

РАЗРАБОТКА МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ УЗЛОМ РЕДУЦИРОВАНИЯ ГАЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ULTRALOGIK

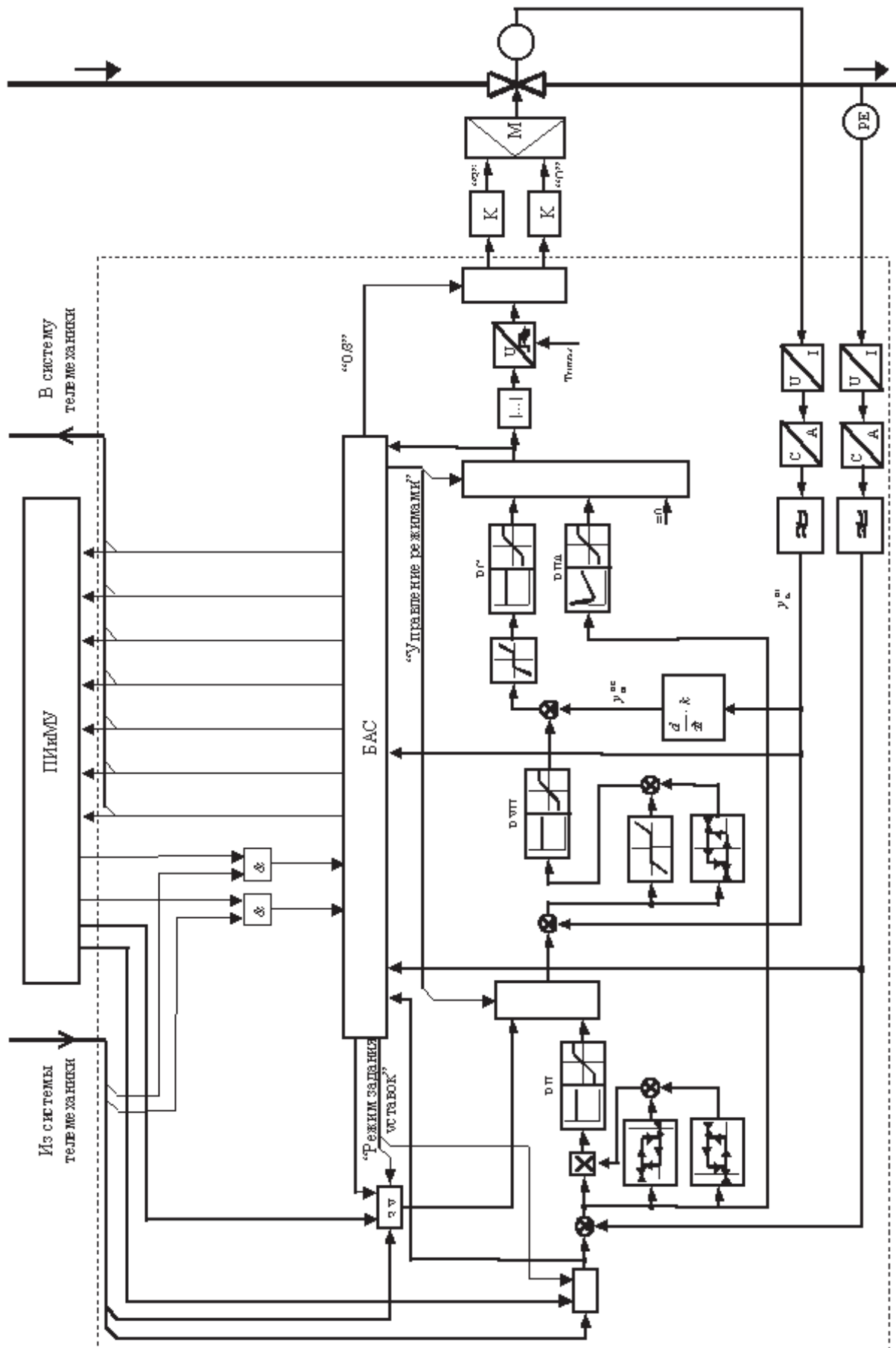
Колотов А. А., магистрант, Недвига А. В., Иванов Б. А., доценты, к. т. н.
(Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, Россия)

Среда программирования UltraLogik предназначена для разработки программного обеспечения сбора данных и управления, исполняемого на IBM PC совместимых контроллерах. В качестве основного языка программирования используется язык функциональных блоковых диаграмм Function Block Diagram. Система автоматического управления (САУ) разработана в соответствии с функциональной схемой САУ узлом редуцирования газа (УРГ), представленной на рисунке 1.

На схеме приняты следующие обозначения: МОСУ – модуль аппаратно-программной обработки сигналов управления; ПИиМУ – панель индикации и местного управления; Д/М – режим дистанционного или местного управления; ЗД – датчик давления; ЗУ – датчик угла открытия α ($\alpha = 90^\circ - \varphi$ – углы закрытия); MUX – мультиплексор; DMUX – демультимплексор; А/С – АЦП. В САУ реализован принцип подчиненного регулирования координат УРГ. Основной регулируемой координатой является давление газа на выходе УРГ (регулирование осуществляется регулятором давления РД во внешнем контуре), также имеется подчиненный контур регулирования угла поворота (α) запорных механизмов крана-регулятора (КР) (управление осуществляется регуляторами угла поворота РУ). Внутренним контуром является контур скорости движения КР (ω) (управление осуществляется регуляторами скорости поворота РС). Также в схеме предусмотрено наличие блока анализа сигналов (БАС), основные функции которого описаны в [1].

Реализация САУ УРГ в UltraLogik представлена на рисунке 2. На схеме приняты обозначения: LPF1 – фильтры нижних частот первого порядка; PVM – широтно-импульсный модулятор; Lim – ограничитель уровня сигнала. Программа содержит 17 подпрограмм, но для удобства представления выходы предыдущих подпрограмм соединены с соответствующими входами последующих подпрограмм и представлена в виде одного блока Controller.

Входными сигналами для контроллера в данном случае будут переменные: N_{pol} – угол поворота КР; P_{kr} – давление за КР; P_{ust_dist} – уставка на давление, передаваемая дистанционно из системы телемеханики; P_{masl} – давление в масляном аккумуляторе гидропривода КР. Данные переменные поступают от датчиков в виде токового сигнала 4 ... 20 мА. В контроллере реализованы анализ, масштабирование и фильтрация входных сигналов.



Рисунк 1 – Функциональная схема САУ УРГ

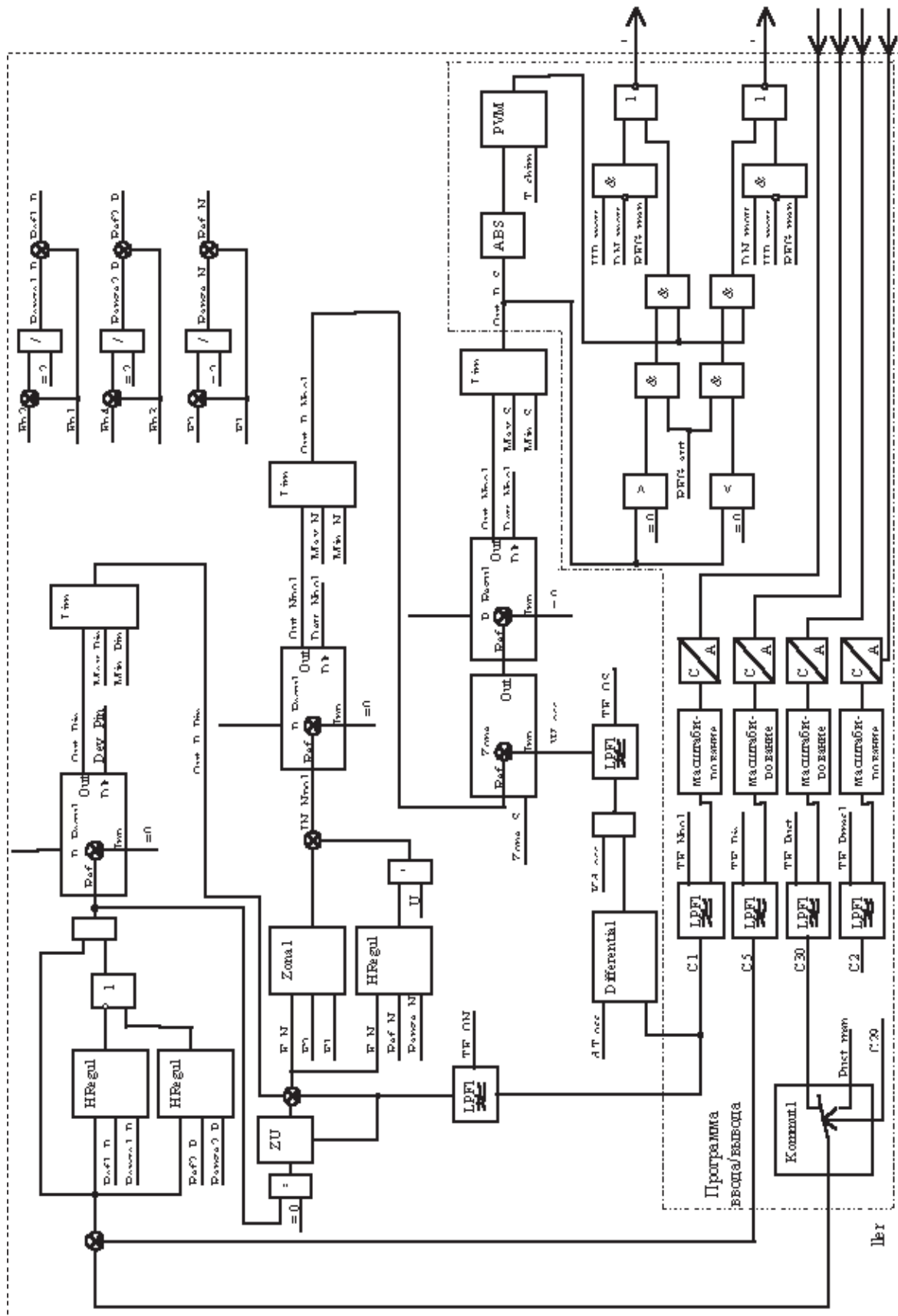


Рисунок 2 – Реализация САУ УРГ в UltraLogik

В каждом из трех контуров имеются П – регуляторы с ограничением амплитуды выходных сигналов, и зоны нечувствительности, описанные в [2].

Особенностью внутреннего контура скорости является то, что значение скорости не снимается с отдельного датчика, а пересчитывается из значений угла поворота. Для этого организовано дифференцирование перед регулятором скорости на основе функционального блока Differential. На вход данного блока поступает промасштабированный сигнал углового положения и интервал цифровой аппроксимации производной dT_{oss} . Полученный сигнал умножается на коэффициент дифференцирования Kd_{oss} и таким образом формируется сигнал скорости КР W_{oss} . Для снятия управления с соленоидов в моменты, когда угловое положение находится в заданных пределах, сформирована зона нечувствительности $Zone$, величиной $Zone_S$, равной скорости автомобиля КР под действием гидродинамического момента.

Из-за наличия гидродинамического момента, направленного на закрытие КР, необходимо во втором контуре системы производить принудительный вывод углового положения за значение угла, которому соответствует значение уставки давления. На время закрытия до определенного значения угла, управление должно полностью сниматься. Структура нелинейного элемента, находящегося в контуре угла представлена на рисунке 3. Две ветви статической амплитудной характеристики нелинейного элемента представлены на рисунке 4.

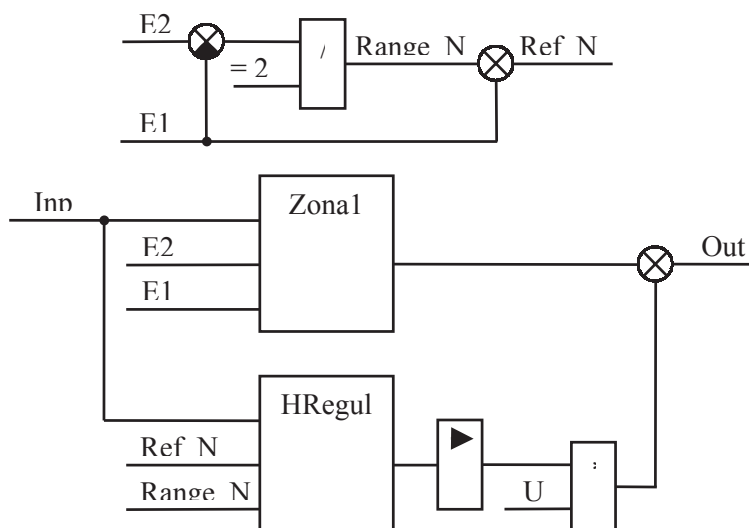


Рисунок 3 – Структура нелинейного элемента контура угла, сформированная в UltraLogik

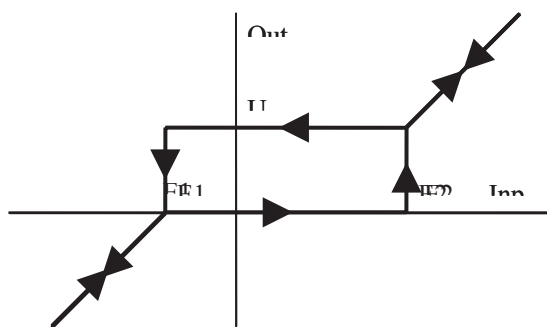


Рисунок 4 – Две ветви статической амплитудной характеристики нелинейного элемента контура угла

На рисунке 3 представлено формирование входных переменных для функционального блока «компаратор с гистерезисом» HRegul, а также реализа-

ция всего нелинейного элемента. К преимуществам такой реализации относятся возможность создания как симметричных, так и несимметричных зон нечувствительности и гистерезисной петли и контроль интенсивности принудительного вывода углового положения U . Произведение $U \cdot K_p \cdot N_{p01}$ становится уставкой скорости при изменении рассогласования по углу от E_2 до E_1 , следовательно принудительный вывод происходит с постоянной скоростью.

Из-за наличия такого нелинейного элемента в контуре угла необходимо во внешнем контуре давления обеспечить зону нечувствительности, границы которой были бы шире границ нелинейного элемента, описанного выше. К тому же, в момент попадания значения рассогласования по давлению в зону нечувствительности, должно сохраняться соответствующее значение угла в запоминающем устройстве ZU . Это значение являлось бы уставкой для внутреннего контура угла на время нахождения значения рассогласования по давлению в зоне нечувствительности. Для запоминания более точного значения угла, соответствующего уставке давления, необходимо, чтобы сохранение происходило при рассогласовании, близком к нулю. Структура нелинейного элемента контура давления представлена на рисунке 5. Две ветви статической амплитудной характеристики нелинейного элемента представлены на рисунке 6.

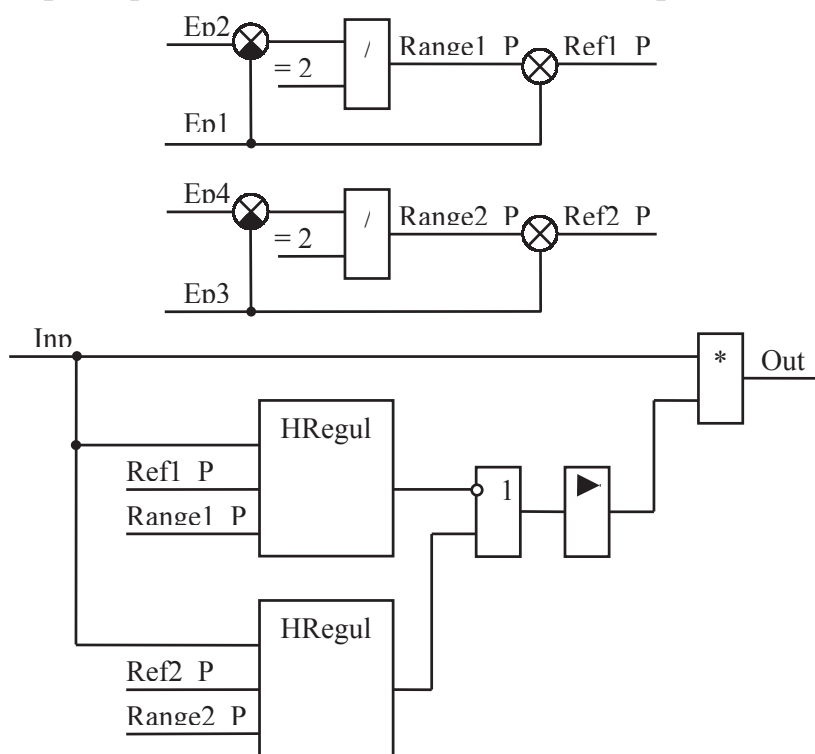


Рисунок 5 – Структура нелинейного элемента контура давления, сформированная в UltraLogik

Фактически, при попадании в эту зону нечувствительности, САУ становится двухконтурной. Запоминание уставки угла происходит при обнулении выходной координаты нелинейного элемента контура давления. Внешний контур подключается в переходных режимах.

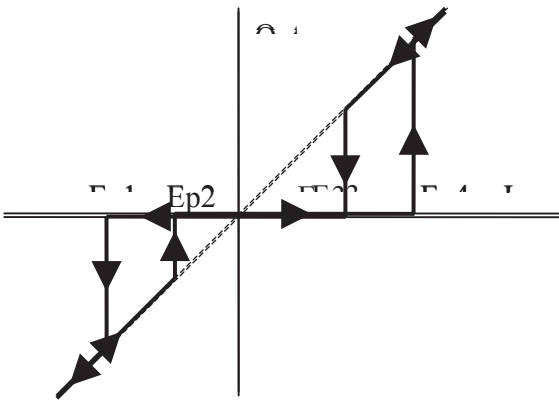


Рисунок 6 – Две ветви статической амплитудной характеристики нелинейного элемента контура давления

Внутренняя структура функционального блока, в котором реализуется запоминающее устройство, изображена на рисунке 7.

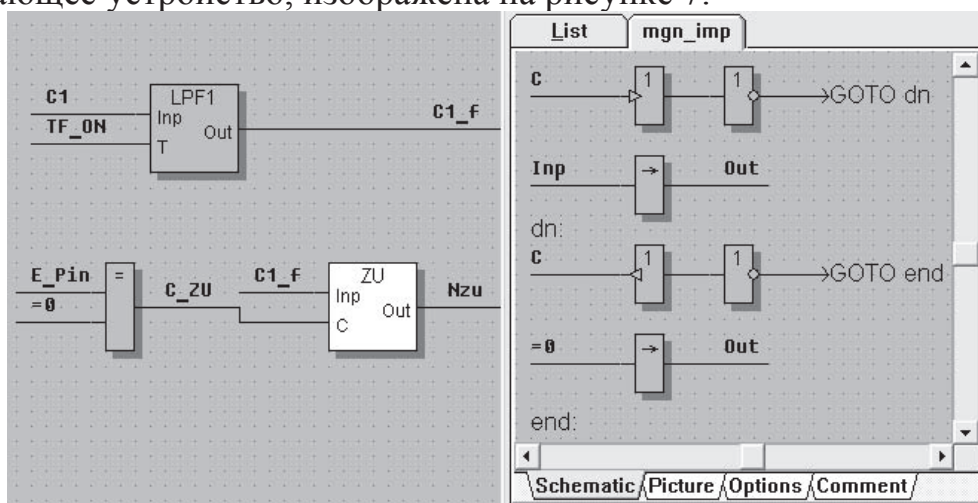


Рисунок 7 – Структура запоминающего устройства.

Работа запоминающего устройства осуществляется следующим образом. При обнулении переменной E_Pin на выходе нелинейного элемента в контуре давления, значение C_ZU на выходе элемента сравнения устанавливается в единицу, а в ZU по переднему фронту этого импульса происходит приравнивание значения переменной Nzu отфильтрованному значению углового положения $C1_f$ с дальнейшим удержанием этого значения. При выходе рассогласования по давлению за значения $Ep1$ или $Ep4$, переменная E_Pin принимает значение отличное от нуля, переменная C_ZU становится равной нулю и в ZU происходит приравнивание к нулю переменной Nzu . Нулевое значение на выходе ZU удерживается до возникновения нового импульса, свидетельствующего об обнулении переменной E_Pin .

Поскольку гидропривод управляется четырьмя соленоидами, два из которых управляют закрытием, а два других – открытием КР, то необходимо организовать два выходных сигнала управления на каждую пару соленоидов. Кроме того, необходимо учесть возможность как автоматического, так и ручного управления. Формирование сигналов управления гидроприводом осуществляется согласно схеме, изображенной на рисунке 8.

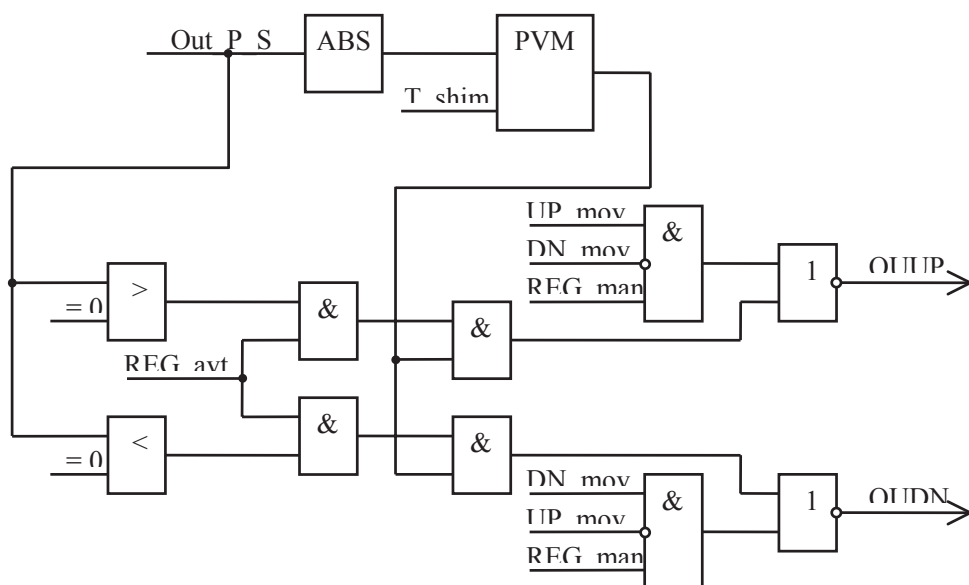


Рисунок 8 – Формирование выходных сигналов

В автоматическом режиме управления определяется знак выходной координаты регулятора скорости и подготавливается к работе соответствующий канал управления. Импульсы широтно-импульсного модулятора PVM таким образом коммутируются на соответствующий выход (OUUP – сигнал на открытие КР, OUDN – сигнал на закрытие КР). В ручном режиме управление осуществляется при помощи логических сигналов UP_mov и DN_mov. Одновременное срабатывание соленоидов открытия и закрытия КР блокируется логически. Одновременное включение автоматического и ручного режимов блокируется механически на переключателе. В контроллере также реализованы алгоритмы выживания в аварийных ситуациях, описанные в [3].

Полученная САУ позволяет эффективно осуществлять управление УРГ с гидроприводом. Модификация блока, изображенного на рисунке 8, дает возможность управлять УРГ с другими типами привода. Отладка программного обеспечения САУ УРГ произведена на базе установки, описанной в [4].

Перечень ссылок

1. Колотов А. А., Недвига А. В., Иванов Б. А. Система автоматического управления узлом редуцирования газа / Автоматизация технологических объектов та процесів. Пошук молодых. Збірник наукових праць IV Міжнародної науково-технічної конференції аспірантів та студентів в м. Донецьку 11-14 травня 2004р. – Донецьк, ДонНТУ, 2004. – 479 с.
2. Конанов Е. А., Колотов А. А., Недвига А. В. Настройка регуляторов системы автоматического управления узлом редуцирования газа / В настоящем сборнике.
3. Колотов А. А., Недвига А. В. Алгоритмы выживания системы автоматического управления узлом редуцирования газа в аварийных ситуациях / В настоящем сборнике.
4. Конанов Е. А. Стенд для настройки системы управления узлом редуцирования газа / В настоящем сборнике.