

УДК 377.4:621.187

## **РАЗРАБОТКА СИМУЛЯТОРОВ АВТОМАТИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПАРОВЫХ И ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ, РАБОТАЮЩИХ НА ГАЗЕ**

*И. В. Кузьминов, В.Г. Шуваев*

*(Костромской государственной технологической университет)*

Симуляторы дают представление об аварийных режимах паровых и водогрейных котлов и работе автоматики безопасности. Они позволяют сделать процесс обучения оперативного персонала наглядным, внести в него игровой компонент, что способствует быстрому усвоению материала.

Симулятор, тренажер, паровой котел, водогрейный котел, обучающая программа, технология Flash MX, язык Action Script 2,0.

Все предприятия энергетики относятся к категории опасных и ответственных производств, где авария может вызвать разрушение оборудования и создать непосредственную опасность для жизни людей. На таких предприятиях особое внимание уделяется подготовке и переподготовке персонала. Для совершенствования этого процесса широко используются современные методы обучения, в частности, различные компьютерные тренажеры. К сожалению, большинство разработанных тренажеров создано для крупных электростанций. Причина – высокая их стоимость. В малой энергетике они встречаются крайне редко.

На кафедре АМТ КГТУ в последние годы создано несколько тренажеров-симуляторов, которые успешно используются для подготовки персонала отопительных котельных и для обучения студентов [1,2]. Последней разработкой является симулятор автоматики безопасности парового котла малой мощности, работающего на газе, а также симулятор автоматики безопасности водогрейного котла.

Симулятор автоматике безопасности парового котла представляет собой обучающую программу, знакомящую с аварийными режимами парового котла и работой автоматики безопасности, которая позволяет предотвратить аварию (рис.1).

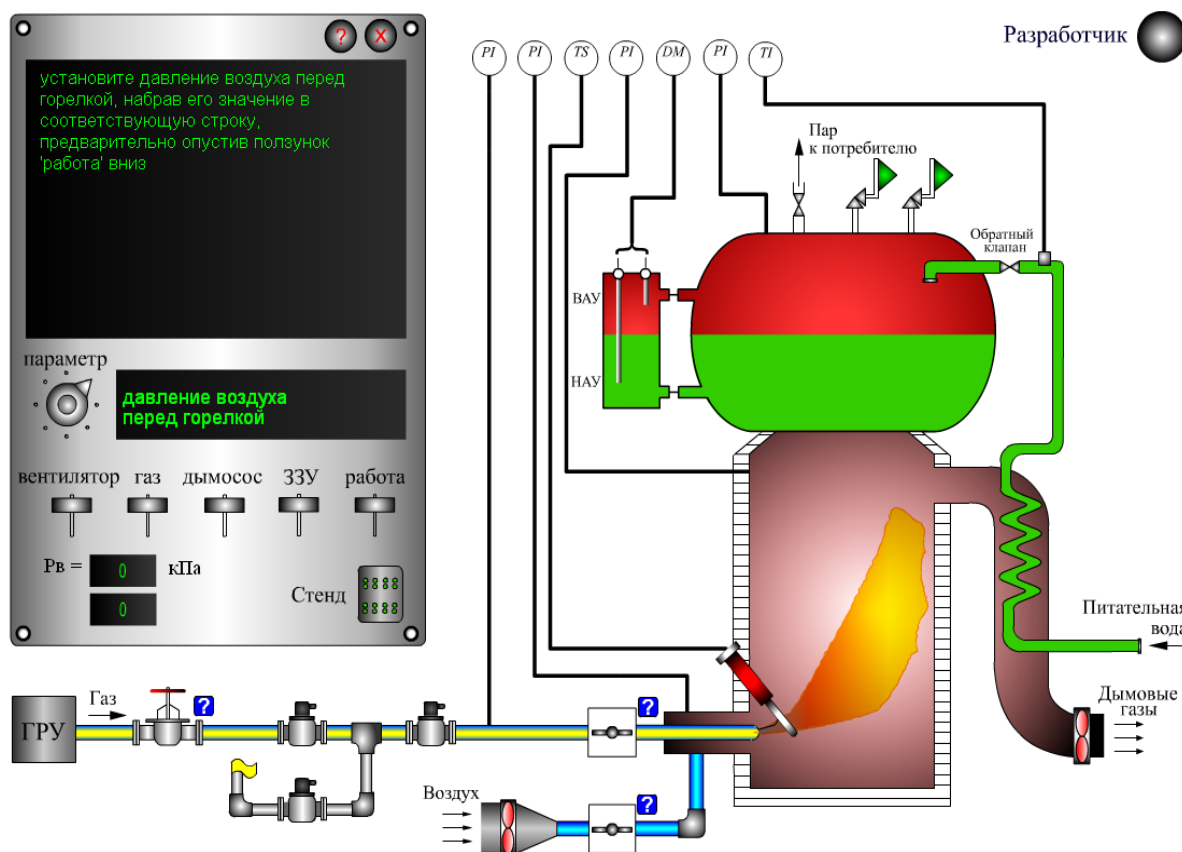


Рис.1. Схема автоматике безопасности парового котла и панель управления

Автоматика контролирует шесть основных параметров котла: температуру воды в экономайзере; давление пара в барабане котла; уровень воды в барабане котла; разрежение в верхней части топки котла; давление воздуха перед горелкой; давление газа перед горелкой; наличие факела. При отклонении перечисленных параметров от заданных значений сначала срабатывает аварийная сигнализация и выдается сообщение об отклонении параметра, а при превышении допустимых отклонений срабатывает защита и происходит отключение подачи газа в горелку.

В симуляторе предусмотрено два режима: ознакомительный режим; рабочий режим. В ознакомительном режиме есть возможность познакомиться с аварийными режимами работы котла и основными элементами автоматики безопасности. При нажатии кнопки “Стенд” на панели управления появляется щит сигнализации, на котором отражены все контролируемые параметры (рис.2).



Рис. 2 Щит сигнализации

Для знакомства с элементами автоматики достаточно счёлкнуть мышкой по любому из них и на экране появляется внешний вид, схема данного элемента и его краткая характеристика. В рабочем режиме видно срабатывание автоматики безопасности по каждому контролируемому параметру, есть возможность задавать его значения и оценивать допустимые отклонения. Работу автоматики можно наблюдать на схеме (рис.1), где перемещаются регулирующие органы, изменяются потоки газа и воздуха, изменяется уровень в барабане котла, работают дымосос и вентилятор, гаснет или загорается факел, а на щите сигнализации загораются или гаснут соответствующие сигнальные лампы (рис.2).

Симулятор автоматики безопасности водогрейного котла представляет собой обучающую программу, знакомящую с аварийными режимами водогрейного котла и работой автоматики безопасности.

Схема симулятора автоматики безопасности водогрейного котла представлена на рис. 3.

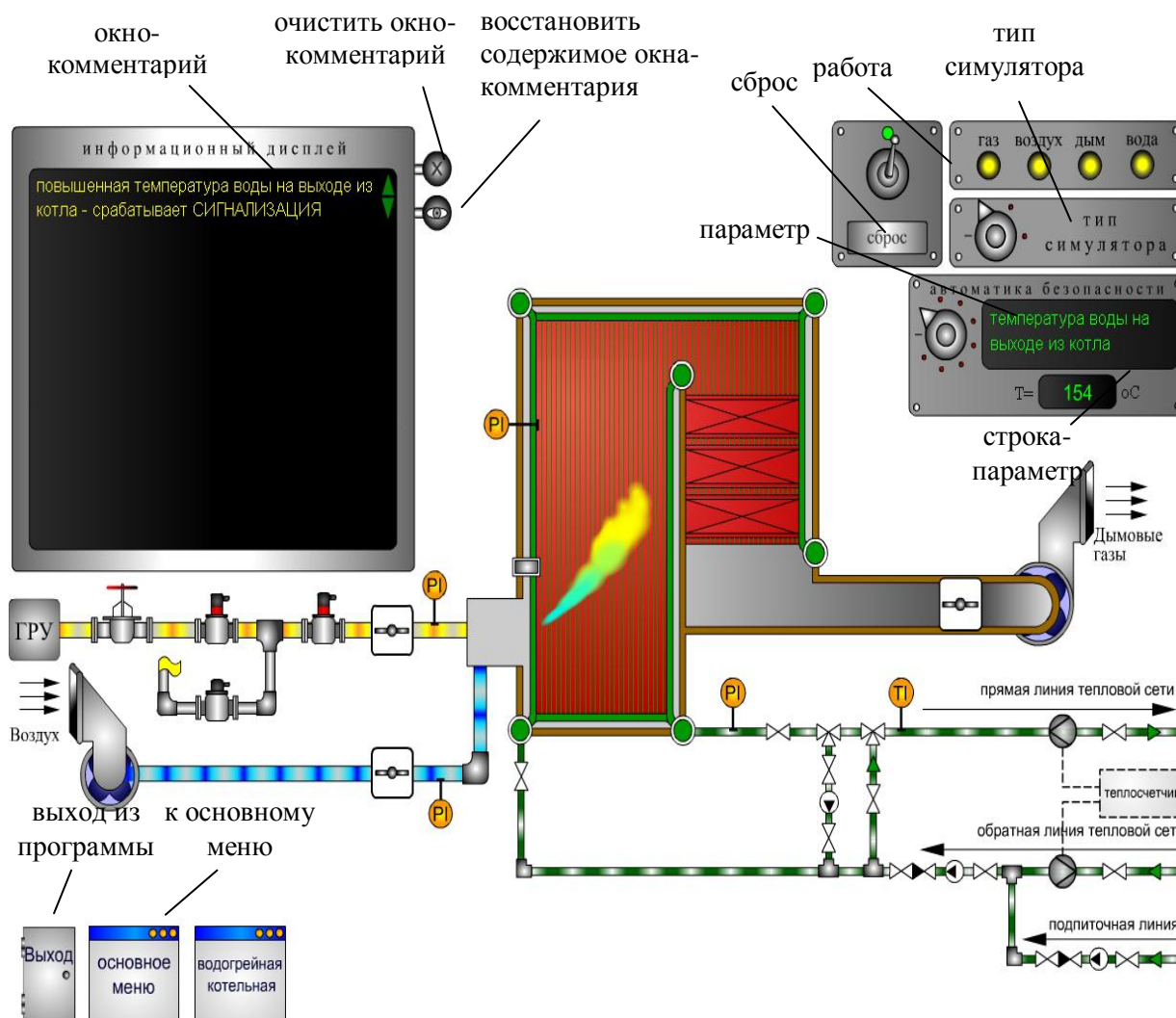


Рис. 3. Симулятор работы водогрейного котла

Для включения симулятора автоматики безопасности необходимо повернуть переключатель "тип симулятора" в позицию "автоматика безопасности" (рис. 3).

Автоматика безопасности контролирует шесть основных параметров котла: температуру воды на выходе из котла; давление воздуха перед горелкой; давление газа перед горелкой; разрежение в топке; расход

воды через котел; давление воды в котле, а также ситуацию погасания и отрыва факела и исчезновение напряжения в цепях защиты ПЗК. При отклонении перечисленных параметров от заданных значений срабатывает аварийная сигнализация и в окне-комментарии выдается сообщение об отклонении параметра. При больших отклонениях срабатывает защита и происходит прекращение подачи газа в горелку.

Симулятор позволяет просматривать работу автоматики безопасности по каждому контролируемому параметру, предварительно задавая его значение в строке «параметр» (рис. 3). Перед тем, как задать значение, необходимо включить котел в работу, предварительно опустив тумблер «работа» вниз; порядок включения безразличен; подразумевается, что защита сработает только во время непосредственной эксплуатации котла. Если это условие не выполнить, то при нажатии на тумблер «работа» элементы, которые необходимо включить, будут отмечены красными стрелками. После выполнения всех условий, выбора необходимого параметра и ввода его значения, при нажатии на тумблер «работа» срабатывает автоматика безопасности.

В симуляторе автоматики безопасности предусмотрен режим контроля полученных знаний в виде тестового задания.

Тест состоит из 15 вопросов, которые произвольным образом выбираются из 60. Вопросы в тесте с множественным выбором (4 варианта ответов). По завершении теста в окне «вывод» выдается процент правильных ответов и итог о прохождении теста. Все вопросы составлены на основе теоретической информации, помещенной в симулятор..

Симуляторы созданы с использованием пакета Flash MX.

Flash MX - это мультимедийная платформа компании Adobe. Она широко используется для создания веб-приложений, анимации, игр.

Платформа включает в себя ряд средств разработки, прежде всего, Adobe Flash Professional и Adobe Flash Builder (ранее Adobe Flex Builder);

а также программу для воспроизведения flash-контента — Adobe Flash Player [3,4].

Flash MX позволяет работать с векторной, растровой и даже с трёхмерной графикой. Одним из достоинств этой программы является то, что производительность Flash Player при воспроизведении анимации в несколько раз превышает производительность виртуальной машины Javascript в браузерах, поддерживающих стандарт HTML.

Интерфейс программы, используя систему вкладок, позволяет перемещаться по открытым файлам (рис.4).

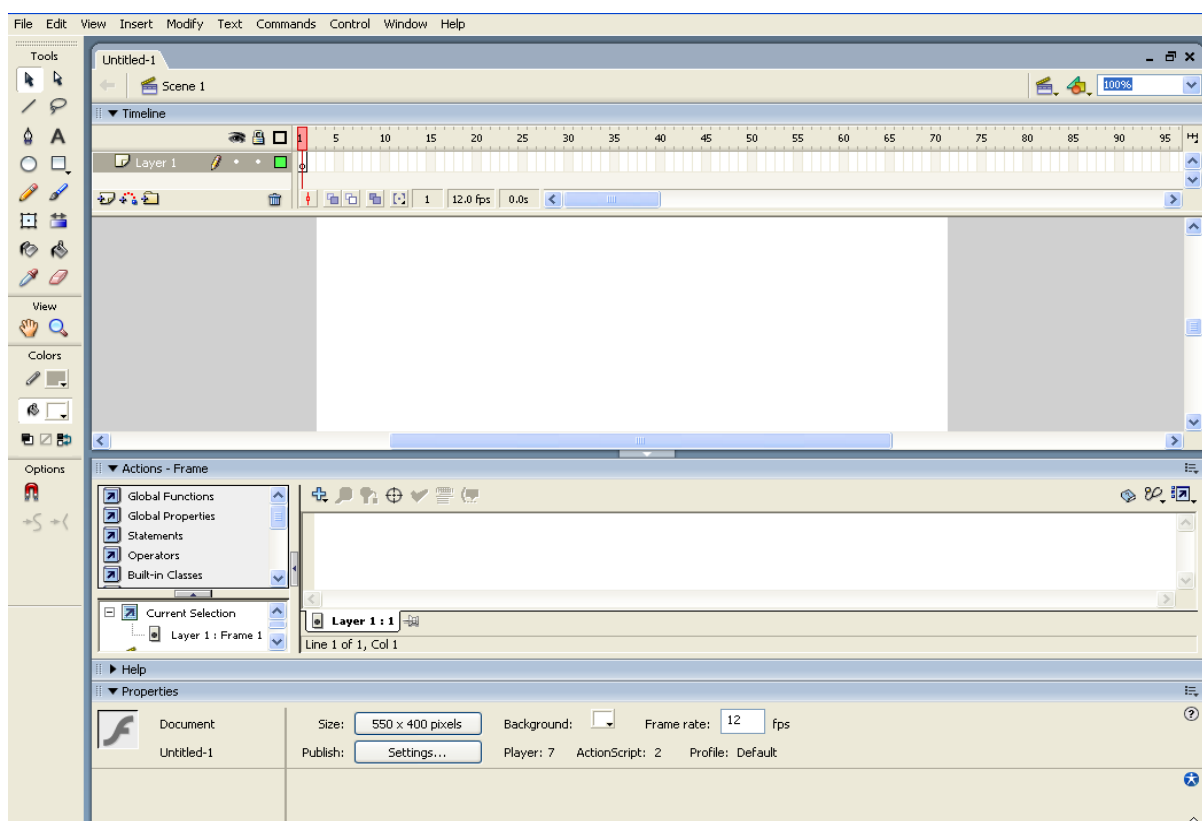


Рис.4. Интерфейс Flash MX 2004 для Windows

Ниже системы вкладок в центре находится рабочее поле. Это поле представляет собой видимую область создаваемого файла, на которой размещаются все визуальные элементы. Ниже рабочего поля расположено несколько панелей, определяющих настройки визуальных элементов, помещенных на рабочее поле. Кроме того имеется вкладка Actions, в

которой непосредственно вводится код на языке ActionScript 2.0 как для отдельного элемента, так и для всех элементов, помещенных на одном кадре.

Flash MX использует язык программирования ActionScript версии 2.0. ActionScript - это объектно-ориентированный язык программирования, который добавляет интерактивность, обработку данных и многое другое в содержимое Flash-приложений. В языке ActionScript 2.0 введено строгое определение типов, основанное на классах. То есть, имеются ключевые слова:

- class (класс),
- interface (интерфейс),
- extends (установка наследования)
- и прочие.

Этот язык можно использовать и в качестве процедурного, когда код представляет собой последовательность команд, которые выполняются по очереди.

ActionScript выполняется виртуальной машиной (ActionScript Virtual Machine), которая является составной частью Flash Player. ActionScript компилируется в байт-код, который включается в SWF-файл.

Пример на ActionScript:

Данный код создает новое текстовое поле, на глубине (depth) 0, в точке (0, 0) и размером 100 на 100 пикселей. Параметр text равен строчке "Hello, world".

```
createTextField("greet", 0, 0, 0, 100, 100);  
greet.text = "Hello, world".
```

Основным преимуществом Flash MX по сравнению с другими пакетами программирования является его сочетание мобильности работы практически со всеми известными видами графики с минимумом затрат

ресурсов. Технология векторного морфинга и объектно-ориентированный язык программирования ActionScript 2.0 позволяют практически несколькими строками задать любое анимационное движение объекта.

#### Выводы:

1. На кафедре АМТ КГТУ в последние годы разработан ряд обучающих программ, используемых на производстве и в учебном процессе, продолжением которого являются симуляторы автоматике безопасности парового и водогрейного котлов.
2. Симуляторы автоматике безопасности парового и водогрейного котлов позволяют изучить их аварийные режимы и познакомиться с работой автоматике безопасности. Они необходимы для подготовки оперативного персонала котельных. В симуляторах предусмотрен режим контроля полученных знаний в виде теста.
3. Симуляторы созданы в пакете Flash MX 2004 с использованием языка программирования ActionScript 2.0.

#### Библиографический список

1. Козлов А.С. Тренажер для подготовки операторов котельных /А.С.Козлов, В.Г.Шуваев // Вестник КГТУ – 2003 – №5.
2. Шуваев В.Г. Обучающий комплекс для подготовки операторов котельных/В.Г.Шуваев, А.Е.Савенков, С.А.Чистяков, И.Н. Моклокова // Вестник КГТУ – 2010. – № 24.
3. Вогилер Д., Пицци М.. Macromedia Flash MX professional 2004: Полное руководство/Д. Вогилер, М. Пицци – Пер. с англ.. – М.: Вильямс, 2004.
4. Тригуб С. Н. Macromedia Flash 2004 ActionScript 2.0.: справочник разработчика./ С. Н. Тригуб. – Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2005.

I. Cuzminov, V. Shuvaev