

приоритет ◆

МОЛОДЁЖЬ И ДЕТИ

НАЦИОНАЛЬНЫЕ
ПРОЕКТЫ
РОССИИ



Южно-Уральский
государственный
университет

Национальный
исследовательский
университет

Разработка системы управления электрогидравлического усилителя мощности на основе SCADA-системы

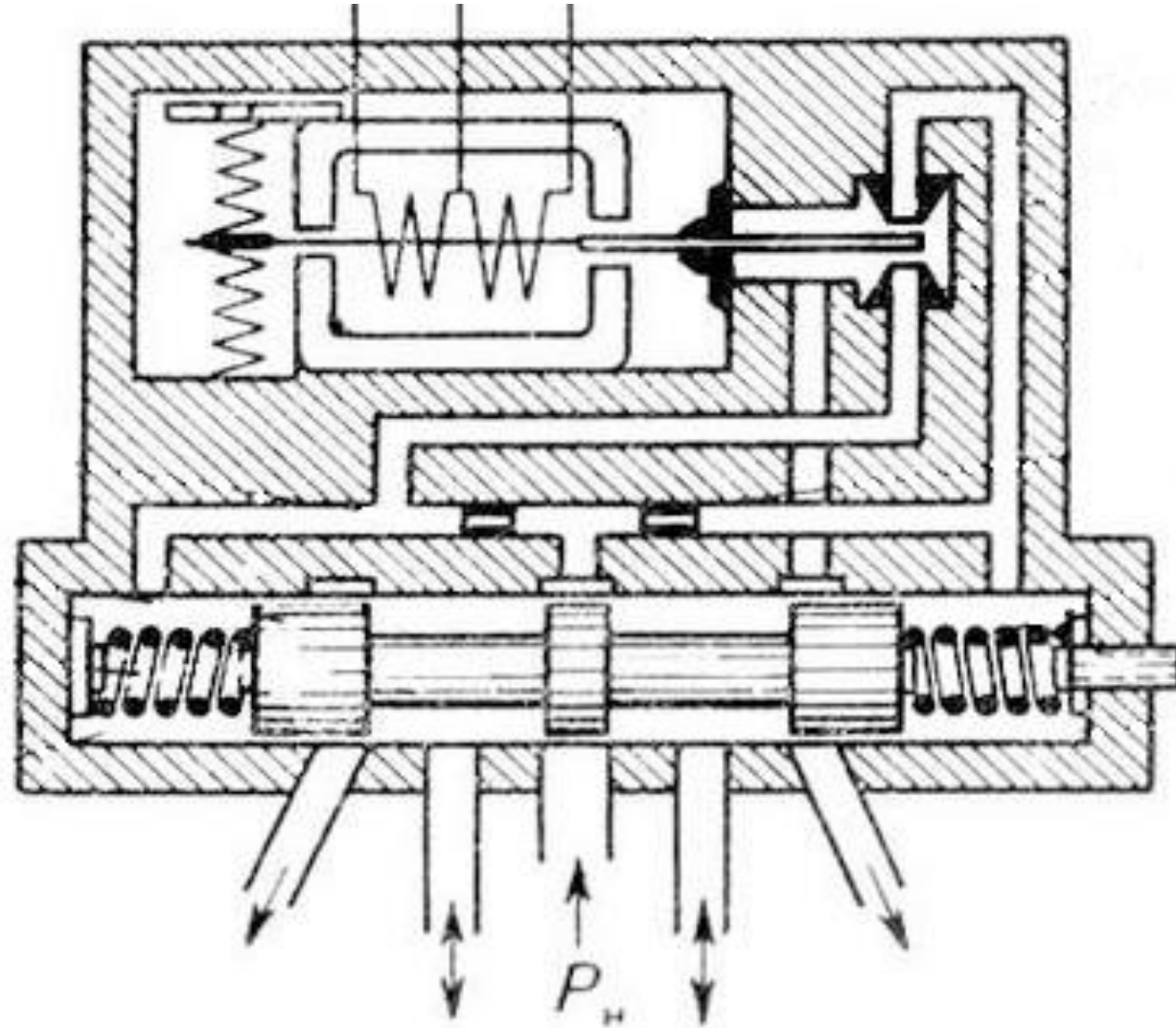
Руководитель: к.т.н., доцент
каф. ЭВМ Д.В. Топольский

Выполнил: студент КЭ-406
А.К. Мокрецкий

Электрогидравлические усилители мощности широко применяются в автоматизированных системах, где требуется высокая точность и надёжность. Для повышения эффективности таких систем необходима интеграция современных средств управления и визуализации — в частности, SCADA-сред.

Цель работы – разработать и смоделировать систему управления ЭГУМ в среде MasterSCADA с реализацией интерфейса, визуализацией состояния объекта и реализацию базовых функций аварийной сигнализации.

- Провести анализ современных технических решений в области управления электрогидравлическими системами и SCADA-технологий.
- Разработать математическую модель ЭГУМ и определить основные параметры объекта управления.
- Сформировать структурную схему системы управления с выделением ключевых компонентов и сигналов.
- Реализовать интерфейс оператора и алгоритмы управления в среде MasterSCADA.
- Выполнить имитационное моделирование работы системы, провести проверку функционирования и проанализировать результаты.



Структура модели

Модель состоит из взаимосвязанных блоков:

- Блок управления
- Электромеханическое звено
- Гидравлический распределитель
- Расчёт расходов масла
- Расчёт давления

Взаимодействие реализовано программно через скрипты и переменные.



- Сигнал управления от оператора задаётся в виде дискретной величины: $u(t) \in \{-1, 0, +1\}$ где -1 — движение золотника влево, $+1$ — вправо, 0 — возврат к центру.
- Положение золотника изменяется со скоростью v_{\max} в направлении сигнала. при моделировании для положения золотника была принята безразмерная величина x , $x \in [-1, +1]$ при $x = -1$ — золотник полностью смещён влево, при $x = 1$ — золотник полностью смещён вправо
- На основе положения золотника определяются активные каналы: при $x < -0,05$ открываются РА и ВТ, при $x > +0,05$ — РВ и АТ, при $x = 0$ все каналы закрыты

- Для каждого активного канала рассчитывается расход по формуле:

$$Q = \begin{cases} C_d \cdot A_{\text{отв}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot |\Delta P|}{\rho}}, & \text{если } \Delta P > 0 \\ -C_d \cdot A_{\text{отв}} \cdot \sqrt{\frac{-2 \cdot |\Delta P|}{\rho}}, & \text{если } \Delta P < 0 \\ 0, & \text{если } \Delta P = 0 \end{cases},$$

где Q – расход;

C_d – коэффициент расхода;

$A_{\text{отв}}$ – площадь открытого сечения (пропорциональна степени открытия золотника);

ΔP – перепад давления на канале;

ρ – плотность рабочей жидкости.

- Изменение давления рассчитывается на основе закона сжимаемости:

$$\Delta P = \frac{E}{V} \cdot \Delta V \Rightarrow P(t + \Delta t) = P(t) + \frac{E}{V} \cdot (Q_{\text{вход}} - Q_{\text{выход}}) \cdot \Delta t$$

где E – модуль объемной упругости рабочей жидкости; V – объём камеры;

ΔV – разность притока и оттока жидкости за шаг моделирования, $Q_{\text{вход}}$,

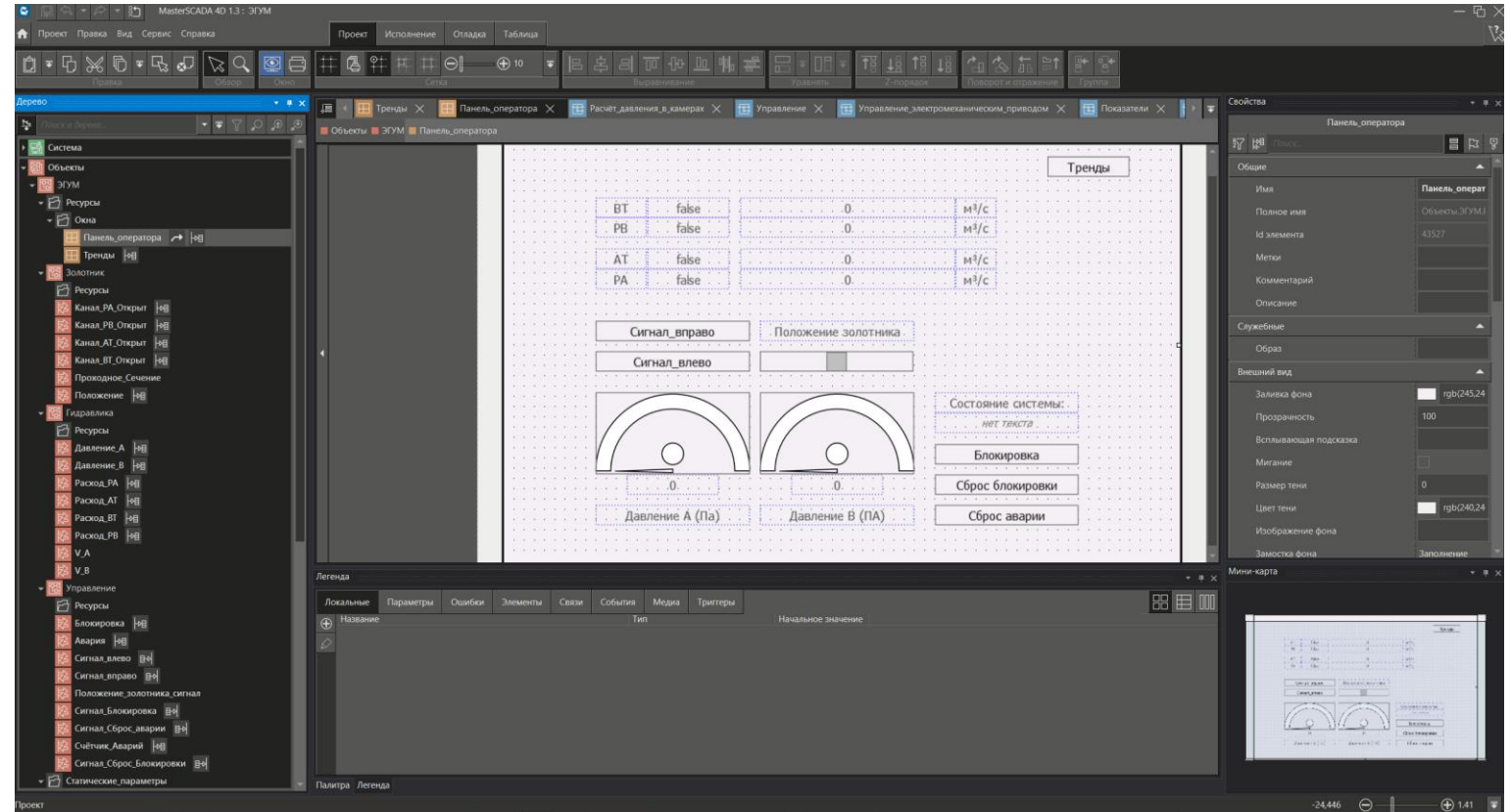
$Q_{\text{выход}}$ — расходы через соответствующие каналы.

Если давление в любой камере падает ниже заданного порога — формируется аварийный сигнал, и управление блокируется:

$$P_A < P_{\text{крит}} \text{ или } P_B < P_{\text{крит}} \Rightarrow \text{Авария}$$

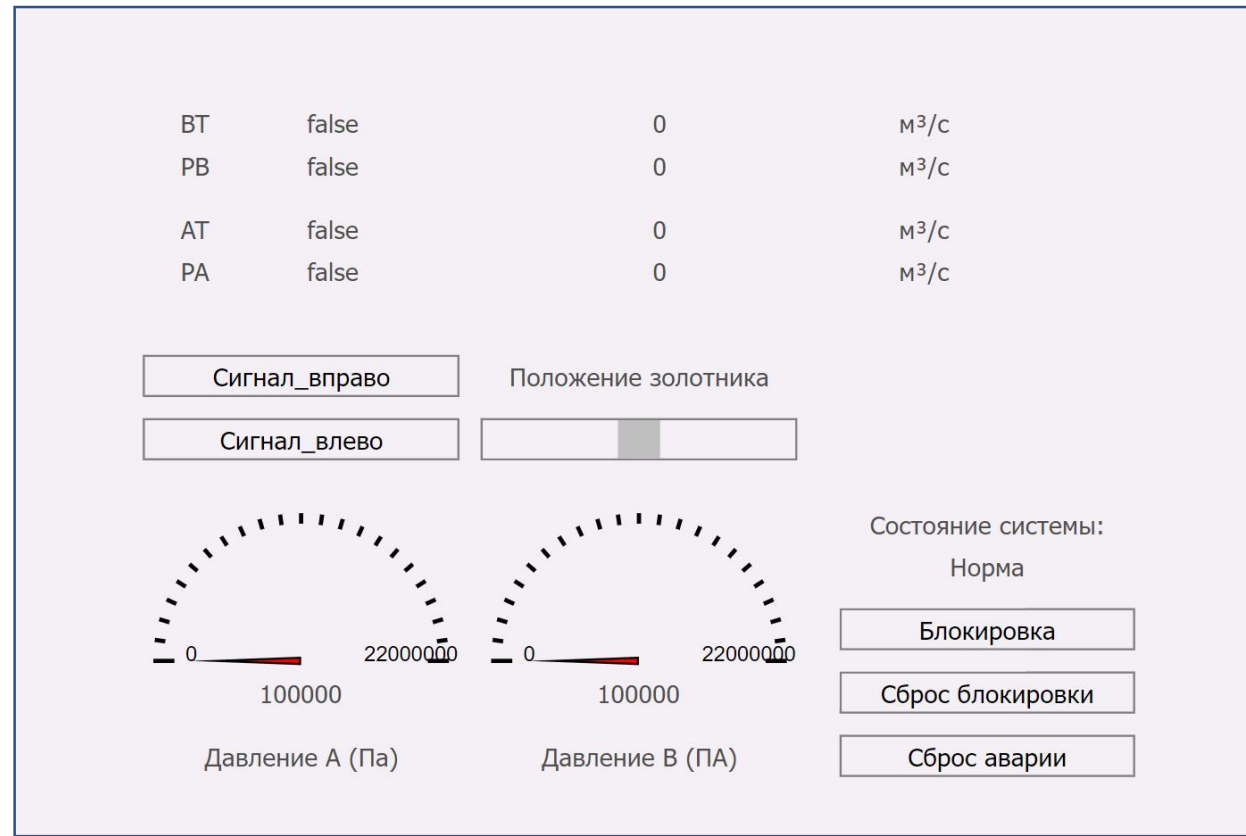
Реализация в MasterSCADA

Создан проект с моделью ЭГУМ. Все описанные ранее формулы были перенесены в скрипты в проект MasterSCADA.



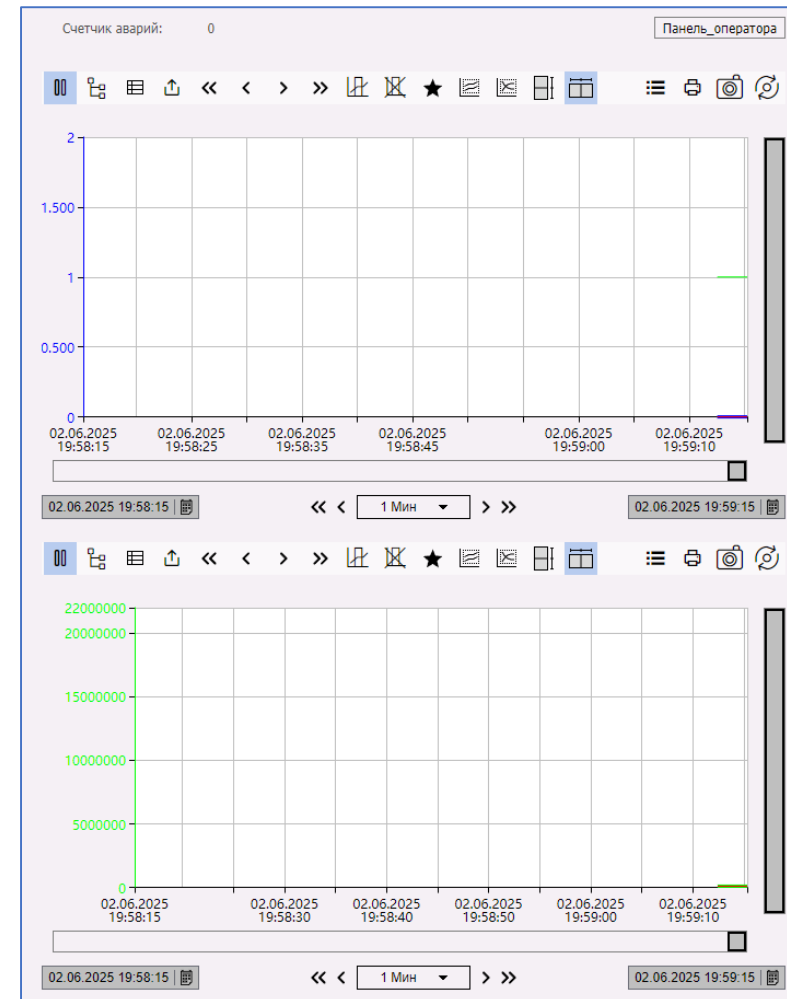
Интерфейс оператора

Интерфейс оператора представлен двумя окнами. Первое отображает состояние модели в реальном времени и предоставляет кнопки управления.



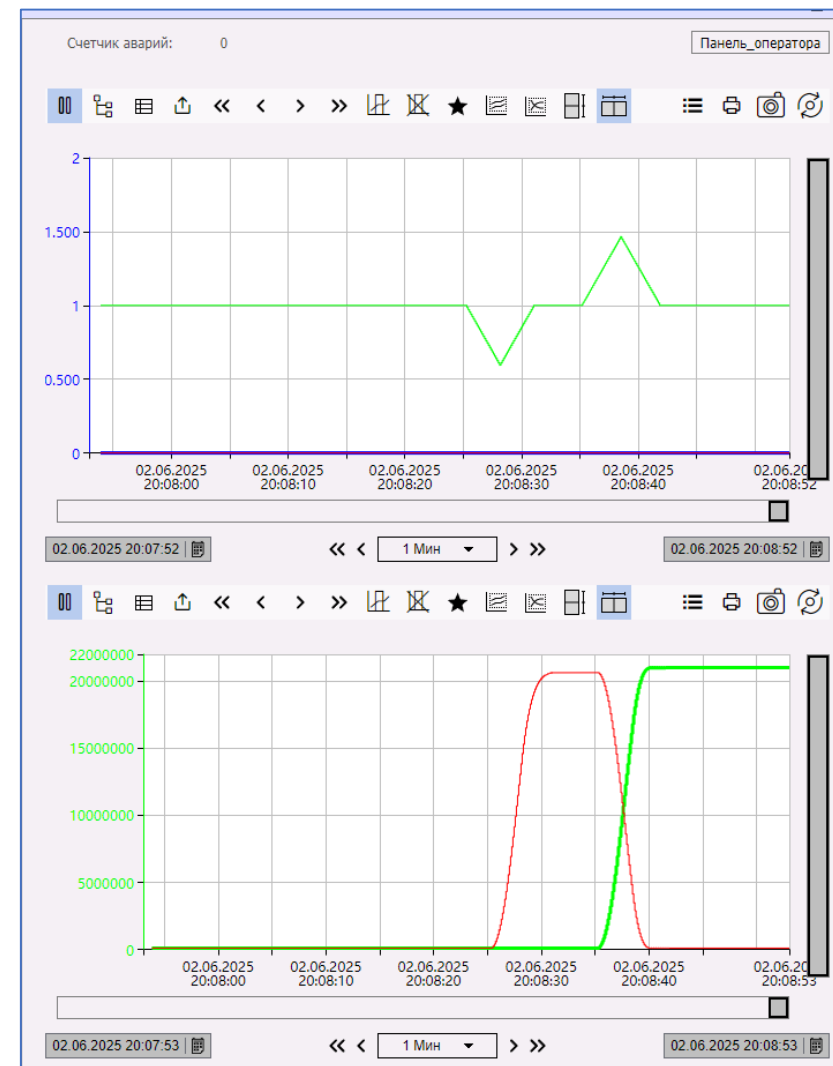
Интерфейс оператора

Второе окно отображает 2 графика.
Первый отображает движение
золотника, аварии и блокировки,
второй - изменения давления в камерах.



Сценарий 1.

В начальный момент система находится в покое: золотник в центре, давления в камерах равны давлению слива. При команде «влево» открываются каналы РА и ВТ, давление в А растёт, в В остаётся неизменным. После команды «вправо» открываются РВ и АТ — давление возрастает в В, а в А сбрасывается. В центральном положении все каналы перекрыты, давления в камерах сохраняются



Сценарий 2.

Во втором сценарии моделируется разгерметизация камеры А — неконтролируемая утечка при движении влево. Давление в А не успевает нарасти и падает ниже аварийного порога. Система фиксирует критическое состояние, устанавливается флаг «Авария», движение блокируется. После устранения причины и нажатия кнопки сброса авария снимается, и управление восстанавливается. Сценарий отражает отказ исполнительного устройства.

Сценарий 3.

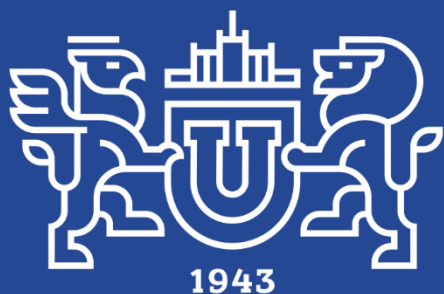
Третий сценарий моделирует внешнюю блокировку управления. При активном флаге «Блокировка» система игнорирует команды на движение: сигнал управления обнуляется, перемещения не происходит. Параметры остаются неизменными, интерфейс отображает блокировку. Управление становится доступным только после её снятия. Сценарий соответствует межблочному контролю или внешнему ограничению безопасности.

- Разработана имитационная модель электрогидравлического усилителя мощности на основе SCADA-системы MasterSCADA.
- Реализована структура управления с учётом аварийных режимов и логики блокировки.
- Разработан операторский интерфейс с визуализацией параметров и сигналов.
- Проведены испытания, подтвердившие корректность математической модели и алгоритмов.
- Модель может быть использована для обучения, отладки и дальнейших исследований в области автоматизации.

приоритет ◆

МОЛОДЁЖЬ И ДЕТИ

НАЦИОНАЛЬНЫЕ
ПРОЕКТЫ
РОССИИ



Южно-Уральский
государственный
университет

Национальный
исследовательский
университет

Спасибо
за внимание!

www.susu.ru