

Аннотация

Общий объем выполненной бакалаврской работы на тему «Автоматизированная система визуализации и контроля состояния противопожарной установки нефтеперекачивающей станции» составил 75 страниц, используется 16 таблиц, 35 рисунков, библиографических источников – 24. Графическая часть содержит 8 листов формата А1.

Ключевые слова: АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ВИЗУАЛИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ, НЕФТЕПЕРЕКАЧИВАЮЩАЯ СТАНЦИЯ, ПРОТИВОПОЖАРНАЯ УСТАНОВКА.

Работа состоит из пяти глав.

В главе 1 «Характеристика объекта автоматизации» приведены общие сведения о нефтеперекачивающих станциях и противопожарных установках.

В главе 2 «Структура автоматизированной системы» описана структурная схема разрабатываемой системы визуализации и контроля.

В главе 3 «Анализ и выбор датчиков как нижнего уровня автоматизированной системы» осуществлен анализ подходящих для системы датчиков уровня, температуры, давления и выбор среди них наиболее эффективного и выгодного варианта.

В главе 4 «Проектирование среднего уровня системы» описаны конструктивные и функциональные особенности среднего уровня системы, дан анализ и осуществлен подбор контроллера, обладающего достаточными функциональными возможностями для обеспечения работоспособности данного уровня.

В главе 5 «Программное обеспечение и рабочее место оператора» осуществлен выбор и характеристика среды разработки для диспетчерского контроля за состоянием противопожарной установки, описаны методы конфигурирования системы, разработана база данных, разработан интерфейс оператора, выбрана и обоснована цветовая палитра, приведены формы для работы оператора, разработан и описан алгоритм работы программы

Abstract

The topic of the given graduation work is automated system for visualization and control of a fire-fighting installation of an oil pumping station.

The graduation work consists of an explanatory note on 75 pages, introduction, including 35 figures, 16 tables, the list of 24 references including 5 foreign sources, and the graphic part on 8 A1 sheets.

The graduation work describes in details three-level distributed system with a separation according to its functions to be performed. The purpose of this system is the centralized monitoring, real-time status of process parameters and equipment and operational and visual display on the screens of the notification about emergency situations.

We first provide a range of level sensors, temperature sensors, pressure sensors, and industrial controller. Then we analyze the existing SCADA-system, compare and finally select the most suitable SCADA-package iFix that has sufficient to achieve the target functionality.

Much attention is given to development of the operator interface, which provides all necessary functions for the design and safe graphic screen forms, reports, and scripts that help operators to interact with the system monitoring and control.

Overall, the results suggest that developed automated system for visualization and control of a fire-fighting installation of an oil pumping station improves the efficiency of management, operation and security of the oil facility.

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение..... | 9 |
| 1. Характеристика объекта автоматизации..... | 10 |
| 2. Структура автоматизированной системы..... | 14 |
| 3. Анализ и выбор датчиков как нижнего уровня автоматизированной системы..... | 17 |
| 3.1. Датчики уровня..... | 18 |
| 3.2. Датчики температуры..... | 20 |
| 3.3. Датчики давления..... | 22 |
| 4. Проектирование среднего уровня системы..... | 25 |
| 4.1. Конструктивное исполнение..... | 25 |
| 4.2. Функциональное назначение..... | 25 |
| 5. Программное обеспечение системы и рабочее место оператора..... | 28 |
| 5.1. Выбор среды разработки..... | 30 |
| 5.2. Конфигурирование системы..... | 34 |
| 5.3. Описание базы данных..... | 35 |
| 5.4. Цветовая политика..... | 38 |
| 5.5. Разработка интерфейса оператора..... | 39 |
| 5.6. Разработка форм для работы оператора..... | 59 |
| 5.7. Алгоритм работы программы..... | 61 |
| Заключение..... | 72 |
| Список использованных источников..... | 73 |

Введение

При пожарах на нефтяных станциях возникает огромная вероятность последующего взрыва. Его ликвидация особо сложна и не редко представляет угрозу жизни для пожарных. Такой пожар намного легче предотвратить на начальной стадии. Соответственно, система пожаротушения должна быть всегда в состоянии рабочей готовности: емкости с пенообразователем и водой должны быть максимально заполнены и находиться при определенной температуре. Точные сведения об этих данных позволят оператору контролировать состояние системы пожарного тушения, в частности ее готовность и пригодность к тушению очага возгорания.

Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что отсутствие данных о подготовленности стационарных технических средств, предназначенных для тушения пожара, приводит к ощутимой нехватке контроля за работоспособностью системы пожаротушения, что в свою очередь может быть причиной несвоевременной ликвидации огня.

Актуальность определила цель – разработку автоматизированной системы визуализации и контроля состояния противопожарной установки нефтеперекачивающей станции.

В соответствии с поставленной целью были сформулированы следующие задачи:

- выбор и анализ датчиков и контроллера в разрабатываемой системе;
- выбор SCADA-пакета и его анализ на соответствие необходимого функционального набора;
- разработка интерфейса, форм и алгоритмов для работы оператора;
- предоставление необходимых данных о состоянии системы пожаротушения на рабочее место инженера или оператора.

1 Характеристика объекта автоматизации

В современном мире наиболее распространенным вариантом транспортировки нефти является использование магистральных нефтепроводов. Они обеспечивают связь между областью добычи нефти и зонами ее потребления. Последними могут выступать нефтеперерабатывающие заводы, пункты налива нефти в цистерны, нефтебазы.

От других видов трубопроводов, промысловых и технологических, также применяемых в транспортировке нефтепродуктов, магистральные нефтепроводы отличает высокая пропускная способность и большая протяженность. Пропускная способность определяется отношением массового годового расхода нефти к произведению плотности нефти на число рабочих часов в году. Протяженность магистральных нефтепроводов составляет не менее 50 км. Также к основным характеристикам нефтепроводов относят их диаметр (у магистральных она лежит в диапазоне от 219 до 1400 мм) и давление в трубопроводе (должно варьироваться в интервале от 1,2 до 10 МПа).

Через каждые 70 – 150 км на магистральных нефтепроводах устанавливаются нефтеперекачивающие станции: головные или промежуточные.

В начале магистрального нефтепровода строят головные станции. Их основное назначение заключается в перекачке нефти из резервуарных парков в трубопровод.

Главной функцией промежуточных станций является обеспечение необходимого значения давления для возможности дальнейшей перекачки нефтепродуктов.

В состав головной нефтеперекачивающей станции входят:

- резервуарный парк – участок станции, на котором расположены емкости для сбора или хранения нефти;
- подпорная насосная – станция, осуществляющая забор нефти из резервуарного парка и подающая ее затем на магистральную насосную с таким напором, который обеспечит бескавитационную работу насосных агрегатов;

– насосная станция с магистральными насосными агрегатами – станция, принимающая нефть и нефтепродукты от подпорной насосной и передающая ее затем в магистральный нефтепровод;

– фильтры-грязеуловители, фильтры-решетки – необходимы для очистки нефти от механических примесей, парафиново–смолистых отложений.

– узел регулирования давления – служит для поддержания давления в настроенном диапазоне;

– узлы с предохранительными устройствами – состоят из клапанов, чувствительных к уровню давления, при превышении настроенного уровня давления клапаны открываются, при этом происходит процесс частичного сброса нефти в резервуарный парк;

– узел учета – обеспечивает оперативный контроль прохождения нефти через промежуточные станции;

– технологические трубопроводы;

– местный диспетчерский пункт – помещение, предназначенное для контроля и управления оператором технологического процесса транспортировки нефти;

– системы водоснабжения, теплоснабжения, вентиляции, канализации, электроснабжения, телемеханики, связи, производственно-бытовые здания и сооружения;

– система пенного пожаротушения нефтеперекачивающей станции.

В данной работе под противопожарной установкой (или системой пенного пожаротушения) понимается технологическая установка, реализующая технологический процесс пожаротушения на нефтеперекачивающей станции.

В состав системы пенного пожаротушения входят:

- насосная пеноотушения, состоящая из пожарных насосов, основное предназначение которых состоит в подаче пенообразователя, позволяющего получить пену средней кратности;

- система пенопроводов;

- резервуары с водой, предназначенные для поддержания постоянного объема воды на станции пенотушения, максимальное значение которого составляет 1000 кубических метров;

- емкости для хранения пенообразователя;
- узлы смешивания пенообразователя с водой;
- система автоматики пенотушения и пожарной сигнализации.

В случае поступления сигнала, извещающего об имеющемся возгорании на любом из объектов защиты, происходит включение одного из насосов, который подает раствор пенообразователя к месту пожара.

Основным средством, используемым при ликвидации возгорания на нефтеперерабатывающих станциях, на протяжении последних 100 лет остается воздушно-механическая пена низкой или средней кратности.

Воздушно– механическая пена – это концентрированная эмульсия воздуха в водном растворе пенообразователя, получаемая в результате механического смешивания воздуха, воды и пенообразователя в соотношении 90 % воздуха, 9,6 – 9,8 % воды, 0,2 – 0,4 % пенообразователя.

Важнейшей характеристикой пены является ее кратность. Кратность пены – величина, равная отношению объёмов пены и раствора, пошедшего на образование пены. Если отношение объема пены к объему раствора не более 20, пена является низкой кратности. Если отношение лежит в пределах от 20 до 200 – пена является средней кратности.

Согласно регламенту эксплуатации автоматических установок пенного пожаротушения, в системе пенного пожаротушения для получения воздушно– механической пены используется пленкообразующий пенообразователь "Подслойный", характеризующийся свойством самопроизвольного формирования на поверхности углеводородов пленки, которая предотвращает поступление паров воды в зону горения. Данный вид пенообразователя имеет Российский Сертификат пожарной безопасности.

Особое внимание отводится хранению пенообразователя. Рекомендательный характер носит хранение в концентрированном виде и при этом использовать закрытые емкости из нержавеющей стали или полимерных материалов.

Сохранность пенообразователя также обеспечивается соблюдением температурного режима: интервал температур варьируется от 5 до 40 °С, наиболее оптимальная температура составляет 20 °С.

При соблюдении данных норм срок хранения пенообразователя составляет 10 лет.

Согласно регламенту эксплуатации автоматических установок пенного пожаротушения, приказом по нефтеперекачивающей станции назначают оперативный (дежурный) персонал. Оперативный персонал проводит работы по техническому обслуживанию и планово-предупредительному ремонту противопожарных установок, осуществляет круглосуточный контроль состояния и управления противопожарной установки. При приеме смены оператор обязан проверить работоспособность противопожарной установки путем внешнего осмотра по перечню параметров, утвержденных главным инженером районного нефтепроводного управления.

Статьей 83 Федерального закона от 22.07.2008 N 123–ФЗ (ред. от 03.07.2016) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» установлено обязательное обеспечение противопожарных установок устройствами контроля их работоспособности, а также выполнение функций обнаружения пожара, формирование управляющих сигналов на технические средства оповещения, приборы управления установками пожаротушения, а также информирование дежурного персонала о возникновении неисправности линий связи между отдельными техническими средствами, входящими в состав противопожарной установки.

2 Структура автоматизированной системы

Автоматизированная система визуализации и контроля противопожарной установки нефтеперекачивающей станции представляет собой трехуровневую распределенную систему с разделением по выполняемым функциям.

Структурная схема автоматизированной системы визуализации и контроля противопожарной установки нефтеперекачивающей станции представлена на рисунке 2.1.

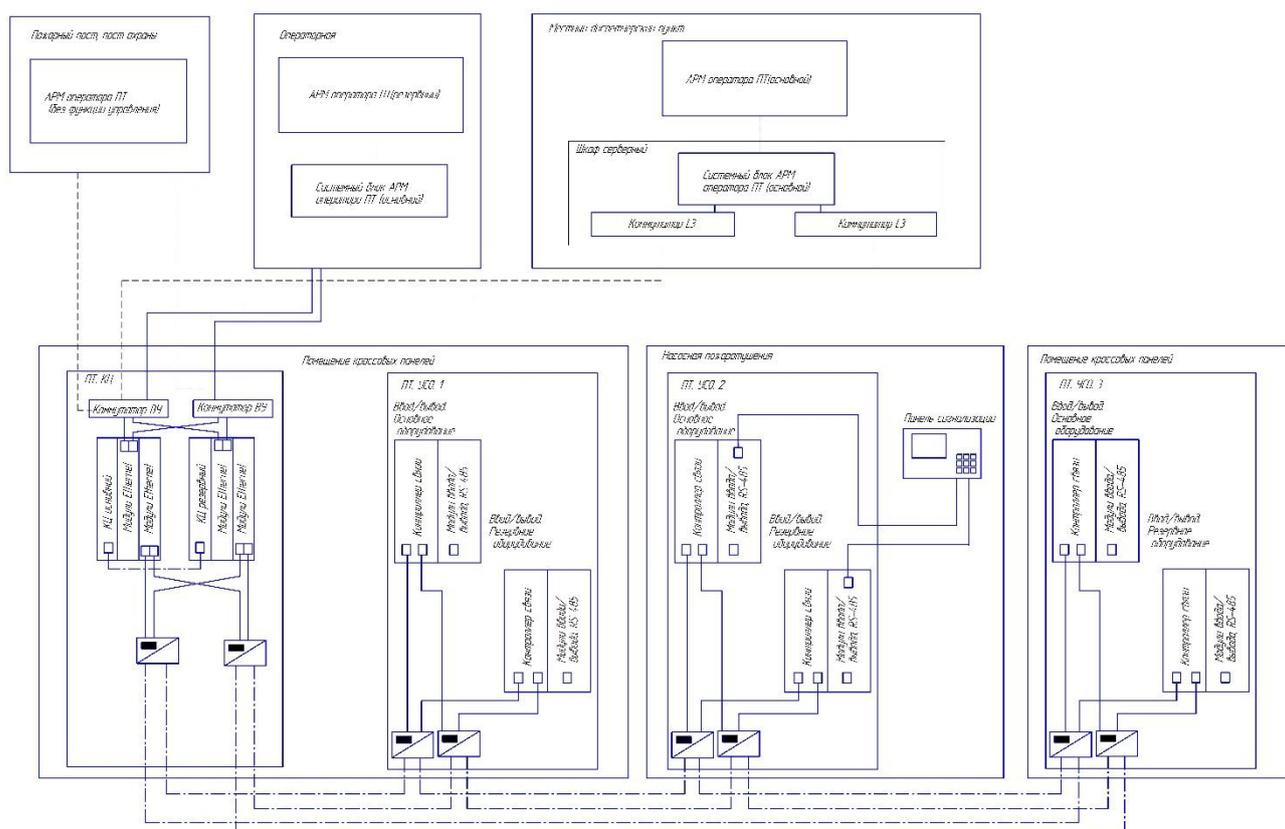


Рисунок 2.1 – Структурная схема автоматизированной системы визуализации и контроля противопожарной установки нефтеперекачивающей станции

Основными техническими средствами нижнего уровня являются датчики – первичные преобразователи, от которых поступают сигналы измерительной информации. То есть нижний уровень определен выбором датчиков для измерения уровня воды в резервуарах, уровня пенообразователя в емкостях, температуры воды, температуры в помещении и давления в пенонасосах. Эти первичная информация необходима для получения сведений о состоянии резервуаров с запасом воды,

емкостей с пенообразователем, а также об имеющемся напоре в насосе, используемом для подачи воды.

Средний уровень – уровень управления оборудованием, уровень контроллеров. На этом уровне программируемый логический контроллер получает информацию с датчиков о состоянии технологического процесса и выдает команды управления в соответствии с запрограммированным алгоритмом управления на исполнительные механизмы.

На верхнем уровне распределенной системы решаются такие задачи, как диспетчеризация технологического процесса, оптимизация режимов, контроль технологического оборудования. Для решения подобных задач необходимо непосредственное участие человека, то есть оператора, который осуществляет взаимодействие с системой через человеко-машинный интерфейс. Его разработка и функционирование возможны при использовании SCADA-систем.

К техническим средствам верхнего уровня относят промышленные серверы, сетевое оборудование, диспетчерские и операторские станции.

Под промышленным сервером понимают вычислительную систему, которая характеризуется высокой надежностью и отказоустойчивостью. В задачи промышленного сервера входит длительное хранение и накопление большого объема информации о технологическом процессе в разрезе реального времени, и соответственно, обеспечение многочисленного доступа к ней с различных автоматизированных рабочих мест.

В состав сетевого оборудования входят концентраторы, преобразователи, коммутатор. Используя сетевое оборудование, сетевые каналы, оптоволоконные линии связи образуют распределенную вычислительную сеть промышленного назначения, характеризующуюся высокой скоростью, а их резервирование обеспечивает отказоустойчивость сети.

Автоматизированные рабочие места являются основными составляющими оперативного уровня. Они могут располагаться в различных зданиях или помещениях, но при этом объединяться в локальную сеть и образовывать информационно-вычислительный комплекс.

Автоматизированные рабочие места могут быть между собой идентичными по типу получаемых данных и по функциональным возможностям, то есть полностью равноправными, а могут различаться, исходя из особенностей работы участка производства и его обслуживающего персонала.

3 Анализ и выбор датчиков как нижнего уровня системы

Нижний уровень обусловлен выбором датчиков уровня, температуры и давления для получения информации о состоянии резервуаров с запасом воды, емкостей с пенообразователем, а также об имеющемся напоре в насосе, используемом для подачи воды.

К нижнему уровню разрабатываемой системы предъявляются следующие общие требования.

Средства измерений должны быть внесены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Датчики давления должны иметь унифицированный токовый выходной сигнал 4 – 20 мА. Датчики давления должны быть многопределными и настраиваться на верхний предел измерений или диапазон измерений от P_{\min} до P_{\max} по стандартному ряду давлений, указанному в ГОСТ 22520–85 «Датчики давления, разрежения и разности давлений с электрическими аналоговыми выходными сигналами государственной системы промышленных приборов», а также на верхний предел или диапазон измерений, отличающийся от стандартного.

Термометры сопротивления (датчики температуры) должны быть платиновыми с градуировкой Pt100 и с четырёхпроводной схемой подключения.

Признаком недостоверности измерений датчиков с выходным сигналом 4 – 20 мА должно являться превышение (занижение) верхнего (нижнего) предела измерения величины с учетом основной приведенной погрешности измерительного канала. При выходе значения измеренного параметра за диапазон средства измерения в базу данных записывается измеренное значение сигнала данного средства измерения, а на видеокadre отображается значение параметра, соответствующего граничному значению верхнего или нижнего диапазона измерения.

Согласно общим требованиям, предъявляемым к нижнему уровню, осуществим выбор датчиков уровня, температуры и давления.

3.1 Датчики уровня

Для измерения уровня воды и пенообразователя будем использовать уровнемеры с радарной волноводной технологией.

Радарная технология является надежным и выгодным решением, так как характеризуется отсутствием механических деталей, которые могут забиваться отложениями (например, поплавков в поплавковых уровнемерах), высокой точностью измерений и малыми затратами на техническое обслуживание.

Радарные уровнемеры существуют в двух видах: волноводные или бесконтактные. В случае, когда требуются измерения границы раздела нефти, воды, пенообразователя применяют волноводные радарные уровнемеры.

Согласно технологии рефлектометрии с временным разрешением, на которой основывается принцип действия радарных волноводных уровнемеров для измерения уровня контролируемой среды используют импульсы электромагнитной энергии, которые передаются по волноводу (зонду). Когда импульс достигает поверхность среды, диэлектрическая проницаемость которой выше, чем у воздуха ($\epsilon_r = 1$), происходит его отражение. При этом система измерения времени точно определяет время распространения импульса, в результате чего обеспечивается точное измерения уровня жидкости. Амплитуда отраженного импульса зависит от диэлектрической проницаемости среды. Чем выше диэлектрическая проницаемость, тем выше интенсивность отраженного импульса.

Существенное преимущество данной технологии заключается в том, что радиоимпульсы практически невосприимчивы к составу среды, атмосфере резервуара, температуре и давлению.

Рассмотрим три типа радарных волноводных уровнемера: MT2000, Rosemount серии 3300, Eclipse 706, приведенных в регламенте.

Каждая из представленных моделей обладает примерно идентичными техническими характеристиками, однако диапазон измерений уровнемеров Rosemount 3300, варьирующийся от 0 до 23500 мм, ниже диапазона измерений уровнемеров MT2000 и Eclipse 706, равного 0-30000 мм, а срок службы Eclipse 706 выше, чем у уровнемеров MT2000. Таким образом, в качестве датчика уровня будем

использовать радарный волноводный уровнемер Eclipse 706, производимый компанией «MAGNETROL International N.V».

Внешний вид датчика представлен на рисунке 3.1. Основные технические характеристики уровнемера Eclipse 706 приведены в таблицу 3.1.



Рисунок 3.1 – Радарный волноводный уровнемер Eclipse 706

Таблица 3.1 – Основные технические характеристики уровнемера Eclipse 706

| Наименование характеристики | Значение характеристики |
|--|---------------------------------------|
| 1 | 2 |
| Диапазон измерений уровня и границы раздела жидких сред, мм | От 0 до 30000 |
| Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений уровня и границы раздела жидких сред, % от верхнего предела диапазона измерений | $\pm 0,05$ (но не менее $\pm 2,5$ мм) |
| Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерений уровня и границы раздела жидких сред при изменении температуры окружающей среды на 1 °С | $\pm 0,02$ % (для зондов > 2,5 м) |
| Напряжение питания постоянного тока, В – общепромышленного применения или искробезопасного исполнения; – с взрывонепроницаемой оболочкой. | – от 11 до 36,0 – от 9 до 32,0 |
| Потребляемая мощность, Вт, не более | 1 |

Продолжение таблицы 3.1

| 1 | 2 |
|--|--|
| Выходной аналоговый сигнал, мА | От 4 до 20 |
| Диапазон температур контролируемой среды, в зависимости от модели зонда, °С | От минус 196 до плюс 450 |
| Диапазон температур окружающей среды для электронного блока уровнемера, °С: – общепромышленного применения или искробезопасного исполнения; – с взрывонепроницаемой оболочкой. | – от минус 50 до плюс 80 – от минус 40 до плюс 80 |
| Степень защиты корпуса по ГОСТ 14254-96, не ниже | IP 66 |
| Средний срок службы, лет не менее | 15 |

3.2 Датчики температуры

Для определения температуры жидкости в резервуарах противопожарного запаса воды используются термопреобразователи. Принцип действия такого электронного прибора основывается на изменении сопротивления при изменении температуры среды, в которой производят измерение. Рассмотрим термопреобразователи следующих моделей: ТСПУ 014.11 (СКБ «Термоприбор»), ТСП 9201(ОАО «Автоматика»), ТСП 1107 (ОАО «Эталон»). Среди данного ряда преобразователей выделим ТСПУ 014.11, так как, не смотря на схожие технические характеристики с другими моделями, данный термопреобразователь отличает такие показатели, как средняя наработка на отказ, равная 100000 ч (в ТСП 9201 и ТСП 1107 данный показатель не превышает 70000 ч) и степень защиты от воды и твердых тел (пыли) по ГОСТ 14254-96 «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками», равная IP65 (в аналогичных моделях IP55).

Внешний вид термопреобразователя ТСПУ 014.11 приведен на рисунке 3.2.



Рисунок 3.2 – Термопреобразователь ТСПУ 014.11

В состав термопреобразователей сопротивления ТСПУ 014.11 входят: чувствительный элемент, защитная арматура, клеммная головка, нормирующий измерительный преобразователь, который устанавливают в клеммной головке.

Чувствительный элемент устанавливает зависимость сопротивления и температуры, тем самым является основным элементом термопреобразователя. Чувствительный элемент защищен от внешних воздействий защитной арматурой, материалом изготовления для которой является нержавеющая сталь 12Х18Н10Т. Для подключения термопреобразователя к кабельной линии потребителя предназначены клеммные головки.

Термопреобразователи сопротивления ТСПУ 014.11 состоят из чувствительного элемента, защитной арматуры, клеммной головки и нормирующего измерительного преобразователя, установленного в клеммной головке. Нормирующий измерительный преобразователь предназначен для преобразования изменения сопротивления чувствительного элемента в выходной токовый сигнал 4 – 20 мА. В нормирующем измерительном преобразователе предусмотрена защита от импульсных помех в цепи выходного токового сигнала.

Основные технические характеристики термопреобразователя ТСПУ 014.11 приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Основные технические характеристики термопреобразователя ТСПУ 014.11

| Наименование характеристики | Значение характеристики |
|--|------------------------------------|
| Диапазон измеряемых температур, °С | От минус 200 до 200 |
| Выходной токовый сигнал, мА | От 4 до 20 |
| Зависимость выходного токового сигнала от измеряемой температуры | Линейная |
| Основная приведенная погрешность, %, не более | $\pm 0,25$; $\pm 0,5$; $\pm 1,0$ |
| Дополнительная приведенная погрешность, вызванная изменением температуры окружающей среды, %, не более | $\pm 0,01$ |
| Напряжение питания, В | От 9 до 34 |
| Потребляемая мощность, Вт, не более | 0,8 |
| Степень защиты от воды и твердых тел (пыли) по ГОСТ 14254-96 | IP65 |
| Средняя наработка до отказа, ч, не менее | 100000 |

3.3 Датчики давления

Основным назначением датчиков давления является непрерывное измерение давление и дальнейшее его преобразование в выходной сигнал постоянного тока от 4 до 20 мА или цифровой сигнал, а также отображения измеренного значения.

Рассмотрим следующие типы датчиков: АДТ ДИ 4033 (ЗАО «СКАД тех»), Метран-150 (ООО "Эмерсон"), НМР 331(ООО "ПРИБОР-СК"). Среди представленных моделей выделим датчик АДТ ДИ 4033, который отличается наименьшая погрешность измерений.

Внешний вид датчика АДТ ДИ 4033 представлен на рисунке 3.3. Основные технические характеристики приведены в таблице 3.3.



Рисунок 3.3 – Датчик давления АДТ ДИ 4033

Таблица 3.3 – Технические характеристики датчика давления АДТ ДИ 4033

| Наименование характеристики | Значение характеристики |
|--|-------------------------|
| Диапазон измерений, МПа | от 0 до 100 |
| Температура окружающей среды (воздух), °С | от минус 40 до плюс 85 |
| Выходной сигнал, мА | от 4 до 20 |
| Напряжение питание, В (постоянного тока) | от 10,5 до 45 |
| Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, % от диапазона измерений | ±0,075 |
| Пределы дополнительной приведенной погрешности от воздействия изменений температуры окружающей среды (Т), % от диапазона измерений | ±0,003 |

Датчики АДТ ДИ 4033 конструктивно состоят из измерительного блока и электронного устройства. Корпус электроники имеет два герметично изолированных отсека, в одном из которых располагается клеммный блок, а в другом – платы вторичной электроники и опционный жидкокристаллический индикатор. Корпус электроники закрывается с двух сторон круглыми резьбовыми крышками. На клеммной плате установлен фильтр подавления внешних электромагнитных воздействий и клеммная колодка для присоединения жил кабелей питания и нагрузки. На плате микропроцессора расположен микроконтроллер, который оцифровывает сигнал от измерительного блока, корректирует его,

отображает на жидкокристаллическом индикаторе и преобразует из цифрового формата в стандартный выходной токовый сигнал.

Принцип действия датчиков основан на использовании зависимости измеряемым давлением и упругой деформацией чувствительного элемента. Измеряемый параметр подается в камеру измерительного блока и линейно преобразуется в деформацию чувствительного элемента и изменение электрического сопротивления тензорезисторов тензопреобразователя, размещенного в измерительном блоке. Датчики обладают функцией перенастройки диапазона измерений.

Таким образом, для достаточного описания модели системы, будем использовать датчики, указанные в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Применяющиеся датчики.

| Вид датчиков | Применяемая модель |
|--------------------|---|
| Датчик уровня | Волноводный радарный уровнемер Eclipse 706. |
| Датчик температуры | Термопреобразователь ТСПУ 014.11 |
| Датчик давления | АДТ ДИ 4033 |

4 Проектирование среднего уровня системы

4.1 Конструктивное исполнение

Средний уровень автоматизированной системы визуализации и контроля выполняется в виде шкафов напольного исполнения, которые могут обслуживаться с обеих сторон. Шкафы системы объединены в единую технологическую сеть.

Средний уровень включает в себя:

- шкаф центрального контроллера системы пожаротушения;
- шкафы устройства сопряжения с объектом пожаротушения;
- сети передачи данных;
- шкаф панели сигнализации.

К основным задачам, решаемым на среднем уровне относят прием и первичную обработку входных данных, формирование и выдача управляющих воздействий на исполнительные механизмы, а также осуществление обмена информацией с верхним уровнем. При этом на среднем уровне происходит контроль исправности линий связи, наличия связи с адресными устройствами, исправности цепей датчиков, цепей управления исполнительными механизмами.

Для обеспечения электропитания шкафов системы необходимо предусмотреть два независимых ввода. Возможно установление системы гарантированного электропитания, назначением которой является предотвращение потери работоспособности системы при перерывах в подаче электропитания, а также системы защиты от грозových и коммутационных помех, наводок и перенапряжений, которая обеспечит надежную работу оборудования в жестких промышленных условиях эксплуатации.

4.2 Функциональное назначение

Основной функцией первого шкафа устройства сопряжения с объектом является контроль за состоянием диспетчерского пункта в целях обеспечения безопасной работы оператора.

Второй шкаф устройства сопряжения с объектом шкаф осуществляет прием входных данных о состоянии противопожарной установки нефтеперекачивающей станции и после первичной обработки этих данных формирует сигналы для

дальнейшего отображения на жидкокристаллическом дисплее, установленном на панели сигнализации, текущего состояния установки пожаротушения и контролируемых объектов.

Задачами третьего шкафа устройства сопряжения с объектом является постоянный анализ работоспособности насосов и вспомогательных систем.

Информационная связь шкафов устройств сопряжения с объектом с контроллерами шкафа центрального контроллера осуществляется по дублированной сети Ethernet.

Шкаф центрального контроллера предназначен для обеспечения выполнения всех алгоритмов контроля, защиты и управления технологическим оборудованием; получения оперативных данных о параметрах технологического процесса и состоянии технологического оборудования от модулей ввода-вывода; выполнения команд, полученных от автоматизированного рабочего места оператора; возможность настройки параметров оборудования, сигналов и защит с автоматизированного рабочего места оператора; сбор диагностических данных от технических средств и оборудования сетей передачи данных среднего уровня. В качестве центрального контроллера используется программируемый логический контроллер Modicon M340, производимый компанией Schneider Electric. Данный контроллер создан для автоматизации сложных агрегатов и производственных процессов, в частности для предприятий, деятельность которых ориентировала на нефтегазовую область, обработку материалов, текстильную промышленность. Контроллер отличается высокая скорость обработки логических инструкций и арифметических команд, надежность и компактность.

На среднем уровне на выходе контроллера, установленного во втором шкафу устройства сопряжения с объектом, получаем:

- сигнал наличия напряжения в схемах управления задвижками;
- сигнал о возможных авариях задвижек;
- сигнал о текущих состояниях задвижек;
- сигнал режима имитации;
- индикатор текущих состояний пожарных насосов;

- индикатор состояний магнитных пускателей;
- индикатор наличия напряжения в схемах управления пожарными насосами;
- индикатор неисправности агрегатов;
- аналоговые значения температуры и уровня воды в резервуарах противопожарного запаса, уровня пенообразователя, давления в насосах пожаротушения.

При передаче данных используются несколько типов сетей обмена данными:

- RS 485 (кабель «витая пара») - для организации каналов обмена данными через контроллер связи шкафа центрального контроллера, а также для приема информации от пожарных извещателей;
- сеть Ethernet для организации каналов обмена данными между панелями программируемого логического контроллера шкафа центрального контроллера и шкафами устройств сопряжения с объектами, а также с оборудованием верхнего уровня (кабель «витая пара»);
- сеть Ethernet для организации каналов обмена данными между шкафами среднего уровня (волоконно-оптический кабель).

5 Программное обеспечение системы и рабочее место оператора

Оператор осуществляет диспетчеризацию и мониторинг состояния противопожарной установки через человеко-машинный интерфейс.

Автоматизированное рабочее место оператора обеспечивает:

- получение от центрального контроллера оперативных данных о параметрах технологического процесса и состоянии технологического оборудования системы пожаротушения нефтеперекачивающей станции, визуализацию данных параметров на мнемосхемах;
- индивидуальное управление агрегатами вспомогательных систем;
- индивидуальное управление задвижками;
- имитацию каждого измеряемого параметра (при условии достаточности прав на переключение рабочего режима в режим имитации);
- настройку параметров оборудования, сигналов и защит (при условии достаточности прав для настройки);
- формирование, отображение, регистрацию с меткой времени и архивирование в хронологическом порядке в журнале событий параметров технологического процесса, аварийных ситуаций, неисправностей, действий (команд) оператора и диспетчера, информации о невыполнении команд управления с регистрацией времени возникновения события;
- защиту от прямого редактирования архивных данных;
- формирование и отображение трендов изменения измеряемых технологических параметров;
- просмотр истории журнала событий, времени возникновения и квитирования сообщений;
- разграничение прав доступа, аутентификацию и авторизацию пользователей, обращающихся к ресурсам автоматизированной системы.

Автоматизированное рабочее место оператора (основное) подключается к L3-коммутаторам технологической сети передачи данных местного диспетчерского

пункта по двум независимым каналам Ethernet через независимые сетевые адаптеры Ethernet.

Все автоматизированные рабочие места операторов должны быть реализованы на архитектуре x64 процессоров. Системные блоки автоматизированных рабочих мест операторов должны быть с характеристиками не хуже следующих:

- процессор двухъядерный с тактовой частотой не ниже 2,0 ГГц;
- оперативное запоминающее устройство объемом 4 Гб;
- перезаписываемое постоянное запоминающее устройство с фактическим объемом памяти не менее 500 Гб;

- привод компакт-дисков DVD-RW;
- видеокарта с выделенной графической памятью объемом не менее 1 Гб с KVM удлинителем или устройство удаленного подключения с выделенной графической памятью объемом не менее 1 Гб и возможностью подключения двух мониторов с разрешением не хуже 1920x1080 на расстоянии до 350 метров по многомодовому оптоволоконному кабелю. При удаленности более 350 метров системного блока и устройств ввода-вывода (мониторы, клавиатура, ручной манипулятор типа «мышь») допускается применять KVM-удлинители или устройства удаленного подключения с расстоянием передачи до 1000 метров по одномодовому оптоволоконному кабелю.

- клавиатура, ручной манипулятор типа «мышь» (не допускается использование беспроводного оборудования);

- сетевая плата Ethernet с количеством портов, определяемым проектом (основные и резервные порты связи должны находиться на разных сетевых платах);

- порты Ethernet со скоростью передачи данных 10/100/1000 Base-T;
- наличие USB портов (стандарт USB 2.0 и выше);
- наличие двух параллельно работающих блоков питания с индивидуальными вводами.

Все автоматизированные рабочие места должны иметь два монитора с диагональю не менее 21" с разрешением не хуже 1920x1080, с матовой поверхностью экрана и антибликовым покрытием.

Системные блоки автоматизированных рабочих мест должны работать независимо друг от друга в режиме нагруженного резерва и взаимодействовать с центральным контроллером по сети Ethernet.

Автоматизированные рабочие места предназначены для эксплуатации в закрытых отапливаемых помещениях.

Электропитание автоматизированных рабочих мест АРМ должно осуществляться от двух вводов однофазной сети переменного тока напряжением 220 В и качеством питания в соответствии с ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

5.1 Выбор среды разработки

Сбор первичной информации, ее обработка и формирование на ее основе сигналов управления доказывает необходимость применения SCADA-систем.

Термин «SCADA» является аббревиатурой от английского Supervisory Control and Data Acquisition, что переводится как диспетчерское управление и сбор данных. Под SCADA-системой понимают программный пакет, который предназначен для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления.

SCADA-системы помогают повысить точность обработки значений, получаемых с нижнего уровня автоматизации, управлять передачей сигналов от одного объекта к другому, предупреждать о возможности аварии, контролировать весь процесс в реальном времени. В силу описанных возможностей, SCADA-системы нашли широкое применение на мировом рынке, а потому выбор наиболее подходящей системы для разработки не может быть простой задачей.

Немаловажным преимуществом SCADA-пакетов является их наиболее развитое направление применения. Широкое применение в нефтяной промышленности нашел SCADA-пакет iFix, компании Intellution. Это позволит сократить стоимостную и трудоемкую адаптацию SCADA-системы к конкретной задаче. Кроме того, SCADA-пакет iFix поддерживает универсальный

алгоритмический язык Visual Basic, который является одним из наиболее популярных языков программирования.

Таким образом, выбираем в качестве среды для проектирования SCADA-систему iFix.

Пакет iFix был разработан фирмой Intellution в 1998 году и пришел на смену 32-разрядному SCADA-пакету FIX32.

В основу пакета iFix положена распределенная обработка данных и поддержка работы в сети. Узлом сети принято называть компьютер, на котором работает iFix. Узлы сети различаются в зависимости от выполняемых функций. На рисунке 5.1 приведена сетевая архитектура iFix.

На SCADA-узле (или SCADA-сервере) устанавливается программное обеспечение, реализующее сбор данных и управление. SCADA-узел имеет прямую связь с контроллерами, обеспечивающими эти функции. Любая система управления, построенная на базе SCADA-пакета iFix, должна иметь, по крайней мере, один SCADA-сервер.

Узел iClient является наиболее распространенным типом узла. На таких узлах обеспечивается отображения в реальном времени информации о технологическом процессе, предоставляемой системой iFix, и управление процессом. При этом база данных находится на SCADA-узле.

Узел iClient Read Only обладает такой же функциональностью, как и iClient, кроме возможности записи в базу данных или в OPC-серверы (только мониторинг без функции управления).

При централизованной обработке информации, когда в системе необходим только один узел, функции SCADA-узла и узла iClient могут быть совмещены на одном компьютере.

В распределенной сетевой архитектуре система iFix позволяет распределить функции сбора данных, мониторинга и управления между различными узлами сети.

Для этих целей предлагается «слепой» SCADA-сервер. На этом узле не используется программное обеспечение для графического отображения процесса и значений технологических параметров. Такая конфигурация позволяет компьютеру

использовать больше ресурсов для сбора данных и выполнения сетевых функций. Функции мониторинга и управления поддерживаются другими узлами.

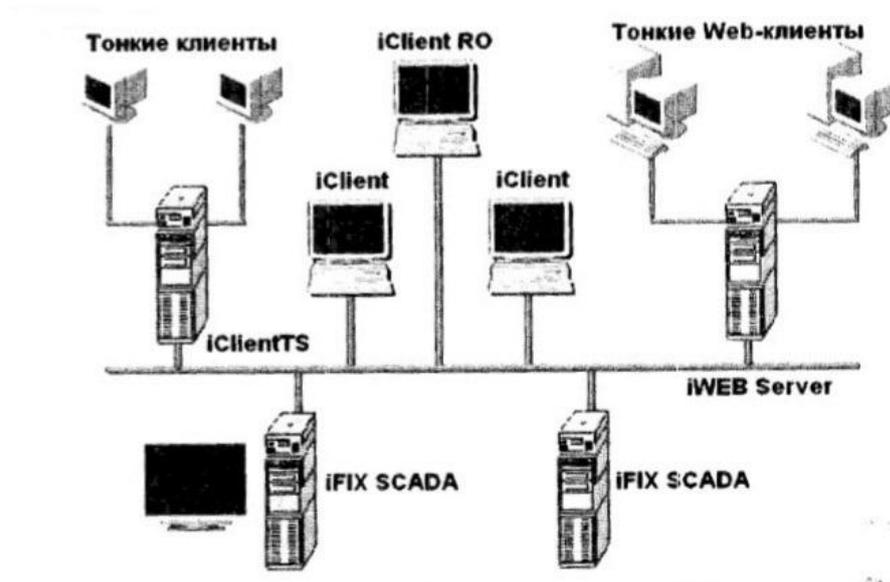


Рисунок 5.1 – Сетевая архитектура iFix

Как и другие SCADA-пакеты, iFix в режиме выполнения взаимодействует с программируемыми логическими контроллерами. Контроллеры, в свою очередь, посредством модулей ввода/вывода, а также датчиков и исполнительных устройств взаимодействуют с объектом управления. Информация при этом перемещается в двух направлениях: от датчиков к контроллерам и далее в iFix (сбор данных) и в обратном направлении к исполнительным устройствам (диспетчерское управление).

На рисунке 5.2 изображен способ обмена данными в системе iFix.

Для взаимодействия iFix и ПЛК необходим драйвер ввода/вывода. В режиме сбора данных датчики посылают информацию об объекте в регистры контроллера. Драйвер обеспечивает чтение данных из регистров контроллера и пересылку в таблицу образов драйвера.

Таблица образов драйвера – область памяти компьютера (сервера), в которой данные представлены в виде записей опроса с адресами регистров ПЛК. В соответствии с заданным временем опроса (скоростью обновления данных) записи опроса периодически обновляются. Как правило, время опроса не одинаково для

различных источников данных (датчиков, измерительных устройств) и настраивается при конфигурировании драйвера.

Из таблицы образов драйвера данные пересылаются в базу данных. Эта функция возложена на утилиту SAC (Scan, Alarm, Control – сканирование, тревоги, управление). Эта утилита обеспечивает генерацию тревог при условии выхода параметров за установленные диапазоны. Частота пересылки данных из таблицы образа драйвера в базу данных обеспечивается периодом сканирования.

База данных представляет собой электронную таблицу, в каждую строку которой помещен блок, реализующий определенную функцию. Несколько блоков могут быть последовательно соединены в цепочку с целью формирования более сложных алгоритмов обработки данных.

После того как данные будут записаны в базу данных, они могут быть отображены в графических окнах в режиме выполнения. Отображение данных реализуется различными способами, например, анимацией графических объектов, выводом на экран алфавитно-цифровых данных, с помощью диаграмм.

В режиме управления поток данных перемещается в обратном направлении – от экрана монитора диспетчера в базу данных, затем в таблицу образов драйвера, а драйвер ввода/вывода записывает данные в ПЛК. Результатом исполнения будет изменение состояния исполнительного устройства.

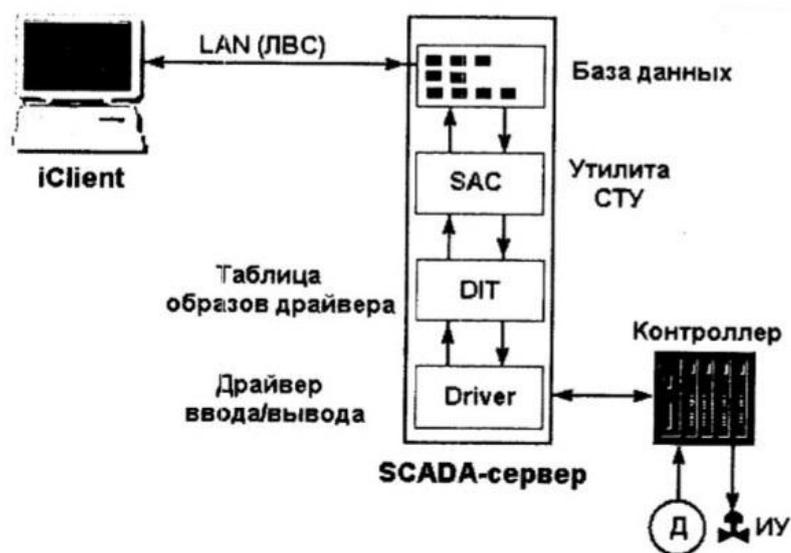


Рисунок 5.2 – Обмен данными в системе iFix

5.2 Конфигурирование системы

Вся информация о конфигурации локального узла хранится в специальном файле. Этот файл создается с помощью УСК – утилиты системного конфигурирования (System Configuration Utility – SCU). Ее запуск производится двойным щелчком по иконке УСК в системном дереве окна WorkSpace или панели инструментов Приложения (рисунок 5.3).

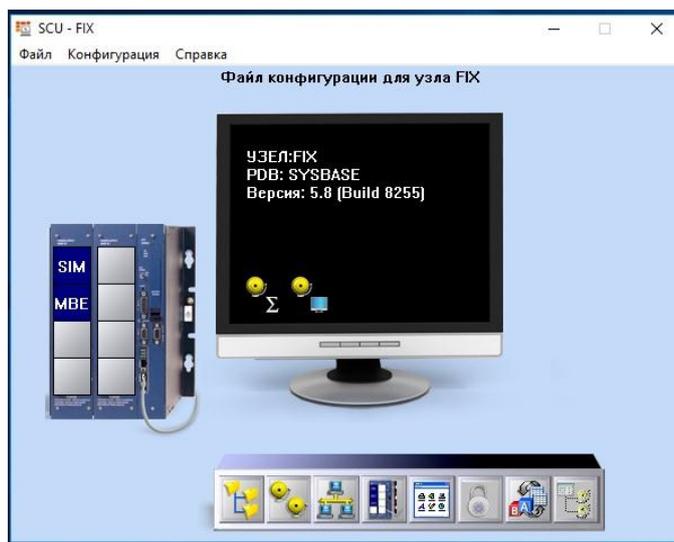


Рисунок 5.3 – Запуск утилиты системного конфигурирования

В нижней части утилиты системного конфигурирования расположены восемь иконок, которые позволяют перейти в окно настройки конфигурации, являющейся основой для дальнейшей работы в iFix:

- конфигурирование путей;
- конфигурирование тревог;
- конфигурирование сети;
- конфигурирование драйвера;
- конфигурирование задач;
- конфигурирование защиты;
- конфигурирование SQL;
- конфигурирование зон тревог.

Конфигурирование путей предполагает задание имен каталогов и их расположения в iFix. Например, запись E:\IFIX\PDB говорит о том, что файлы базы данных процесса находятся в каталоге PDB диска E.

Диалог Конфигурация тревог применяется для включения/отключения следующих функций тревог на узле:

- маршрутизация тревог и сообщений (принтер, сводка тревог, файл тревог);
- посылка тревог в реляционную базу данных;
- посылка тревог по сети.

Конфигурирование сети – это определение узла как автономного или сетевого. Если узел поддерживает сеть, то необходимо определить протокол сетевого обмена и удаленные узлы, с которыми необходимо поддерживать связь.

Конфигурирование драйвера ввода/вывода обеспечивает взаимодействие iFix (SCADA-сервера) с контроллерами. IFIX поддерживает широкий круг контроллеров, взаимодействие с которыми обеспечивается драйверами версий 6.x и 7.x. Связь драйвера с контроллером может осуществляться через последовательный порт, порт Ethernet или специализированную плату. Кроме драйверов ввода/вывода, обеспечивающих связь компьютера с аппаратурой ввода/вывода, iFix предлагает драйвер SIM. С помощью этого драйвера можно проводить тестирование и отладку программ без подключения к оборудованию.

Конфигурирование задач применяется для выбора исполняемых файлов, запускаемых при пуске iFix. Существует три режима пуска задач: свернутый, нормальный и фоновый.

5.3 Описание базы данных

Для формирования представления оператора о технологическом процессе необходимо, чтобы через выбранную среду разработки iFix была возможность предоставить ему эту визуальную информацию.

Система является автоматизированной, так как осуществляется контроль оператором над состоянием установки для диагностирования ситуации и прогнозирования возможных изменений, что обеспечит ее эффективную работоспособность.

SCADA – пакет iFIX предоставляет возможность отображения состояния процесса в виде динамизированных рисунков, диаграмм, предоставление информации о потенциально аварийных ситуациях (тревог), а также визуализация

всех данных в форме отчетов, сохранение данных, их архивирование, а также iFix реализует интегрированный человеко-машинный интерфейс.

Системы управления реализуются контроллерами, а также OPC-серверами. Информация, считанная со всех устройств, сохраняется в одной или нескольких базах данных, размещенных на SCADA-сервере (серверах).

По пути E:\iFix\Project\Base\Object располагается файл object.mdb, который представляет собой файл базы данных Access. Этот файл служит источником текстовых данных и позиционных данных для SCADA системы IFIX.

В проектируемой системе отображением базы данных является электронная таблица, в которой каждая строка представляет единицу информации, хранимой в программном модуле – блоке.

В базе данных разрабатываемой системы содержатся записи о:

- температуре и уровне в резервуарах противопожарного запаса воды;
- уровне пены в емкостях хранения пенообразователей;
- температуре воздуха в помещении;
- входном и выходном давлении водонасосов;
- состоянии задвижек.

Инструментом для создания и управления базами данных является программа Администратор базы данных.

Период сканирования – характеристика блока, которая определяет частоту обработки блока и пересылки его значения следующему блоку цепочки.

При конфигурировании любого блока необходимо заполнить поле адресации. В качестве драйвера по умолчанию используется стандартный драйвер iFix – Simulation Driver SIM (Software Improvement Module – модуль исправления программного обеспечения).

В таблице 5.1 приведено частичное представление базы данных, достаточное для описания интерфейса оператора.

Таблица 5.1 – База данных модели системы

| Описание переменной | Обращение к переменной | Тип переменной |
|--|------------------------|-----------------------------|
| Наличие напряжения в схеме управления задвижкой | ZD_Power | Булевый (логический) |
| Авария задвижки | ZD_Crach | Булевый (логический) |
| Текущее состояние задвижки | ZD_State | Целочисленный (Int) |
| Режим имитации | ZD_Imitation | Булевый (логический) |
| Текущее состояние пожарного насоса | NP_STATE | Целочисленный (Int) |
| Состояния магнитного пускателя | NP_iMPC | Булевый (логический) |
| Наличие напряжения в схеме управления пожарным насосом | NP_iEC | Булевый (логический) |
| Неисправность пожарного насоса | NP_NEISPRAV | Булевый (логический) |
| Аналоговое значение температуры воды в резервуаре №1 | TEMPERATURE1 | С плавающей точкой (Double) |
| Аналоговое значение температуры воды в резервуаре №2 | TEMPERATURE2 | С плавающей точкой (Double) |
| Аналоговое значение уровня воды в резервуаре №1 | LEVEL1 | С плавающей точкой (Double) |
| Аналоговое значение уровня воды в резервуаре №2 | LEVEL2 | С плавающей точкой (Double) |
| Аналоговое значение уровня пенообразователя в емкости №1 | LEVEL3 | С плавающей точкой (Double) |
| Аналоговое значение уровня пенообразователя в емкости №2 | LEVEL4 | С плавающей точкой (Double) |
| Аналоговое значение давления в насосе пожаротушения №1 | PRESSURE1 | С плавающей точкой (Double) |
| Аналоговое значение давления в насосе пожаротушения №2 | PRESSURE2 | С плавающей точкой (Double) |

Матрица адресов SIM имеет следующие характеристики:

- адреса указываются как комбинация регистр: бит;
- для аналоговых значений регистр может принимать значения от 0 до 2000, но позиция бит не используется;
- для дискретных значений регистр может принимать значения от 0 до 200, а бит – от 0 до 15;

- блоки базы данных читают и пишут значения по этим адресам;
- если один блок пишет значение по определенному адресу, то другой блок может считывать это значение по уже существующему адресу.

Для каждого блока установим опцию «Включить вывод», которая необходима для возможности последующего ввода/вывода числовых значений параметров.

5.4 Цветовая политика

При изображении трубопроводов следует придерживаться правил:

- цвет трубопровода определяется его назначением и должен соответствовать таблице 5.2;
- допускается использовать градиентную закраску трубопровода, не нарушающую информацию о назначении трубопровода согласно таблице 5.2;
- наличие/отсутствие соединения трубопроводов в месте их пересечения должно быть очевидным.

Таблица 5.2 – Цветовое обозначение трубопроводов

| | |
|---------------------|--|
| Цвет трубопровода | Среда, предназначенная для передачи по трубопроводу |
| Оттенки зеленого | Водопроводы |
| Оттенки коричневого | Трубопроводы, заполненные пенообразователями и их водными растворами |

Графические символы, отображаемые на экранных формах, могут быть статичными и анимированными.

Цвет, положение и форма анимированных символов, в отличие от статичных, могут меняться в зависимости от состояния соответствующего технологического оборудования. Цвета графических элементов статичных символов, должны отличаться от цветов анимированных символов, указанных в таблице 5.3, не должны быть яркими и не должны отвлекать внимание оператора от анимированных мнемознаков.

В таблице 5.3 представлены цвета, используемые в отображении графических элементов, анимированных мнемознаков, описанных в данном документе.

Таблица 5.3 – Цветовая политика

| Цвет R:G:В в десятичной и шестнадцатеричной форме | Наименование | Цвет | Применение |
|---|--------------|---|---|
| 255:255:0 FF:FF:00 | Желтый |  | Предаварийное состояние измеряемого параметра, состояние оборудования закрыто/ закрывается/ выключено/ отключается, наличие предупредительного дискретного сигнала, резервуар в режиме хранения. |
| 0:255:0 00:FF:00 | Зеленый |  | Нормальное состояние измеряемого параметра, состояние оборудования открыто/ открывается/ включено/ включается, режим управления объектом дистанционный, наличие нормального состояния дискретного сигнала, резервуар в режиме приема. |
| 255:0:0 FF:00:00 | Красный |  | Аварийное состояние измеряемого параметра, неисправное (аварийное) состояние оборудования, наличие аварийного дискретного сигнала, авария резервуара. |
| 255:0:255 FF:00:FF | Розовый |  | Оборудование или измеряемый параметр в режиме «ИМИТАЦИЯ». |
| 128:0:0 80:00:00 | Коричневый |  | Выключенное оборудование в режиме «РЕМОНТ». |
| 192:192:192 C0:C0:C0 | Серый |  | Недостоверность данных, окраска всех мнемознаков на экране при отсутствии связи АРМ с КЦ. |

5.5 Разработка интерфейса оператора

Важнейшим компонентом системы iFix является Intellution WorkSpace, который содержит две полностью интегрированные среды – среду разработки (Configure) и среду выполнения (Run). В этих средах обеспечиваются все необходимые функции проектирования и просмотра графических экранных форм, отчетов и скриптов, помогающих операторам взаимодействовать с системой контроля и управления.

В среде разработки имеются все инструменты для представления графики, текста, данных, анимации и диаграмм, необходимые для создания легких для понимания и использования экранных форм.

Среда выполнения обеспечивает средства просмотра экранных форм в реальном времени. Переключение в среду разработки не вызывает прерывания связи системы с процессом. Все функции управления и мониторинга системы, такие как генерирование тревог, создание отчетов, сбор данных, реализуются как фоновые задачи.

При запуске iFix открывается окно WorkSpace (рисунок 5.4). Основным навигационным инструментом при определении местоположения файлов локального узла является системное дерево (в левой части экрана). Справа от системного дерева – рабочая зона, предназначенная для разработки экранных форм проекта (рисунков).

Интерфейс оператора состоит из набора рисунков. Рисунки сохраняются как файлы с расширением .GRF и хранятся в папке Рисунки системного дерева.

Создание нового рисунка, открытие уже существующего, закрытие, удаление и сохранение реализуются командами меню Файл окна WorkSpace.

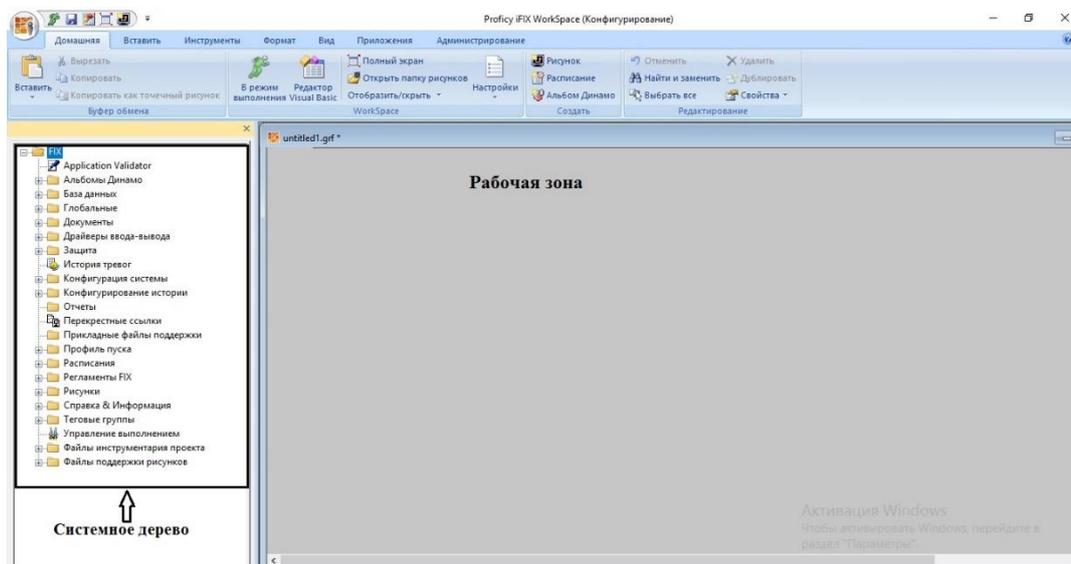


Рисунок 5.4 – Окно WorkSpace

Для задания свойств рисунка (высоты, ширины, цвета фона) надо открыть диалоговое окно свойств рисунка, щелкнув правой кнопкой мыши на имени рисунка в системном дереве, и выбрать команду Окно свойств.

Система iFIX предлагает набор инструментов для разработки, для создания анимации, содержит эксперты и команды для ввода и обработки данных, средства работы с динамическими объектами, группами диаграмм, а также имеет встроенный редактор Visual Basic. Панель инструментов пакета iFix приведена на рисунке 5.5.

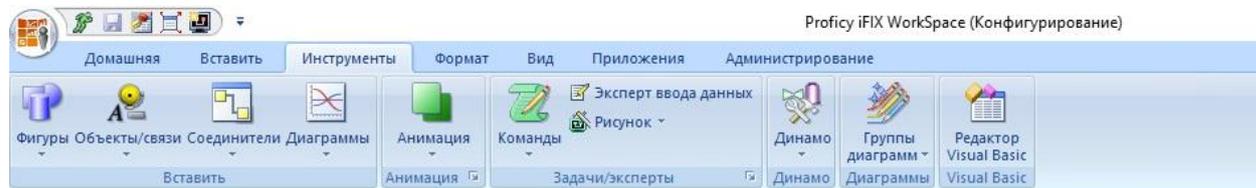


Рисунок 5.5 – Панель инструментов.

Первичными инструментами, используемыми в разработке, являются фигуры (прямоугольники, овалы, линии, дуги, хорды, секторы), объекты/связи, соединители, диаграммы.

К объектам (связям) относят:

- текст;
- битовые массивы – точечные рисунки, импортированные в рисунок;
- связи с переменными процесса – окна для отображения значений переменных и текста из базы данных;
- сводки тревог – объекты для отображения информации о тревогах в соответствии с их конфигурацией;
- кнопки – объекты, позволяющие выполнять действия щелчком мыши;
- таймеры – объекты, выполняющие действия в соответствии с заданным временным интервалом.

В качестве соединителей используют прямой коннектор, ступенчатый коннектор, трубочный соединитель.

Также немаловажным объектом являются диаграммы. Диаграммы – сложные объекты для отображения трендов данных реального времени или архивных данных.

Одной из основных задач, решаемых SCADA– системами, является обеспечение человеко-машинного интерфейса при представлении информации о процессе.

Составной частью графического интерфейса являются формы (экраны) с изображением мнемосхем технологического процесса, анимационных изображений, гистограмм, таблиц, и т.д.

Экранная форма – совокупность графических объектов (надписей, кнопок, мнемознаков, таблиц и др.), представляющая собой отдельную компоненту графического интерфейса.

Экранные формы должны соответствовать принципам достаточной информативности, удобства навигации, однозначности восприятия информации, отображаемой на экране. При разработке экранных форм следует придерживаться общих правил компоновки экранных форм и анимаций. Стиль исполнения экранных форм, применяемых методов подачи команд, вызова дополнительных окон, индикации событий, отображения табличных данных должен быть единым в пределах одного автоматизированного рабочего места и, при возможности, для всех автоматизированных рабочих мест, используемых в пределах одной технологической площадки.

Экранные формы позволяют оператору следить за ходом контролируемого процесса и осуществлять управление его параметрами в процессе исполнения стратегии.

Для контроля и управления технологическими процессами НПС используются следующие виды экранных форм:

- основные экранные формы;
- дополнительные экранные формы.

К основным экранным формам преимущественно относятся мнемосхемы технологического процесса.

К дополнительным экранным формам относятся:

- всплывающие окна управления технологическим оборудованием;
- всплывающие окна контроля и управления режимами обработки технологических параметров;
- табличные экранные формы;
- графики;

Мнемосхема – это графическое представление информации в виде целостной структуры объектов, представляющих технологическое оборудование и параметры технологического процесса.

Мнемознак – группа графических символов (элементов), используемых для отображения состояния и управления отождествляемым с этой группой объектом.

Графический символ (мнемосимвол) – группа графических элементов, служащих для отображения состояния сигнала, режима работы оборудования, режима обработки параметра. Примером мнемосимвола является индикатор наличия оперативного напряжения на задвижке.

Графический элемент – обособленная неделимая часть графического пользовательского интерфейса. Примером графического элемента является изображение штока на мнемознаке задвижки.

Табличная форма – набор графических объектов, в котором требуемые технологические данные представлены в виде таблицы.

Отображаемые мнемосхемы воспроизводят технологический процесс перекачки нефти и работу вспомогательных систем в реальном масштабе времени.

Каждая мнемосхема:

- дает целостное представление о технологическом процессе или работе отдельного технологического узла;
- позволяет осуществлять запуск и оперативный контроль над процессами запуска технологического оборудования, отключение и оперативный контроль над процессами отключения оборудования;
- содержит информацию о текущих измерениях технологических параметров, достижении аналоговыми параметрами предельных и аварийных значений, сигнализацию недостоверности и отклонений от нормы в технологическом процессе и работы оборудования, текущее состояние технологического оборудования.

Каждая мнемосхема имеет наименование, проставляемое в верхней части мнемосхемы. Объем информации, отображаемой на мнемосхемах, соответствует объемам автоматизации.

На каждой мнемосхеме отображен свой состав объектов управления и технологических параметров. Каждый объект управления или технологический параметр, представляется соответствующим мнемознаком.

Описание мнемознаков. В данной выпускной квалификационной работе используются следующие мнемознаки:

- мнемознак задвижки;
- мнемознак пожарного насоса;
- мнемознаки аналоговых параметров (температуры, давления, уровня).

Мнемознак задвижки изображен на рисунке 5.6.

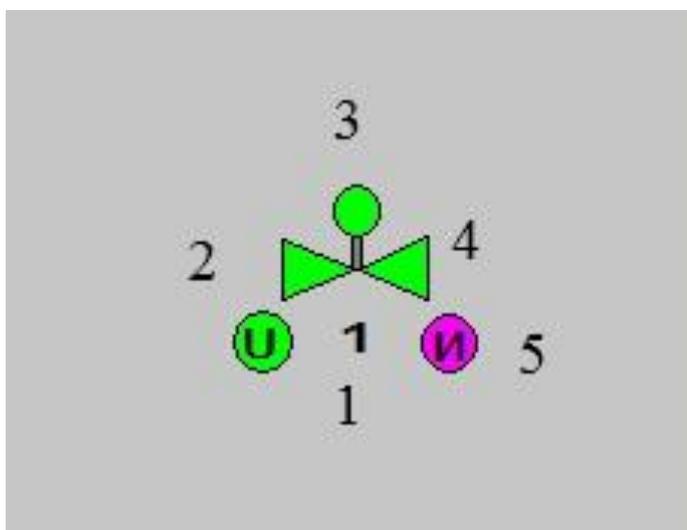


Рисунок 5.6 – Мнемознак «Задвижка»

- 1 – технологическое обозначение (номер) задвижки.
- 2 – индикатор наличия напряжения в схеме управления задвижкой.
- 3 – индикатор «авария задвижки».
- 4 – индикатор текущего состояния задвижки.
- 5 – индикатор режима имитации задвижки.

Мнемознак «Задвижка» состоит из следующих частей:

- Технологическое обозначение (номер) задвижки;
- Индикатор наличия напряжения в схеме управления задвижкой. В таблице 5.4 представлен внешний вид индикатора наличия напряжения в схеме управления задвижкой.

Таблица 5.4 – Внешний вид индикатора наличия напряжения в схеме управления задвижкой

| Внешний вид индикатора | Цвет индикатора | Состояние питания |
|---|-----------------|-----------------------------|
|  | Зеленый | наличие питания задвижки |
|  | Красный | отсутствие питания задвижки |

– Индикатор «Авария задвижки».

В таблице 5.5 представлен внешний вид индикатора «Авария задвижки».

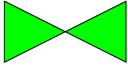
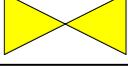
Таблица 5.5 – Внешний вид индикатора «Авария задвижки»

| Внешний вид индикатора | Цвет индикатора | Состояние сигнала «Авария задвижки» |
|---|-----------------|--|
|  | Зелёный | норма (при отсутствии аварий и неисправностей) |
|  | Жёлтый | неисправность задвижки (с возможностью управления) |
|  | Красный | авария задвижки (без возможности управления) |

– Индикатор текущего состояния задвижки (состоит из двух частей). В

таблице 5.6 представлен внешний вид индикатора текущего состояния задвижки.

Таблица 5.6 – Внешний вид индикатора текущего состояния задвижки

| Внешний вид индикатора | Цвет индикатора | Состояние задвижки |
|---|-----------------|--------------------|
|  | Зелёный | задвижка открыта |
|  | Жёлтый | задвижка закрыта |

– Индикатор режима имитации (переменная информация). Индикатор режима имитации отображается только в режиме имитации аналогового параметра. При снятии режима имитации данный индикатор не отображается.

Мнемознак пожарного насоса отображает состояние насоса пенотушения.

Мнемознак пожарного насоса представлен на рисунке 5.7.

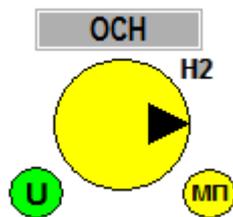


Рисунок 5.7 – Мнемознак пожарного насоса

Мнемознак пожарного насоса состоит из следующих частей:

– Индикатор текущего состояния агрегата. Поле окрашивается в следующие цвета: зеленого цвета – агрегат включен; желтого цвета – агрегат отключен; голубой – агрегат в состоянии «Горячий резерв»; коричневый – агрегат отключен в режиме ремонт.

– Индикатор состояния магнитного пускателя. Индикатор окрашивается в следующие цвета: желтый – магнитный пускатель отключен; зеленый – магнитный пускатель включен.

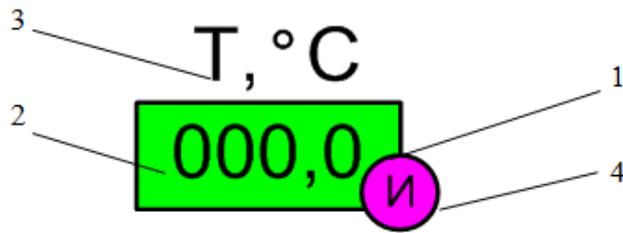
– Индикатор наличия питания в цепях управления агрегатом. Индикатор окрашивается в следующие цвета: зеленый – наличие питания; красный – питание отсутствует.

– Индикатор неисправности агрегата.

– Окно текущего режима агрегата. В окне отображается следующая информация: «ОСН» - режим автоматический основной; «РЕЗ» - режим автоматический резервный; «РУЧ» - режим ручной; «РЕМ» - режим ремонтный;

– технологическое обозначение (номер) агрегата.

Для отображения аналоговых параметров используется мнемознак аналоговых параметров. Внешний вид мнемознака аналогового параметра приведен на рисунке 5.8.



- 1 – индикатор состояния аналогового параметра
- 2 – цифровой индикатор текущего значения аналогового параметра
- 3 – буквенное обозначение аналогового параметра
- 4 – индикатор режима имитации

Рисунок 5.8 – Мнемознак аналогового параметра

Данный мнемознак включает в себя:

– Индикатор состояния аналогового параметра. В таблице 5.7 представлен внешний вид индикатора состояния аналогового параметра (в зависимости от состояния аналогового параметра).

Таблица. 5.7 – Внешний вид индикатора состояния аналогового параметра

| Внешний вид индикатора | Цвет индикатора | Состояние аналогового параметра |
|---|-----------------|---|
|  | Зелёный цвет | Значение параметра в норме |
|  | Жёлтый цвет | Значение параметра выше максимальной уставки. |
| | | Значение параметра ниже минимальной уставки. |
|  | Красный цвет | Значение параметра выше аварийной максимальной уставки. |
| | | Значение параметра ниже аварийной минимальной уставки. |
|  | Серый цвет | Недостовверное значение параметра |

– Цифровой индикатор текущего значения аналогового параметра.

Отображает текущее значение аналогового параметра. Цвет цифр индикатора – черный. Точность отображения текущего значения параметра определяется метрологическими характеристиками соответствующего датчика и требованиями проекта.

– Буквенное обозначение аналогового параметра содержит буквенное обозначение физической величины (измеряемой или расчётной) и единицу измерения текущего значения аналогового параметра в данный момент времени.

– Индикатор режима имитации (переменная информация). Индикатор режима имитации отображается только в режиме имитации аналогового параметра. При снятии режима имитации данный индикатор не отображается.

При разработке интерфейса оператора следует учитывать способ пересечения трубопроводов. Возможно два варианта изображения. На рисунках 5.9 и 5.10 показаны варианты изображения пересечений трубопроводов.

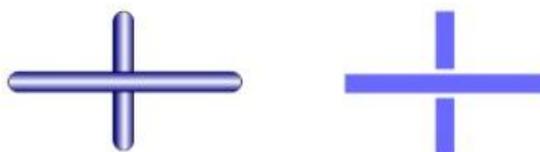


Рисунок 5.9 – Изображение пересечения трубопроводов без образования соединения.

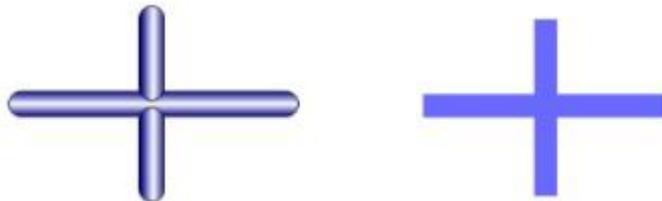


Рисунок 5.10 – Изображение пересечения трубопроводов с образованием соединения.

Анимация объектов. Для задания и редактирования динамических свойств объектов удобно пользоваться экспертами анимации. Вызов диалоговых окон экспертов осуществляться нажатием соответствующей кнопки в инструментальной панели Эксперты (или Набор Инструментов) после предварительного выбора объекта. Это же можно сделать из диалога Основные анимации после двойного щелчка левой кнопкой мыши по объекту или командой Анимации.

Наиболее часто применяемые динамические свойства объектов:

1) Цвет:

– цвет переднего плана (Foreground) – определяет цвет, который будет использоваться для заливки фигуры;

– цвет кромки (Edge) – определяет цвет, который будет использоваться при оконтуривании фигуры;

– фоновый цвет (Background).

2) Движение:

– положение (Position) – определяет расстояние фигуры от верхнего и левого края рисунка;

– масштабирование (Scale Percentage) – определяется масштаб фигуры относительно рисунка;

– вращение (Rotate) – определяет угол, на который фигура будет повернута;

3) Закраска (Fill) – определяет долю фигуры, которая будет закрашена

4) Видимость (Visibility) – определяет появление фигуры на экране.

Рассмотрим настройку динамического свойства «Цвет» для задвижки. Для этого в режиме разработки правой кнопкой мыши вызовем команду «Анимации». Откроется диалог «Основные анимации» (рисунок 5.11), ставим галочку «Передний план». Откроется диалог для настройки цвета переднего плана (рисунок 5.12).

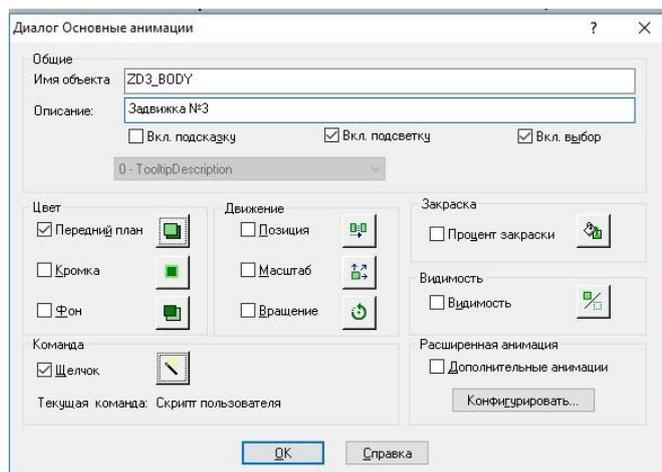


Рисунок 5.11 – Диалог «Основные анимации»

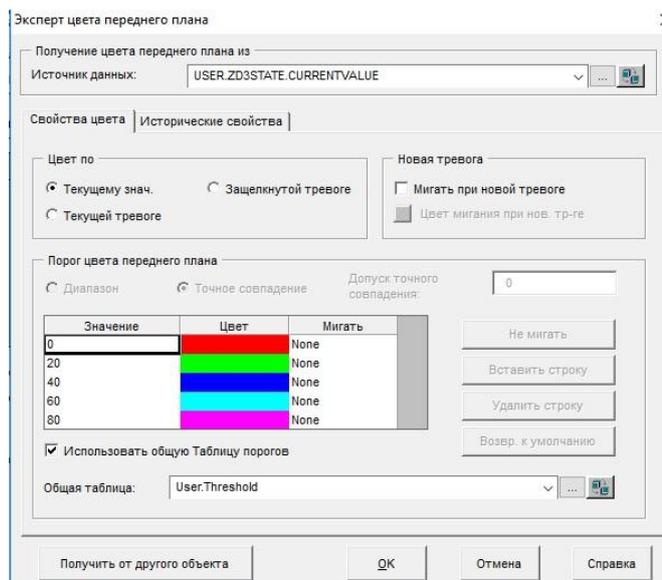


Рисунок 5.12 – Окно настройки динамического свойства «Цвет»

В качестве источника данных указываем глобальную переменную ZD3State, отображающей состояние задвижки №3 в режиме имитации. Устанавливаем цвет по текущему значению (CurrentValue) переменной ZD3State.

Отметим назначение опций поля «Порог цвета переднего плана».

Выбор опции «Диапазон» позволяет создать несколько диапазонов значений (минимум/максимум), принимаемых источником, и присвоить каждому диапазону определенный цвет. В режиме выполнения объект, которому присваивается это динамическое свойство, будет окрашиваться в различные цвета в зависимости от значений источника (диапазона).

При включении опции «Точное совпадение» объект будет изменять свой цвет при точном совпадении значения источника с выбранным порогом

При включении опции «Использовать общую таблицу» порогов происходит обращение к глобальной таблице, применяющейся чаще всего для настройки идентичных объектов. В общей таблице также указывается вид сравнения: точное или диапазонов.

Настройка цвета задвижек происходит с использованием общей таблицы порогов цвета переднего плана Threshold (рисунок 5.13), использующейся также при настройках задвижки №1, 2 и 4. Вид сравнения – точное.

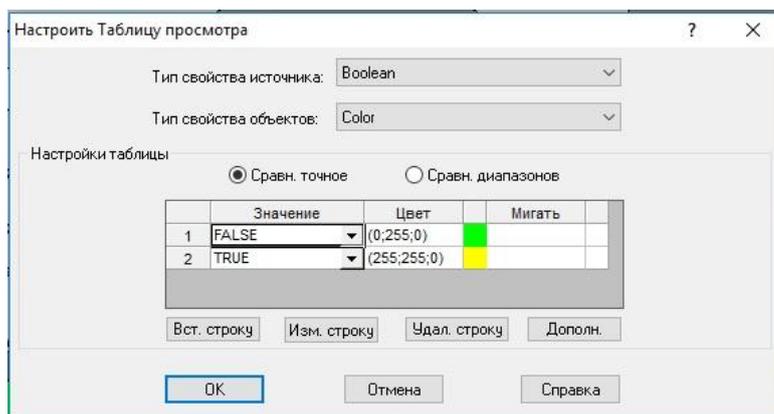


Рисунок 5.13 – Общая таблица порогов настройки цвета переднего плана

Для настройки индикатора «Авария задвижки» в качестве источника указываем переменную ZD3Crach, настраиваем цвет по ее текущему значению и используем общую таблицу порогов Threshold BreakageZD (рисунок 5.14).

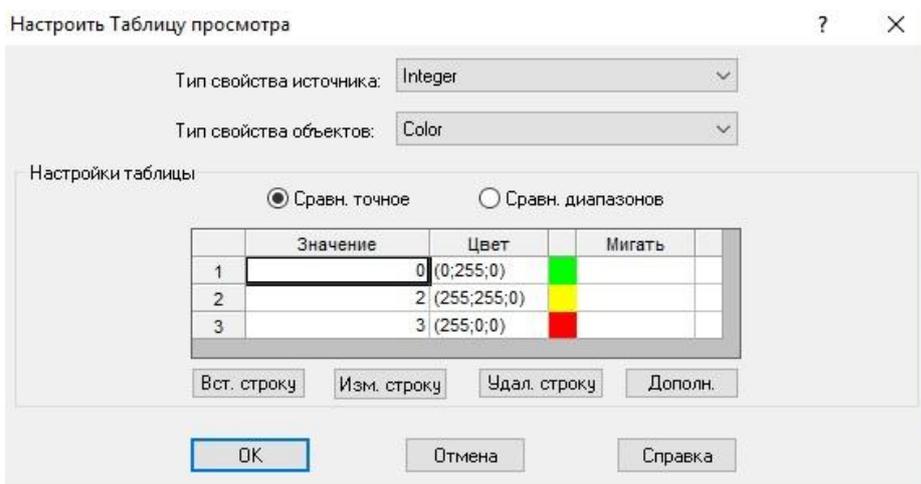


Рисунок 5.14 – Общая таблица порогов настройки индикатора «Авария задвижки»

Аналогичные действия произведем для настройки цвета индикатора наличия напряжения в схеме управления задвижкой. В качестве источника укажем переменную ZD3Power, настроим цвет по ее текущему значению (CurrentValue) и будем использовать общую таблицу порогов, в которой при значении TRUE – индикатор окрашивается в зеленый цвет, что визуально определяет наличие напряжения в схеме управления задвижкой, FALSE -индикатор окрашивается в красный цвет, что визуально определяет отсутствие напряжения в схеме управления задвижкой.

Рассмотрим динамическое свойство «Видимость». Откроем его из диалога Основные анимации. Окно настройки динамического свойства «видимость» приведено на рисунке 5.15.

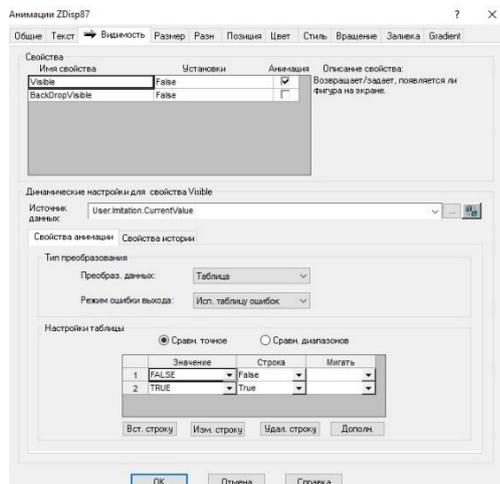


Рисунок 5.15. – Окно настройки динамического свойства «видимость»

Задание статических свойств объекта производится путем ввода соответствующих значений в столбец Установки. В данном случае статическим является свойство BackDropVisible (рисунок 5.16), при выделении курсором мыши свойства объекта справа появляется его описание.

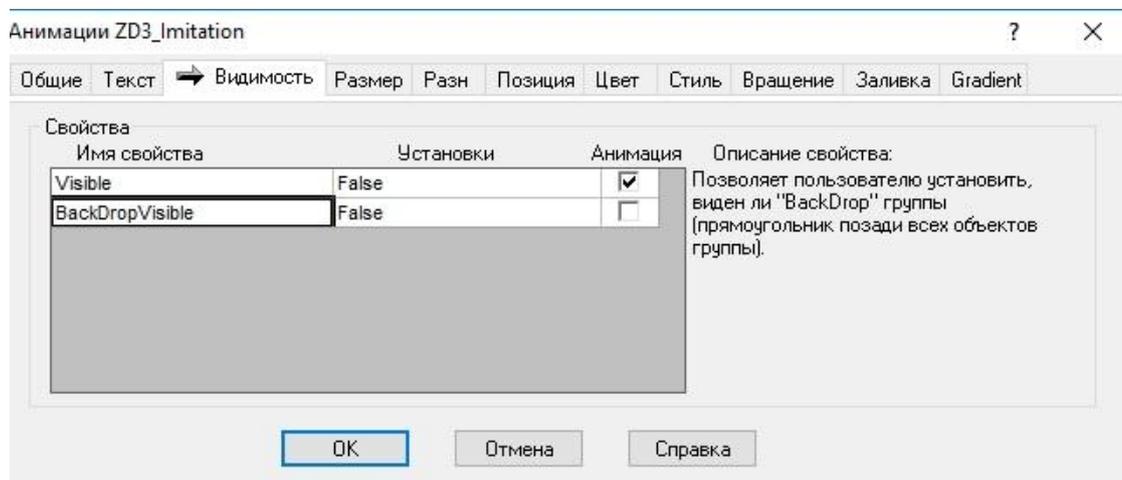


Рисунок 5.16 – Окно настройки статического свойства BackDropVisible

Для установки динамических свойств следует активизировать кнопку в столбце Анимация. В поле Преобразование данных производится выбор интервала значений блока в относительных единицах, на который распространяется динамическое свойство: «Диапазон», «Таблица», «Формат».

При выборе преобразования «Диапазон» диалог предложит ввести минимальное и максимальное значения входной величины и минимальное и максимальное значения выходной величины.

При выборе преобразования «Таблица» потребуется разбиение всего диапазона на интервалы с вводом нижних и верхних границ интервалов и указание реакции объекта при попадании значений в каждый из интервалов. Количество интервалов (строк таблицы) и значений границ задается при конфигурировании динамического свойства.

Преобразование «Формат» предполагает выбор типа формата: цифровой, алфавитно-цифровой. При выводе значений в цифровом формате потребуется ввести число целых и дробных знаков. Выбор алфавитно-цифрового формата предполагает ввод числа строк и числа символов в строке.

Динамическое свойство «Процент закрашки» определяет долю фигуры, которая будет залита цветом. Данное свойство настраивается у объекта, служащего для визуального отображения уровня воды в резервуаре противопожарного запаса воды.

Настройка свойства «Процент закрашки» приведена на рисунке 5.17.

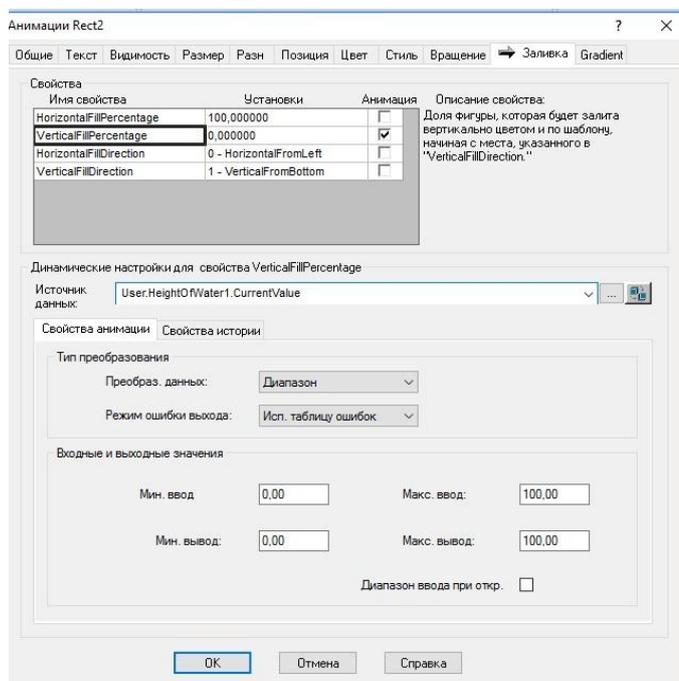


Рисунок 5.17 – Окно настройки динамического свойства «Процент закрашки»

Для установки связи между рисунками проекта и источниками данных и последующего отображения числовой и текстовой информации в режиме выполнения предусмотрена кнопка «Штемпель Данных». Этот диалог можно вывести на экран командой «Вставка/Связь Данные».

Если проектом предполагается выводить данные на экран (в цифровом или текстовом формате), то, прежде всего, необходимо определить источник данных, т.е. блок базы данных, из которого информация будет считываться на экран. Для выбора источника данных надо выбрать имя узла, имя блока и имя поля (рисунок 5.18). Поле каждого блока состоит из двух элементов: формата и параметра. Формат указывает тип данных, которые хранит поле. При разработке проектов систем управления технологическими процессами наиболее часто используются форматы A_ и F_. Формат A_ используется главным образом для отображения текстовых данных, а формат F_ - для отображения реальных значений переменных.

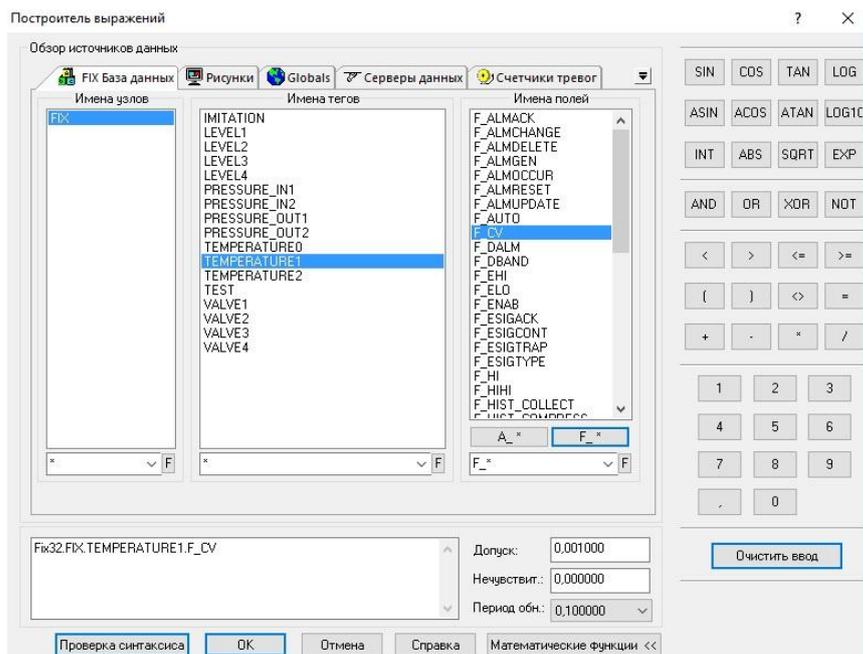


Рисунок 5.18 – Выбор источника данных.

Но при управлении технологическим процессом оператору должна быть предоставлена возможность и вводить данные в систему. Применительно к iFix это означает посылку значений рисунка в источник данных (базу данных). Выбор метода ввода данных производится в одноименном диалоге, вызываемом на экран

щелчком по кнопке «Эксперт ввода данных» набора инструментов после предварительного выбора объекта (рисунок 5.19).

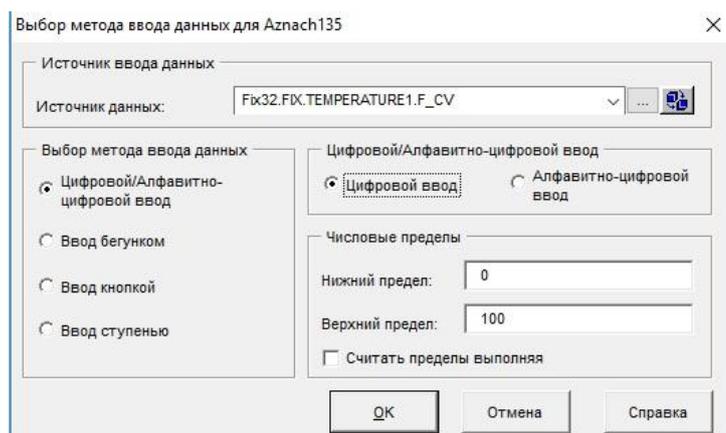


Рисунок 5.19 – Эксперт ввода данных

Включение опции «Цифровой/Алфавитно-цифровой ввод» предполагает ввод определенных значений переменной в режиме выполнения. Данная опция применяется для ввода значений температуры, давления, уровня воды или пенообразователя.

Выбор опции «Ввод бегунком» позволяет плавно изменять значение переменной, перемещая бегунок вдоль шкалы. При этом вводятся только целые значения. Такой способ ввода применяется главным образом для аналоговых переменных.

Опция «Ввод кнопкой» предоставляет возможность присваивать переменной значения 0 или 1. Этот способ ввода применим для дискретных переменных. Данная опция может быть использована для регулирования настройки задвижек.

Включение опции «Ввод ступенью» предполагает ступенчатое изменение значений переменной в процентах.

Тренды. Под трендом понимают наглядное представление изменения состояния параметров технологического процесса в разрезе реального времени или историческое отображение параметра во времени на экране монитора оператора в виде графиков с осью времени и осью значений параметра.

Для отображения данных в виде трендов система iFix предлагает многоперьевые диаграммы. При этом нет ограничений на число перьев в одной диаграмме. Единственное ограничение – память системы.

Для вывода диаграммы на экран следует щелкнуть по кнопке «Диаграмма» на панели инструментов. Затем щелкнув мышью на рабочем столе, растянуть диаграмму до требуемых размеров и отпустить кнопку мыши. Выбор и изменение свойств диаграммы производится в диалоге «Конфигурация диаграммы», который вызывается на экран двойным щелчком мыши по полю диаграммы.

Этот диалог содержит две закладки: «Общие» и «Диаграмма». Свойства, выбранные на закладке «Общие», распространяются на всю диаграмму. На закладке «Диаграмма», можно определить свойства для отдельного пера (пока не активизировано окно «Применить ко всем перьям»).

Имя, присвоенное диаграмме по умолчанию, можно изменить в поле «Имя». Поле «Описание» предназначено для описания и уточнения назначения диаграммы. Для получения справки относительно просматриваемой в режиме выполнения диаграммы необходимо заполнить «ID справки».

Направление прокрутки (слева направо или справа налево) задается в поле Направление прокрутки.

При организации прокрутки слева направо можно настроить режим возврата тренда реального времени. В этом случае при достижении кривой правого края диаграммы будет происходить возврат пера и соответствующего ему времени на заданную в процентах величину возврата. Наличие такого механизма позволяет наложить тренд реального времени на исторический тренд (образцовый) и проводить сравнение значений переменной.

Настройка внешнего вида диаграммы (кривой) производится выбором соответствующих свойство также на закладке «Общие». К этим свойствам относятся основной цвет, цвет фона, прозрачность и другие.

Период обновления определяет, как часто в среде выполнения происходит обновление данных на диаграмме. Значение периода обновления данных в секундах определяются в поле «Период обновления» в диапазоне от 0,1 до 1800 секунд с дискретностью 0,1 секунды.

Прозрачной называется диаграмма, сквозь которую видны расположенные за ней объекты. Включение свойства прозрачности производится активированием

опции «Прозрачность». Прозрачная диаграмма («серая на белом») имеет оси X и Y, имена источников данных и описание красного цвета.

На диаграмме различают две прямоугольные зоны: зону для отображения тренда и окружающую тренд зону (фон). Цвета этих зон можно выбирать на этой закладке (поля «Основной цвет» и «Цвет фона»).

Одной из важных динамических характеристик диаграмм является возможность совмещения на одной диаграмме текущих данных и данных истории. Для этого необходимо определить перья и соответствующие им источники данных (блоки). В верхней части закладки «Диаграмма» расположена зона «Источник данных», в которой перечислены имена перьев в формате «Сервер_данных.УЗЕЛ.ТЕГ.ПОЛЕ.» По умолчанию в списке перьев можно найти шаблон имени пера, который поможет применить правильный синтаксис при адресации источника данных.

Для добавления пера в диаграмму можно удалить существующий шаблон, а затем выполнить одно из действий:

- в зоне «Список перьев» щелкнуть по кнопке «Добавить перо» или дважды щелкнуть по пустой строке списка и в появившееся поле ввести имя источника данных в формате «Сервер_данных.УЗЕЛ.ТЕГ.ПОЛЕ.»;
- выбрать источник данных из раскрывающегося списка;
- щелкнуть по кнопке «Просмотр», расположенной справа от поля, и выбрать источник данных из построителя выражений.

Последний вариант позволит найти источник данных с помощью браузера источников данных.

Имеется также возможность добавлять перья в диаграмму непосредственно в среде выполнения с помощью VBA-скриптов.

Для управления внешним видом диаграммы система iFix предлагает выбор стиля перьев. Можно задать следующие характеристики стиля пера:

- стиль линий (сплошная, пунктирная, штриховая и т.п.);
- цвет линий;
- толщину линий;

- стиль маркера пера (прямоугольник, овал, ромб, символ).

Конфигурирование осей диаграммы производится на соответствующих закладках диалога. Здесь имеется возможность конфигурация осей (число меток, число делений, названия и цвет осей), сетки, а также пояснений, выводимых в нижней части диаграммы.

Отображение линий координатной сетки диаграммы облегчает анализ трендов. В iFix имеется возможность точного управления как горизонтальными, так и вертикальными линиями сетки (число линий, цвет, стиль).

На диаграмму можно также вывести пояснения для быстрой идентификации отображаемой на диаграмме информации. Цвет пояснений соответствует цвету перьев. Для выбора того или иного пояснения необходимо включить опцию и в поле справа ввести количество знаков, требуемых для вывода этого пояснения. Порядок вывода пояснений выбирается в поле «Порядок».

Для обеспечения доступа к средствам управления диаграммой в среде выполнения диаграмму необходимо соответствующим образом сконфигурировать в среде разработки.

На рисунке 5.20 приведено изображение тренда, отображающего значение давления в насосе №1. Согласно рисунку видно, что текущее значение давления составляет 0,084 МПа.

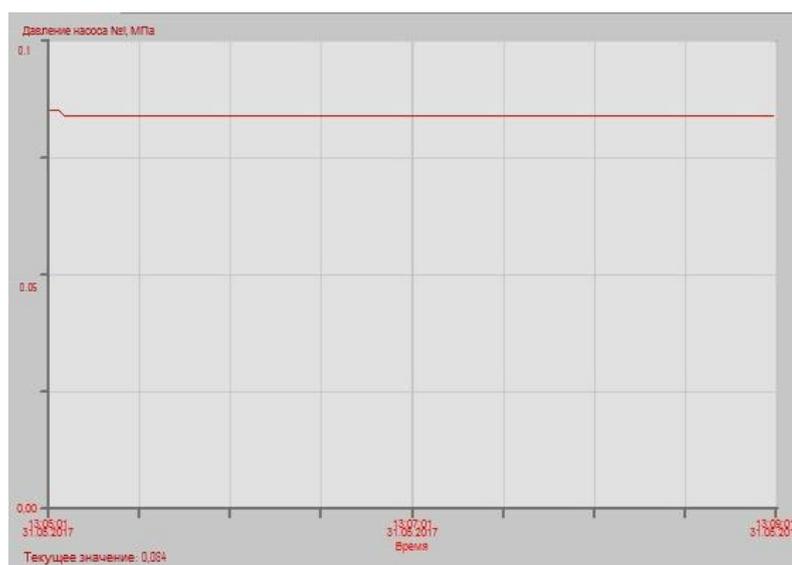


Рисунок 5.20 – Изображение тренда, отображающего значение давления в насосе №1

5.6 Разработка форм для работы оператора

Управление задвижкой осуществляется с помощью окна управления (рисунок 5.21). Вызов окна управления осуществляется щелчком левой кнопки мыши в зоне мнемознака задвижки.

Рисунок 5.21 – Окно управления задвижкой

На данной форме отображается номер задвижки, ее текущее состояние. При нажатии на кнопку «Открыть» происходит изменение текущего состояния и задвижка открывается. Соответственно при нажатии на кнопку «Заккрыть» - задвижка закрывается.

С помощью указанной формы так же можно регулировать режим имитации, предназначенный для имитации состояния задвижки, при этом реального управления задвижкой не производится. Если текущее состояние режима определено, как выключенное, то при нажатии на кнопку «Изменить состояние», режим имитации будет включен и наоборот.

При нажатии левой кнопкой мыши в зоне кнопки выбора режима управлением насоса появляется окно выбора режима (рисунок 5.22), (автоматический основной, резервный, ручной, ремонтный), после изменения режима необходимо подтвердить действие в окне подтверждения. Для отказа от изменения можно нажать клавишу «ESC» или нажать левой кнопкой мыши за границами окна.

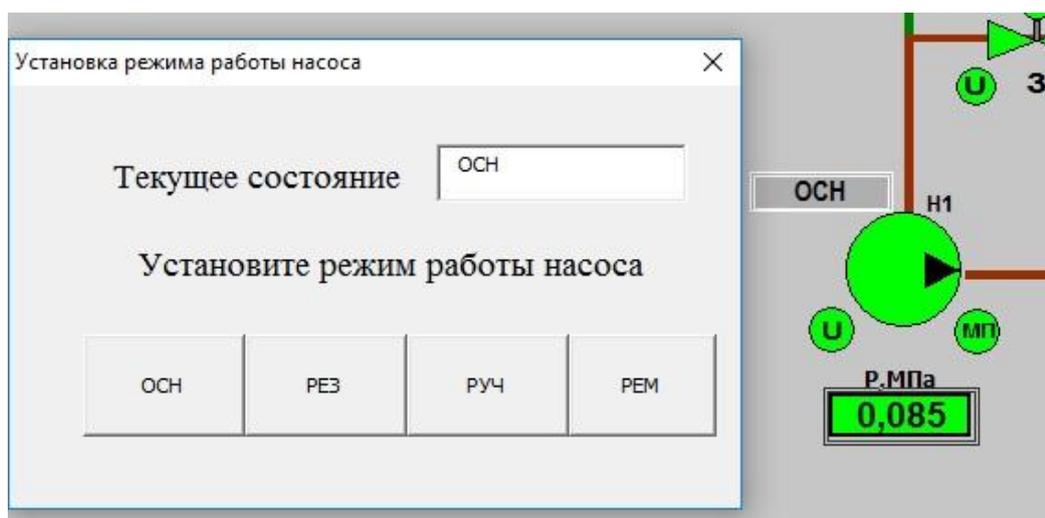


Рисунок 5.22 – Окно выбора режима работы насоса

Управление насосом выполняется через окно управления насосом (рисунок 5.23), вызываемого при нажатии левой кнопкой мыши в зоне отображения мнемознака насоса.

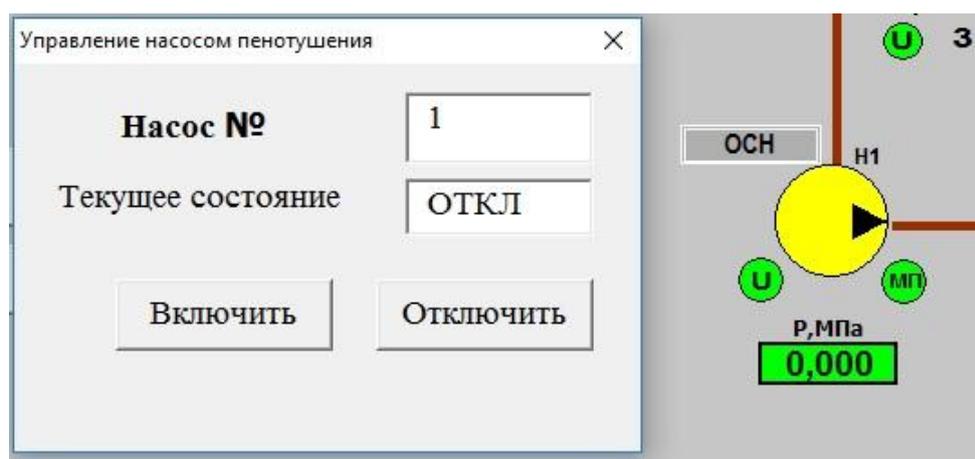


Рисунок 5.23 – Окно управления насосом пенотушения

Конечным результатом данного этапа работ является разработанный интерфейс для автоматизированного рабочего места оператора.

Отображаемая на мониторе автоматизированного рабочего места мнемосхема (рисунок 5.24) воспроизводит в упрощенном виде схему системы пожаротушения и содержит информацию, достаточную для определения:

- текущего состояния задвижек;
- состояния насосов пожаротушения;
- состояние емкостей хранения пенообразователя;
- состояние резервуаров противопожарного запаса воды;

- аналоговые параметры давления на выходе насосов.

Через данную мнемосхему может быть выполнено:

- управление пожарными задвижками;
- управление насосами пенотушения;
- запуск и остановка пенотушения;
- изменение режимов обработки аналоговых и дискретных параметров.

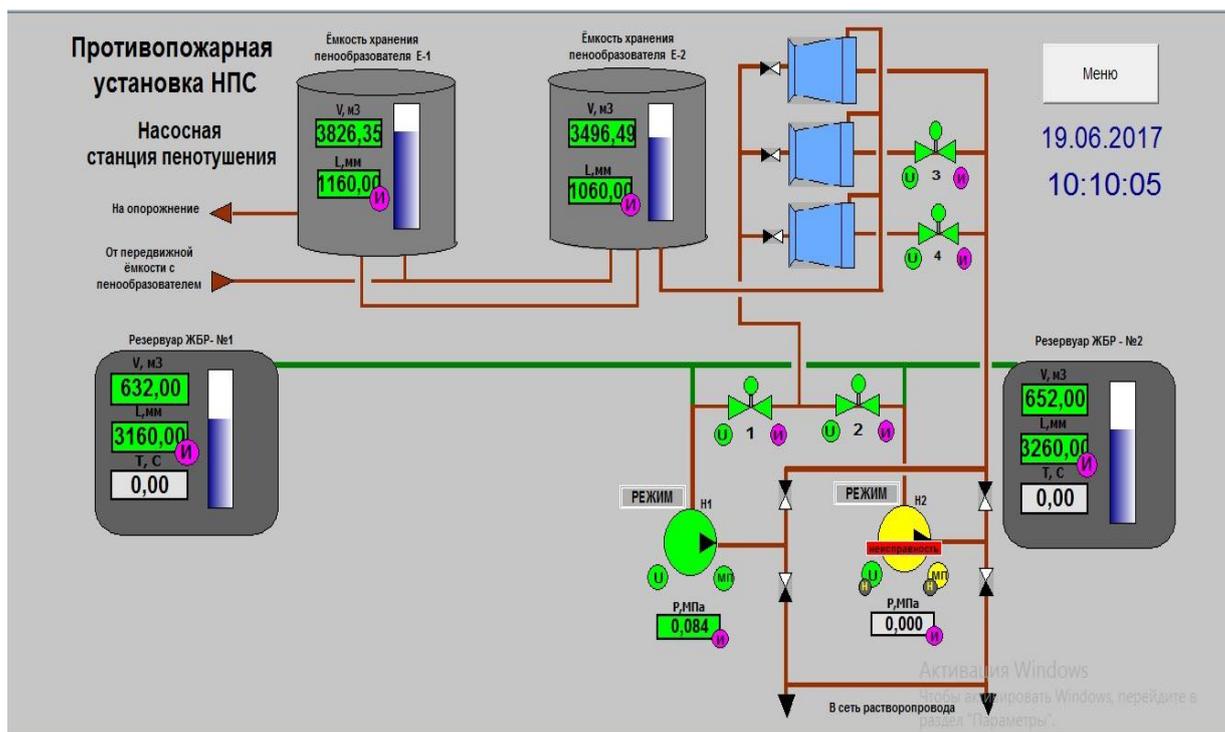


Рисунок 5.24 – Общая схема состояния системы пожаротушения

5.7 Алгоритм работы программы

В алгоритме модуля управления и контроля используется информация, поступающая от датчиков или вторичных приборов автоматики и прошедшая первичную обработку путем проверки на достоверность, сглаживания и усреднения. Обработанная информация (параметры) содержится в соответствующих массивах переменной информации, доступных для использования модулями и корректировки.

Вводится понятие «пожарная зона» как защищаемого пожарного объекта.

Алгоритм модуля «Алгоритм тушения пожара» по автоматическим командам по запуску или остановке системы автоматического пожаротушения инициирует процесс пенотушения объектов. Предусмотрено несколько таймеров, отвечающих за задержку того или иного процесса.

Перечень таймеров, используемых в модуле, представлен в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Таймеры, используемые в модуле «Алгоритм тушения пожара»

| Таймер | Описание таймера | Переменная |
|----------|--|--------------|
| Таймер 1 | Время на эвакуацию персонала | TimeUst.PZ.1 |
| Таймер 2 | Задержка команды «пуск» насоса пенотушения | TimeUst.PZ.2 |
| Таймер 3 | Задержка команды «открыть» задвижек пенотушения | TimeUst.PZ.3 |
| Таймер 4 | Длительность пенной атаки | TimeUst.PZ.4 |
| Таймер 5 | Задержка на возникновение запроса об остановке пенотушения | TimeUst.PZ.5 |

Модуль позволяет сформировать на автоматизированном рабочем месте оператора диалоговое сообщение оператору с запросом на остановку системы пожаротушения. На выходе модуля формируются флаги и команды, управляющие исполнительными механизмами, входящими в состав системы автоматического пожаротушения.

Последовательность работы алгоритма:

- Организация цикла по пожарным зонам;
- Алгоритм запуска системы пожаротушения;
- Алгоритм старта первой пенной атаки;
- Обработка флагов таймеров №1, №2;
- Обработка флагов таймеров №3;
- Обработка флагов таймеров №4, №5;
- Управление диалоговыми окнами;
- Алгоритм остановки системы пожаротушения.

В данном модуле используются определенные тексты оперативных сообщений, выводимых на экран автоматизированного рабочего места оператора в ходе выполнения алгоритма. (приведены в таблице 5.9).

Таблица 5.9 – Текст оперативных сообщений алгоритма модуля «Алгоритм тушения пожара»

| Сообщение | Текст |
|-------------|--|
| Сообщение 1 | ВЫПОЛНЯЕТСЯ ЗАДЕРЖКА ПУСКА СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ ДЛЯ ЭВАКУАЦИИ ПЕРСОНАЛА |
| Сообщение 2 | ЗАКОНЧИЛОСЬ МАКСИМАЛЬНОЕ ВРЕМЯ ТУШЕНИЯ ОБЪЕКТА |
| Сообщение 3 | РЕГЛАМЕНТНОЕ ВРЕМЯ ТУШЕНИЯ ЗАКОНЧИЛОСЬ. ОПЕРАТОРУ НЕОБХОДИМО ПРИНЯТЬ РЕШЕНИЕ |
| Сообщение 4 | ОПЕРАТОР ПРИНЯЛ РЕШЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЬ ТУШЕНИЕ |
| Сообщение 5 | ОПЕРАТОР ПРИНЯЛ РЕШЕНИЕ ЗАКОНЧИТЬ ТУШЕНИЕ |
| Сообщение 6 | ЗАКОНЧИЛОСЬ МАКСИМАЛЬНОЕ ВРЕМЯ ТУШЕНИЯ ОБЪЕКТА |

В модуле предусмотрены следующие входы и флаги от других модулей (таблица 5.10).

Таблица 5.10 – Входы и флаги модуля «Алгоритм тушения пожара»

| Наименование переменной | Описание переменной |
|-------------------------|--|
| PTCmdStart.PZ | 1 – команда на запуск системы автоматического пожаротушения |
| PTCmdStop.PZ | 1 – команда на останов системы автоматического пожаротушения |
| PZ_Count | количество пожарных зон |
| VSSState._.State | 2 – состояние насоса «работа» |
| ZDState._.State | 2 – состояние задвижки «открыта» 4 – состояние задвижки «закрывается» 5 – состояние задвижки «закрыта» |
| PZState._.PT | 1 – происходит тушение пожарной зоны |
| PZState.PZ. DWYes | 1 – оператор принял решение закончить пожаротушение |
| PZState.PZ.DWNo | 1 – оператор принял решение не останавливать пожаротушение |
| BDState._.State | 2 – состояние бака-дозатора «открыт» |
| NP1 | насос пенотушения №1 |
| NP2 | насос пенотушения №2 |
| ZD_P | задвижка общей пенолинии |
| ZD_PPZ | универсальный идентификатор задвижек подачи пены для тушения объекта |
| ZD_R1P1..ZD_R1P4 | задвижки подачи пены резервуара №1 |
| ZD_R2P1..ZD_R2P4 | задвижки подачи пены резервуара №2 |
| ZD_R1V1..ZD_R1V4 | задвижки подачи воды резервуара №1 |
| ZD_R2V1..ZD_R2V4 | задвижки подачи воды резервуара №2 |

В модуле предусмотрены следующие переменные (таблица 5.11).

Таблица 5.11 – Переменные модуля «Алгоритм тушения пожара»

| Наименование переменной | Описание переменной |
|-------------------------|---|
| PT_Count | счетчик пенных атак |
| PT_Pen | 1 – происходит пенотушение пожарной зоны, отличной от текущей |
| PZ | идентификатор пожарной зоны |
| PZState.PZ.DW | 1 – диалоговое окно оператора активно |

В модуле предусмотрены следующие выходы (таблица 5.12).

Таблица 5.12 – Выходы модуля «Алгоритм тушения пожара»

| Наименование переменной | Описание переменной |
|-------------------------|---|
| DO.PZ.SirRP.En | 1 – команда «включить» сирену «Пожар» в резервуарном парке 0 – команда «отключить» сирену «Пожар» в резервуарном парке |
| ZDCtrl._.Open | 1 – команда «открыть» задвижку |
| ZDCtrl._.Close | 1 – команда «закрыть» задвижку |
| DO.PZ.TabPI.En | 1 – команда «включить» табло «Пена! Уходи!» внутри объекта 0 – команда «отключить» табло «Пена уходи» внутри объекта |
| DO.PZ.TabPO.En | 1 – команда «включить» табло «Пена не входи» снаружи объекта 0 – команда «отключить» табло «Пена не входи» снаружи объекта |
| DO.PZ.TabRP.En | 1 – команда «включить» табло «Пожар» в РП 0 – команда «отключить» табло «Пожар» в РП |
| DO.PZ.SirPI.En | 1 – команда «включить» сирену «Пожар» внутри объекта 0 – команда «отключить» сирену «Пожар» внутри объекта |
| DO.PZ.SirPO.En | 1 – команда «включить» сирену «Пожар» снаружи объекта 0 – команда «отключить» сирену «Пожар» снаружи объекта |

В автоматизированной системе пожаротушения в качестве сигнальных устройств, оповещающих о пожаре, применяют тепловые пожарные извещатели ИП 103-1В. Температура срабатывания пожарного извещателя отличается от

максимальной температуры окружающего воздуха не мене, чем на 20 °С. При срабатывании двух и более пожарных извещателей происходит автоматический запуск системы пожаротушения, а также формируется сигнал о возгорании, который передается на автоматизированное рабочее место оператора. Результатом появления этого сигнала являются следующие действия оператора: сообщение в пожарную часть о срабатывании системы пожаротушения, фиксирование времени срабатывания, осуществление постоянного контроля за запуском системы пожаротушения.

Если задачи пожаротушения не были достигнуты и времени тушения было недостаточно для ликвидации огня возможен повторный запуск системы с автоматизированного рабочего места оператора. Также запуск системы оператором предусмотрен при отказе системы в автоматическом режиме.

На рисунке 5.25 приведено схематическое изображение организации цикла по пожарным зонам. Алгоритм запуска системы пожаротушения приведен на рисунке 5.26. В ходе его выполнения проверяется есть ли команда на запуск, не происходит ли пожаротушения указанной зоны, запускается таймер, достаточный для эвакуации персонала, происходит включение табло и сирены, извещающих о пожаре.

Алгоритм запуска таймера для эвакуации персонала приведен на рисунке 5.27. В ходе его выполнения выполняется отсчет времени, отведенного для эвакуации персонала. Затем выполняется условие, проверяющее отсутствие людей в пожарной зоне, в случае подтверждения оператором данного сигнала происходит старт пенной атаки. В случае присутствия персонала в пожарной зоне происходит повторный запуск таймера. В завершении алгоритма происходит запуск таймера №2, отвечающего за задержку команды «Пуск» насоса пенотушения.

Результатом выполнения описанных алгоритмов является запуск основных насосов, открытие задвижек на вводах баков-дозаторов и на линейных вводах, при этом после запуска основных насосов в течение времени, установленного таймером №2, при закрытых задвижках оценивается давление в напорном трубопроводе каждого насоса, принимается, что насос вышел на рабочий режим.

Задержка команды «открыть» для задвижек регламентируется таймером №3, алгоритм которого представлен на рисунке 5.28.

Алгоритм старта первой пенной атаки представлен на рисунке 5.29. В данном алгоритме проверяется, запущено ли тушение огня, затем осуществляется проверка готовности одного из насосов и открытого состояния одного из баков-дозаторов. Происходит запуск таймеров №4 и №5.

Алгоритм обработки таймеров №4 и №5 приведен на рисунке 5.30. Данный алгоритм проверяет протекание процесса пожаротушения и ведет счет пенных атак. Количество автоматических пенных атак равно трем, после окончания третьей атаки происходит формирование сигнала об окончании тушения объекта и формирование сигнала на использование диалоговых окон для вмешательства оператора.

Алгоритм управления диалоговыми окнами приведен на рисунке 5.31, в котором происходит взаимодействие оператора с системой, а именно принятие решений на окончание либо продолжение процесса тушения пожара.

Завершающим алгоритмом работы системы является алгоритм остановки системы пожаротушения, приведенный на рисунке 5.32.

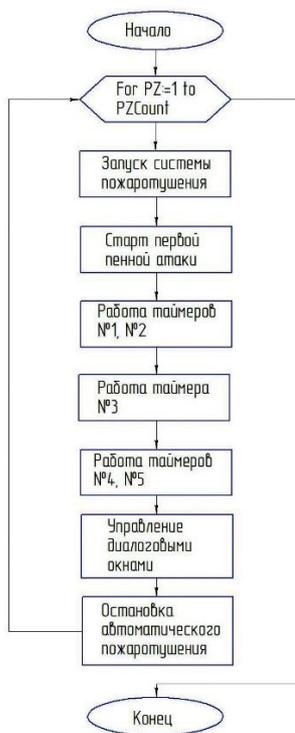


Рисунок 5.25 – Организация цикла по пожарным зонам

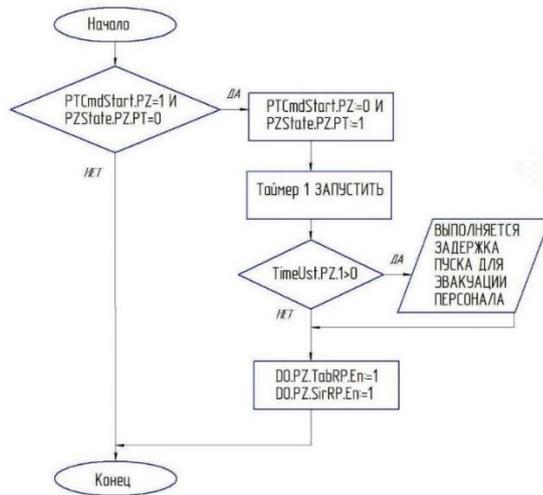


Рисунок 5.26 – Алгоритм запуска системы пожаротушения

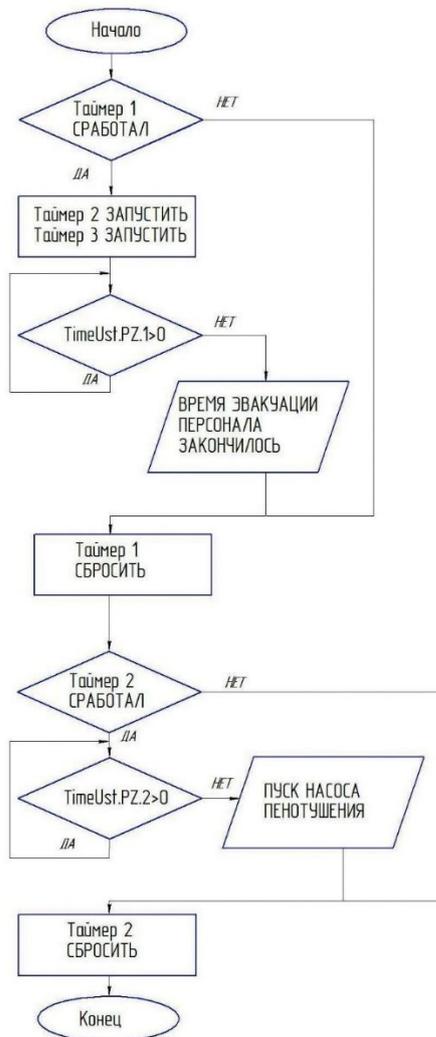


Рисунок 5.27 – Обработка флагов таймеров №1, №2

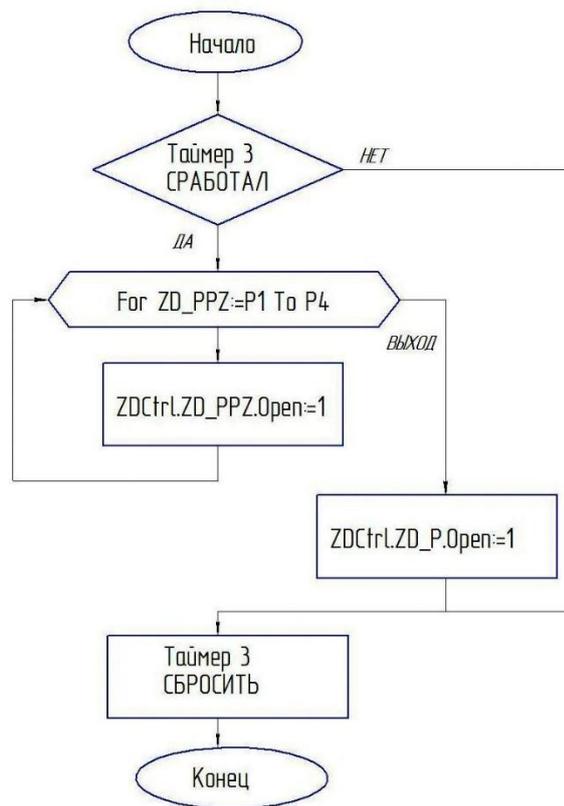


Рисунок 5.28 – Обработка флагов таймеров №3

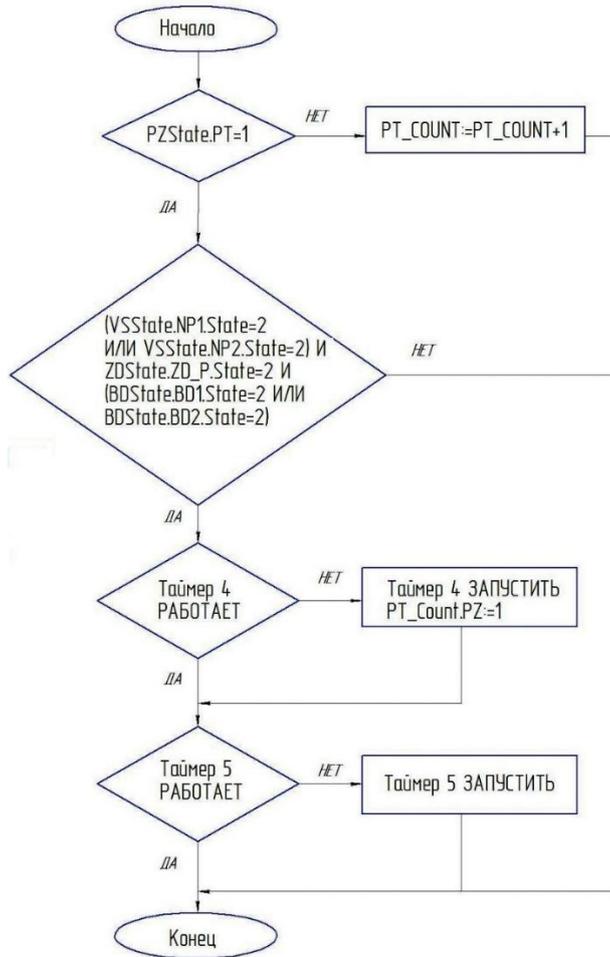


Рисунок 5.29 – Алгоритм старта первой пенной атаки

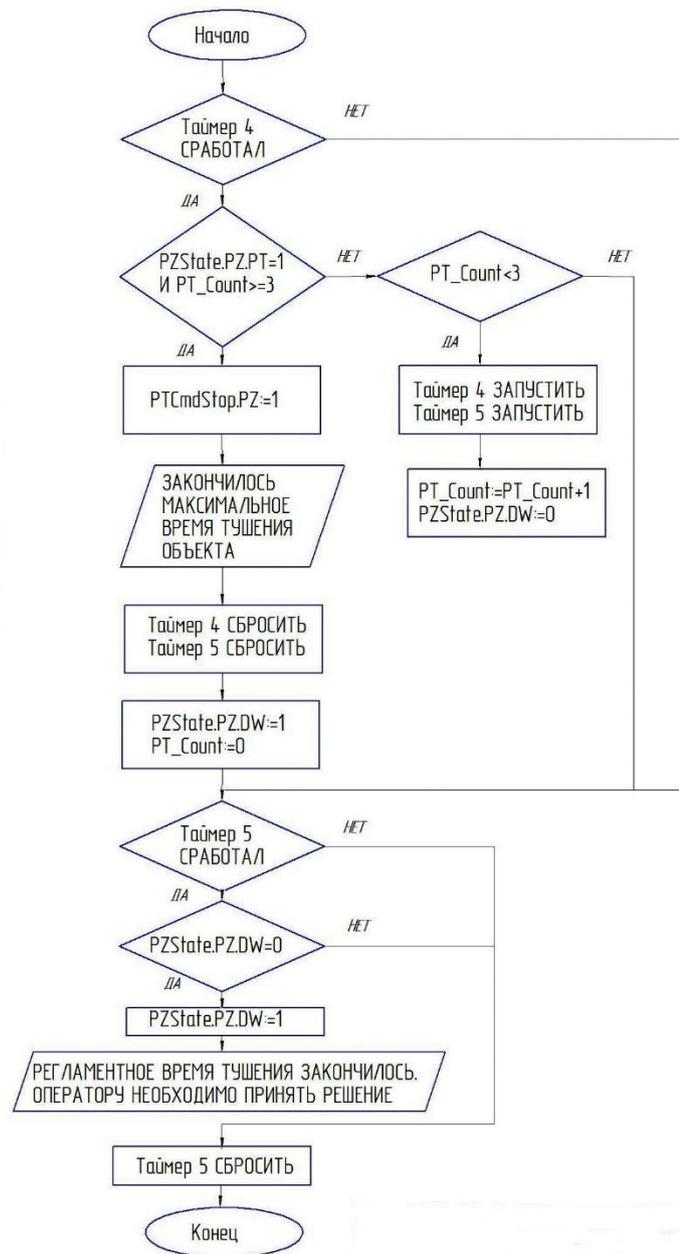


Рисунок 5.30 – Обработка флагов таймеров №4, №5

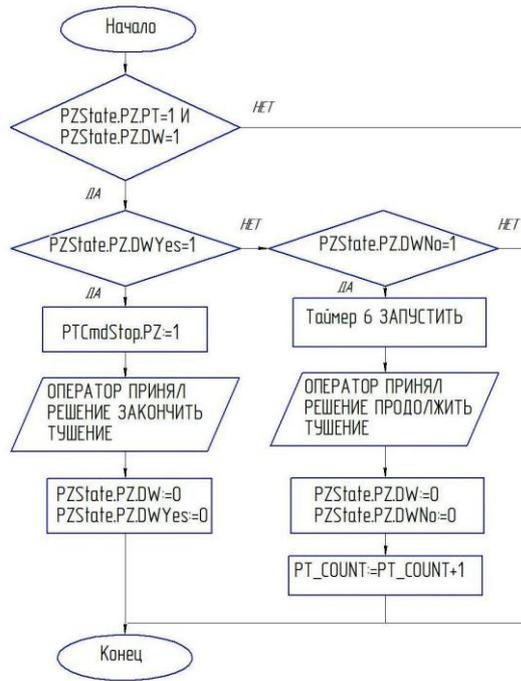


Рисунок 5.31 – Управление диалоговыми окнами

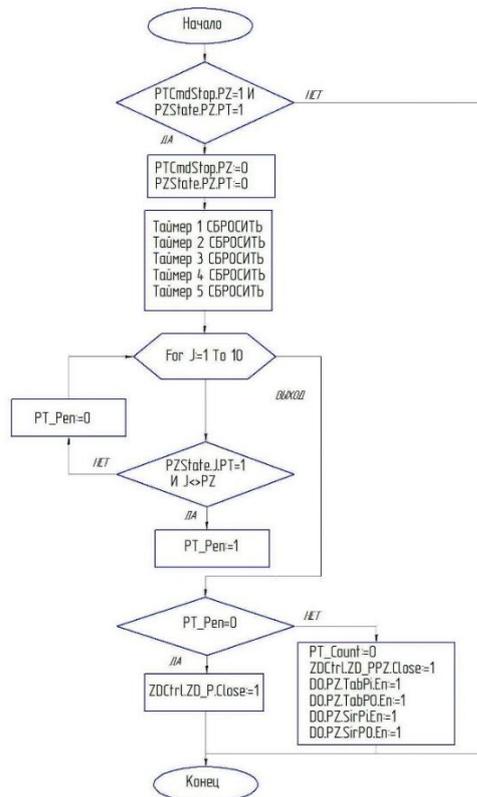


Рисунок 5.32 – Алгоритм остановки системы пожаротушения

Заключение

В процессе выполнения работы были достигнуты следующие результаты:

- проведен анализ технических характеристик датчиков и контроллера, на основании которого осуществлен выбор наиболее подходящих моделей для разрабатываемой системы;
- проведен выбор SCADA-системы, выполнен ее обзор, описана ее сетевая архитектура и порядок обмена данными;
- разработан интерфейс, формы и алгоритмы работы программы, при выполнении которых все необходимые данные о состоянии системы пожаротушения поступают на рабочее место оператора либо происходит формирование сигналов контроля и управления;
- получены навыки проектирования распределенных автоматизированных систем.

Результатом данной выпускной квалификационной работы является разработанная автоматизированная система визуализации и контроля противопожарной установки нефтеперекачивающей станции, которая в дальнейшем может найти применение в нефтяной промышленности путем ее модернизации под конкретную станцию.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Palle Andersen, Tom S. Pedersen, Kirsten M. Nielsen. An Investigation of Energy Storage Possibilities in Single Family Houses for Smart Grid Purposes. IFAC Proceedings Volumes, 2014.
2. Aamir Shahzad, Deokjin-Dong, Jeonju Malrey, Neal Naixue Xiong. A Secure, Intelligent, and Smart-Sensing Approach for Industrial System Automation and Transmission over Unsecured Wireless Networks. Sensors, 2016.
3. Dan R. Lipsa, Richard C. Roberts, Robert S. Laramee. FoamVis, A Visualization System for Foam Research: Design and Implementation, Computers, 2015.
4. Shahzad, S. Musa, A. Aborujilah and M. Irfan. The SCADA Review: System Components, Architecture, Protocols and Future Security Trends. American Journal of Applied Sciences, 2014.
5. Tao Jin, Fuliang Chu, Cong Ling, Daniel Legrand Mon Nzongo. A Robust WLS Power System State Estimation Method Integrating a Wide-Area Measurement System and SCADA Technology. Energies, 2015.
6. Барашко, О.Г. Проектирование систем автоматизации: учеб. пособие. / О. Г. Барашко, А. В. Овсянников. – «Белорусский государственный технологический университет», 2006 – 57с.
7. Андреев, Е.Б. Разработка операторского интерфейса в SCADA-пакете iFIX: учеб. пособие. Практикум по курсу «Проектирование автоматизированных систем» / Е.Б. Андреев, Г.Х. Кутлуяров, А.А. Беспясова. – Уфа: ООО «Монография», 2008 – 97 с.
8. Пьявченко, Т.А. Проектирование АСУ ТП в SCADA– системе: учеб. пособие по техническим дисциплинам «Автоматизированные информационно-управляющие системы» и «Интегрированные системы проектирования и управления». – Таганрог: изд-во ТРТУ. 2007. – 84 с.
9. Удилова, К. В. Технологический процесс на НПС «Демьянское-4» [Электронный ресурс] / К. В. Удилова // Современные концепции техники и технологии: проблемы, состояние и перспективы. URL: https://interactive-plus.ru/ru/article/116547/discussion_platform (дата обращения: 31.05.2017).

10. Шишкин, О.П. Автоматизированные системы управления предприятиями нефтяной промышленности. –М.: Недра, 2001. – 160 с
11. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Введ. 2014– 07– 01 – М.:Стандартинформ, 2014. – 20 с.
12. ГОСТ 14254-96. Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP). – Введ. 1997– 01– 01 – М.: Стандартинформ, 2007. – 37 с.
13. ГОСТ 22520– 85 Датчики давления, разрежения и разности давлений с электрическими аналоговыми выходными сигналами государственной системы промышленных приборов. Общие технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3). – Введ. 1986– 07– 01 – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 24 с.
14. Медведев, А. Е. Автоматизация производственных процессов : учеб. пособие / А. Е. Медведев, А. В. Чупин ; Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 2009. – 325 с.
15. Свод правил по проектированию систем противопожарной защиты резервуарных парков Госкомрезерва России – М.: 1998, 28 с
16. Сальников, А.В. Проектирование систем пожаротушения нефтеперекачивающих станций (НПС): учеб. пособие / А.В. Сальников, Е.В. Нор. – Ухта: УГТУ, 2009. – 131 с
17. Мезенцев, А.А. Техническое и программное обеспечение лабораторного комплекса «Организация пультов управления современных АСУ ТП»: учеб. пособие / А.А. Мезенцев, В.М. Павлов, К.И. Байструков; Томский политехнический университет. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2011. – 120 с.
18. Регламент по эксплуатации автоматических установок пенного пожаротушения на объектах ОАО МН ОАО «АК «ТРАНСНЕФТЬ» ОР-19.00-60.30.00-КТН-006-1-04 2007г.

19. РОССТАНДАРТ Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.fundmetrology.ru/default.aspx> (дата обращения: 31.05.2017).

20. Андреев. Е.Б., Куцевич Н.А., Синенко О.В. SCADA-системы: взгляд изнутри / Е.Б. Андреев, Н.А. Куцевич, О.В. Синенко – М.: Издательство «РТСофт», 2004. – 176 с.:ил.

21. Лычев. А.В., «Распределенные автоматизированные системы»: учеб. пособие – Петродворец, издательство Военно-морского института радиоэлектроники имени А.С. Попова, 2007. – 249 с.: ил.

22. Елизаров. И.А., Интегрированные системы проектирования и управления: SCADA-системы : учебное пособие / И. А. Елизаров, А. А. Третьяков, А. Н. Пчелинцев и др. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 160 с.

23. Андреев Е.Б., Автоматизация технологических процессов добычи и подготовки нефти и газа: Учебное пособие для вузов / Андреев Е.Б., Ключников А.И., Кротов А.В., Попадько В.Е., Шарова И.Я. - М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2008. - 399 с: ил.

24. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123–ФЗ (ред. от 03.07.2016) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». - [Электронный ресурс]/Компания Консультант-плюс.