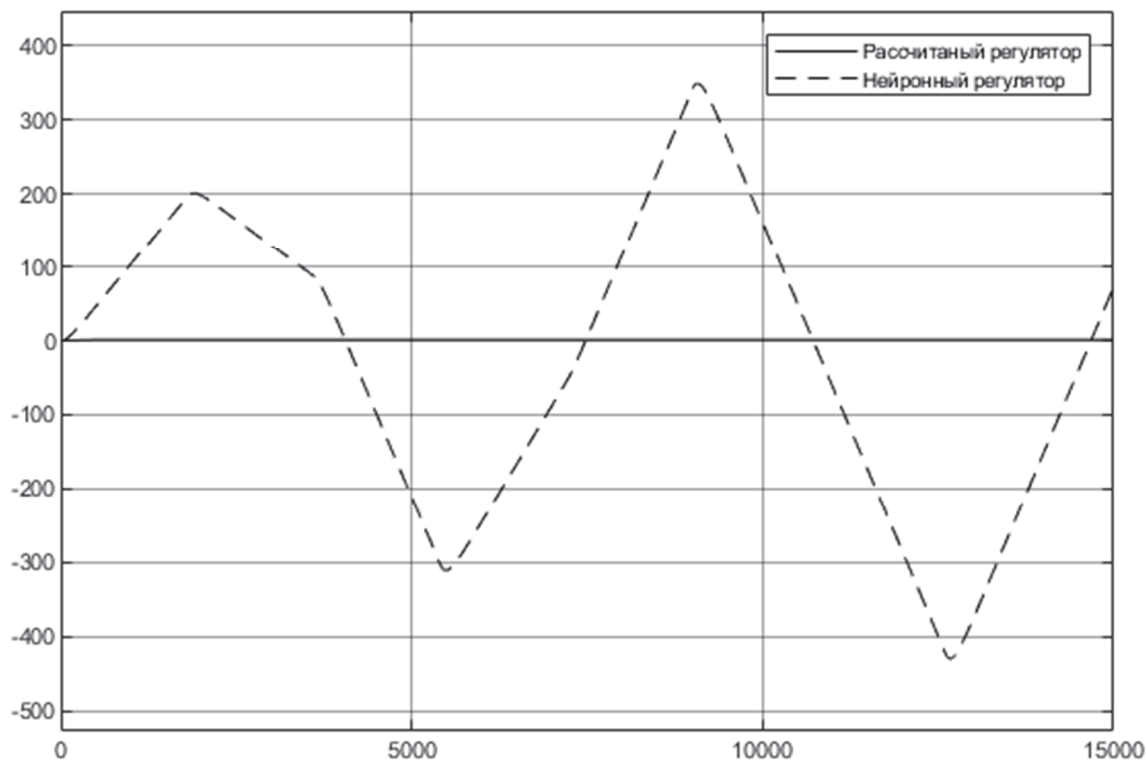


Рисунок 1 – переходная характеристика системы с рассчитанным регулятором и обученным малым промежутком времени нейронным регулятором

При сравнении реакции систем на тестовое ступенчатое воздействие отчётливо видно, что малый период обучения значительно ухудшает качество регулирования системы, исходя из чего, можно сделать вывод о необходимости значительно большего периода обучения.

Разберём также вариант с значительно более длительным периодом. При этом не будем вносить каких-либо иных изменений в существующую систему.

Как можно видеть, увеличение периода обучения примерно в 3–4 раза оказывает очень значительное влияние на систему, уже можно видеть значительно меньший диапазон перепада выходной величины и начало стабилизации данной величины, исходя из чего можно сделать вывод что примерно года обучения регулятора должно хватать для выхода на значения не уступающие, а возможно и опережающие регуляторы, полученные расчётными методами.

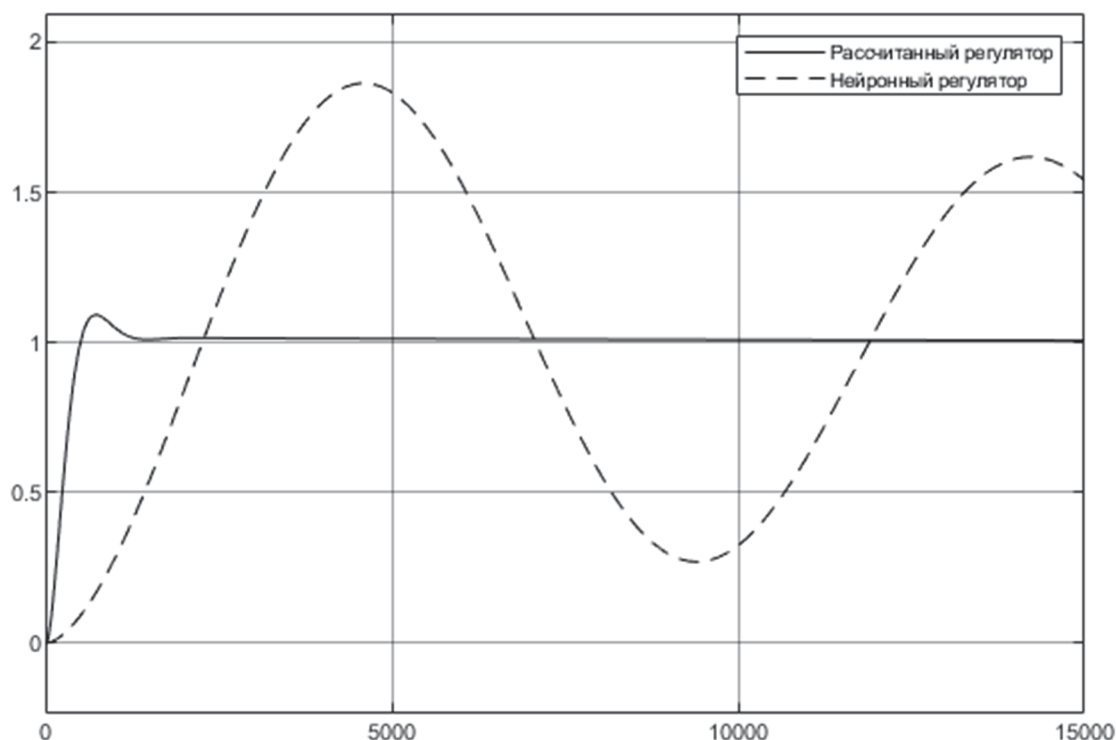


Рисунок 2 – переходная характеристика системы с рассчитанным регулятором и обученным достаточно длительным промежуток времени нейронным регулятором

Подытожив: Можно увидеть, насколько важен период обучения для регуляторов на основе нейронных сетей, и увидеть, что длительный период обучения значительно улучшает качество регулятора, в то время как в начале обучения регулятор не способен к работе в требуемой роли, исходя из чего можно увидеть целесообразность метода, применённого в нефтяной промышленности.

УДК 629.7.01

**Олиферович Н.М., Гринюк Д.А.,
Сухорукова И.Г., Ивашко Е.В. Старовойтов М.С.**
(Белорусский государственный технологический университет)

ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ С НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКОЙ

Идентификация процесса, или системная идентификация, является очень активной областью исследований с широкими вариантами для построения алгоритмов. Идентификация процесса — это методология и приемы выбора исходя из входных и выходных данных процесса