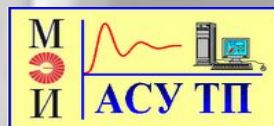


**Национальный Исследовательский Университет
«Московский Энергетический Институт»
ИТАЭ
Кафедра АСУ ТП**



Магистерская диссертация

**Тема: «Исследование различных типов
автоматических систем регулирования
экономичности горения в топке котла»**

Группа: ТФ-07м-17

Студент: Великов А.Ю.

Научный руководитель: Лесничук А.Н.

Аннотация

В работе рассмотрены следующие вопросы:

- Обоснование актуальности выбранной темы
- Общая информация об экстремальных системах регулирования (ЭСР)
- Обоснование применения сигнала по тепловосприятию топочных экранов для оценки тепловыделения в топке барабанного парового котла
- Разработка ЭСР экономичности процесса горения
- Классификация существующих ЭСР и описание алгоритмов их функционирования
- Анализ шаговой ЭСР, реагирующей на знак приращений выхода u , а также исследование ее функционирования при 3-х вариантах выхода на экстремум и дрейфе статической характеристики
- Сравнительный анализ двух видов ЭСР экономичности процесса горения (в качестве системы шагового типа, взят ее частный улучшенный вариант ЭСР по «второй разности» и система шагового типа «по приращению»).

Обоснование актуальности выбранной темы

Целью энергетической политики России до 2030 является максимально эффективное использование природных энергетических ресурсов и потенциала энергетического сектора для устойчивого роста экономики, повышения качества жизни населения страны и содействия укреплению ее внешнеэкономических позиций.

К числу основных составляющих государственной энергетической политики относятся:

- недропользование и управление государственным фондом недр;
- развитие внутренних энергетических рынков;
- формирование рационального топливно-энергетического баланса;
- региональная энергетическая политика;
- инновационная и научно-техническая политика в энергетике;
- социальная политика в энергетике;
- внешняя энергетическая политика.

Комплексный подход к экономному расходованию энергетических ресурсов

Потери энергетического топлива зависят от совершенства его сжигания, на которое влияют:

- конструкция топочного устройства;
- режим работы котла;
- качество систем регулирования подачи топлива и воздуха в топку парового котла;

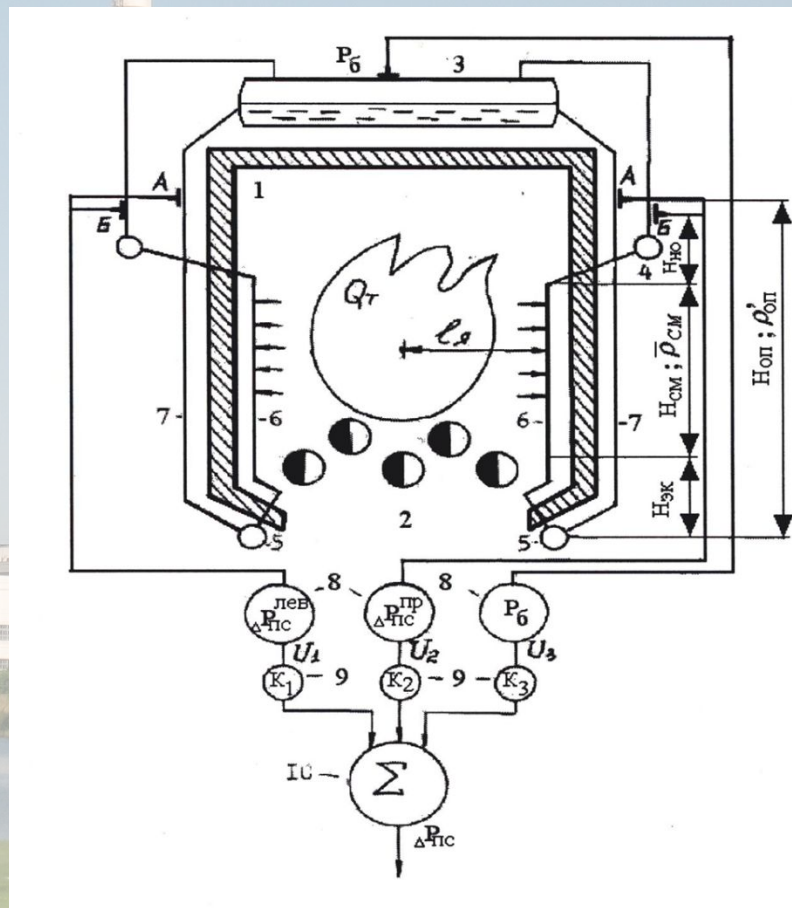
В связи с этим исключительную актуальность приобретает проблема экономичности процесса горения топлива в паровых котлах

Общая информация об экстремальных системах регулирования (ЭСР)

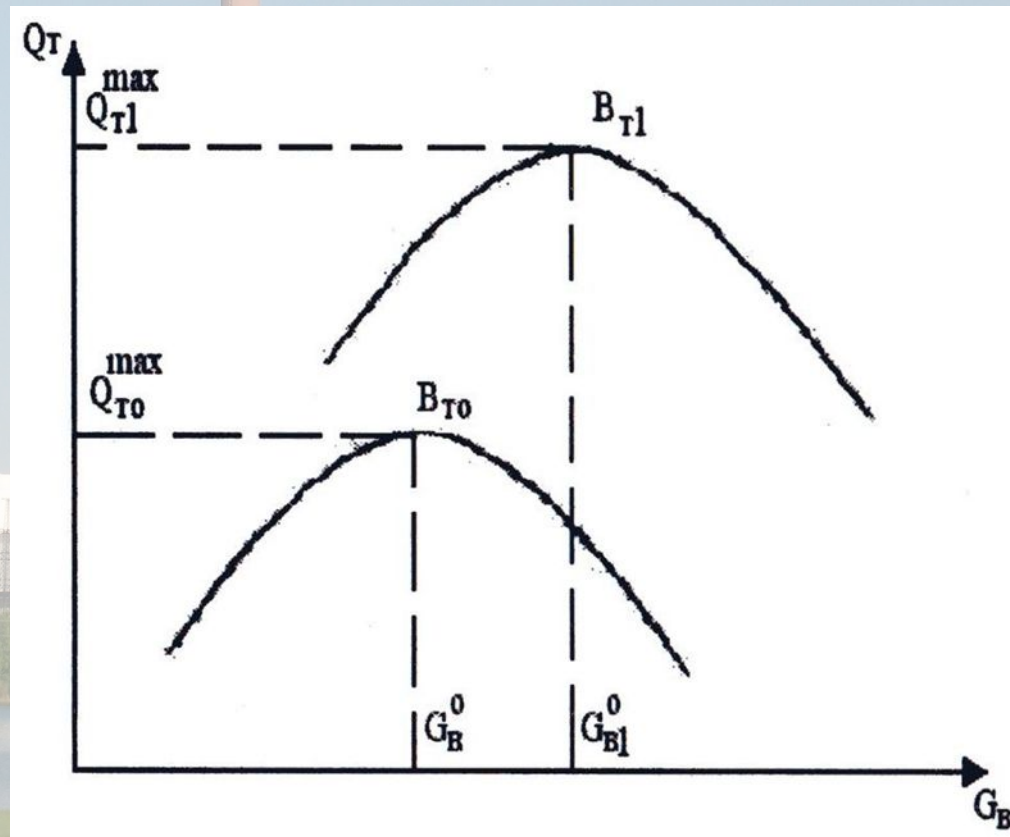
Существуют два основных направления экстремизации технико-экономических показателей (ТЭП):

- разомкнутое экстремальное управление;
- замкнутое экстремальное управление;

Схема формирования сигнала по тепловосприятию топочных экранов

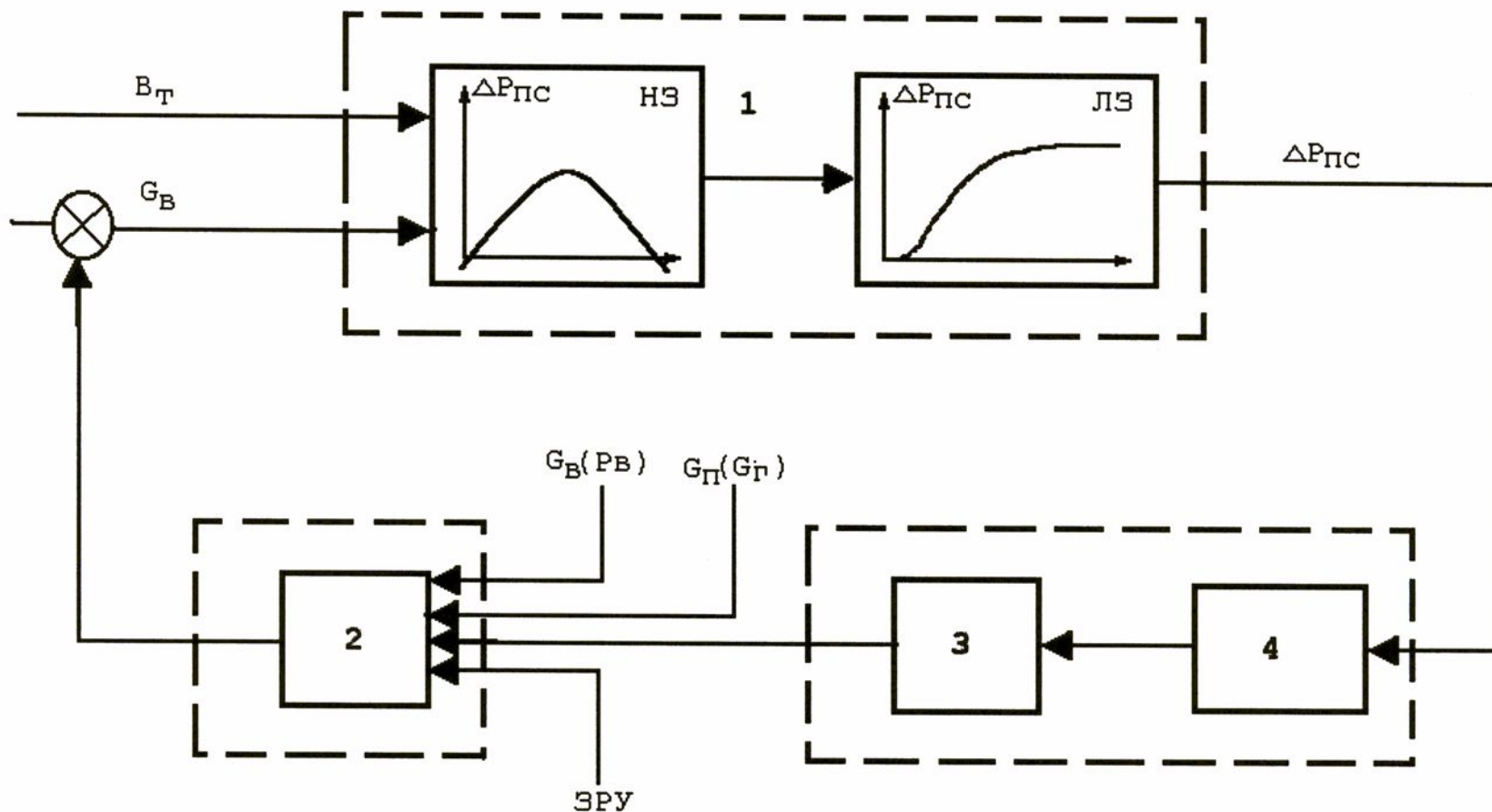


Обоснование применения сигнала по тепловосприятию топочных экранов для оценки тепловыделения в топке барабанного парового котла



Качественные зависимости полезного тепловыделения Q_T от соотношения расходов воздуха G_B и топлива B_T

Разработка ЭСР экономичности процесса горения



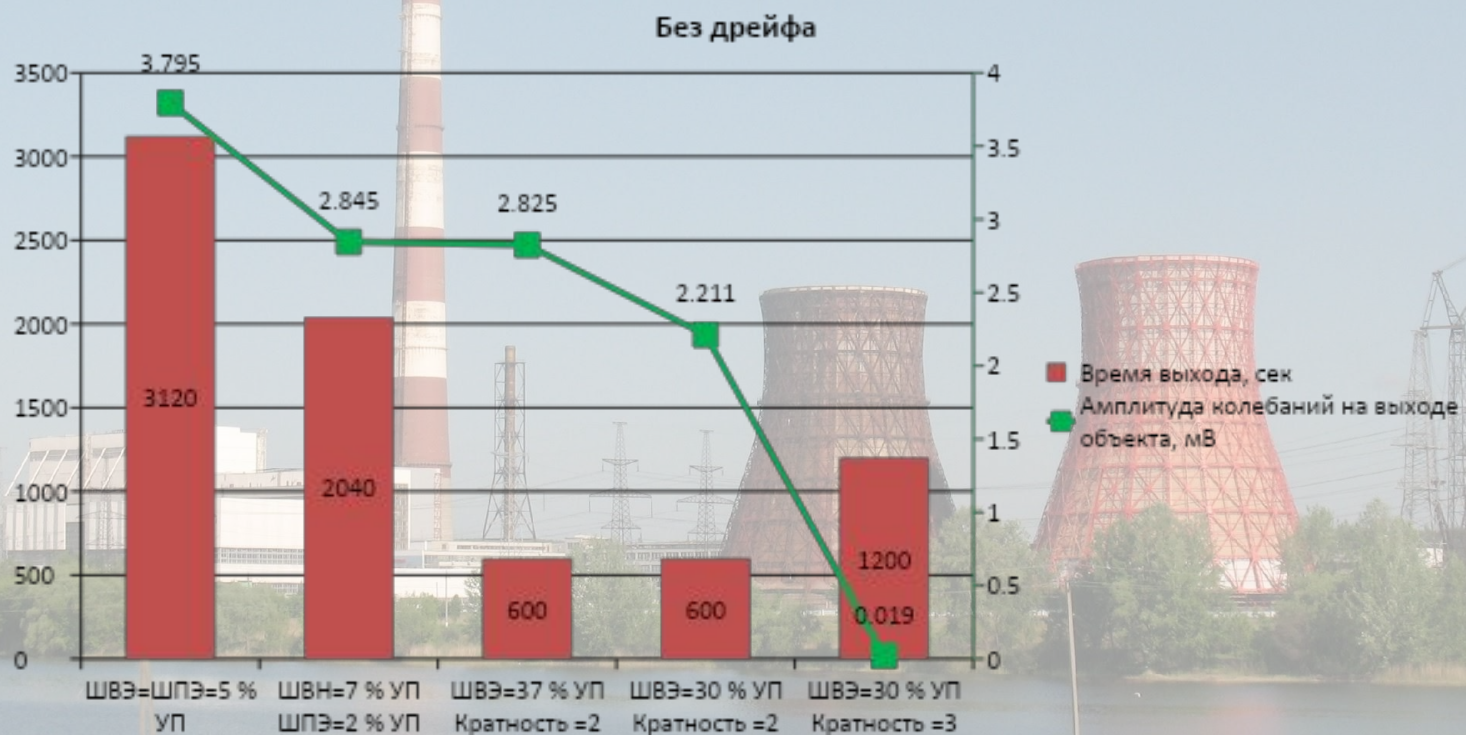
Структурная схема экстремального регулирования процесса горения

Классификация существующих ЭСР

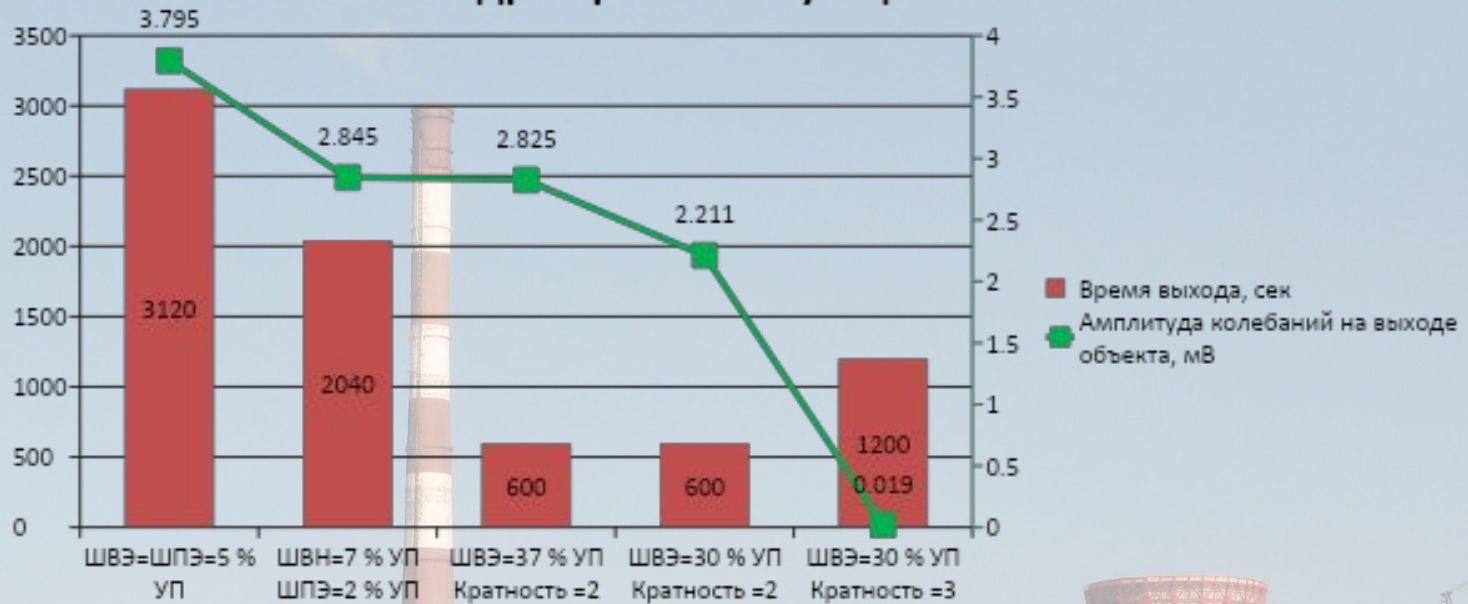
- системы с запоминанием экстремума;
- системы шагового типа;
- системы, реагирующие на знак или величину, производной;
- системы со вспомогательной модуляцией;



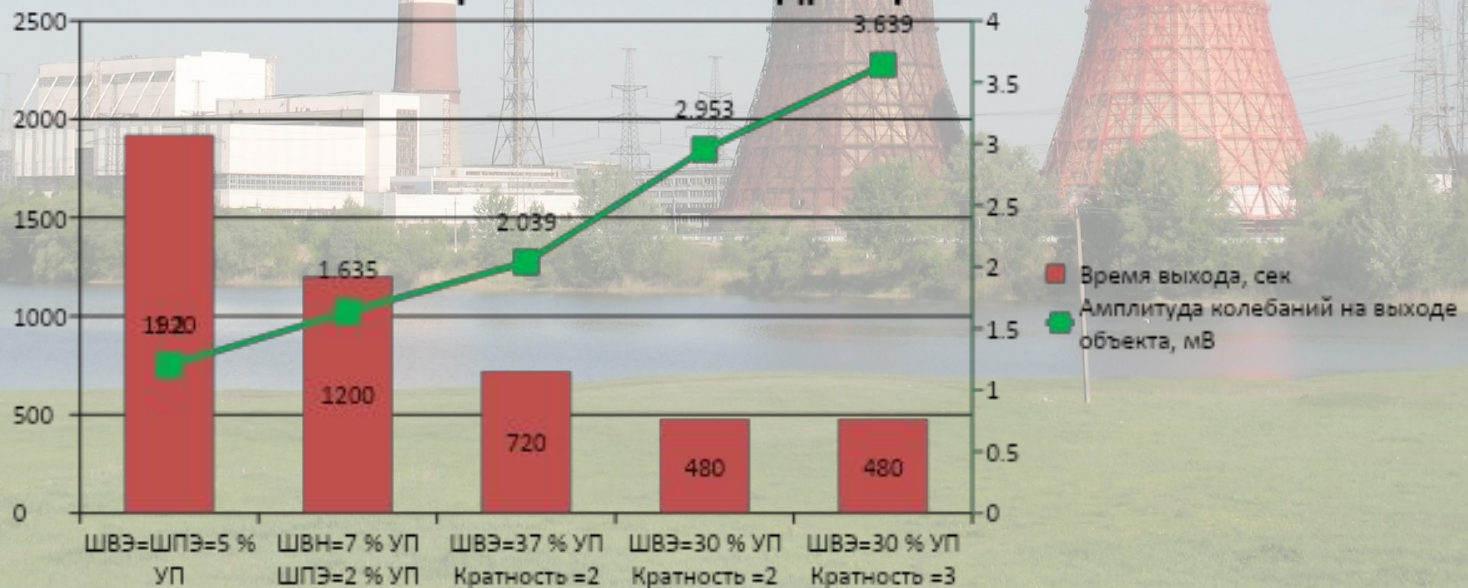
Анализ шаговой ЭСР, реагирующие на знак приращений выхода у, а также исследование ее функционирования при 3-х вариантах выхода на экстремум и дрейфе статической характеристики



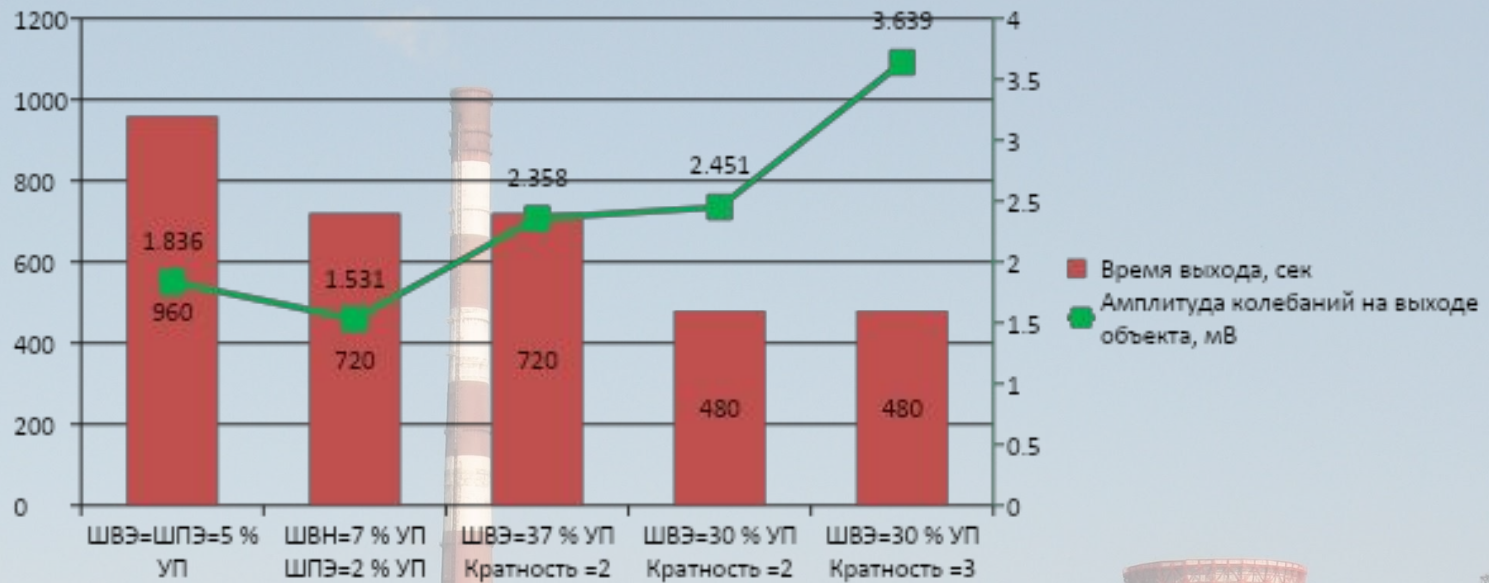
Без дрейфа с коммутацией пк=2



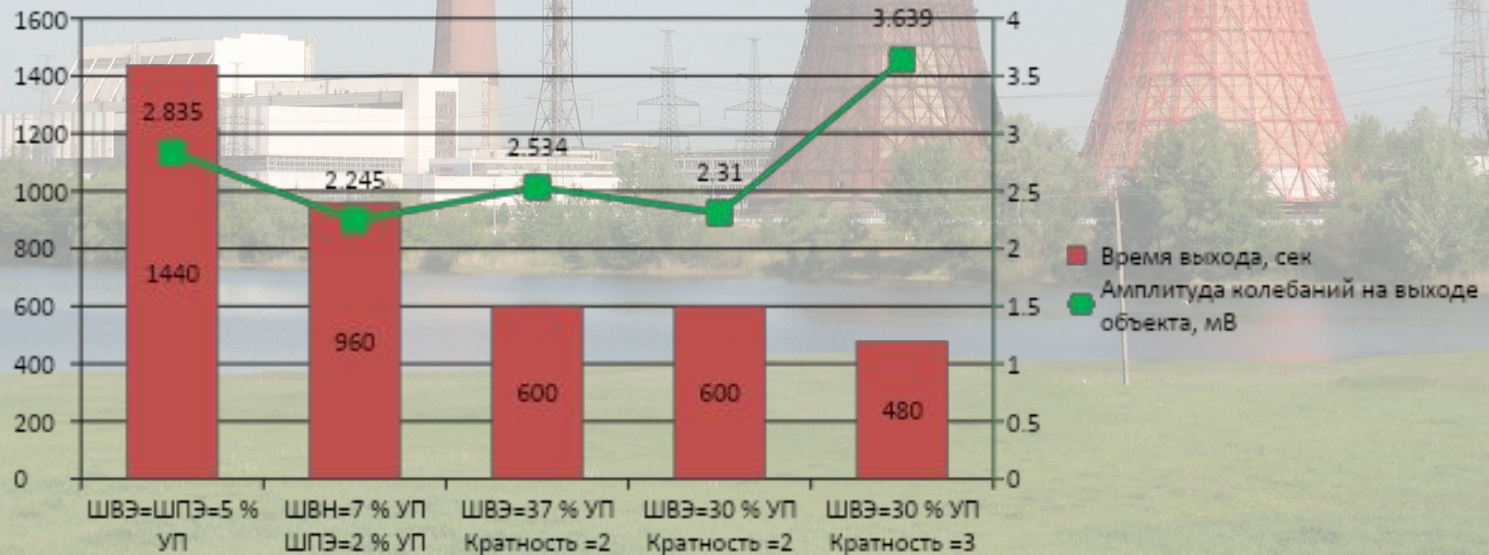
С горизонтальным дрейфом пк=2



С вертикальным дрейфом пк=2



С вертикальным и горизонтальным дрейфом пк=2

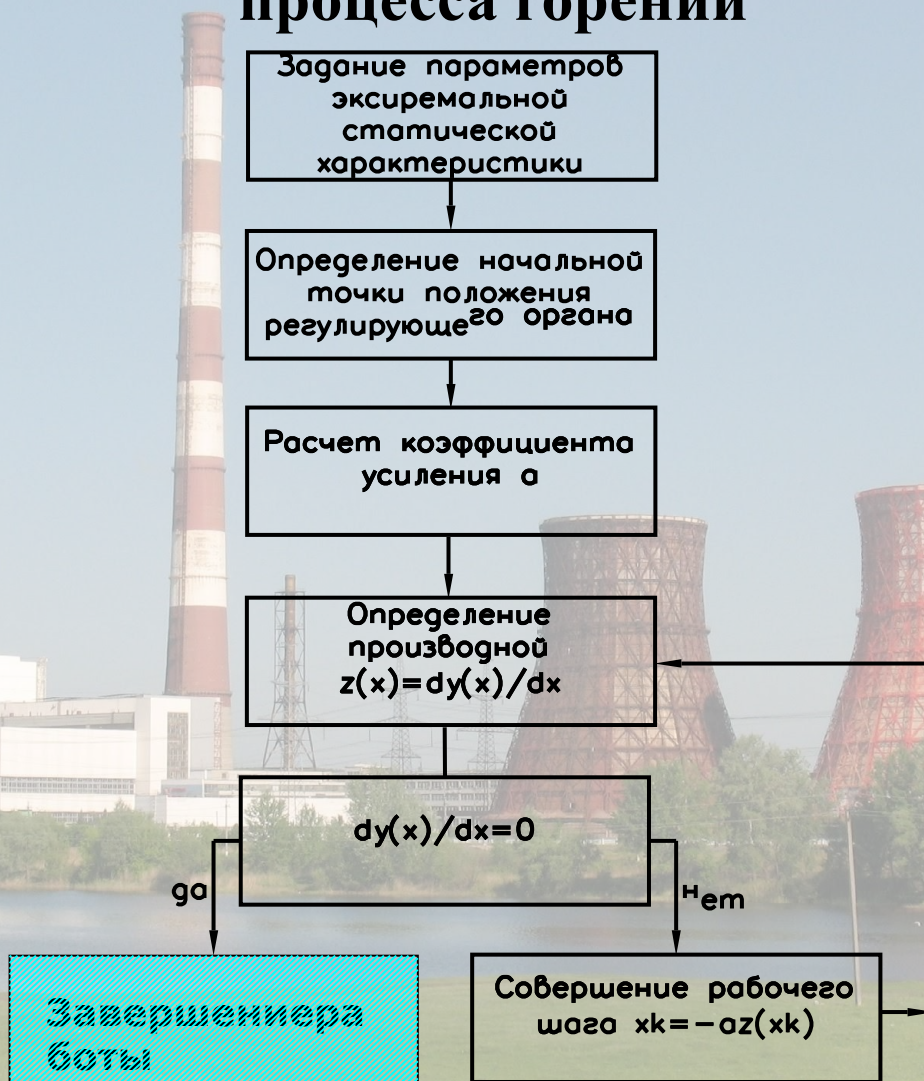


Сравнительный анализ полученных результатов

Анализ полученных результатов доказывает, что:

- ЭСР с переменным шагом имеют преимущество по сравнению с экстремальными системами, у которых ШВЭ=ШПЭ;
- Уменьшение ШВЭ в системах с равным шагом при работе ЭСР в режиме поиска максимума СХО влечет за собой увеличение потерь, связанных с увеличением времени выхода на экстремум, однако при достижении экстремума амплитуда колебаний вокруг него минимальна;
- Увеличение ШВЭ приводит к обратному эффекту;
- ЭСР с кратным шагом имеет ряд преимуществ по сравнению с экстремальными системами, у которых происходит смена шага: уменьшается время выхода на экстремум, амплитуда колебаний вокруг максимума минимальна

Сравнительный анализ двух видов ЭСР экономичности процесса горения



Алгоритм работы ЭСР по приращению

Способ отыскания экстремума по второй разности выходного сигнала объекта:

Приращение выходного сигнала объекта в первом шаге:

$$z_1 = z_0 + (f(x_1) - z_0) \cdot (1 - e^{-\frac{t}{T}})$$

$$\Delta z_{1t} = z_1 - z_0 = (f(x_1) - f(x_0)) \cdot (1 - e^{-\frac{t}{T}})$$

Для определения значения Δz_{1t} для момента времени τ , можно определить значение d_1 :

$$d_1 = \Delta z_{1\tau} / (1 - e^{-\frac{\tau}{T}})$$

Если величина τ фиксирована и $T = \text{const}$ то величина

$$D = (1 - e^{-\frac{\tau}{T}}) = \text{const}$$

Входной сигнал изменяется на Δx , т.е. $x_2 = x_1 + \Delta x$. переходной процесс по кривой, описываемой уравнением:

$$\Delta z_{1\tau} = (f(x_2) - z_1) \cdot (1 - e^{-\frac{\tau}{T}})$$

При 2-ом шаге:

$$z_2 = z_1 + (f(x_2) - z_1) \cdot (1 - e^{-\frac{\tau}{T}})$$

После этого на устройство определения знака подается сигнал разности:

$$\Delta z_1 = d_2 - d_1$$

Сводная таблица результатов:

Шаг выхода	Система	Время выхода, шаг	Время выхода, сек	Амплитуда колебаний на выходе объекта, мВ	Среднее значение, мВ
$\Delta z = 2$ Время опроса - 20	«по второй разности»	53	530	1,017	298,983
	«по приращению»	74	740	2,675	297,325
$\Delta z = 2$ Время опроса - 120	«по второй разности»	65	7800	1,577	296,423
	«по приращению»	27	3240	1,835	299,165
$\Delta z = 3$ Время опроса - 50	«по второй разности»	42	2100	2,081	297,919
	«по приращению»	35	1750	2,269	298,731
$\Delta z = 5$ Время опроса - 5	«по второй разности»	17	85	3,88	298,12
	«по приращению»	63	315	1,72	294,28

Сравнительный анализ двух видов ЭСР экономичности процесса горения

Критерий	ЭСР «по второй производной»	ЭСР «по приращению»
Эффективность в достижении максимума	+	-
Время достижения области нахождения $x_{\text{опт}}$	+	-
Колебание относительно значения $x_{\text{опт}}$	+	+

Общие выводы по сравнению ЭСР

В результате большого количества экспериментов, проведенных на математической модели котла для сравнения результатов функционирования ЭСР экономичности процесса горения «по второй разности» и «по приращению», можно сделать вывод о том, что, как при наличии дрейфа статической характеристики, так и при его прекращении (при отсутствии) более эффективным представляется функционирование ЭСР «по второй разности».

Также следует отметить, что различия принципов функционирования систем заключается в разных условиях осуществления реверса. С точки зрения составления алгоритма функционирования данное отличие является не значительным. Однако оно оказывает значительное воздействие на конечный результат функционирования. Таким образом, переход от одного вида ЭСР к другому достаточно прост (незначительное изменение программного алгоритма регулирования), и он может привести к существенному улучшению функционирования ЭСР.

Заключение

Требования устойчивости автоколебаний для ЭСР является столь же необходимым, как условие устойчивости для обычных систем регулирования. Обеспечение устойчивости экстремальных систем представляет значительно большие трудности, чем у обычных систем регулирования.

Если автоколебания в ЭСР неустойчивы, то система будет удаляться от экстремума и может прийти к аварийному состоянию, определяемому крайними положениями регулирующего органа. Экстремум будет «потерян».

Чтобы этого избежать, необходимо более детально исследовать различные алгоритмы выхода на максимум статической характеристик объекта, в условиях наиболее приближенных к реальным условиям протекания процесса горения в топке парового котла, и находить различные способы улучшения этих алгоритмов.



Спасибо за внимание