

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 105 страниц, 27 таблиц, 11 рисунков, 30 источников, 16 формул, 11 приложений.

Ключевые слова: экструдер, пластиковая нить, автоматизированная система, филамент, SCADA-система, промышленный компьютер.

Объектом исследования является экструзионная линия.

Цель работы – разработка автоматизированной системы управления экструзионной установки с использованием промышленного компьютера, на основе выбранной SCADA системы.

В данном проекте была разработана система контроля и управления технологическим процессом на базе промышленного компьютера Advantech, с применением SCADA – «Simple-Scada».

Разработанная система может применяться в системах контроля и управления и сбора данных на различных предприятиях, связанных с производством пластиковой нити. Данная система позволит сократить число аварий, увеличить производительность, повысить точность и надежность измерений.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016 и представлена на CD-диске (в конверте на обороте обложки).

## Содержание

	С.
Введение.....	4
1 Техническое задание.....	5
1.1 Назначение системы.....	5
1.2 Цели создания системы.....	5
1.3 Назначение и состав экструзионной линии.....	6
1.4 Критерий качества создаваемой системы.....	8
1.5 Перспективы развития и модернизации системы.....	8
1.6 Нормативно-техническая документация.....	9
2 Основная часть.....	10
2.1 Состав и назначение экструзионной установки.....	10
2.2 Описание технологического процесса экструзии пластиковой нити.....	12
2.3 Состав и назначение экструзионной установки.....	16
2.4 Технические характеристики экструзионной линии.....	17
2.5 Разработка профиля АС.....	18
2.6 Разработка структурной схемы АС.....	20
2.7 Комплекс технических средств.....	23
2.7.1 Оборудование нижнего (полевого) уровня.....	23
2.7.2 Оборудование среднего уровня.....	24
2.7.3 Оборудование верхнего (диспетчерского) уровня.....	26
2.8 Функциональная схема автоматизации.....	26
2.9 Разработка информационных потоков.....	30

2.10 Разработка схемы внешних проводок.....	36
2.11 Разработка алгоритмов управления экструзионной установки .....	38
2.11.1 Алгоритм сбора данных измерений.....	38
2.11.2 Алгоритм замены катушки .....	38
2.11.3 Алгоритм автоматического регулирования .....	38
2.12 Экранные формы АС .....	43
2.12.1 Разработка дерева экранных форм.....	45
2.12.2 Разработка экранной формы общей схемы.....	46
Заключение .....	48
Список публикаций студента.....	49
Приложение А Схема технологического процесса .....	51
Приложение Б Структурная схема АСУ ТП .....	52
Приложение В Функциональная схема автоматизации.....	53
Приложение Г Перечень входных/выходных сигналов.....	54
Приложение Д Схема соединения внешних проводов.....	55
Приложение Е Алгоритм сбора данных измерений.....	56
Приложение Ж Алгоритм смены катушки .....	57
Приложение К Дерево экранных форм.....	58
Приложение Л Экранная форма главного меню.....	59
Приложение М Экранная форма основных параметров.....	60
Приложение Н Экранная форма общего назначения .....	61

## **Введение**

Аддитивные технологии – это одно из самых прогрессивных направлений 3Д-печати, позволяющее послойно наращивать форму объекта. Данный метод позволил изготавливать детали любой сложности и геометрии без каких-либо ограничений. Существуют множество технологий аддитивного производства для 3Д-печати (SLA, SLS, FDM), но наиболее распространённым является FDM (Fused Deposition Modelling) – технология трехмерной печати, при которой построение объекта идет за счет расплавления нити пластика, который через экструдер подается на рабочую поверхность. Именно поэтому, на сегодняшний день, качеству используемой нити уделяется большое внимание.

Различие качественных характеристик производимой нити и ряд других условий породили многообразие применяемого технологического оборудования и широкий спектр технологических схем установок по получению филамента. Известен широкий спектр экструзионных технологических линий, позволяющих производить комплекс мероприятий, начиная с подготовки сырья и заканчивая намоткой готовой нити на катушку и упаковкой продукции.

Экструзия представляет собой непрерывный технологический процесс, в результате которого готовые изделия получают посредством продавливания расплавленного материала сквозь формирующий инструмент (фильеру).

Задача автоматизации экструзионной установки заключается в обеспечении оперативного автоматизированного контроля качества получаемой пластиковой нити и управления технологическим оборудованием.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка автоматизированной системы управления установкой производства пластиковой нити, разработка функциональной схемы автоматизации, схемы соединения внешних проводок и другой проектной документации.

## **1 Техническое задание**

### **1.1 Назначение системы**

АСУ ТП предназначена для [1] –

- а) автоматического регулирования температуры в зонах цилиндра шнека и частоты вращения электропривода шнека и принимающего устройства;
- б) контроля расхода исходного сырья в бункере загрузки;
- в) контроля давления сухого пара на входе и выходе осушителя;
- г) управления автоматическими клапанами на трубопроводах;
- д) контроля и автоматического регулирования диаметра нити;
- е) контроля работы насоса охлаждающей жидкости;
- ж) контроля аварийных и измерения текущих уровней температуры, давления и значений диаметра нити;
- и) отображения информации о ходе технологического процесса: состояний технологических параметров, состояний оборудования;
- к) безаварийного останова технологических объектов при аварийных ситуациях;
- л) измерения расхода исходного сырья;
- м) формирования отчетов за смену, сутки, накопленным итогом и вывода их на печать;
- н) формирования журналов аварий и событий с возможностью вывода на печать;
- п) формирования архивных трендов технологических параметров с возможностью масштабирования, выбора определенных интервалов времени для просмотра и вывода на печать.

### **1.2 Цели создания системы**

Целями создания АСУ ТП являются [2] –

- а) поддержание рабочих параметров технологического процесса;

- б) обеспечение стабильного высокого качества выпускаемой продукции;
- в) уменьшение материальных, энергетических затрат;
- г) улучшение технико-экономических показателей работы экструзионной установки путем экономии материальных и энергетических средств, увеличения межремонтного цикла оборудования, снижения трудозатрат на ремонт;
- д) обеспечение надежной и эффективной работы основных и вспомогательных производственных объектов за счет оптимального управления режимами их работы в соответствии с требованиями технологических регламентов, своевременного обнаружения и ликвидации отклонений и предупреждения аварийных ситуаций;
- е) улучшение организации труда инженерного и управленческого персонала;
- и) значительного повышения информативности о ходе процессов и технологического диагностирования аварийных ситуаций;
- к) замена ручной обработки документооборота машинной.

### **1.3 Назначение и состав экструзионной линии**

Экструзионная линия представляют собой комплекс оборудования, предназначенный переработки полимерного сырья (гранул, дробленки, агломерата) в однородный расплав и придания ему формы путем продавливания через экструзионную головку и специальное калибрующее устройство, сечение которого соответствует конфигурации готового изделия. Она предназначена для эффективного нагрева и охлаждения материала, а также для обезвоживания и деаэрации пластиковой нити, и подготовки готовой продукции.

Проектирование и изготовление каждой установки по производству пластиковой нити, подбор технологического оборудования, выбор

технологической схемы выполняется с учетом качества исходной среды, требуемой производительности, условий эксплуатации и индивидуальных требований Заказчика.

Технологический цикл подготовки нити включает в себя следующие основные этапы: осушка гранул, равномерный расплав материала, постепенное охлаждение, обезвоживание, осушка.

Технологической схемой экструзионной установки предусматриваются следующие основные процессы [3] –

- а) прием гранулированного пластика из бункера;
- б) расплав до однородной массы;
- в) вытягивание нити;
- г) охлаждение и осушка филамента;
- д) наматывание катушек и упаковка готовой продукции.

Экструзионная установка может включать следующее технологическое оборудование –

- а) электродвигатель асинхронный трехфазный;
- б) редуктор;
- в) блок дозирования сырьевого материала;
- г) блок расплава пластика;
- д) блок охлаждения и осушки нити;
- е) тянущее устройство;
- ж) блок гребенки;
- и) тэны подогрева резервуара с водой;
- к) устройство охлаждения циркуляционной жидкости;
- л) блок накопления нити;
- м) намоточное устройство;
- н) оборудование КИПиА;
- п) оборудование АСУ ТП;

р) запорно-регулирующая арматура, включая задвижки, шаровые краны, регуляторы расхода, обратные и предохранительные клапаны.

Состав оборудования экструзионной установки и варианты размещения определяет Заказчик в соответствии с опросным листом, или заданием на проектирование.

#### **1.4 Критерий качества создаваемой системы**

Ключевым критерием качества работы АСУТП является стабильность заданных характеристик технологического процесса.

Технические решения системы направлены на повышение уровня автоматизации объектов, обеспечивающие высокую степень безаварийного и безопасного ведения технологических процессов, повышение качества выпускаемой продукции, сбережение энергоресурсов и обеспечение выполнения безопасности труда, экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других норм, действующих на территории России.

#### **1.5 Перспективы развития и модернизации системы**

Архитектура системы должна предусматривать возможность в случае необходимости функционального расширения системы как физически, так и программно. Поэтому все аппаратные средства, применяемые в системе должны быть серийного производства и иметь Сертификат Госстандарта России на право применения их в России, конфигурационное и программное обеспечение, применяемое в системе, должно быть построено с использованием известных языков программирования верхнего уровня.

Для связи, разрабатываемой АСУТП в перспективе с другими подобными системами и с корпоративной сетью, в ней должен быть предусмотрен стандартный интерфейс Ethernet [4].

## 1.6 Нормативно-техническая документация

Объем контролируемых и регулируемых параметров определен с учетом требований следующих нормативных документов –

а) СП 4783-88 "Санитарные правила для производств синтетических полимерных материалов и предприятий по их переработке» (утв.: Главным государственным санитарным врачом СССР 12 декабря 1988 г. N 4783-88);

б) СНиП 3.05.07-85. "Строительные нормы и правила. Системы автоматизации";

в) РД 50-34.698-90 "Информационная технология. Автоматизированные системы требования к содержанию документов";

г) ГОСТ 12.3.030-83. ССБТ. Переработка пластических масс. Требования безопасности;

д) ГОСТ 34.201-89 "Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем";

е) ГОСТ 34.601-90 "Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания";

ж) ГОСТ 34.602-89 "Информационная технология. Техническое задание на создание автоматизированной системы";

и) ГОСТ 34.603-92 "Информационная технология. Виды испытаний автоматизированных систем";

к) ГОСТ 21.1101-2013 "Основные требования к проектной и рабочей документации";

л) ГОСТ 24.104-85 "Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы управления. Общие требования".

## 2 Основная часть

### 2.1 Состав и назначение экструзионной установки

Экструзионная линия предназначена для превращения порошкообразной или гранулированной смеси в расплав, для перемешивания и гомогенизации расплава, а также создания давления, обеспечивающего выдавливание расплава через формирующую головку (фильеру), а также для обезвоживания, осушки и деаэрации и намотки на катушку уже готовой полимерной нити (рисунок 1).



Рисунок 1. Экструзионная установка

В зависимости от физико-химических свойств и качества конечной продукции, экструзионные установки для производства пластиковой нити комплектуются следующим оборудованием (см. приложение А) –

- а) трехфазный асинхронный двигатель (1);
- б) редуктор (2);
- в) передача (3);
- г) загрузочный бункер (4);
- д) корпус экструзионной машины (5);
- е) нагревательные элементы (6);
- ж) шнек (7);
- и) головка формирующая (8);
- к) цилиндр охлаждения (9);
- л) резервуары (10 и 11);
- м) замерное устройство (12);
- н) тянущие валики (13);

- п) намоточное устройство (14);
- р) полиспаст (15);
- с) шаровые краны, регуляторы расхода и давления, обратные и предохранительные клапаны;
- т) система пожаротушения (автоматическая или ручная);
- у) программное обеспечение и т.д. по требованию Заказчика.

Все технологические блочные помещения оснащаются –

- а) освещением;
- б) электрическим или водяным обогревом (с автоматическим поддержанием заданной температуры воздуха в блоке);
- в) вытяжной вентиляцией;
- г) датчиками контроля загазованности (для взрывоопасных зон);
- д) датчиками пожарной сигнализации;
- е) клеммными коробками для подключения внешних кабелей, расположенными на внутренней стене блока рядом с кабельными вводами (для блочного оборудования).

В комплект поставки также входят –

- а) шкафы автоматики (промышленного компьютера и вторичных приборов), размещаемые в операторной;
- б) шкафы выносных модулей распределенного ввода/вывода, размещаемые в ЩСУ;
- в) щиты НКУ 0.4 кВ, РУ-6 кВ, АВР, трансформаторы, размещаемые в ЩСУ, РУ-6 кВ;
- г) установленные КИП и А, кабельные проводки (для блочного оборудования).

## **2.2 Описание технологического процесса экструзии пластиковой нити**

Экструзионная машина представляет собой горизонтальную цилиндрическую камеру с загрузочным бункером (4), внутри которой вращается шнек (7), соединенный через редуктор (2) и передачу (3) с трехфазным асинхронным электродвигателем (1). Уменьшение глубины нарезки или шага шнека усиливает сжатие и увеличивает уплотнение материала на выходе, что обеспечивает высокое качество изделия из пластика. Шнек захватывает материал и перемещает его от загрузочной камеры вдоль всего корпуса машины (см. приложение А).

В бункер (4) подается сырье (1.4), представляющее собой смесь гранул пластика и порошка (если используются примеси). Исходное сырье в виде измельченного пластика – это самый лучший способ питания экструдера, потому что средние по размеру гранулы почти не образуют пробок в бункере по сравнению с порошкообразным сырьем. Зачастую, чтобы придать нужный цвет пластиковой нити используют красители, которые предварительно обваливают с гранулами в мешалке, чтобы обеспечить равномерное дозирование материала из бункера (придание материалу «сыпучести»). Кроме того, для удаления лишней влаги из исходного сырья требуется предварительно осушить и подогреть смесь. Для этого загрузочное устройство снабжают принудительной циркуляцией (1.3 и 1.7) горячего воздуха (40-50°C). Бункер снабжен индикатором уровня (шкалой), для того, чтобы отслеживать степень заполнения загрузочного бункера материалом и соответственно полноту заполнения шнека, следя за которым оператор управляет загрузкой материала до нужного уровня.

Экструзия как технологический процесс состоит из поступательного продвижения смеси вращающимся шнеком в его зонах: питания (I), пластификации (II), дозирования расплава (III), после чего происходит

продавливание расплава по фильере и постепенное охлаждение прутка. В процессе этого перемещения продукт сначала сжимается, затем нагревается, после чего пластифицируется и, наконец, гомогенизируется. Уровень давления в экструдере колеблется от 15 до 100 МПа.

Разделение экструдера на участки I-III происходит по технологическому признаку и показывает какой технологический процесс происходит в данной зоне экструдера. Однако, деление шнека на участки относительно, т.к. в зависимости от состава и качества исходного сырья, а также выбранной температуры и скорости вращения шнека и других особенностей границы зон могут смещаться вдоль экструдера, заходя в различные.

Гранулы из загрузочного устройства поступают в межвитковое пространство зоны питания и уплотняются там. Сжатие и уплотнение поступившего сырья в этой зоне осуществляется благодаря меньшей глубины нарезки шнека. За счет такой конструкции шнека в зоне питания воздух вытесняется и выходит через загрузочное устройство наружу. По причине разности значений силы трения между шнеком и внутренней стенкой экструдера (5) происходит движение смеси. Вследствие того, что контакт расплава с цилиндром меньше, чем со шнеком, возникает необходимость уменьшить силу трения смеси о шнек, иначе полимер застрянет и станет вращаться вместе с ним, и прекратиться поступательное движение вдоль оси шнека. Для предотвращения этого явления производят нагревание внутренней поверхности экструдера (при этом температура шнека становится ниже цилиндра).

Охлаждение смеси осуществляется до 30-35 °С с помощью циркуляции этиленгликоля (1.2 и 1.1) из цилиндра (9), который подключен к охлаждающему устройству. Также охлаждение на этом этапе необходимо для того, чтобы предотвратить обратный ход вязкой смеси из следующих зон и, кроме того, это позволяет предотвратить чрезмерный нагрев поверхности экструдера около загрузочного устройства, а также и при длительной работе

экструдера самого бункера. Именно поэтому в данной части цилиндра делаются каналы для циркуляции охлаждающей жидкости (этиленгликоля).

После зоны пластикации начинается плавление гранул, которые примыкают к поверхности экструдера, и превращение в расплав. Нагрев смеси осуществляется до 180-190°C с помощью нагревателей (6) с постепенным превращением смеси в вязкую, пластичную массу. За счет того, что глубина нарезки шнека становится меньше по мере движения смеси от I участка к последнему, то происходит плавление и нагревание смеси из-за того, что возросшее давление плотно прижимает материал к горячей поверхности стенки цилиндра. Во II зоне смесь дополнительно нагревается из-за вязкого внутреннего трения в расплаве, вследствие сдвиговой деформации. Данный факт приводит к перемешиванию и однородности смеси.

Окончание участка пластификации определяется разложением расплава на отдельные фракции. Далее смесь, содержащая твердые фрагменты, поступает в зону дозирования для подачи его в формирующую головку, уплотнения и выхода сформовавшейся нити. Происходит это за счет уменьшения глубины нарезки шнека (создается необходимое давление). Самое большое давление достигается на переходном участке между границами I и II зоны. В этом месте расплав имеет наименьшее сопротивление движению, т.к. на I участке – это все еще твердый материал, а на II участке – уже плавящийся. Наличие пробки (плотно спрессованного материала) и создает основной вклад в повышение давления расплава. Далее это давление расходуется на компенсацию силы трения, возникающую в следствии движения расплава в каналах формирующей головки и формования прутка [5].

III зона является условно зоной дозирования, в которой происходит дальнейший расплав оставшихся твердых частичек пластика, а также усреднение давления и температуры массы и удаление воздуха. Важно, чтобы удаление воздуха было полным, иначе есть шанс, что пузырьки останутся в расплавленной массе и после выдавливания в конечном изделии будут полости,

являющиеся браком. В конце зоны вязкая масса готова к продавливанию через экструзионную головку (8). Движение разнородного материала (расплав, фракции твердого полимера) сопровождается выделением внутреннего тепла, являющегося результатом сдвиговых деформаций в материале. Далее в расплаве продолжается увеличиваться степень однородности, выражающаяся в заключительной гомогенизации остатков твердых частичек пластика, усреднении температуры смеси и вязкости расплава. В межвитковом пространстве расплавленная масса имеет ряд потоков, главными из которых являются продольный и циркуляционный. Производительность экструдера определяется величиной продольного потока (вдоль оси шнека), а степень однородности расплава – циркуляционным. В свой черед, продольный поток состоит из следующих потоков расплава: утечек, обратного и прямого.

Однородный состав смеси, благодаря остаточному давлению выдавливается из формующей головки, при этом расплав приобретает нужный профиль и выходит из фильерной части головки под небольшим избыточным давлением.

После экструзионной головки пластиковая нить вытягивается в ванну (10) с горячей водой (60-70°C), длина которого около 1,5-2м. Вода поступает в данный резервуар уже подогретой (1.5) от нагревателей. Необходимость данной процедуры заключается в том, что в пластик еще горячий и в нем все еще содержится какое-то количество воздуха, для сохранения круглого сечения нити требуется постепенное охлаждения нити. В данном контейнере предусмотрен подогрев жидкости нагревателями и перемешивание воды путем отбора холодной жидкости снизу контейнера. Далее нить протягивается в следующую ванну (11), имеющую ту же длину, но с температурой близкой к комнатной (данный резервуар может иметь большую температуру вследствие контакта с резервуаром (1.6), наполненным горячей водой). Вытягивание нити происходит благодаря тянущему устройству (13), которое установлено после вакуумного насоса сразу после последней ванны. На этом же этапе происходит

измерение диаметра нити замерным устройством (12). Вакуумный насос выполняет функцию осушки уже остывшей нити.

После валиков нить наматывается на полиспаст (15), служащий для накопления мотков нити в случае смены основной катушки либо при аварийном останове. Для смены основной катушки используют фиксирующие валики вытяжной машины, которые в рабочем режиме работают как обычные прокатные валики. Они расположены сразу после полиспаста и в случае надобности валики жестко захватывают нить, а полиспаст начинает накапливать поступающую вновь нить. После валиков нить наматывается на основную катушку в намоточном устройстве (14), за процессом намотки следит оператор, который по мере заполнения меняет катушку на новую. Частота вращения тянущего устройства синхронизирована с частотой вращения шнека и в случае уменьшения частоты вращения одного элемента, соответственно изменяется частота вращения другого.

Частотой вращения шнека управляет частотный преобразователь, подающий управляющий сигнал на трехфазный асинхронный двигатель (1). Через редуктор (2) и подшипниковый узел (3) крутящий момент передается на шнек (7). Температурой в зонах шнека управляет релейный ПИД-регулятор. Замер диаметра нити осуществляет датчик, имеющий приемник света - ПЗС линейку и источник света – лазер. В качестве сигнализирующего устройства предусмотрена сирена со световым эффектом, реагирующая на обрыв/провисание нити, а также на отклонение температуры и опустошение загрузочного устройства [6].

### **2.3 Состав и назначение экструзионной установки**

Климатическое исполнение экструзионной линии – «УХЛ», категория размещения 1 по ГОСТ 15150-69.

Экструзионная установка представляет собой комплексное изделие, включающее в свой состав следующие основные блоки –

- а) блок выдавливания экструдата;
- б) блок проката нити;
- в) блок намотки продукции на катушку;
- г) комплект средств автоматизации.

Экструдер в целом, блоки и сборочные единицы, демонтированные на время транспортирования, маркируются на заводе-изготовителе согласно требованиям технических условий и ГОСТ 14192-96.

#### **2.4 Технические характеристики экструзионной линии**

Рассматриваемая экструзионная линия обладает следующими характеристиками –

- а) производительность экструдера для интервала температур 20-70°C 10 кг/час;
- б) потребляемая мощность – 6 кВт;
- в) число шнеков – 1;
- г) протяженность – 1200 мм;
- д) диаметр поперечного сечения шнека – 42 мм;
- е) мощность нагревателей – 2 кВт;
- ж) диапазон скоростей вращения рабочего шнека 0 – 400 об/мин;
- и) способность работать в безостановочном режиме – 25-28 суток в месяц;
- к) минимальный и максимальный размеры перерабатываемых гранул полимера – 1,0 ... 14,0 мм:
- л) максимальная скорость – 150 м/мин;
- м) нагреваемая среда – пластик, красители, содержанием следующих химических веществ –
  - 1) 5–35 % акрилонитрила;
  - 2) 5–30 % бутадиена;
  - 3) 40–60 % стирола;

- н) коэффициент полезного действия не менее – 70 %;
- п) габаритные размеры (длина x ширина x высота) не более – 2100 x 300 x 270мм;
- р) уровень звука не более – 80 дБ.

Показатели надежности –

- а) средний ресурс до капитального ремонта не менее – 3,5 лет;
- б) средний срок службы, с учетом морального износа не менее – 10 лет;
- в) питание приборов системы контроля, сигнализации, защиты и арматуры с электромагнитным приводом от сети переменного тока напряжением – 220 В, частотой – 50 Гц;
- г) питание силового электрооборудования от сети переменного тока напряжением – 380 В, частотой – 50 Гц.

## **2.5 Разработка профиля АС**

Для разработки системы диспетчерского управления и сбора данных будет использоваться SCADA-система «Simple-Scada». В качестве операционной системы была выбрана Windows 7. Защита информации обеспечивается стандартными средствами Windows.

Концептуальная модель (рисунок 2) предусматривает разбиение ПО АС на приложения, выполняющие требуемые функции автоматизированной системы, и среду взаимодействия, обеспечивающую подготовку и выполнение приложений [7]. Между ними определяются стандартизованные интерфейсы прикладного программирования.

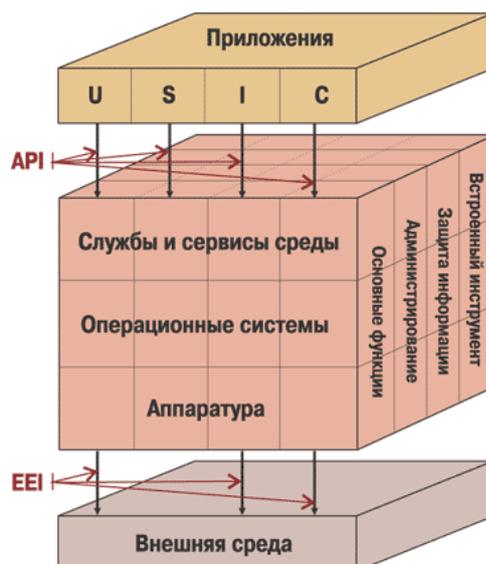


Рисунок 2. Концептуальная OSE/RM модель ПО АС

Наиболее актуальными прикладными программными системами АС являются открытые распределенные АС с архитектурой клиент-сервер. Именно такими являются практически все современные SCADA системы, использующие стандарты OPC. Структура OPC сервера приведена на рисунке 3.

Девиз OPC: открытые коммуникации по открытым протоколам. OPC – это набор спецификаций стандартов. Каждый стандарт описывает набор функций определенного назначения.



Рисунок 3. Структура OPC сервера

Взаимодействие промышленного компьютера со SCADA осуществляется посредством OPC-сервера. Датчики и исполнительные устройства связаны с промышленным компьютером посредством аналоговых и дискретных сигналов соответственно. Датчик измерения диаметра связан с промышленным компьютером через токовую петлю, используя конвертера токовая петля/RS-232.

Оборудование АСУ ТП размещается в помещениях с ограниченным доступом и защищено от несанкционированного доступа лиц, не имеющих доступ к системе.

Проектируемые щиты АСУ ТП снабжены механическими запорами для ограничения права доступа.

Доступ к программному обеспечению АСУ ТП защищен программными кодами с паролями доступа.

## 2.6 Разработка структурной схемы АС

Для данного объекта выбрана трехуровневая система автоматизированного управления. Пример принципиальная схема данной модели показан на рисунке 4 (см. приложение Б).

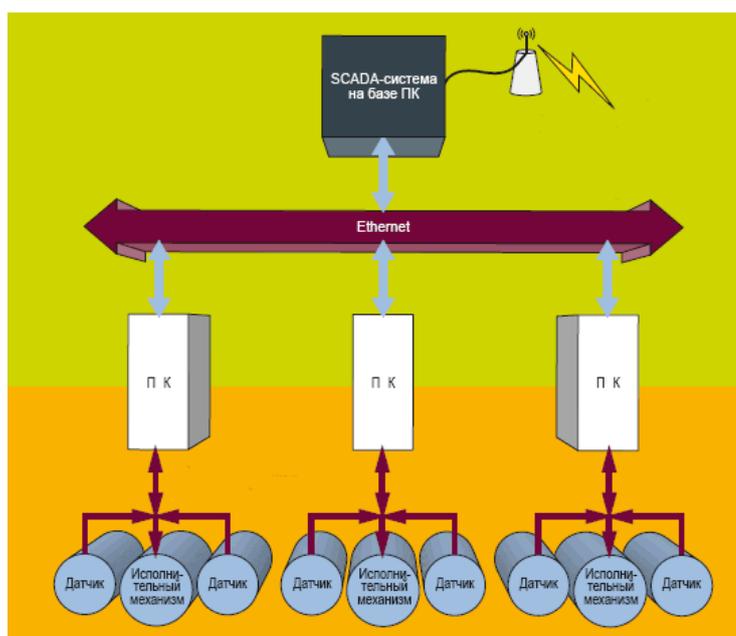


Рисунок 4. Трехуровневая структура АСУ

Нижний уровень, именуемый еще также полевым, содержит первичные датчики (измерительные преобразователи), которые собирают данные о протекании всего технологического процесса, в частности, исполнительных устройств и приводов, которые выполняют управляющие и регулирующие действия.

Данные с датчиков нижнего уровня поступают в промышленный компьютер, в который установлены следующие платы и внешние модули, подключенные через шину ISA: плата дискретного ввода/вывода, плата ЦАП, плата сбора данных, интерфейсная плата, одноплатный компьютер, расположенные в щитовой КИП и А и аппаратной АСУ в непосредственной близости от объекта управления.

Данные с датчиков поступают в многофункциональную плату сбора данных, а информация с измерителя диаметра сперва преобразуется конвертором в RS-232 совместимый сигнал, а затем, после обработки в интерфейсной плате, сигнал поступает на ту же самую плату сбора данных. Далее поток данных поступает на одноплатный компьютер оператора, где и располагается микропроцессор, который производит все необходимые вычисления. Плата ЦАП применяется для вывода аналоговых управляющих сигналов из цифровых систем на исполнительные механизмы. Одноплатный компьютера, который установлен в операторной в непосредственной близости с производством, необходим для быстрого контроля и управления технологическим процессом на месте [8].

Все данные с датчиков нижнего уровня отправляются на средний уровень управления промышленного компьютера (ПК), который реализует выполнение следующих операций –

- а) прием, хранение, полученных данных и первичную обработку информации о состоянии всего технологического процесса;
- б) обмен данных с верхним уровнем;
- в) выполнение поступивших заданий с верхнего уровня;

г) автоматическое регулирование и управление.

Верхний (информационно-вычислительный) уровень состоит из платы Ethernet, играющая сборщика, а также локальной сети, состоящей из сервера базы данных и компьютеров. Для повышения надежности работы САУ в операторной расположено резервное АРМ оператора.

В соответствии с входной информацией с датчиков и сигналов с АРМ оператора экструзионной линии промышленный компьютер формирует управляющие воздействия. Информация с щитовой КИП и А по дублированной сети с протоколом Ethernet поступает в щит сервера в аппаратной АСУ ТП. Здесь осуществляется проверка формируемых промышленным компьютером управляющих воздействий, а также горячее резервирование компьютера на случай выхода его из строя. Таким образом повышается надежность и устойчивость САУ на случай выхода компьютера из строя либо повреждения одной из линий сети.

Инженер АСУ ТП может просматривать все доступные экранные формы с отображаемой на ней информацией, так же может отслеживать работу системы в целом. Работу с экранными формами инженер АСУ ТП осуществляет в режиме просмотра.

Информация с локального промышленного компьютера поступает в локальную сеть через платы Ethernet в диспетчерского пункт, выполняющие следующие операции –

- а) прием информации с промышленного компьютера;
- б) анализ данных, в том числе и масштабирование;
- в) поддержка временного единства;
- г) синхронности работы всех компонентов системы;
- д) архивация данных по заданным параметрам;
- е) обмен данными между верхним уровнем и локальным промышленным компьютером на среднем уровне.

Аппаратная АСУ ТП отвечает за архивирование всех параметров, снимаемых с экструзионной линии. Резервное архивирование происходит так же на сервере отделе автоматизации в центральном офисе компании.

## **2.7 Комплекс технических средств**

По своим функциональным признакам технические средства автоматизации подразделяется на –

а) оборудование нижнего (полевого) уровня, выполняющее функции первичного преобразования, передачи информации о технологическом объекте и приема управляющих сигналов;

б) оборудование среднего уровня, выполняющее функции сбора, первичной обработки данных и выработки управляющих воздействий на исполнительные механизмы, передачи информации на верхний уровень;

в) оборудование верхнего (диспетчерского) уровня, выполняющее функции сбора, визуализации, обработки и хранения данных.

### **2.7.1 Оборудование нижнего (полевого) уровня**

Для передачи информации и приема управляющих сигналов на технологических объектах устанавливаются серийно выпускаемые приборы и исполнительные механизмы.

В качестве датчиков избыточного давления и перепада давления сухого пара используются датчики Элемер-100 компании «Контакт Прибор» с выходным унифицированным токовым сигналом (4-20) мА и HART-протоколом для конфигурирования.

В качестве датчиков датчика давление и температуры на головке экструдера в среде расплава используется комбинированный датчик давления и температуры Текknow Vx-35 с выходным унифицированным токовым сигналом (4-20) мА. Также используется манометр давления для расплава пластика в

процессе экструзии, установленный на головке экструдера, компании Tekknow модели A31.

В качестве датчика измерения диаметра нити используется двухкоординатный лазерный измеритель «Цикада 2.72».

В качестве датчиков расхода используются расходомер сыпучих материалов SolidFlow компании «SWR-engineering» с выходным унифицированным токовым сигналом (4-20 мА).

В качестве датчиков температуры нагревателей выбраны датчики температуры ТПУ 0304/М1-Н без индикации с преобразованием сопротивления в токовый сигнал (4-20) мА + HART.

Для регулирования скорости асинхронных двигателей используются частотные преобразователи компании «Веспер» модели ЕЗ-8100К, позволяющие осуществлять мониторинг и управление по RS - 422/485.

Для измерения потребляемого тока и напряжения асинхронных двигателей используются преобразователь измерительный напряжение и тока с индикацией НПСИ-ДНТВ.

В качестве исполнительных механизмов клапанов используются электроприводы St-mini компании «Авангард». Регулирование клапаном осуществляется унифицированным токовым сигналом (4-20) мА.

### **2.7.2 Оборудование среднего уровня**

На среднем уровне для сбора первичной информации от датчиков, а также для формирования управляющих воздействий на исполнительные механизмы используется промышленный компьютер, выполненный в корпусе IPC-6908, снабженный электронным диском (вместо обычного жесткого диска), сторожевым таймером и шасси ISA для подключения плат ввода-вывода и внешних модулей.

В качестве светозвуковой сигнализации загазованности применяются посты аварийной сигнализации ПАСВ.

Оборудование среднего уровня АСУ ТП размещается в щитах –

- а) щит промышленного компьютера (ЩК-1130.01);
- б) щит реле (ЩР-1130.01).

ЩК-1130.01, ЩБ-1130.01, ЩР-1130.01 представляют собой металлические, сборные, напольные щиты, одностороннего обслуживания фирмы "Rittal". Габаритные размеры щитов (Ш×Г×В, мм) – 800×600×2000. Для предотвращения несанкционированного доступа щиты оборудованы замками.

В щите компьютера(ЩК-1130.01) размещено следующее оборудование –

- а) источник бесперебойного питания APC Smart-UPS;
- б) резервированные источники питания фирмы Phoenix Contact;
- в) промышленный компьютер (основной и резервный);
- г) полноразмерная плата ввода-вывода Advantech PCL-722;
- д) многофункциональная плата сбора данных PCL-812PG Advantech;
- е) интерфейсная плата PCL-741 Advantech;
- ж) одноплатный компьютер PCA-6770 Advantech;
- и) плата ЦАП PCL-726 Advantech;
- к) плата Ethernet;
- л) сигнальные индикаторы;
- м) клеммы фирмы Phoenix Contact.

В щите реле (ЩР-1130.01) размещено следующее оборудование –

- а) резервированные источники питания фирмы Phoenix Contact;
- б) коммутационные реле фирмы Pepperl+Fuchs;
- в) клеммные платы гальванической развязки фирмы Fastwel;
- г) клеммы фирмы Phoenix Contact.

Щит промышленного компьютера (ЩК-1130.01) обеспечивает выполнение следующих функций –

- а) прием сигналов от первичных преобразователей и вторичных приборов;

б) контроль достоверности и первичную обработку информации (пересчет параметров в физические величины, вычисление текущих значений, сравнение с уставками и т.д.);

в) регулирование технологических параметров в соответствии с выбранными законами регулирования, с выдачей команд управления в виде аналогового сигнала (4-20) мА постоянного тока;

г) программно-логическое управление, защиту и блокировку технологического оборудования;

д) подготовку данных для отображения и архивации;

е) самодиагностику.

Щит реле (ЩР-1130.01) обеспечивает коммутацию управляющих сигналов насосных агрегатов, вентиляторов, светозвуковой сигнализации, задвижек.

### **2.7.3 Оборудование верхнего (диспетчерского) уровня**

На верхнем уровне расположены серверы БД, АРМ диспетчера и оператора, а также дополнительный АРМ оператора (горячий резерв) с установленным программным обеспечением Windows 7 и Simple-Scada. Для обеспечения бесперебойного питания каждое все АРМ и сервера БД оснащены ИБП на 220В. Расположенная в аппаратной АСУ ТП.

На верхнем уровне расположено АРМ конфигуратора в аппаратной АСУ ТП.

Локальный сервер и часть сетевого оборудования, обеспечивающего обмен информацией на верхнем уровне, так же относится к верхнему уровню АСУ ТП [9].

### **2.8 Функциональная схема автоматизации**

Функциональная схема автоматического контроля и управления предназначена для отображения основных технических решений, принимаемых

при проектировании систем автоматизации технологических процессов. Объектом управления в системах автоматизации технологических процессов является совокупность основного и вспомогательного оборудования вместе с встроенными в него запорными и регулируемыми органами.

Функциональная схема является техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации. На функциональной схеме изображаются системы автоматического контроля, регулирования, дистанционного управления, сигнализации, защиты и блокировок.

Все элементы систем управления показываются в виде условных изображений и объединяются в единую систему линиями функциональной связи. Функциональная схема автоматического контроля и управления содержит упрощенное изображение технологической схемы автоматизируемого процесса. Оборудование на схеме показывается в виде условных изображений.

При разработке функциональной схемы автоматизации технологического процесса будут решаться следующие задачи –

- а) задача получения первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;
- б) задача непосредственного воздействия на ТП для управления им и стабилизации технологических параметров процесса;
- в) задача контроля и регистрации технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования.

Общепринятыми являются стандарты представления функциональной схемы по ГОСТ 21.404-2013 «Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах» и ГОСТ 21.408-93 «Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила

выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов».

Функциональная схема автоматизации по ГОСТ представлена в виде нескольких уровней: полевой, средний и вычислительный (см. приложение В). Полевой уровень представляют первичные датчики, приведенные в таблице 1.

На полевом уровне так же представлены исполнительные устройства –

- а) контакторы электродвигателей и приводов;
- б) нагревательные элементы (тэны);
- в) клапаны электромагнитные.

Информация о температуре на выходе подогревателя нефти снимается при помощи датчиков 9-1, 13-1, 15-1, а также с помощью комбинированного датчика температуры и давления 11-1. Аналоговый сигнал 4-20 мА обрабатывается промышленным компьютером, и по закону ПИ-регулирования формируется управляющий сигнал на реле, которое в свою очередь запускает либо останавливает работу нагревательного элемента (тэна). Управление может так же осуществляться при помощи команды диспетчера.

Напряжение, потребляемое двигателем, снимается с помощью преобразователей измерительных 3-1, 6-1, 20-1, которое поступает в частотный преобразователь для автоматизированного регулирования скорости работы двигателя, а также для передачи данных на промышленный компьютер и синхронизации работы всех двигателей.

С помощью датчиков избыточного и перепада давления 1-1, 22-1, а также с помощью расходомера сыпучих материалов 24-1 и датчика температуры 17-1 формируется управляющий сигнал для управления приводом клапана. Осуществляются индикация и сигнализация в диспетчерском пункте и на объекте управления для аварийных значений давления. Управление клапаном может осуществляться по команде оператора.

Датчик непрерывного контроля диаметра прутка «Цикада» осуществляет измерение размера нити. Аналоговый сигнал 4-20 мА по

обратной связи поступает на промышленный компьютер и в зависимости от текущего диаметра нити, осуществляется автоматическое регулирование скорости вращения двигателем вытяжной машины. При аварийных значениях диаметра нити осуществляется индикация и сигнализация значений, вышедших за предельно допустимые величины как на диспетчерском пункте, так и на объекте управления.

Таблица 1

№ позиции	Тип датчика	количество	Тип сигнала
9-1, 13-1, 15-1, 17-1	Термопреобразователь сопротивления ТСПУ	4	4-20 мА
	Прибор индикации силы тока	2	
11-1	Комбинированный датчик давления и температуры	1	4-20 мА
24-1	Расходомер сыпучих материалов SolidFlow	1	4-20 мА
1-1, 22-1	Датчик избыточного и перепада давления Элемер-100	2	4-20 мА/ HART
	Прибор индикации давления	1	
3-1, 6-1, 20-1	Преобразователь измерительный напряжения	3	Дискр. 0-10 В
	Прибор индикации температуры	1	
6-4	Датчик диаметра «Цикада»	1	4-20 мА

Согласно данной схеме происходит мониторинг и управление температурой на нагревательных элементах, в охлаждающем резервуаре, а также в подогревающем баке. Кроме того, осуществляется регистрация и индикация всех самых важных параметров: температуры, давления, частоты вращения двигателей, расхода. В случае возникновения аварийной ситуации осуществляется оповещение операторов и диспетчеров на среднем и верхнем уровнях.

## 2.9 Разработка информационных потоков

Выделено три уровня хранения и сбора информации в АСУ ТП –

- а) нижний уровень (уровень сбора и обработки);
- б) средний уровень (уровень текущего хранения);
- в) верхний уровень (уровень архивного хранения, диспетчерский уровень).

На нижнем уровне представляются данные физических устройств ввода/вывода. Они включают в себя данные аналоговых сигналов и дискретных сигналов, данные о вычислении и преобразовании.

Средний уровень представляет собой буферную базу данных, которая является как приемником, запрашивающим данные от внешних систем, так и их источником. Другими словами, он выполняет роль маршрутизатора информационных потоков от систем автоматике и телемеханики к графическим экранам форм АРМ-приложений. На этом уровне из полученных данных промышленный компьютер формирует пакетные потоки информации.

Сигналы между промышленным компьютером среднего уровня и между АРМ оператора и диспетчера верхнего уровня передаются по протоколу Ethernet.

На верхнем уровне информация поступает из БД АСУ ТП. Эта информация структурируется наборами экранных форм АРМ. Экранные формы сориентированы на информационные потребности диспетчера и оператора. Информационная система сохраняет историю изменений технологических параметров для сигналов, с заранее определенной детальностью, например –

- а) все поступающие события за 3 месяца;
- б) сжатую историю за 6 месяцев;
- в) все события в течение 6 месяцев.

Передача данных экструзионной линии обеспечивается при помощи интегрированного OPC-клиента в SCADA-систему Simple-Scada, установленную на АРМ оператора.

Историческая подсистема АС сохраняет информацию изменений технологических параметров для сигналов с заранее определенной детальностью.

Данные, хранящиеся более трех месяцев, прореживаются для обеспечения необходимой дискретности.

Проектируемая база данных для АСУ ТП содержит структуру для обработки, прежде всего, следующей информации –

- а) параметры всех датчиков и исполнительных механизмов;
- б) параметры для расчета производных величин;
- в) возможные события и соответствующие им реакции управляющих воздействий.

Для регуляризации этой информации в БД используются таблицы и поля записи. Поля записей содержат [10] –

- а) код источника информации;
- б) название/описание источника информации;
- в) тип;
- г) адрес (канал/сообщение);
- д) код события;
- е) код аварии;
- ж) интервал выборки;
- и) первичное (необработанное значение контролируемого параметра);
- к) преобразованное значение.

Эти поля сводятся в таблицу. Пример показан в таблице 2

Таблица 2 – Поля записей источника информации АСУ ТП

Имя поля	Значение	Комментарий
code	T_039	Код
description	Primary circuit Temp.nef	Описание (первичная цепь, входная температура)
type	AI	Тип: аналоговый сигнал
address	7_T_11	Адрес
Event code	1	Код события
Alarm code	3	Код аварий
Sample (sec)	10	Интервал выборки
Raw value	2028	Первичное значение
Converted value	78.8	Преобразованное значение °С
Alarm state	yes	Аварийное состояние
coefficient	0.0195	Коэффициент преобразования
units	°С	Единица измерения
min	0	МИН значение
max	90	МАКС значение

Для преобразования первичной информации от объектов с аналоговыми сигналами в рабочие значения необходимы дополнительные параметры –

- а) масштабные коэффициенты;
- б) единицы измерения;
- в) минимальные/максимальные значения.

В первой колонке таблицы указано имя поля. Системы управления базами данных, применяемые в SCADA, требуют, чтобы имя полей представлялось латинскими буквами. Каждое поле в зависимости от идентификатора имеет свое значение.

Параметры, передаваемые в локальную вычислительную сеть в формате стандарта OPC, включают в себя –

- а) диаметр нити, мм;
- б) температура резервуара, °С;
- в) температура расплава в формирующей головке экструдера, °С;
- г) давление расплава в формирующей головке экструдера, МПа;
- д) давление пара на входе и выходе осушителя, МПа;
- е) расход сыпучего вещества, м<sup>3</sup>/ч;
- ж) частота вращения двигателей, об/мин;
- и) степень открытия клапанов с автоматическим регулированием, %;
- к) температуры зон экструдера (I, II, III), °С.

Каждый элемент контроля и управления имеет свой идентификатор (ТЕГ), состоящий из символьной строки. Структура шифра имеет следующий вид:

AAA\_BBB\_CCCC\_DDDDD, где –

- а) AAA – параметр, 3 символа, может принимать следующие значения –
  - 1) DAV – давление;
  - 2) TEM – температура;
  - 3) RAS – расход;
  - 4) SST – состояние задвижки;
  - 5) DMR – диаметр нити;
  - 6) SPD – скорость вращения двигателя;
- б) BBB – код технологического аппарата (или объекта), 3 символа –
  - 1) RZR – резервуар;
  - 2) DRR – осушитель;
  - 3) CAP – фильера;
  - 4) 001 – порядковый параметр;
  - 5) 002 – порядковый параметр;
  - 6) 003 – порядковый параметр;
  - 7) ZV1 – задвижка на входе осушителя для сыпучего материала;
  - 8) ZV2 – задвижка на входе сушителя для пара;

9) ZV3 – задвижка на выходе сушителя для пара;  
 10) ZV4 – задвижка отвода этиленгликоля с охлаждающего цилиндра;

в) CCCC – уточнение, не более 4 символов –

- 1) PAR – пар;
- 2) COOL – охлаждение;
- 3) INP– вход;
- 4) OUT – выход;
- 5) CHNG – изменить состояние;
- 6) STAT – состояние;

г) DDDDD – примечание, не более 5 символов –

- 1) ALMH – верхняя аварийная сигнализация;
- 2) ALML – нижняя аварийная сигнализация.

Знак нижнего подчеркивания в данном представлении служит для отделения одной части идентификатора от другой и не несет в себе какого-либо другого смысла.

Кодировка основных сигналов в SCADA-системе представлена в таблице 3 (все сигналы представлены в приложении Г).

Таблица 3

Кодировка	Расшифровка кодировки
DAV_DRR_INP	Давление пара на входе осушителя
DAV_DRR_OUT	Давление пара на выходе осушителя
DAV_DRR_INP_ALMH	Верхнее предельное давление на входе в осушитель
DAV_DRR_INP_ALML	Нижнее предельное давление на входе в осушитель
DAV_DRR_OUT_ALMH	Верхнее предельное давление на выходе в осушитель
DAV_DRR_OUT_ALML	Нижнее предельное давление на выходе в осушитель
DAV_CAP	Давление в формирующей головке
TEM_RZR_STAT	Температура в резервуаре с горячей водой
TEM_RZR_CHNG	Команда запуска/отключения нагревателя
TEM_CAP	Температура в формирующей головке

TEM_CAP_CHNG	Команда запуска/отключения нагревателя
TEM_001_STAT	Температура в 1 зоне экструдера
TEM_001_CHNG	Команда запуска/отключения охлаждения
TEM_002_STAT	Температура во 2 зоне экструдера
TEM_002_CHNG	Команда запуска/отключения нагревателя
TEM_003_STAT	Температура в 3 зоне экструдера
TEM_003_CHNG	Команда запуска/отключения охлаждения
RAS_DRR_STAT	Расход сыпучего материала
SST_ZV1	Состояние входной задвижки осушителя для сыпучего материала
SST_ZV2	Состояние входной задвижки осушителя для пара
SST_ZV3	Состояние выходной задвижки осушителя для пара
SST_ZV4	Состояние задвижки отвода этиленгликоля с 1 цилиндра
SST_ZV1_INP_CHNG	Команда на входную задвижку для сыпучего материала
SST_ZV2_PAR_CHNG	Команда открытия/закрытия входной задвижки для пара
SST_ZV3_PAR_CHNG	Команда открытия/закрытия выходной задвижки для пара
SST_ZV4_STAT_CHNG	Команда открытия/закрытия выходной задвижки для охлаждения
DMR_RZR_STAT	Значение диаметра нити
DMR_RZR_STAT_ALMH	Верхнее предельное значение отклонения диаметра нити
DMR_RZR_STAT_ALML	Нижнее предельное значение отклонения диаметра нити
SPD_001_STAT	Скорость вращения 1 двигателя
SPD_002_STAT	Скорость вращения 2 двигателя
SPD_003_STAT	Скорость вращения 3 двигателя
SPD_001_CHNG	Команда изменения скорости вращения 1 двигателя
SPD_002_CHNG	Команда изменения скорости вращения 2 двигателя
SPD_003_CHNG	Команда изменения скорости вращения 3 двигателя

Верхний уровень представлен базой данных АСУ ТП. Информация для специалистов структурируется наборами экранных форм АРМ. На мониторе АРМ оператора отображаются различные информационные и управляющие элементы. На АРМ диспетчера автоматически формируются различные виды

отчетов, все отчеты формируются в формате XML. Генерация отчетов выполняется по следующим расписаниям –

- а) каждый четный / нечетный час (двухчасовой отчет);
- б) каждые сутки (двухчасовой отчет в 24.00 каждых суток);
- в) каждый месяц;
- г) по требованию оператора (оперативный отчет).

Отчеты формируются по заданным шаблонам –

- а) сводка по текущему состоянию оборудования;
- б) сводка текущих измерений.

Доступ к информации, содержащейся в БД, выполняется с помощью трех основных операций, которые могут комбинироваться операциями выбора, проекции и сортировки. Операция по извлечению информации из БД называется запросом. Обычно для каждой конкретной ситуации интерес может представлять лишь очень ограниченное число выборок из БД. Поэтому заранее можно определить небольшой набор стандартных запросов. Такие запросы называются протоколами (это обычные запросы, в которых predeterminedены операции проекции и сортировки и перед запуском требуется указать только конкретные параметры). Примерами протоколов могут быть аварийные запросы. Они позволяют быстро фиксировать в специальном файле журнале аварий с указанием времени события. Другим протоколом является протокол технического обслуживания (замена изношенных инструментов, калибровка, контроль смазки и др.)

## **2.10 Разработка схемы внешних проводок**

Схема внешней проводки приведена в альбоме схем (см. приложение Д).  
Первичные и внешние приборы –

- а) датчики избыточного давления Элемер-100, установленные на входе и выходе осушителя;

- б) комбинированный датчик избыточного давления и температуры Tekknow Vx-35, установленный в головке экструдера;
- в) датчики температуры ТПУ 0304 М1-Н, установленные в каждой из трех зон экструдера, а также в резервуаре с горячей водой;
- г) датчик расхода SolidFlow, измеряющий расход сыпучей смеси на входе в осушитель;
- д) измерительный комплекс Цикада, измеряющий диаметр нити после охлаждения;
- е) измеряющий преобразователь тока и напряжения НПСи-ДНТВ, установленные на каждом двигателе;
- ж) исполнительные электропривода St-mini, установленные на клапанах.

Для передачи сигналов от датчиков на щит КИПиА выбран кабель КВВГэнг-LS – это кабель с экранированием и медными токопроводящими жилами с пластмассовой изоляцией в пластмассовой оболочке, с защитным покровом и предназначен для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам и распределительным устройствам номинальным переменным напряжением до 660 В частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В при температуре окружающей среды от -50°С до +50°С. Медные токопроводящие жилы кабелей КВВГ выполнены однопроволочными.

В качестве кабеля для исполнительных электроприводов выбран КПВГ. Это – кабель, выполненный по ГОСТ 1508-78 с мягкими медными жилами с изоляцией из композитного полиэтилена (поясная изоляция - спирально наложенная лента из полиэтиленгликольтерефталат плёнки) высокого давления в пластмассовой оболочке, с защитной оболочкой из светотермостойкого поливинилхлорид пластиката.

## **2.11 Разработка алгоритмов управления экструзионной установки**

В данной выпускной квалификационной работе разработаны следующие алгоритмы АС –

- а) алгоритм сбора данных измерений;
- б) алгоритм замены катушки;
- в) алгоритм автоматического регулирования технологического параметра.

Для представления алгоритма пуска/останова и сбора данных будут использоваться правила ГОСТ 19.002.

### **2.11.1 Алгоритм сбора данных измерений**

В качестве канала измерения выберем датчик температуры. Для данного канала измерения разработан алгоритм сбора данных. Алгоритм представлен в альбоме схем (см. приложение Е).

### **2.11.2 Алгоритм замены катушки**

Для представления алгоритма по смене катушки будут использоваться правила ГОСТ 19.002. Алгоритм представлен в альбоме схем (см. приложение Ж).

### **2.11.3 Алгоритм автоматического регулирования**

В качестве регулируемого технологического параметра в процессе экструзии выступает температура расплава полимера на выходе экструдера (в зоне дозирования), являющийся одним из основных. Именно от температуры зависит содержание воздушных пузырьков в нити. Формирование температуры расплава происходит на протяжении всего времени пребывания материала в экструдере, однако именно в зоне дозирования устанавливается конечная температура полимера. В качестве алгоритма регулирования будет

использоваться алгоритм ПИД-регулирования, исправляющий недостатки П- и ПИ-регулирования. Дифференциальная составляющая подключается в неравновесные моменты и при возникновении резких изменений температуры. Отклик при использовании ПИД-регуляторов практически мгновенен, поскольку не требуется ждать, пока накопится ошибка, а величина отклика пропорциональна скорости изменения температуры. Таким образом, при возникновении резкого перегрева возникнет сигнал, способный быстро отключить нагреватели.

Пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор – устройство в цепи обратной связи, используемое в системах автоматического управления для поддержания заданного значения измеряемого параметра. ПИД-регулятор измеряет отклонение стабилизируемой величины от заданного значения (уставки) и выдаёт управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально этому отклонению, второе пропорционально интегралу отклонения и третье пропорционально производной отклонения.

Дифференциальная схема контроля позволяет предотвратить как чрезмерный перегрев, так и охлаждение, при этом схема осуществляет корректирующие действия, предупреждая развитие событий. В результате уменьшается задержка времени выдачи управляющего сигнала при изменении параметров процесса.

В общем виде математическое описание процесса регулирования можно представить в виде следующей структурной схемы (рисунок 5).

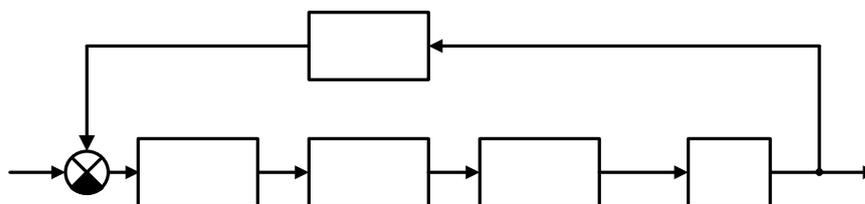


Рисунок 5. Алгоритм ПИД регулирования

На рисунке 5 изображены элементы, где ПИД - Пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор; ПМ – преобразователь мощности; ИЭ – исполнительный элемент; Д – датчик; ОУ – объект управления.

Блок ПИД регулятора описывается следующей схемой (рисунок 6).

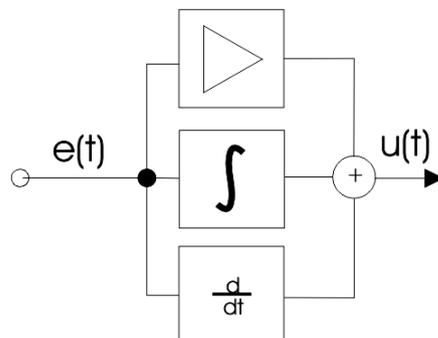


Рисунок 6. Блок-схема ПИД регулятора

Принимая изменение температуры нагревателя сопротивления равномерным по всей своей площади при изменении электрической мощности, подаваемой к нагревателю, можно в первом приближении рассматривать нагреватель и цилиндр в качестве звена с сосредоточенными параметрами. Тогда объект управления представим, как последовательное соединение 2 звеньев, двух апериодических звеньев 1 порядка и звена чистого запаздывания [11]. Передаточная функция цилиндра и нагревателя экструдера представлены формулами (1), (2) соответственно.

$$W_1(s) = 0.18 / (2.8s + 1), \quad (1)$$

$$W_2(s) = 0.9 / (5.6s + 1)^2. \quad (2)$$

Переходная характеристика объекта управления изображена на рисунке 7.

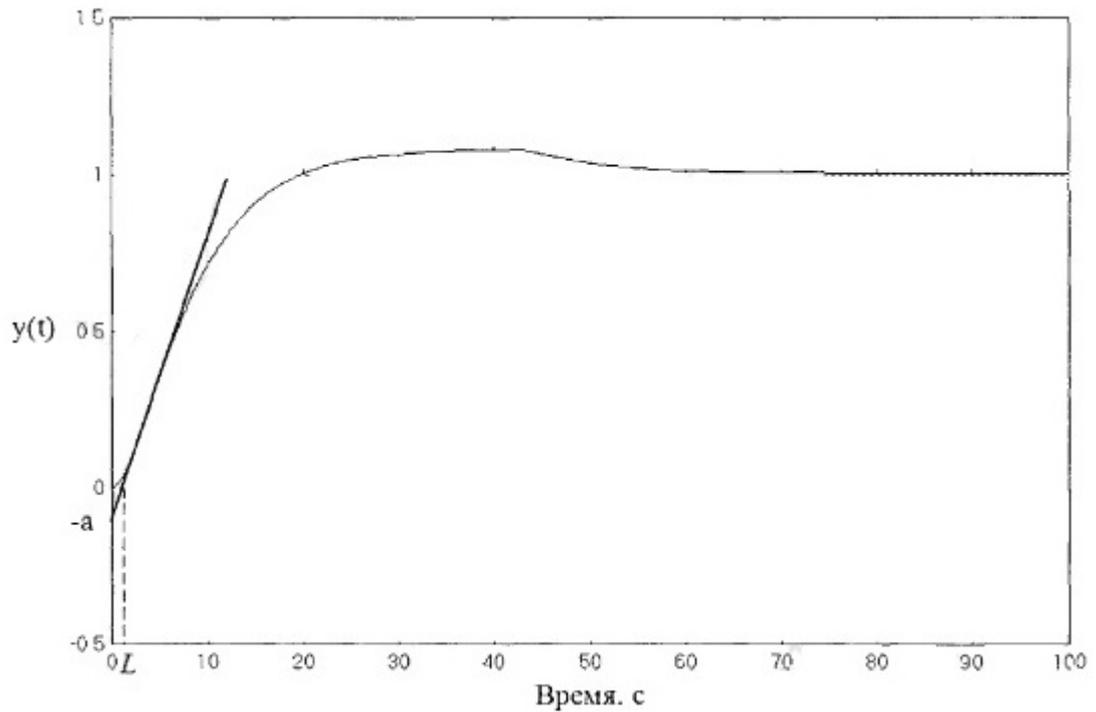


Рисунок 7. Переходная характеристика объекта

Построим модель объекта в программном пакете Simulink (рисунок 8).

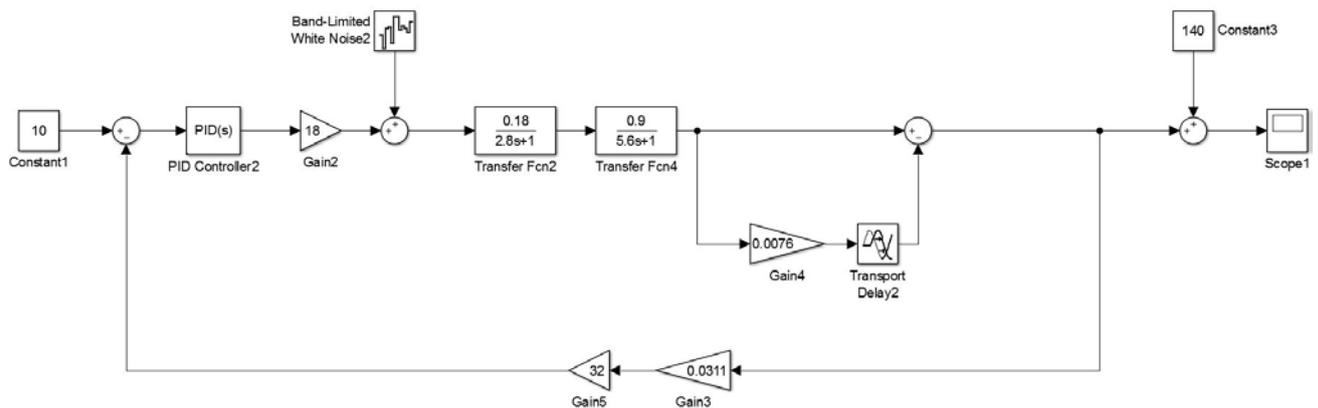


Рисунок 8. Модель алгоритма ПИД регулирования

График переходного процесса представлен на рисунке 9. Для технологического процесса требуется поддержание температура расплава полимера в зоне дозирования была  $160^{\circ}\text{C}$ , с возможным перерегулированием не более 5%. Такое условие необходимо для правильной химической реакции всех компонентов полимера.

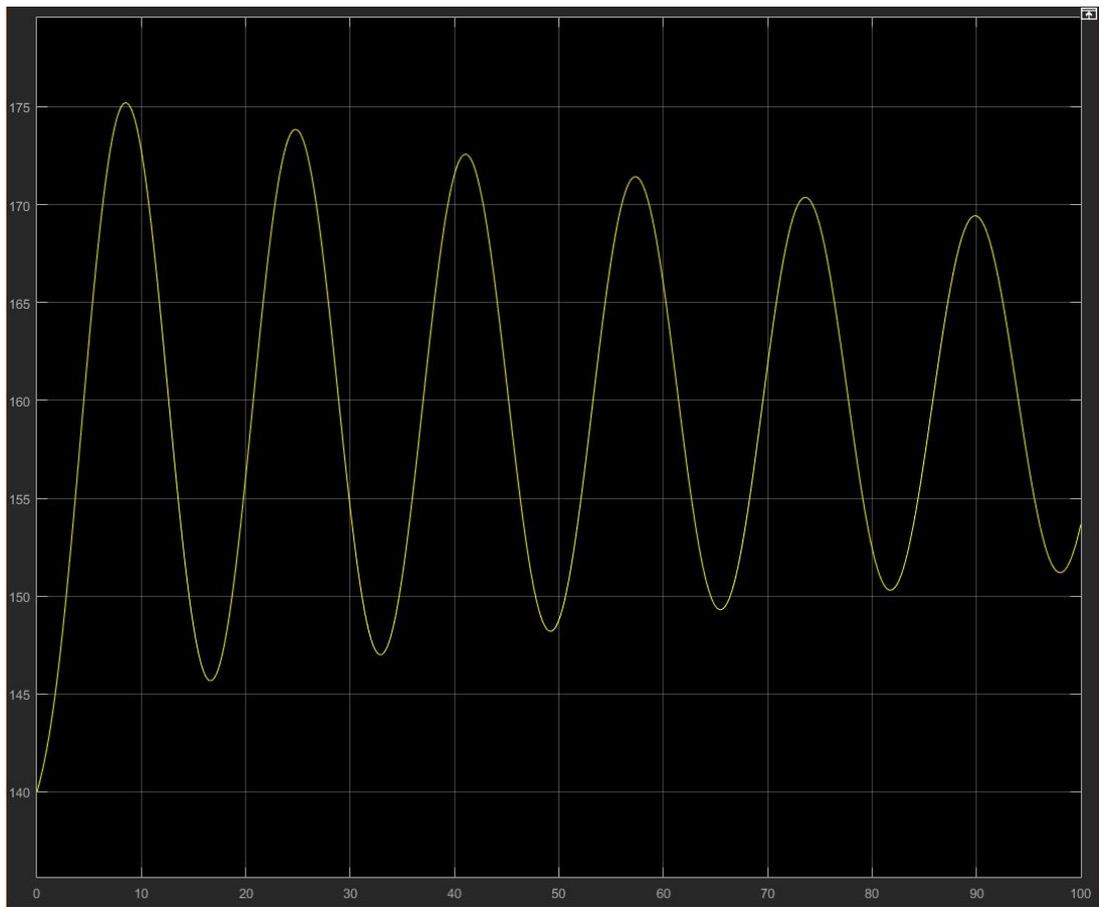


Рисунок 9. График переходного процесса, до настройки регулятора

Подбор коэффициентов ПИД-регулятора осуществим методом CHR (Chien, Hrones and Reswick). Данный способ в отличие от известных инженерных методов, основан на использовании критерия максимальной скорости нарастания при отсутствии перерегулирования. С помощью параметров  $a$  и  $L$  переходной характеристики на рисунке 7 и таблицы 4 ниже, были получены следующие коэффициенты ПИД-регулятора:  $K_{\text{П}}=23,8$ ;  $K_{\text{И}}=0,1$ ;  $K_{\text{Д}}=30,7$ .

Таблица 4 – Подбор коэффициентов методом CHR

Регулятор	$K$	$T_i$	$T_d$
П	$0,3/a$	-	-
ПИ	$0,35/a$	$1,2 L/k$	-
ПИД	$0,6/a$	$1,0 L/k$	$0,5 L/K$

График переходного процесса представлен на рисунке 10.

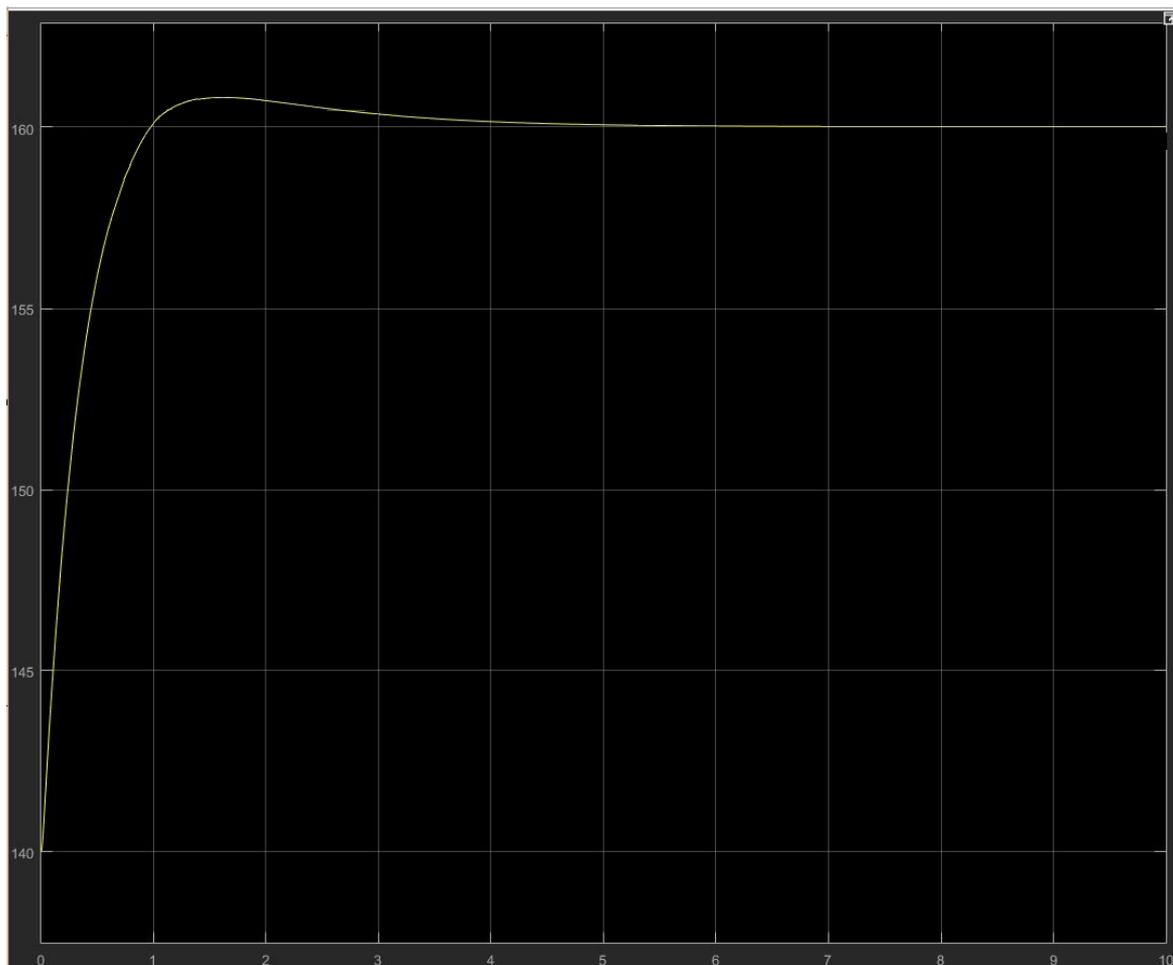


Рисунок 10. График отрегулированного переходного процесса

Исходя из графика видно, что время переходного процесса составляет порядка 5 с, без перерегулирования.

## 2.12 Экранные формы АС

Управление в АС экструзионной установки реализовано с использованием SCADA-системы российского производства Simple-Scada. Это современная и дешевая SCADA-система, обеспечивающая сбор, обработку, архивирование и визуализацию технологических процессов. Главная цель проекта – простота и удобство использования для конечного пользователя. Связь с объектами автоматизации обеспечивается при помощи технологии OPC. Выбранная SCADA-система не ограничивает выбор аппаратуры нижнего

уровня, т. к. предоставляет большой набор драйверов и серверов ввода/вывода. Это позволяет подключить к ней внешние, независимо работающие компоненты, в том числе разработанные отдельно программные и аппаратные модули сторонних производителей.

Характеристики и краткая информация Simple-Scada –

- а) поддержка сенсорного экрана (протестировано на промышленных панелях и планшетах);
- б) возможность организации клиент-серверной архитектуры с любым количеством клиентов;
- в) защищенный канал связи для безопасной работы в локальной сети и через интернет (защищается протоколом TLS);
- г) система скриптов с широким набором готовых процедур и функций для решения задач любой сложности;
- д) система событий для объектов. Каждое событие можно запрограммировать как угодно при помощи скриптов;
- е) работа с любым количеством (локальных или удаленных) OPC DA-серверов версии 3.0 или ниже;
- ж) редактор переменных и импорт тегов с OPC-серверов. Имеется встроенный браузер OPC-серверов. Возможность создания внутренних тегов также присутствует;
- и) гибкая система прав пользователей;
- к) библиотека графики с изображениями, выполненными в едином минималистичном стиле с высоким качеством;
- л) база данных трендов и сообщений MySQL;
- м) неограниченное количество трендов, возможности просмотра минимума, максимума или среднего значения для любого тренда за выбранный интервал;
- н) групповое редактирование свойств объектов;
- п) импорт переменных из CSV файлов;

- р) группы трендов, сообщений, окон, переменных, текстур. Все списки могут быть разбиты на группы;
- с) ведение лога сообщений – аварии/предупреждения/оповещения (объем не ограничен);
- у) журнал действий оператора;
- ф) автоматическая цветовая подсветка элементов при выходе контролируемого значения за аварийные и предупреждающие границы;
- х) автоматически генерируемые сообщения при выходе контролируемого значения за аварийные и предупреждающие границы;
- ц) возможность звукового оповещения при аварийных и предупреждающих сообщениях;
- ш) возможность экспорта данных трендов и сообщений в Excel-файлы;
- щ) автоматическая адаптация созданных мнемосхем под разрешение компьютера, на котором запускается проект. DirectX или OpenGL рендер по выбору пользователя;
- э) возможность добавления пользовательских изображений в формате .PNG (+ анимация). Печать мнемосхем и графиков;
- ю) широкий набор компонентов для максимально быстрого создания мнемосхем, наличие подробной документации;
- я) компактность и переносимость, низкие системные требования. Вся система (включая демонстрационный проект и руководство) занимает всего 18 мб.

### **2.12.1 Разработка дерева экранных форм**

Дерево экранных форм приведено в альбоме схем (см. приложение К).

Прежде чем получить доступ к экранным формам. Пользователь должен пройти авторизацию. После чего он попадет в окно «Главное меню», откуда он может осуществлять навигацию между различными экранными формами щелкая на соответствующие кнопки. (см. приложение Л).

Из окна главного меню пользователь может получить доступ к следующим экранным формам –

- а) информация;
- б) настройки;
- в) аварии;
- г) общая схема;
- д) основные показатели (см. Приложение М);
- е) графики;
- ж) журнал;
- и) цикада;
- к) двигатели;
- л) клапаны;
- м) нагреватели;
- н) окно обратной связи.

В зависимости от прав пользователя подразделяются –

- а) диспетчер;
- б) старший диспетчер;
- в) инженер АСУ ТП.

Диспетчер имеет возможность управлять технологическим процессом, просматривать все экранные формы. Старший диспетчер имеет доступ к архивным данным. Инженер АСУ ТП может лишь просматривать экранные формы без воздействия на технологический процесс. Так же инженер АСУ ТП может производить наладку экранных форм с разрешения старшего диспетчера.

### **2.12.2 Разработка экранной формы общей схемы**

Рассмотрим более подробно создание общей экранной формы (см. приложение Н).

На экранной форме располагается информация с датчиков расхода, температуры и давления, а также напряжения и тока. На экране отображается степень открытия клапанов.

Помимо этого, на схеме отображается график одного из параметров (на выбор пользователя). Также на данной форме осуществляется запуск и останов.

Диспетчер может наблюдать за состоянием всего технологического процесса и в случае необходимости прибегать к регуливающим процедурам.

## **Заключение**

В результате данной работы была разработана система автоматизированного управления экструзионной линией.

Системы автоматизации экструдера, диспетчерского контроля и управления была спроектирована на базе промышленного компьютера Advantech с применением внешних модулей и плат, шины ISA и программного SCADA пакета Simple-Scada. Была разработана структурная и функциональная схемы автоматизации, позволяющие определить состав необходимого оборудования и количество каналов передачи данных и сигналов, а также схема внешних проводок, позволяющая проанализировать систему передачи сигналов от полевых устройств.

Возможностей программного обеспечения системы достаточно для полнофункциональной системы диспетчерского контроля и управления. Таким образом спроектированная САУ экструзионной установки не только удовлетворяет текущим требованиям к системе автоматизации, но и предоставляет запас для развития системы, соответствуя возрастающим в течение всего срока эксплуатации требованиям.

Для управления технологическим оборудованием и сбором данных были разработаны алгоритмы сбора данных измерений и алгоритм смены катушки. В заключительной части выпускной квалификационной работы были разработаны экранные формы общего назначения, главного меню и основных параметров.

Применение одного SCADA пакета на всех уровнях автоматизации экструзионной установки позволяет Заказчику сократить затраты на обучение персонала и эксплуатацию систем. Эта особенность играет положительную роль и при внедрении систем, существенно сокращая сроки подготовки и проведения пусконаладочных работ на объектах заказчика.

## Список публикаций студента

1. Тетерин Е.А. Имидж региона – основной фактор инвестиционной привлекательности // Трансформация научных парадигм и коммуникативные практики в информационном социуме: Труды VI Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых ученых. – Томск, 2013. – С. 74–76.
2. Тетерин Е.А., Наумовская А.А. Bologna process in Russia: problems and prospects // Лингвистика и межкультурная коммуникация: теоретические и методологические проблемы современного образования: материалы II Российской с международным участием научно-практической конференции для студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2014.
3. Тетерин Е.А., Столов Е.В. Моделирование HERMS-технологии для процесса затирания сула // Высокие технологии в современной науке и технике: Труды V Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. – Томск, 2015. – С. 330–333.
4. Тетерин Е.А., Столов Е.В. Создание программы, позволяющей регулировать процесс затирания сула при использовании HERMS-технологии // Высокие технологии в современной науке и технике: Труды V Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. – Томск, 2015. – С. 388–91.
5. Teterin E.A., Strokova L.A. Methods for forecasting and protection pipelines from karst collapse // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах: труды международного симпозиума. – Пермь, 2015. – С. 388–391.
6. Тетерин Е.А., Strokova L.A. Karst development in the camrian limestones // Проблемы геологии и освоения недр: труды IX Международного научного симпозиума им. академика М.А. Усова. – Томск, 2015.

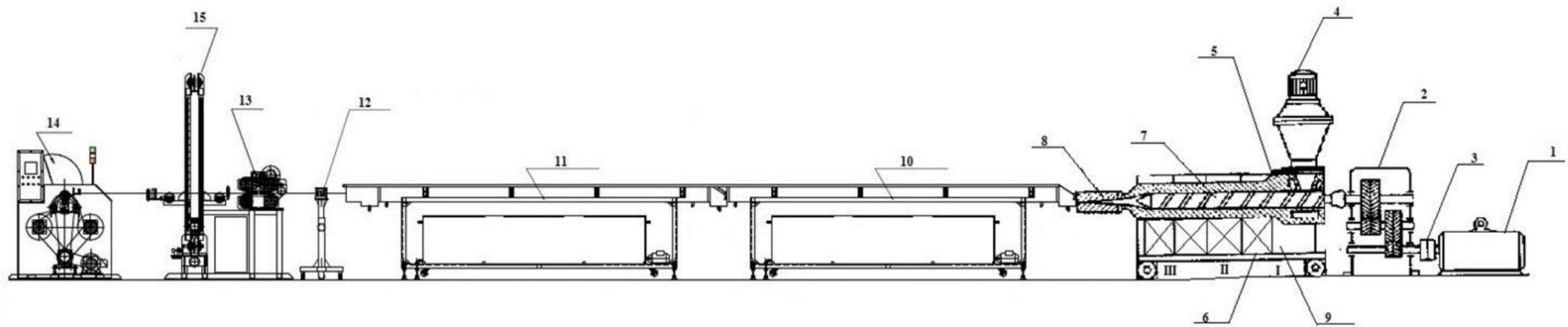
7. Тетерин Е.А. Методы прогноза и защиты магистральных газопроводов в карстоопасных районах // Проблемы геологии и освоения недр: труды IX Международного научного симпозиума им. академика М.А. Усова. – Томск, 2015. – С. 399–401.

8. Teterin E. and Rudnickiy V. Automated control system for a mashing process // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: 21th International Conference for Students and Young Scientists: Modern Technique and Technologies (MTT'2015). – Tomsk, 2015. – Vol. 93.

9. Teterin E.A., Strokova L.A. Methods for karst hazard forecast and pipeline protection in South Yakutia (Article number 012033) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2015. – Vol. 27. – P. 1–7.

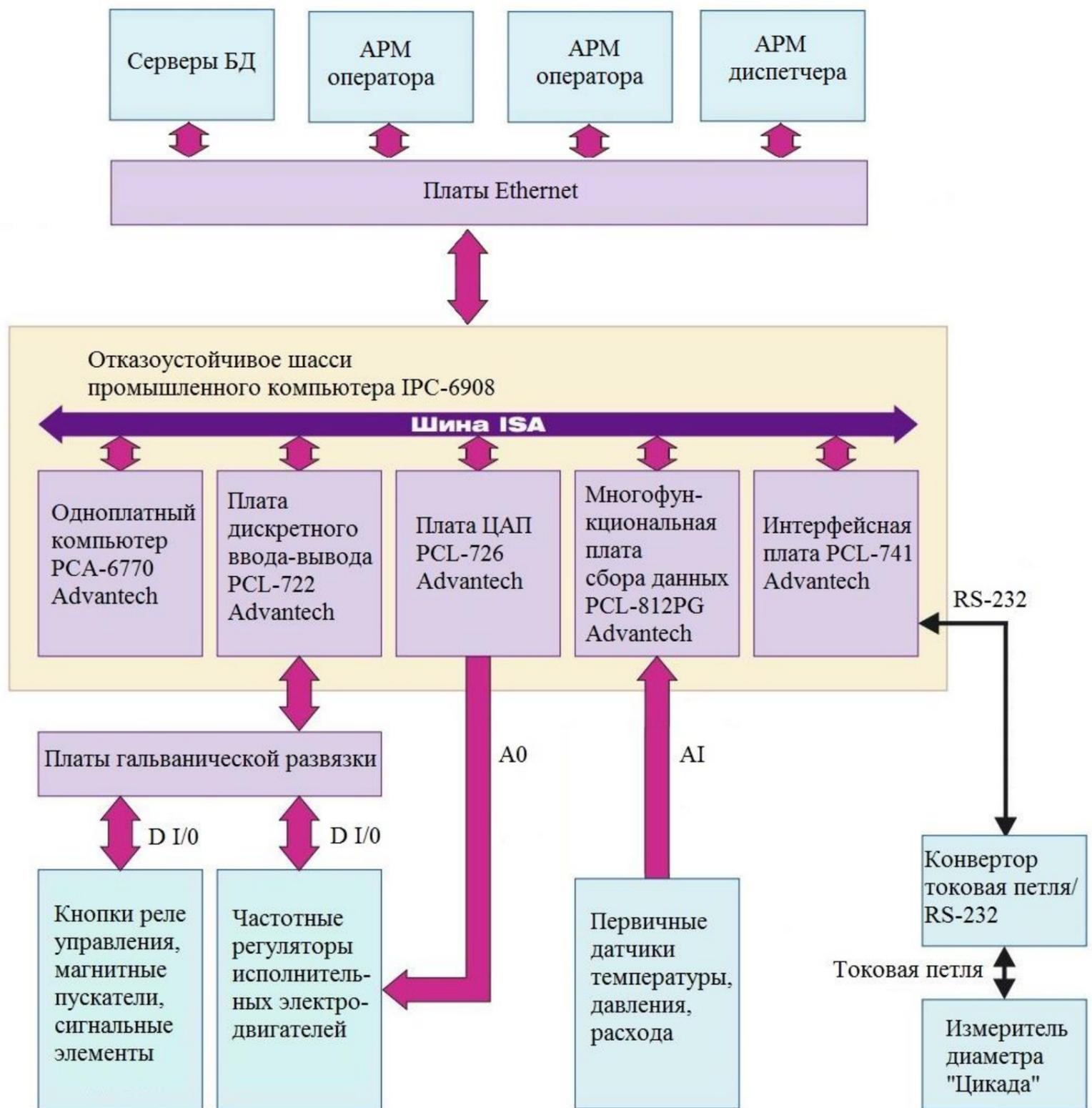
10. Тетерин Е.А., Леонов С.В. Моделирование притока и расхода уровня жидкости в резервуаре нефтеперекачивающей станции // Современные техника и технологии: сборник трудов XXI международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 5-9 октября 2015 г.: в 2 т. — Томск: Изд-во ТПУ, 2015. — Т. 2. — [С. 82-84].

**Приложение А**  
(обязательное)  
**Схема технологического процесса**



					ФЮРА.425280.001 ЭП.01			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Схема технологического процесса	<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
Разраб.		Тетерин Е.А.				У		
Пров.		Журавлев Д.В.						
Т. контр.								
Н. контр.								
Утверд.						ТПУ ИК Группа 8Т21		

**Приложение Б**  
(обязательное)  
**Структурная схема АСУ ТП**



					ФЮРА.425280.001.ЭП.02			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Структурная схема АСУ ТП	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Тетерин Е.А.				у		
Пров.		Журавлев Д.В.						
Т. контр.								
Н. контр.								
Утверд.						ТПУ ИК Группа 8Т21		



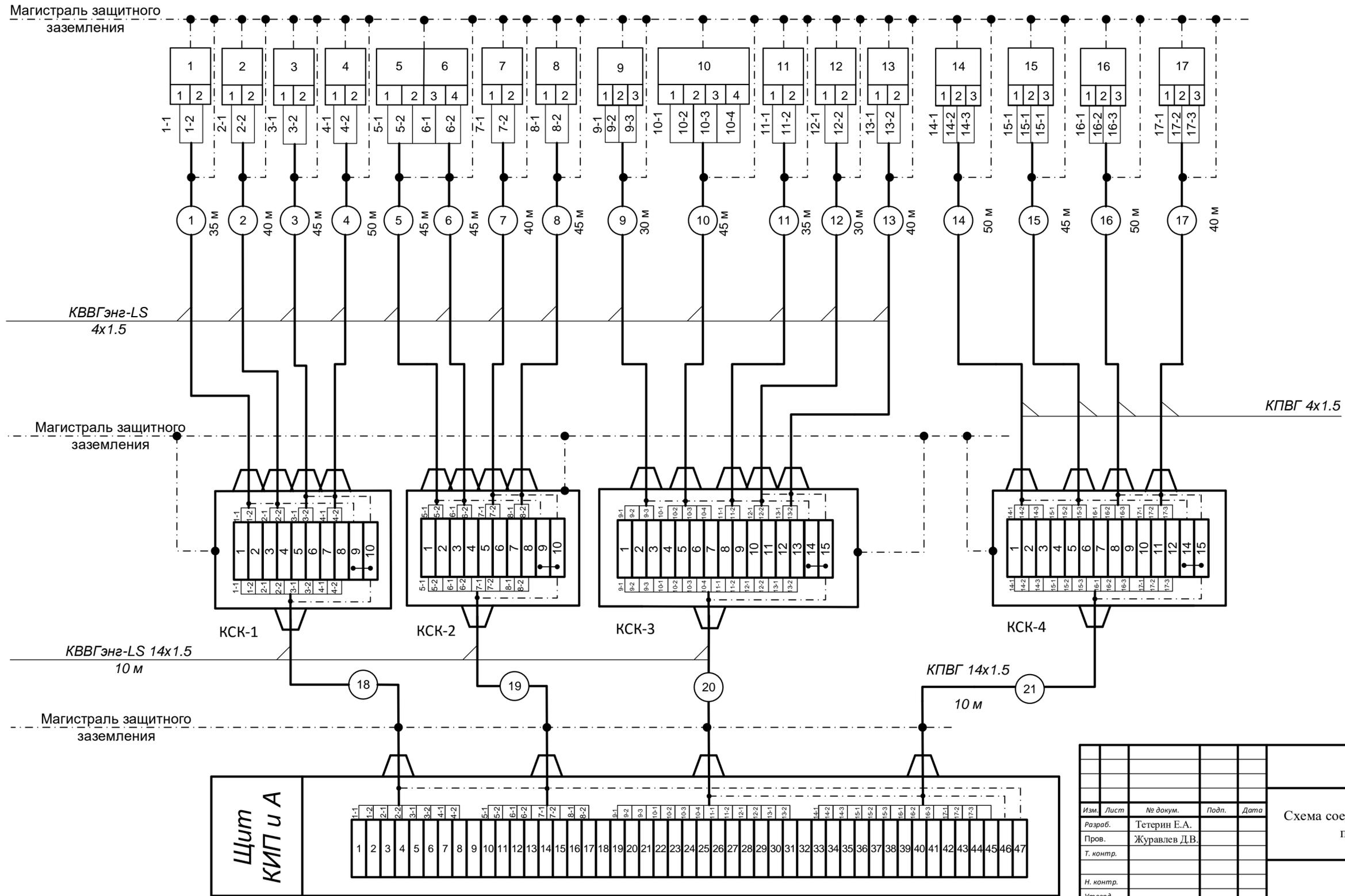
**Приложение Г**  
(обязательное)  
**Перечень входных/выходных сигналов**

Наименование сигнала	Идентификатор сигнала	Диапазон измерения	Единица измерения	Тип сигнала	Технологические уставки			
					Допустимые		Аварийные	
					Min	Max	Min	Max
Давление пара на входе осушителя	DAV_DRR_INP	0...30	МПа	4...20 мА	+	+	-	-
Давление пара на выходе осушителя	DAV_DRR_OUT	0...30	МПа	4...20 мА	+	+	-	-
Верхнее предельное давление на входе в осушитель	DAV_DRR_INP_ALMH	-	МПа	4...20 мА	-	-	+	+
Нижнее предельное давление на входе в осушитель	DAV_DRR_INP_ALML	-	МПа	4...20 мА	-	-	+	+
Верхнее предельное давление на выходе в осушитель	DAV_DRR_OUT_ALMH	-	МПа	4...20 мА	-	-	+	+
Нижнее предельное давление на выходе в осушитель	DAV_DRR_OUT_ALML	-	МПа	4...20 мА	-	-	+	+
Давление в формирующей головке	DAV_CAP	0...50	МПа	4...20 мА	+	+	+	+
Температура в резервуаре с горячей водой	TEM_RZR_STAT	0...70	°С	4...20 мА	+	+	+	+
Команда запуска/отключения нагревателя	TEM_RZR_CHNG	-	-	4...20 мА	-	-	-	-
Температура в формирующей головке	TEM_CAP	0...450	°С	4...20 мА	-	-	+	+
Команда запуска/отключения нагревателя	TEM_CAP_CHNG	-	-	4...20 мА	-	-	-	-
Температура в 1 зоне экструдера	TEM_001_STAT	0...450	°С	4...20 мА	-	-	+	+
Команда запуска/отключения охлаждения	TEM_001_CHNG	-	-	4...20 мА	-	-	-	-
Температура во 2 зоне экструдера	TEM_002_STAT	0...450	°С	4...20 мА	-	-	+	+
Команда запуска/отключения нагревателя	TEM_002_CHNG	-	-	4...20 мА	-	-	-	-
Температура в 3 зоне экструдера	TEM_003_STAT	0...450	°С	4...20 мА	-	-	+	+
Команда запуска/отключения охлаждения	TEM_003_CHNG	-	-	4...20 мА	-	-	-	-
Расход сыпучего материала	RAS_DRR_STAT	0...20000	кг/ч	4...20 мА	+	+	-	-
Состояние входной задвижки осушителя для сыпучего материала	SST_ZV1	0...100	%	4...20 мА	+	+	-	-
Состояние входной задвижки осушителя для пара	SST_ZV2	0...100	%	4...20 мА	+	+	-	-
Состояние выходной задвижки осушителя для пара	SST_ZV3	0...100	%	4...20 мА	+	+	-	-
Состояние задвижки отвода этиленгликоля с 1 цилиндра	SST_ZV4	0...100	%	4...20 мА	+	+	-	-
Команда на входную задвижку для сыпучего материала	SST_ZV1_INP_CHNG	-	-	4...20 мА	-	-	-	-
Команда открытия/закрытия входной задвижки для пара	SST_ZV2_PAR_CHNG	-	-	4...20 мА	-	-	-	-
Команда открытия/закрытия выходной задвижки для пара	SST_ZV3_PAR_CHNG	-	-	4...20 мА	-	-	-	-
Команда открытия/закрытия выходной задвижки для охлаждения	SST_ZV4_STAT_CHNG	-	-	4...20 мА	-	-	-	-
Значение диаметра нити	DMR_RZR_STAT	0... 10	мм	4...20 мА	+	+	-	-
Верхнее предельное значение отклонения диаметра нити	DMR_RZR_STAT_ALMH	-	-	4...20 мА	-	-	+	+
Нижнее предельное значение отклонения диаметра нити	DMR_RZR_STAT_ALML	-	-	4...20 мА	-	-	+	+
Скорость вращения 1 двигателя	SPD_001_STAT	0...7000	об/мин	4...20 мА	+	+	+	+
Скорость вращения 2 двигателя	SPD_002_STAT	0...7000	об/мин	4...20 мА	+	+	+	+
Скорость вращения 3 двигателя	SPD_003_STAT	0...7000	об/мин	4...20 мА	+	+	+	+
Команда изменения скорости вращения 1 двигателя	SPD_001_CHNG	-	-	4...20 мА	-	-	-	-
Команда изменения скорости вращения 2 двигателя	SPD_002_CHNG	-	-	4...20 мА	-	-	-	-
Команда изменения скорости вращения 3 двигателя	SPD_003_CHNG	-	-	4...20 мА	-	-	-	-

					ФЮРА.425280.001 ЭП.04			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Перечень входных/выходных сигналов ТП	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Тетерин Е.А.				У		
Пров.		Журавлев Д.В.						
Т. контр.								
Н. контр.								
Утверд.								
						ТПУ ИК Группа 8Т21		

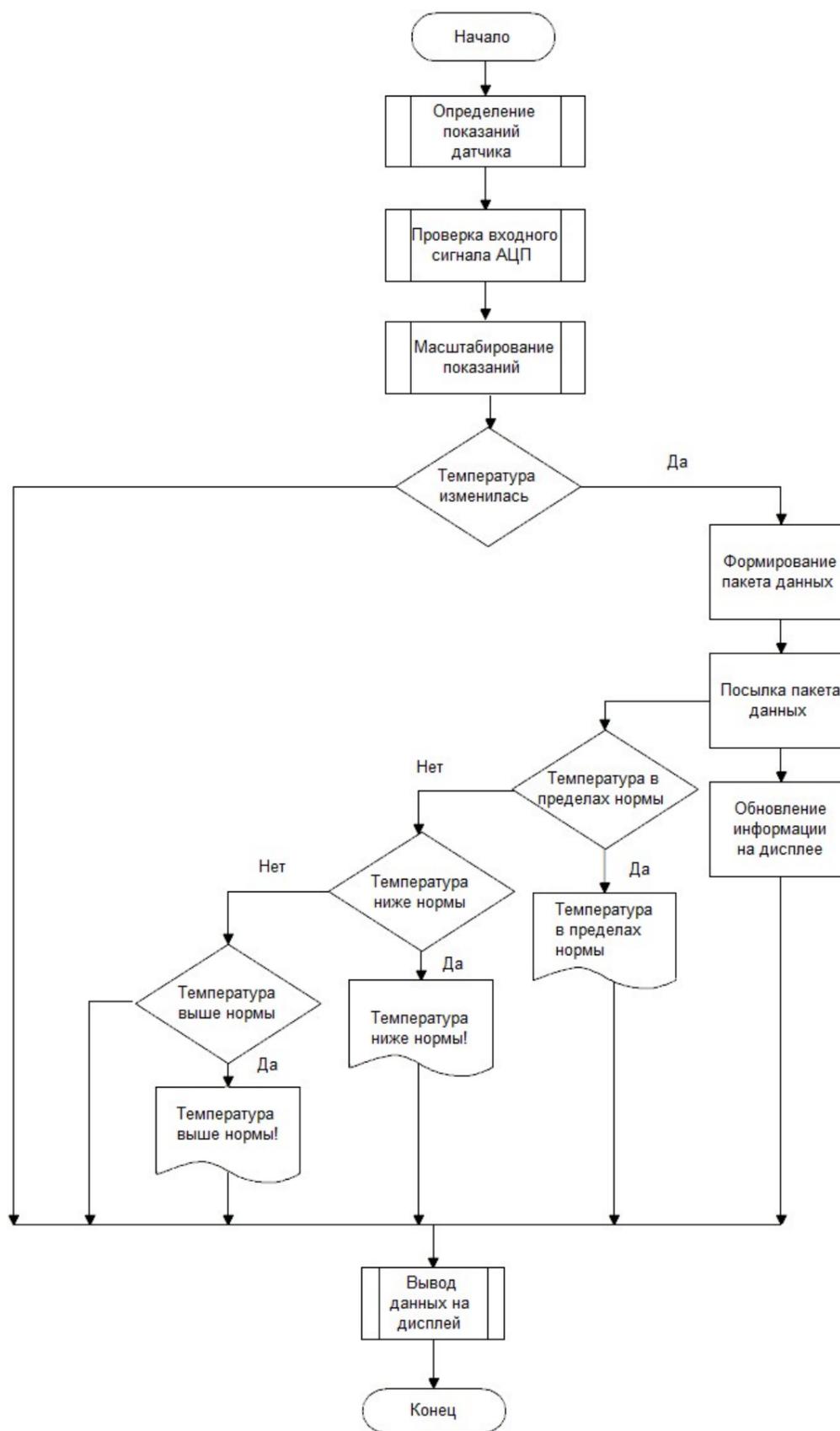
**Приложение Д**  
(обязательное)  
**Схема соединения внешних проводов**

Наименование параметра	Температура				Давление		Расход	Диаметр	Напряжение			Исполнительный механизм клапана					
	Резервуар	1 зона экструдера	2 зона экструдера	3 зона экструдера	головка экструдера	головка экструдера	На входе осушителя	На выходе осушителя	На входе осушителя	На выходе осушителя	Напряжение 1 двигателя	Напряжение 2 двигателя	Напряжение 3 двигателя	Входная задвижка осушителя для сыпучего материала	Входная задвижка осушителя для пара	Выходная задвижка осушителя для пара	задвижка отвода этиленгликоля с 1 цилиндра
Место отбора импульса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Тип устройства	ТПУ 0304 М1-Н	ТПУ 0304 М1-Н	ТПУ 0304 М1-Н	ТПУ 0304 М1-Н	Текknow Vx-35	Текknow Vx-35	Элемер 100	Элемер 100	SolidFlow	Цикада 2.72	НПСИ ДНТВ	НПСИ ДНТВ	НПСИ ДНТВ	St-mini	St-mini	St-mini	St-mini
Позиция	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17



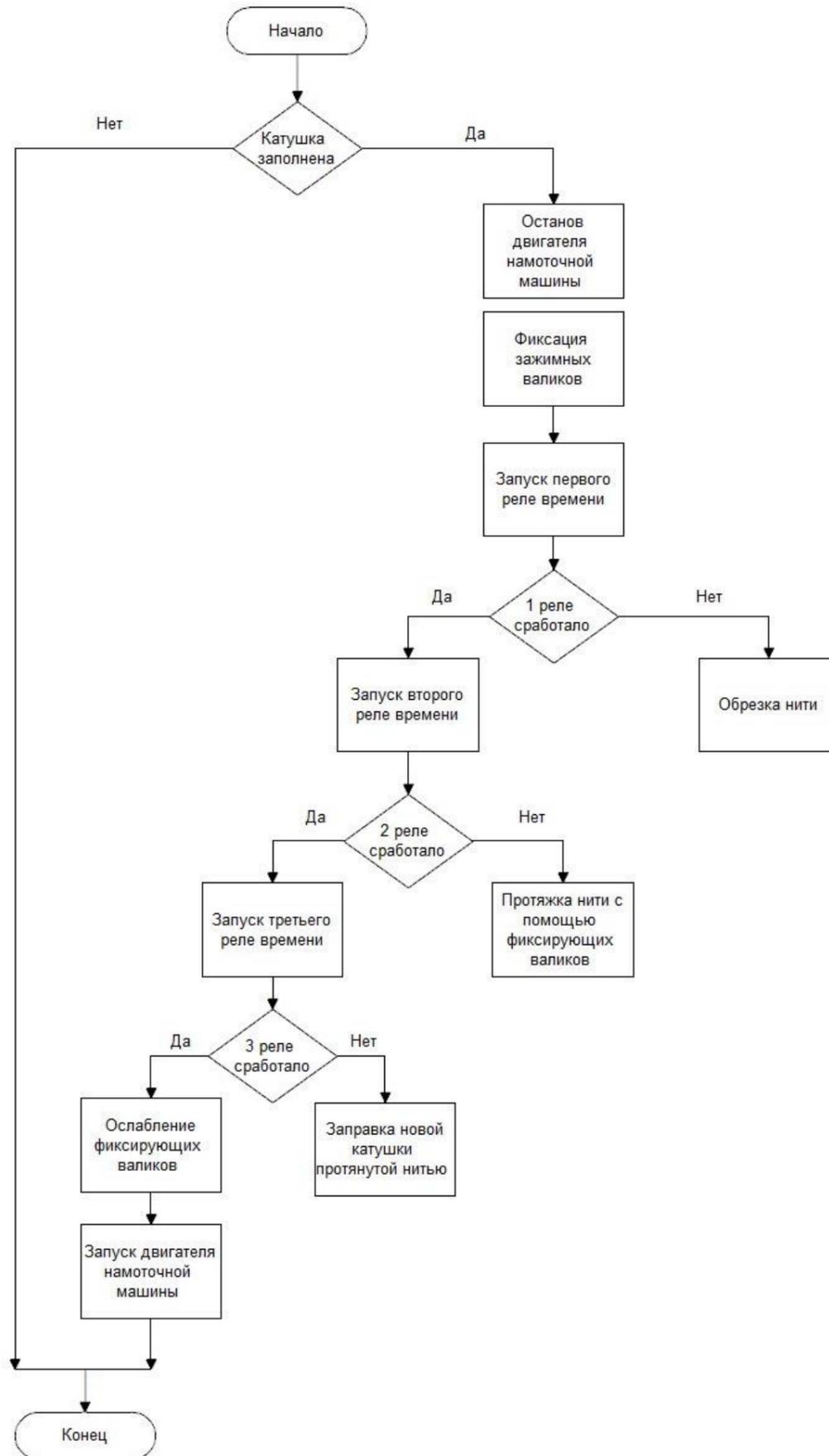
				ФЮРА.425280.001.ЭП.05				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Схема соединения внешних проводов	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Тетерин Е.А.					у		
Пров.	Журавлев Д.В.							
Т. контр.								
Н. контр.								
Утверд.								
						ТПУ ИК Группа 8Т21		

**Приложение Е**  
(обязательное)  
**Алгоритм сбора данных измерений**



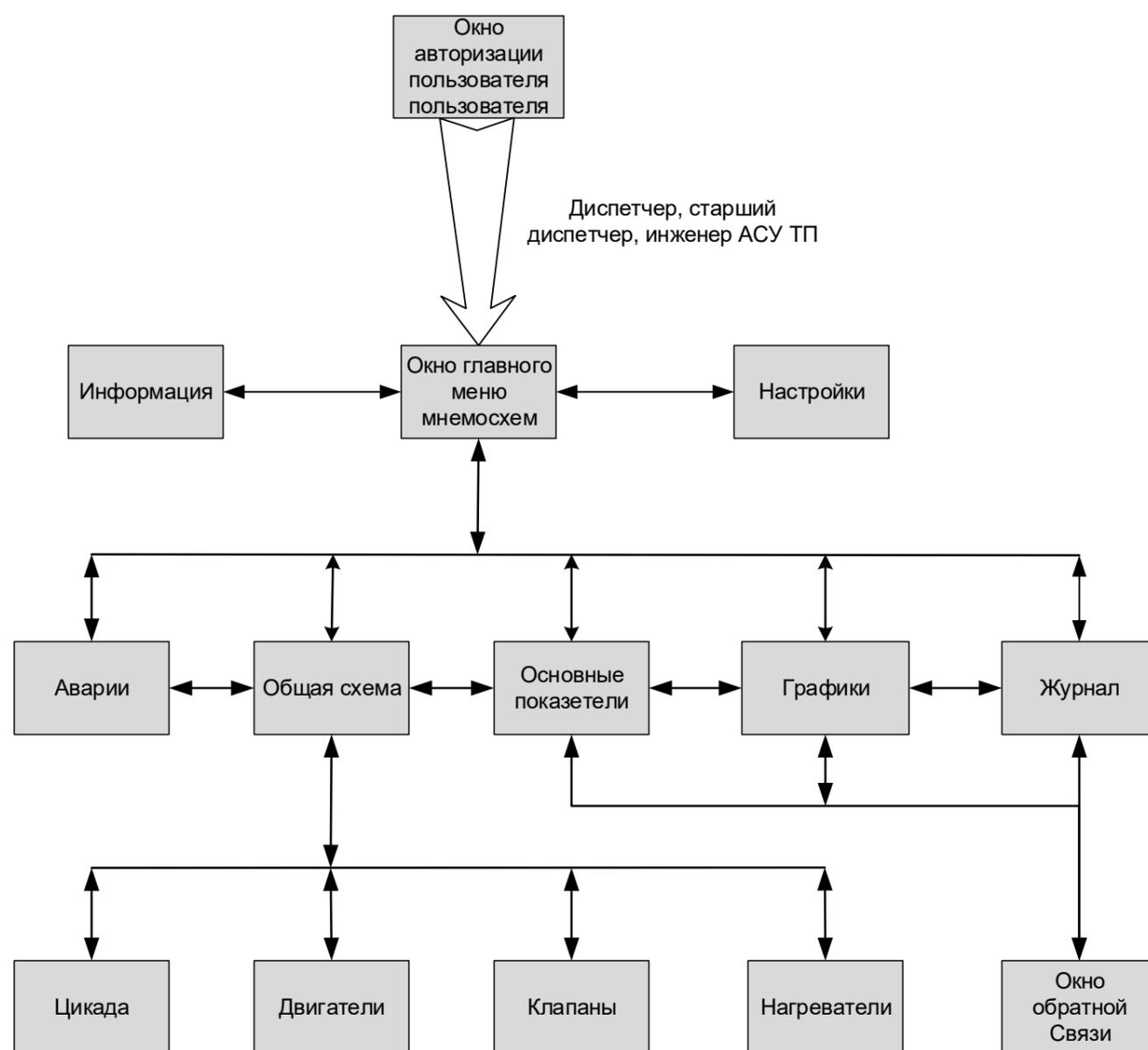
					ФЮРА.425280.001.ЭП.06			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Алгоритм сбора данных измерений	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Тетерин Е.А.				у		
Пров.		Журавлев Д.В.						
Т. контр.								
Н. контр.								
Утверд.						ТПУ ИК Группа 8Т21		

**Приложение Ж**  
(обязательное)  
**Алгоритм смены катушки**



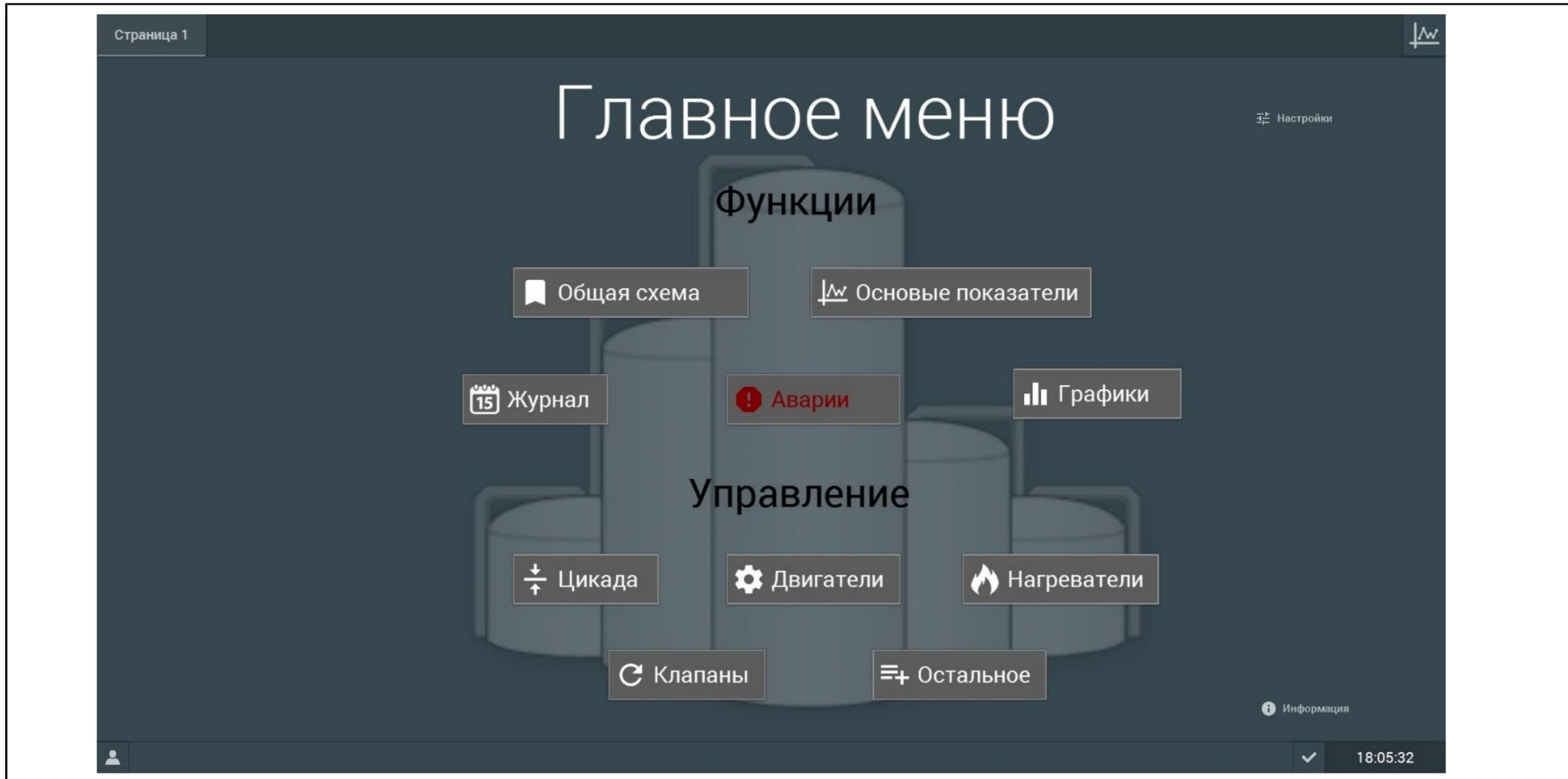
					ФЮРА.425280.001.ЭП.07			
						<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Алгоритм смены катушки	У		
<i>Разраб.</i>		Тетерин Е.А.						
<i>Пров.</i>		Журавлев Д.В						
<i>Т. контр.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Утверд.</i>							ТПУ ИК Группа 8Т21	

**Приложение К**  
(обязательное)  
**Дерево экранных форм**



					ФЮРА.425280.001.ЭП.08			
					Дерево экранных форм	Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		У		
Разраб.	Тетерин Е.А.							
Пров.	Журавлев Д.В.							
Т. контр.								
Н. контр.						ТПУ ИК		
Утверд.						Группа 8Т21		

**Приложение Л**  
(обязательное)  
**Экранная форма главного меню**



					ФЮРА.425280.001.ЭС.09			
					Экранная форма главного меню	<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		У		
<i>Разраб.</i>		Тетерин Е.А.						
<i>Пров.</i>		Журавлев Д.В.						
<i>Т. контр.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Утверд.</i>								
						ТПУ ИК Группа 8Т21		

**Приложение М**  
(обязательное)  
**Экранная форма основных параметров**

Страница 1
↕↔

### Навигация

★ Главное меню

Общая схема      Графики

Сообщения от персонала:

10-05-2016 13:26

>>>ОПЕРАТОР: Проверить давление головки экструдера

Введите ваше сообщене |

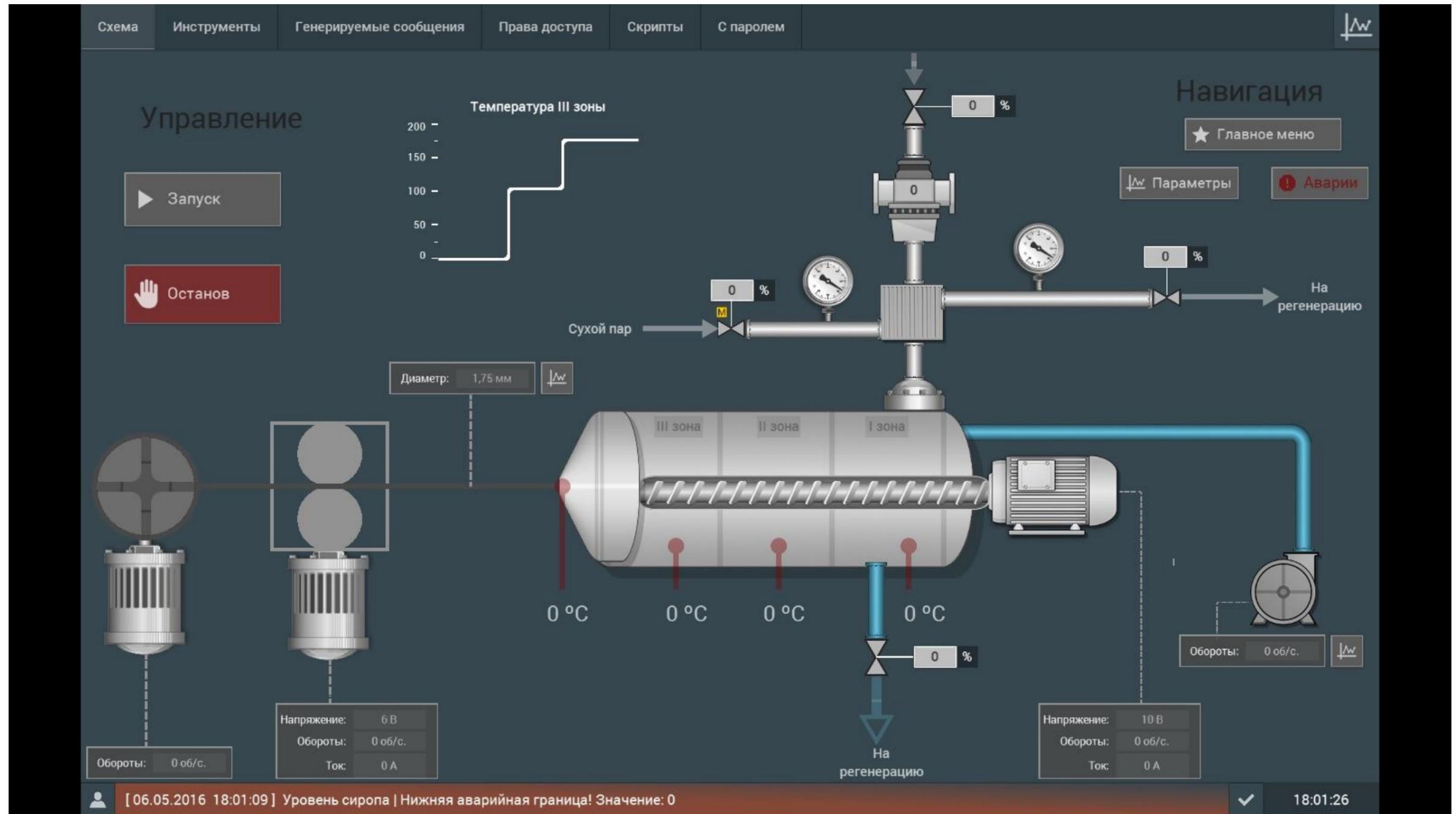
Отправить

Параметр	Значение	Тревога
Температура в I зоне	°C	✓
Температура во II зоне	°C	✓
Температура в III зоне	°C	✓
Температура головки	°C	✓
Давление головки	Мпа	🔔
Расход материала	кг/ч	✓
Давление пара на входе	Мпа	✓
Давление пара на выходе	Мпа	✓
Диаметр	мм	🔔
Состояние 1 задвижки	%	✓
Состояние 2 задвижки	%	✓
Состояние 3 задвижки	%	✓

👤
✓
18:04:32

					ФЮРА.425280.001.ЭП.10			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Экранная форма основных параметров	<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
Разраб.		Тетерин Е.А.				У		
Пров.		Журавлев Д.В.						
Т. контр.								
Н. контр.								
Утверд.						ТПУ ИК Группа 8Т21		

**Приложение Н**  
(обязательное)  
**Экранная форма общего назначения**



					ФЮРА.425280.001.ЭП.11			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Экранная форма общего назначения	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Тетерин Е.А.				У		
Пров.		Журавлев Д.В.						
Т. контр.								
Н. контр.								
Утверд.								ТПУ ИК Группа 8Т21