

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт Кибернетики  
Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
Кафедра Систем управления и мехатроники

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы

Разработка системы автоматизированного управления масляного пылеуловителя в системе очистки газа

УДК 628.512:621.928.9-52

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т31	Краснов В.Ю.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Семенов Н.М.			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицын В.В.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пустовойтова М.И.	к.х.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
СУМ	Губин В.Е.	к.т.н.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код	Результат обучения
<i><b>Профессиональные компетенции</b></i>	
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области анализа, синтеза, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств. Уметь сочетать теорию, практику и методы для решения инженерных задач и понимать область их применения.
P2	Иметь осведомленность о передовом отечественном и зарубежном опыте в области теории, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств.
P3	Применять полученные знания для определения, формулирования и решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных систем автоматизации технологических процессов и производств с использованием передовых научно–технических знаний и достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств.
P4	Уметь выбирать и применять соответствующие аналитические методы и методы проектирования систем автоматизации технологических процессов и обосновывать экономическую целесообразность решений.
P5	Уметь находить необходимую литературу, базы данных и другие источники информации для автоматизации технологических процессов и производств.
P6	Уметь планировать и проводить эксперимент, интерпретировать данные и использовать их для ведения инновационной инженерной деятельности в области автоматизации технологических процессов и производств.
P7	Уметь выбирать и использовать подходящее программно–техническое оборудование, оснащение и инструменты для решения задач автоматизации технологических процессов и производств.
<i><b>Универсальные компетенции</b></i>	
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий.
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за риски и работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации технологических процессов и производств, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам.
P10	Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики  
Направление подготовки Автоматизация технологических процессов и производств  
Кафедра Систем управления и мехатроники

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой СУМ ИК  
\_\_\_\_\_ Губин В.Е.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
8Т31	Краснову Владиславу Юрьевичу

Тема работы:

Разработка системы автоматизированного управления масляного пылеуловителя в системе очистки газа	
Утверждена приказом директора Института кибернетики (дата, номер)	28.02.2017 №1396

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b> <i>(наименование объекта исследования; документы конференции и отчеты НИР; программное обеспечение).</i>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Состав системы:<ul style="list-style-type: none"><li>– масляные пылеуловители (6 шт.);</li><li>– отстойники масла (4 шт.);</li><li>– электронасосы (12 шт.);</li><li>– газопровод;</li><li>– емкости для свежего масла (2 шт.);</li><li>– емкости для грязи (2 шт.);</li><li>– емкости для отработанного масла (2 шт.);</li><li>– пневматические задвижки (90 шт.)</li><li>– датчики: уровня, давления, расхода, температуры и плотности;</li><li>– система сбора и обработки информации;</li><li>– система электроснабжения.</li></ul></li><li>2. Рабочее давление масляного пылеуловителя 6,4 МПа.</li></ol>
---	---

	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Уровень масла в пылеуловителе от 25 до 50 мм от контактных трубок.</li> <li>4. Точность измерения уровня не менее 1 мм.</li> <li>5. Контроль производительности масляного пылеуловителя.</li> <li>6. Контроль уноса промывочной жидкости не более 25г на 1000 м<sup>3</sup>.</li> </ol>
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Описание технологического процесса.</li> <li>2. Выбор архитектуры АСУ ТП.</li> <li>3. Разработка функциональных схем АСУ ТП.</li> <li>4. Разработка схемы информационных потоков.</li> <li>5. Выбор средств реализации АСУ ТП.</li> <li>6. Разработка схем соединения внешних проводок.</li> <li>7. Выбор алгоритмов управления АСУ ТП.</li> <li>8. Разработка экранных форм АСУ ТП.</li> </ol>
<b>Перечень графического материала</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Схема масляного пылеуловителя.</li> <li>2. Схема внешней обвязки пылеуловителя.</li> <li>3. Функциональная схема системы по ГОСТ 21.408-2013.</li> <li>4. Функциональная схема системы по стандарту ANSI.</li> <li>5. Структурная схема.</li> <li>6. Схема информационных потоков.</li> <li>7. Схема внешних проводок.</li> <li>8. Схемы алгоритмов управления.</li> <li>9. Мнемосхема диспетчерского пульта.</li> <li>10. Дерево экранных форм.</li> </ol>

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

Раздел	Консультант
1. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Спицын Владислав Владимирович
2. Социальная ответственность	Пустовойтова Марина Игоревна

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	1.09.2016г
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Семенов Н.М.			1.09.16

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т31	Краснов Владислав Юрьевич		1.09.16

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 78 с., 18 рис., 28 таблиц, 24 источников, 12 приложений.

Ключевые слова: проект, масляный пылеуловитель, давление, пропускная способность, уровень, датчики, мнемосхема, SCADA.

Объектом работы является система очистки природного газа от механических примесей.

Цель работы – разработка системы автоматизированного управления масляного пылеуловителя.

В данном проекте была разработана схема автоматизированной системы очистки природного газа от механических примесей с помощью масляного пылеуловителя, разработан алгоритм сбора данных измерений, а также спроектированы экранные формы.

Разработанная система может применяться в системах контроля, управления и сбора данных об очистке природного газа от механических примесей.

Для выполнения работы использовались программные продукты КОМПАС-3D V13, Matlab 2013, Mathcad и TIAPortal V13.

## Содержание

Обозначения и сокращения .....	7
Введение.....	8
1. Техническое задание.....	9
1.1 Назначение и цели создания АСУ ТП.....	9
1.2 Состав системы.....	10
1.3 Требование к системе.....	10
1.3.1 Требования к системе в целом.....	10
1.3.2 Требования к техническому обеспечению .....	10
1.3.3 Требования к метрологическому обеспечению.....	11
1.3.4 Требования к программному обеспечению.....	12
1.3.5 Требования к математическому обеспечению .....	13
1.3.6 Требования к информационному обеспечению .....	13
1.3.7 Нормативно-техническая документация .....	13
2. Основная часть .....	15
2.1 Описание технологического процесса .....	15
2.2 Расчет режима работы .....	16
2.3 Разработка системы автоматизации .....	18
2.3.1 Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.408-2013 .....	18
2.3.2 Функциональная схема автоматизации по ANSI/ ISA S5.1-2009.....	19
2.3.3 Разработка схемы информационных потоков .....	19
2.4 Выбор средств реализации АСУ ТП.....	20
2.4.1 Выбор промышленного контроллера .....	20
2.4.2 Выбор датчиков .....	22
2.5 Разработка схемы внешних проводок .....	33
2.6 Выбор алгоритмов управления АСУ ТП .....	34
2.7 Алгоритм сбора данных измерений.....	35
2.8 Алгоритм автоматического регулирования давления.....	35
2.9 Разработка экранных форм .....	39
3. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	42
4. Социальная ответственность.....	67
Заключение .....	74
Список использованных источников .....	75
Приложение .....	78

## Обозначения и сокращения

**АСУ ТП** – автоматизированная система управления технологическим процессом.

**ПТК** – программно-технический комплекс.

**ПЛК** – программируемый логический контроллер.

**АРМ** – автоматизированное рабочее место.

**ПК** – персональный компьютер.

**ПО** – программное обеспечение.

**БД** – база данных.

**КИПиА** – контрольно-измерительные приборы и автоматика.

**САР** – система автоматизированного регулирования.

**ПАС** – противоаварийная автоматическая система.

**ИМ** – исполнительный механизм.

**СИ** – средства измерения.

**СОИ** – система сбора и обработки информации.

## Введение

По запасам природного газа Россия занимает одно из лидирующих мест в мире. Однако при добыче природного газа необходим процесс очистки газа от легких фракций, механических примесей и воды. Очистка от механических примесей производится в пылеуловителях. В данной работе рассматриваются масляные пылеуловители.

Масляные пылеуловители используются для очистки газа от механических примесей. Степень очистки природного газа составляет от 97 до 98 % независимо от размера частиц примеси, в отличие от циклонного пылеуловителя. Однако при очистке природного газа происходит унос промывочной жидкости, а так же в зимнее время требуется подогрев масла. Из-за этого возникает проблема регулирования уровня масла, а также регулирование уноса газом промывочной жидкости.

Объектом исследования является система регулирования уровня масла и минимизация уноса газом промывочной жидкости, а так же процесс регенерации промывочной жидкости.

Основное внимание в работе уделяется разработке системы автоматизированного управления уровнем масла в пылеуловителе.

Цель работы – разработать систему автоматизированного управления масляного пылеуловителя в системе очистки природного газа.

Практической новизной является использование средств автоматики для управления уровнем жидкости в масляном пылеуловителе, что позволяет при заданном качестве очистки обеспечить минимум уноса масла.

Эта работа будет полезна руководителям газодобывающих компаний для установки данной системы на КС или ГРС.



# 1. Техническое задание

## 1.1 Назначение и цели создания АСУ ТП

Настоящее техническое задание описывает задачу разработки системы автоматизированного управления масляного пылеуловителя в системе очистки природного газа.

Основанием для выполнения работы по теме является задание на выполнение выпускной квалификационной работы по созданию АСУ ТП.

Сроки выполнения работы: 01.09.2016г – 10.06.2017г.

Данная АСУ ТП создается для решения следующих задач:

- автоматическое управление технологическими процессами системы масляного пылеуловителя;
- оперативный сбор, обработка и передача информации о технологических процессах и состоянии используемого оборудования;
- сигнализация предаварийных и аварийных ситуаций в автоматическом режиме.

Цели АСУ ТП:

- 1) Очистка природного газа от механических примесей.
- 2) Уменьшение уноса очищенным газом промывочной жидкости.
- 3) Регулирование потока газа на входе в масляный пылеуловитель.
- 4) Поддержание уровня масла в допустимом диапазоне.
- 5) Противоаварийная защита.
- 6) Отображение необходимого объема информации оперативному персоналу в целях обеспечения эффективного и безопасного управления процессом.

## **1.2 Состав системы**

Для обеспечения необходимой степени очистки природного газа от механических примесей и минимизации уноса промывочной жидкости разработанная система должна содержать:

- масляные пылеуловители  $D=2400$  мм на рабочее давление 6,4 МПа (6 шт.);
- отстойники масла (4 шт.);
- электронасосы (12 шт.);
- газопровод;
- емкости для свежего масла (2 шт.);
- емкости для шлама (2 шт.);
- емкости для отработанного масла (2 шт.);
- пневматические задвижки (90 шт.)
- датчики: уровня, давления, расхода, температуры и плотности;
- система сбора и обработки информации;
- система электроснабжения.

## **1.3 Требование к системе**

### **1.3.1 Требования к системе в целом**

Проектируемая АСУ ТП должна соответствовать требованиям ГОСТ 24.104-85 «Автоматизированная система управления. Общие требования» с учетом ниже изложенного в данном разделе.

### **1.3.2 Требования к техническому обеспечению**

Разрабатываемая АСУ ТП должна проектироваться как открытая распределенная иерархическая система с использованием стандартных протоколов международного образца.

Выбор фирмы-поставщика ПТК системы, исполнительных механизмов и датчиков должен основываться на альтернативном выборе и иметь технико-экономическое обоснование.

ПТК независимо от страны производителя должны иметь сертификаты Госстандарта РФ и, как правило, опыт использования на аналогичных объектах.

Все датчики, размещаемые во взрывоопасных или пожароопасных зонах технологических объектов, должны применяться только во взрывозащищенном исполнении и иметь уровень взрывозащиты, отвечающий требованиям, а коммутационные подключения к ним следует выполнять через барьеры искрозащиты, имеющие соответствующее свидетельство о взрывозащищенности [2].

Контроллеры должны иметь модульную архитектуру, позволяющую свободную компоновку каналов ввода/вывода. При необходимости ввода сигналов с датчиков, находящихся во взрывоопасной среде, допускается использовать как модули с искробезопасными входными цепями, так и внешние барьеры искробезопасности, размещаемые в отдельном конструктиве [3].

Оборудование, устанавливаемое на открытых площадках, в зависимости от зоны расположения объекта должно быть устойчивым к воздействию температур от минус 50°C до плюс 50°C и влажности не менее 80% при температуре 35°C.

Должна быть предусмотрена возможность расширения АСУ ТП путем подключения дополнительных контроллеров, модулей ввода-вывода, нормирующих преобразователей, барьеров искрозащиты и других аппаратных компонентов в объеме до 20% (30% по дискретным каналам ввода-вывода) от использованных.

### **1.3.3 Требования к метрологическому обеспечению**

Использование средств измерений и вычислительной техники должно обеспечивать поддержание заданного режима работы оборудования.

Значение основной приведенной погрешности преобразования измерительного канала для датчиков температуры должно быть  $\pm 2\%$  от диапазона измерения.

Основная приведенная погрешность установления аналогового выходного сигнала должна быть не более  $1\%$  в рабочем диапазоне температур.

### **1.3.4 Требования к программному обеспечению**

Программное обеспечение АС включает в себя:

- системное ПО (операционные системы);
- инструментальное ПО;
- общее (базовое) прикладное ПО;
- специальное ПО.

Набор функций конфигурирования в общем случае должен включать в себя:

- создание и ведение базы данных конфигурации (БДК) по входным/выходным сигналам;
- конфигурирование алгоритмов управления, регулирования и защиты с использованием функциональных блоков;
- создание мнемосхем для визуализации состояния технологических объектов;
- конфигурирование отчетных документов (рапортов, протоколов).

Средства создания специального прикладного ПО должны включать в себя технологические и универсальные языки программирования и соответствующие средства разработки (компиляторы, отладчики).

Базовое прикладное ПО должно обеспечивать выполнение стандартных функций соответствующего уровня АС (опрос, измерение, фильтрация, визуализация, сигнализация, регистрация и др.).

Специальное прикладное ПО должно обеспечивать выполнение нестандартных функций соответствующего уровня АС (специальные алгоритмы управления, расчеты и др.).

### **1.3.5 Требования к математическому обеспечению**

Математическое обеспечение АС должно представлять собой совокупность математических методов, моделей и алгоритмов обработки информации, используемых при создании и эксплуатации АС и позволять реализовывать различные компоненты АС средствами единого математического аппарата [5].

### **1.3.6 Требования к информационному обеспечению**

По результатам проектирования должны быть представлены:

- состав, структура и способы организации данных в АС;
- порядок информационного обмена между компонентами и составными частями АС;
- структура процесса сбора, обработки, передачи информации в АС;
- информация по визуальному представлению данных и результатам мониторинга.

В состав информационного обеспечения должны входить:

- унифицированная система электронных документов, выраженная в виде набора форм статистической отчетности;
- распределенная структурированная база данных, хранящая систему объектов;
- средства ведения и управления базами данных.

### **1.3.7 Нормативно-техническая документация**

- 1) ГОСТ 25199-82 Оборудование пылеулавливающее.
- 2) ГОСТ Р 50820-95 Оборудование газоочистное и пылеулавливающее.
- 3) ГОСТ Р 53315-2009 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности».

- 4) Корпоративный стандарт ОАО «НК Роснефть» «Построение комплексной информационно-управляющей системы (КИУС) нефтегазодобывающего дочернего общества».
- 5) ПЗ-04 СД-038.01 Стандарт компании ОАО «НК «Роснефть» «Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) нефтегазодобычи. Требования к функциональным характеристикам», утвержденный приказом №532 от 25.09.08 г.
- 6) ПЗ 11.1 СЦ-003 М-001 «Методические указания компании по оборудованию объектов компании средствами инженерно-технической укреплённости и техническими средствами охраны», утвержденные приказом ОАО «НК «Роснефть» от 14.03.2008 г. № 124.
- 7) Правила устройства электроустановок (ПУЭ), издание 6, от 2007г.
- 8) СНиП 3.05.07-85 «Системы автоматизации».
- 9) Федеральный закон от 30.12.2009 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» № 384-ФЗ.

## 2. Основная часть

### 2.1 Описание технологического процесса

Для удобства разделим описание технологического процесса на работу масляного пылеуловителя и на процесс восстановления промывочной жидкости (масла).

Начнем с принципа работы масляного пылеуловителя. Схема устройства масляного пылеуловителя приведена в *Приложение А*. Очистка газа в масляном пылеуловителе происходит за счёт уменьшения скорости потока и контакта его с маслом. Пылеуловитель можно разделить на 3 секции: промывочную, в которой все время поддерживается установленный уровень масла; осадительную, где газ освобождается от взвешенных частиц масла; верхнюю отбойную, в которой происходит окончательная очистка газа от уносимых частиц масла. Нижняя секция снабжена контактными трубками, которые имеют внизу продольные прорези-щели для создания завихрения потока. В верхней отбойной секции имеется скрубберная, состоящая из швеллерных или жалюзийных секций с волнообразными профилями. Процесс очистки газа в пылеуловителе происходит следующим образом: газ поступает в пылеуловитель через *штуцер для ввода газа 1* и соприкасается с поверхностью масла, после чего с большой скоростью устремляется по *контактным трубам 15*, захватывая с собой частицы масла. В осадительной камере (*от тарелки 9 до сегмента 4*) скорость потока газа резко снижается, в результате чего происходит осаждение механических примесей и частиц промывочной жидкости. Осаждённые частицы по *дренажным трубкам 8* стекают в промывочную секцию. После осадительной секции газ, освобождённый от более крупных частиц, поступает в отбойную секцию, где происходит окончательная очистка газа с помощью *скруббера 7*. Осевший на отбойной секции шлам стекает по *дренажным трубкам 8* в промывочную секцию. Очищенный газ через *выходной штуцер 6* поступает в *газопровод 5*. Загрязнённое масло удаляется через *штуцер для выхода масла 13*

в отстойник масла. Полная очистка происходит через *люк-лаз 16* раз в 2-3 месяца. Чистое масло подаётся через *штуцер для входа масла 14*.

Рассмотрим схему обвязки масляного пылеуловителя. Схема обвязки масляного пылеуловителя приведена в *приложении Б*.

Неочищенный природный газ поступает из *газопровода 5* в *масляный пылеуловитель 4*, где происходит очистка газа от механических примесей, после очищенный газ поступает в *газопровод 5* и передается дальше. В результате очистки природного газа механические примеси попадают в масло, которое откачивается в *отстойники 2* или *емкость для конденсата и отработки 1*, если масло более не пригодно для работы. В отстойниках идет процесс отстаивания масла, который длится 35 – 48 часов. Очищенное масло самотеком сливается в *емкость для свежего масла 6*. Оставшееся неочищенное масло сливается в трубопровод, ведущий к отстойникам. Механические примеси из *отстойников 2* сливаются в *емкость для грязи 7*. *Аккумулятор (масляный) 3* служит для закачки свежего масла в *пылеуловитель 4*. В зимний период времени обеспечивается подогрев масла до температуры в 20 °С. Для нормальной работы пылеуловителя уровень масла должен поддерживаться на 25-50 мм ниже концов контактных трубок и унос промывочной жидкости не должен превышать 25г на 1000 м<sup>3</sup>. Из этих условия необходимо определить оптимальный режим работы.

## 2.2 Расчет режима работы

Для расчета режима работы масляного пылеуловителя необходимо рассчитать зависимость фактической пропускной способности от давления [23]:

$$Q_n(p) = 9.35 * 10^6 * D^2 \frac{T_n p}{T_T} \left( \frac{\rho_{ж} - \rho_{г}}{\rho_{г}} \right)^{0.5} \quad (1)$$

где  $Q_n$  – фактическая пропускная способность, тыс  $\frac{м^3}{ч}$ ;

$D$  – диаметр пылеуловителя, м;



$\rho_{ж}$  и  $\rho_{г}$  – плотности жидкости и газа в рабочих условиях,  $\frac{кг}{м^3}$ ;

$p$  – рабочее давление в пылеуловителе, МПа;

$T_{н}$  и  $T_{ст}$  – температура газа в нормальных и теоретических условиях, К.

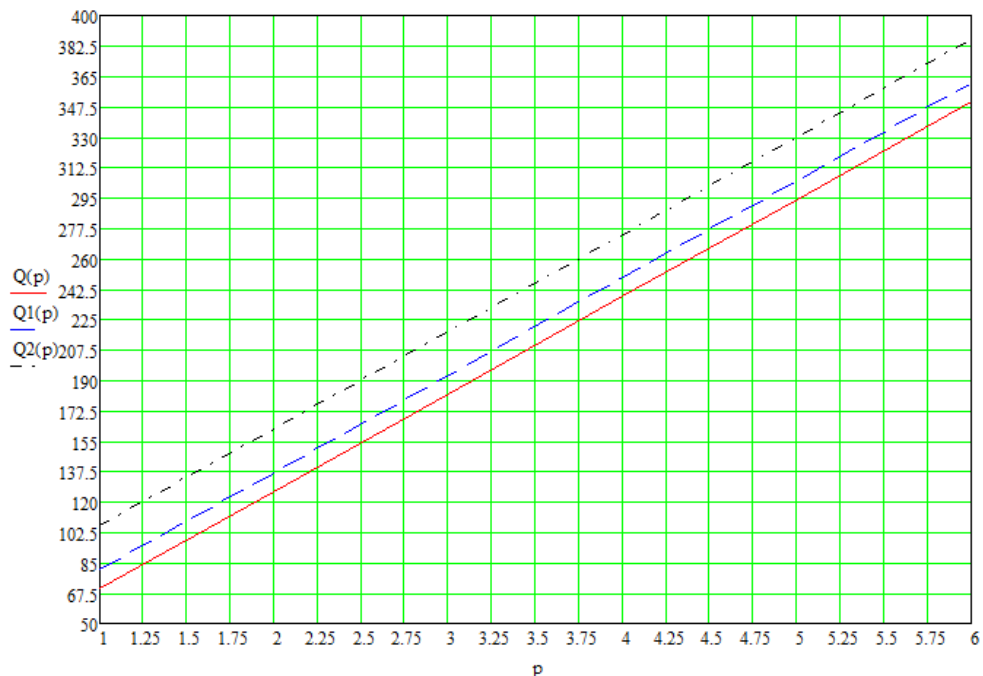
Однако формула (1) не учитывает потери промывочной жидкости, которые не должны превышать 25г на 1000 м<sup>3</sup>. При учете уноса промывочной жидкости необходимо к формуле (1) прибавить значение уносимого масла.

$$V_{жид} = \frac{Q_{н}(p)}{1000} * j, \text{ где } j - \text{ унос промывочной жидкости на } 1000 \text{ м}^3, \text{ кг.}$$

В результате получаем формулу для расчета:

$$Q_{рас}(p) = Q_{н}(p) + V_{жид} \quad (2)$$

В результате были получены прямые, отображающие зависимости  $Q_{рас}(p)$  от уносимого значения промывочной жидкости[24]. Эти зависимости представлены ниже на *рисунке 1*.



*Рисунок 1 – Зависимость пропускной способности масляного пылеуловителя D=2400 мм от давления. Q (p) – унос промывочной жидкости 14г на 1000 м<sup>3</sup>; Q1 (p) - унос промывочной жидкости 25г на 1000 м<sup>3</sup>; Q2 (p) - унос промывочной жидкости 100г на 1000 м<sup>3</sup>;*

Так как по требованиям унос допускается 25г на 1000 м<sup>3</sup>, то нам подходит прямая  $QI(p)$ . С учетом рабочего давления 6,4 МПа и погрешности  $\pm 2,5\%$  получим пределы работы масляного пылеуловителя и они отображены на рисунке 2.

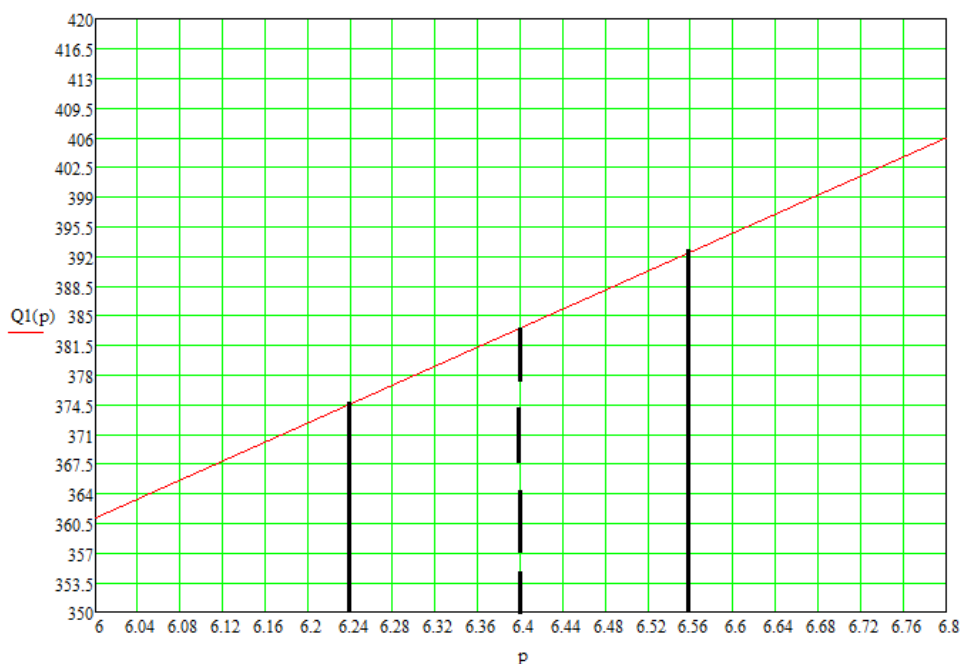


Рисунок 2 – Выбранный режим работы масляного пылеуловителя.

## 2.3 Разработка системы автоматизации

### 2.3.1 Функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.408-2013

Функциональная схема автоматизации (ФСА) является проектным документом, имеющим первостепенное значение, так как ФСА определяет структуру и уровень автоматизации, обеспечение средствами автоматизации и приборами технологического процесса. На функциональной схеме автоматизации показывают, согласно ГОСТ 21.408-2013:

- инженерное и технологическое оборудование;
- коммуникации автоматизируемого объекта;
- контуры контроля, управления и регулирования;

Условные обозначения приборов, линий связи и средств автоматизации, применяемые на функциональной схеме автоматизации, установлены в ГОСТ 21.404-85.

Согласно указанным выше требованиям разработана функциональная схема автоматизации. Она представлена в **приложении В**.

На схеме используются следующие обозначения:

Обозначение	Наименование
V-1...V-12, V13, V14	Клапан обратный Ду80
V13	Дисковый затвор с электроприводом Ду100
P-1, P-2	Электронасосы

### **2.3.2 Функциональная схема автоматизации по ANSI/ ISA S5.1-2009**

Функциональная схема автоматизации, сделанная по ГОСТу 21.408-2013, была адаптирована под стандарт ANSI/ ISA S5.1-2009. ФСА по ANSI. Результат адаптации представлен в **Приложении Г**.

### **2.3.3 Разработка схемы информационных потоков**

При разработке схемы информационных потоков, в первую очередь, необходимо учитывать, что всего есть три уровня сбора и хранения информации:

Верхний уровень – уровень корпоративного информационного хранения и архивного хранения. Информация представляется в виде экранных форм/мнемосхем. В автоматическом режиме на АРМ формируются различные отчеты (сводка по текущему состоянию оборудования, сводка текущих измерений).

Нижний уровень – уровень сбора данных и их обработки. Это данные датчиков, т.е., как правило, аналоговые либо дискретные сигналы, данные о вычислении либо преобразовании.

Схему информационных потоков можно увидеть в **приложении Д**.

Следующим этапом необходимо выбрать средства реализации АСУ ТП.

## 2.4 Выбор средств реализации АСУ ТП

### 2.4.1 Выбор промышленного контроллера

Основным элементом проектируемой АСУ ТП является программируемый логический контроллер. Для данной задачи необходимо подобрать контроллер для обработки данных с датчиков, управления исполнительными механизмами на основании полученной информации и сигнализации состояния. Режим работы ПЛК должен соответствовать следующим требованиям:

- работа в неблагоприятных условиях,
- работа без длительного обслуживания,
- модульность.

Программируемый логический контроллер осуществляет сбор информации, поступающей с датчиков, и формирует команды управления для исполнительных механизмов, например, на дисковый затвор с электроприводом Ду100. Для сравнения были выбраны 3 ПЛК, подходящих для заданных условий и обеспечивающих нужную производительность: Schneider Electric Modicon Premium, SIEMENS S7-313C-2DP и AutomationDirect Productivity2000.



Рисунок 3 – Modicon Premium



Рисунок 4 – S7-313C-2DP



Рисунок 5 – Productivity2000

Составим таблицу характеристик данных ПЛК и сравним их:

Таблица 1 – сравнение характеристик ПЛК.

Технические характеристики	Modicon Premium	Productivity2000	SIMATIC S7-313C-2DP
Процессор	TSX H57 24М/44М	P2-550	313C
Память (RAM)	256 Мбайт	50 Мбайт	8 Мб
Время цикла	От 1 мс	500 мкс	От 15 мкс
Количество каналов ввода-вывода	1024	480	1016/253
Типы интерфейсов	RS 485, RS 232, Ethernet, Profibus	Modbus, P2-08TRS, RS 485, RS 232, Ethernet	RS 485, Profibus, Ethernet, MPI, Modbus
Напряжение питания	24 В	12 или 24 В	24 В
Потребляемая мощность	3 Вт	3,5 Вт	3,5 Вт
Диапазон рабочих температур	0..+70 °C	0..+60°C	-40..+70 °C
Степень защиты	IP67	IP20	IP65

Из таблицы видно, что Siemens S7 313C-2DP удовлетворяет температурным требованиям и имеет время цикла меньше, чем у других образцов. Так же для работы с ПЛК не обходимо приобрести программные продукты.

Компания SIEMENS разработала удобный программный продукт TIA Portal, которые совмещает в себе конфигурирование и программирование систем автоматизации, а так же создание экранных форм с помощью интегрированного программного продукта WinCC RT.

## 2.4.2 Выбор датчиков

### Датчик давления

При очистке природного газа от механических примесей необходимо контролировать давление в масляном пылеуловителе. Для этого используют датчик давления. Существует огромное разнообразие датчиков разных типов замера давления, разной стоимости и датчиков, приспособленных к определенным условиям. Среди этого большого множества выделим три наиболее подходящих: 1) Метран-22-ДА-АС-1, 2) Rosemount 3051 3) ОВЕН ПД100.

 <p>Рисунок 6 – датчик давления Метран-22-ДА-АС-1</p>	 <p>Рисунок 7 – датчик давления ОВЕН ПД100</p>	 <p>Рисунок 8 – датчик давления Rosemount 3051</p>
--	--	---

Приведем сравнительную таблицу выбранных датчиков и выберем оптимальный вариант:

Таблица 2 – Сравнение характеристик датчиков давления.

	Характеристики ОВЕН ПД100	Характеристики Метран-22-ДА-АС-1	Характеристики Rosemount 3051
Измеряемые величины	Избыточное давление, разность давлений, вакуумметрическ ое давление	Избыточное давление, абсолютное давление, разность давлений, гидростатическое давление	Избыточное давление, абсолютное давление, разность давление
Рабочая среда	Пар, вода, газы в том числе природный, масло	Жидкость, газ, пар	Жидкость, газ, пар
Основная приведенная погрешность	±0,25%	до ±0,075%	±0,065%
Давление рабочей среды, МПа	От 0 до 25 МПа	от 0 до 24	от 0 до 68
Выходной сигнал	4-20мА, HART протокол	4-20мА, HART протокол	4-20мА, HART протокол; протокол Fieldbus; прото- кол Profibus
Диапазон рабочих температур, °С	от -50 до 80	от -55 до 80	от -50 до 80
Цена, руб.	от 25000 руб.	от 23 000 руб.	от 48 000 руб.

Из рассмотренных датчиков был выбран Метран-22-ДА-АС-1, так как он измеряет давление в необходимом диапазоне, имеет меньше погрешность, чем ОВЕН ПД 100, и его стоимость ниже конкурентов.

«Датчики давления Метран-22-ДА-АС-1 предназначены для работы в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами и обеспечивают непрерывное преобразование

измеряемых величин – давления избыточного, абсолютного, разности давлений, гидростатического давления нейтральных и агрессивных сред в унифицированный токовый выходной сигнал дистанционной передачи и цифровой сигнал на базе HART-протокола» [6].

Датчик Метран-22-ДА-АС-1 состоит из преобразователя давления и электронного преобразователя. Его конструкция представлена на рисунке 9.

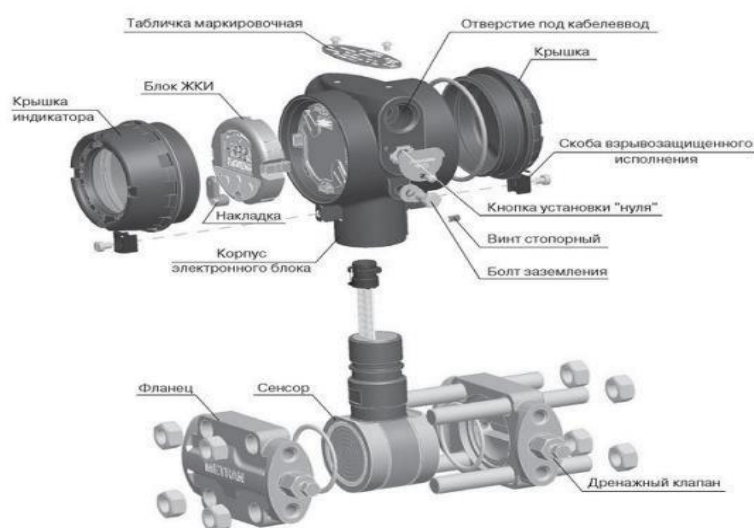


Рисунок 9 – Конструкция датчика Метран-22-ДА-АС-1

«Метран-22-ДА-АС-1 штуцерного исполнения использует тензорезистивный тензомодуль на кремниевой подложке, представленный на рисунке 10. Чувствительным элементом тензомодуля является пластина 1 из кремния с пленочными тензорезисторами (структура КНК - кремний на кремнии). Давление через разделительную мембрану 3 и разделительную жидкость 2 передается на чувствительный элемент тензомодуля. Воздействие давления вызывает изменение положения чувствительного элемента, при этом изменяется электрическое сопротивление его тензорезисторов, что приводит к разбалансу мостовой схемы. Электрический сигнал, образующийся при разбалансе мостовой схемы, измеряется АЦП и подается в электронный преобразователь, который преобразует это изменение в выходной сигнал» [6].

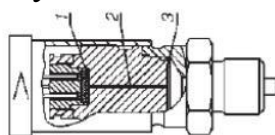


Рисунок 10 – Штуцерное исполнение Метран-22-ДА-АС-1



## Датчик расхода газа

Датчики расхода необходимы для проверки пропускной способности пылеуловителя и сравнения ее с допустимой при данном значении давления. В случае, если расход выше допустимого, то газ пропускается повторно для очистки от масла. Для сравнения были выбраны два расходомера газа:

1) Вихревой расходомер ЭМИС-ВИХРЬ 200.



Рисунок 11 – ЭМИС-ВИХРЬ 200.

«Расходомер осуществляет учет расхода сжатого воздуха, попутного нефтяного газа, природного газа, углекислого газа, водорода, кислорода, перегретого и насыщенного пара, неэлектропроводных, загрязненных и агрессивных жидкостей вязкостью до 7 мПа\*с, воды и теплоносителей в системах ХВС, ГВС, отопления в промышленности и коммунальном хозяйстве. Такие приборы неприхотливы в обслуживании и отличаются высокой надежностью и высокой точностью» [7].

Таблица 3 – характеристики датчика расхода ЭМИС-ВИХРЬ 200.

Измеряемая среда	<ul style="list-style-type: none"><li>• жидкость</li><li>• газ (в том числе ПНГ, сжатый воздух, кислород)</li><li>• насыщенный и перегретый пар</li></ul>
Погрешность	до $\pm 1\%$ при измерении расхода газа и пара
Типоразмеры	от 15 до 300 мм
Присоединение к трубопроводу	<ul style="list-style-type: none"><li>• фланцевое</li><li>• фланцевое со встроенными переходами</li><li>• сэндвич</li></ul>
Давление измеряемой среды	до 25 МПа
Температура измеряемой среды	от $-60^{\circ}\text{C}$ до $+460^{\circ}\text{C}$
Выходные сигналы	<ul style="list-style-type: none"><li>• аналоговый токовый 4-20 мА + HART (опция)</li><li>• импульсный</li><li>• дискретный - режимы "реле расхода" и "дозатор"</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• частотный до 1000 Гц</li> <li>• цифровой Modbus RTU с интерфейсом RS-485 и USB</li> </ul>
Температура окружающей среды	от -60°C до +70°C***
Пылевлагозащита	IP67

## 2) Массовый расходомер ЭМИС-ТЭРА 280.



Рисунок 12 – ЭМИС-ТЭРА 280.

Данные расходомеры предназначены для измерения массового и объемного расхода, а также массы и объема газа или газовых смесей (природный газ, свободный нефтяной газ, азот, аргон, воздух, инертный газ и другие газы) [10].

### **Преимущества**

- Прямое измерение массового расхода газа и газовых смесей
- Возможность применения на больших диаметрах трубопровода
- Широкий динамический диапазон
- Незначительные потери давления
- Минимальные затраты на монтаж

Таблица 4 – характеристика датчика ЭМИС-ТЭРА 280.

Диаметр трубопровода	От 15 до 1200 мм
Измеряемая среда	Газ и газовые смеси
Температура измеряемой среды	-40...+150 °С
Давление измеряемой среды	До 4,0 МПа
Динамический диапазон	До 1:100
Погрешность	±1,5%
Материал проточной части	Нержавеющая сталь, Хастеллой-С
Температура окружающей среды	-40...+60°С
Выходные сигналы	Частотный Токовый 4...20 мА MODBUS RTU
Пылевлагозащита	IP65

Из этих двух расходомеров был выбран ЭМИС-ТЭРА 280, так как он удобен в установке и удовлетворяет всем требованиям, так же он дешевле, но у него немного выше погрешность измерения.

### Датчики уровня

Датчик уровня в сепараторе устанавливается для контроля уровня масла, который необходимо поддерживать на уровне 25-50 мм от конца контактных трубок. Для этого необходимо использовать непрерывный датчик уровня для постоянного слежения за уровнем.

«Гидростатические уровнемеры МРМ436W предназначены для недорогого и точного измерения уровня жидкости в малых объемах. Датчики МРМ436W работают при температурах до -30°С и отличаются высокой стабильностью характеристик» [8].

«MicroTrek представляет собой надежный, адаптированный для работы в тяжелых условиях измеритель уровня жидкостей и сыпучих материалов. Такой преобразователь уровня способен успешно выполнять свои задачи по точным измерениям там, где приборы с иным принципом действия использовать проблематично, а иногда – даже невозможно» [11].

Таблица 5 – Сравнение характеристик датчиков уровня

	Характеристики Гидростатические МРМ436W	Характеристики микроволновых MicroTrek
Диапазон измерения уровня	0...500 мм	до 400 мм, до 15 м;
Точность измерений	0, 5...1% ДИ	± 0,05 % от диапазона измерения
Питание	15~30В DC	18...35 В DC
Выходные данные	0/1...5/10В DC (аналоговый)  4...20 мА, 0...10/20 мА (аналоговый)	4-20 мА,  HART;
Температура рабочей среды	от -40 до 100°С	от -50 до 130°С
Давление рабочей среды до	28 МПа	до 6 МПа
Температура окружаю- щей среды	от -30 до 60°С	от -30 до 60°С;
Уровень защиты	IP68	IP65

В результате сравнения предпочтение было отдано датчику MicroTrek, так как у него выше точность измерения и есть исполнение с меньшим диапазоном.

Так же для разработанной АСУ ТП понадобятся дискретные датчики уровня для определения минимального и максимального уровня жидкости в резервуарах обвязки и отстойниках. Для сравнения были выбраны два типа датчиков:

«CleverLevel LBFS относится к сигнализаторам уровня емкостно-частотного типа и использует технологию frequency sweep, из-за чего на процесс оказывается минимальное влияние на процесс, плюс само состояние продукта

практически не влияет на точность работы. Технология работы позволяет разделять среды с очень похожими характеристиками. Точность срабатывания держится на уровне  $\pm 1$  мм при быстроте отклика в 0,1 с. Приборы предназначены для сигнализации уровня, раздела сред любых сыпучих продуктов, а также жидких сред (вязких/высоковязких, маслянистых)» [9].

Датчик имеет следующие характеристики:

- питание: 12~36В DC;
- температура процесса:  $-40\dots+200^{\circ}\text{C}$ ;
- температура среды:  $-40\dots+85^{\circ}\text{C}$ ;
- давление: до +100 бар;
- точность срабатывания:  $\pm 1$  мм;
- время отклика: 0,1 с;
- класс защиты: IP67 или IP69.

NIVOSWITCH вибрационный датчик уровня жидкости типа R400/R500 предназначен для сигнализации предельного уровня обычных жидкостей, легковоспламеняющихся и взрывоопасных жидкостей.

Датчик имеет следующие характеристики:

- Питание: 15~27В DC;
- Температура процесса  $-40^{\circ}\text{C} \dots +130^{\circ}\text{C}$ ;
- Температура окружающей среды  $-40^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$ ;
- Вязкость продукта процесса  $\leq 10\,000$  мм<sup>2</sup>/сек;
- Класс защиты: IP68.

Из этих двух датчик выбран CleverLevel LBFS, так как у него быстрое время отклика, выше класс надежности и точность, и при этом ниже стоимость.

### **Датчик плотности**

Датчик плотности необходим для определения количества механических примесей в промывочной жидкости (масла) масляного пылеуловителя и вывода

этой информации на экран диспетчера. Для данной задачи были выбраны 2 датчика: Micro Motion® Fork Density Meter (FDM) и электронный датчик плотности ДП.7.

FDM - это последняя разработка компании Mobery в заслужившей широкое признание серии датчиков камертонного типа серии 782х. Помимо известной точности и надёжности, присущей этой серии, плотномер имеет конфигурируемое микропроцессорное электронное устройство, которое производит полную обработку сигналов, расчёт и диагностику внутри самого датчика.

Таблица 6 – Характеристика датчика Micro Motion® Fork Density Meter

Параметр	FDM
Основная погрешность	$\pm 0.001 \text{ г/см}^3 (\pm 1.0 \text{ кг/м}^3)$
Диапазон измерений	0-3 $\text{г/см}^3$ (0 - 3000 $\text{кг/м}^3$ )
Повторяемость	$\pm 0.001 \text{ г/см}^3 (\pm 1.0 \text{ кг/м}^3)$
Максимальное рабочее давление	20,7 МПа
Температурный диапазон	От - 50 до 200°C
Присоединительные размеры	От ANSI 150 до ANSI 1500 RF DIN 50 PN 40 и PN 100 Гигиеническое исполнение IDF и RJT
Измерение температуры	Pt100 BS1904 Class B, DIN 43760 Class B
Питание	20-28 В пост, тока при 35-45 мА
Аналоговые выход 4-20 мА Выводимые данные Точность Повторяемость	Изолированный от цепи питания Любой параметр, выбираемый пользователем $\pm 0.1\%$ от показания, $\pm 0.05\%$ от полной шкалы при 20°C $\pm 0.05\%$ от полной шкалы в диапазоне от -40 до +85°C
Выходной сигнал (модель с усовершенствованной электроникой)	4-20 мА
Связь (модель с усовершенствованной электроникой)	RS 485- Modbus

«При рассмотрении второго датчика можно отметить следующие данные датчики можно отнести к классу электронных стационарных плотномеров. Датчик плотности ДП.7 имеет небольшую конструкцию в виде отдельного прибора. Данные погружные плотномеры широко применяются в составе измерительных систем ИГЛА и автономно в составе автоматизированных систем управления технологическими процессами для измерений плотности различных жидкостей. Погружной плотномер ДП.7 имеет единый диапазон измерений плотности для разных типов светлых нефтепродуктов. Это делает его удобным в использовании, так как нет потребности заказывать плотномер для каждого типа нефтепродуктов. Данный плотномер может использоваться для измерений плотности моторных масел, для этого необходим подогрев последних для снижения вязкости в холодное время» [12].

Таблица 7 – Характеристики датчика ДП.7.04.04.01.01

<b>Характеристики</b>	<b>Значения</b>
Предел абсолютной погрешности измерения плотности, кг/м <sup>3</sup>	± 1.5
Предел абсолютной погрешности измерения температуры, °С	± 0.5
Разрешающая способность:	
- плотности, кг/м <sup>3</sup>	0.1
- температуры, °С	0.1
Диапазон измерения плотности, кг/м <sup>3</sup>	от 680 до 980
Диапазон измерения температуры, °С	от -40 до +50
Температура окружающей среды, °С	от -40 до +50
Напряжение питания, В	5 - 12
Потребляемая мощность, мВт, не более	30
Степень защиты оболочки	IP 68

Эти датчики удовлетворяют техническим требованиям. Предпочтение отдано датчику Micro Motion® Fork Density Meter, так как у него больший температурный диапазон.

## Датчики температуры

В качестве датчиков температуры для рассмотрения были выбраны термопреобразователи сопротивления ТСП Метран-246 и Rosemount 644.



Рисунок 13 – Датчик температуры ТСП Метран-246 (а), датчик температуры Rosemount 644 (б)

Технические характеристики датчика температуры ТСП Метран-246:

- Выходной сигнал – 4...20 мА;
- Погрешность 0,25...0,5 %;
- Измеряемый диапазон температур 0...1768 °С;
- Степень защиты IP65.

Технические характеристики датчика температуры Rosemount 644:

- Выходной сигнал – 4...20мА;
- Погрешность 0,75 %;
- Измеряемый диапазон температур -50...120 °С;
- Степень защиты IP66.

После проведённого анализа был выбран датчик температуры Rosemount 644, так как у него присутствует отрицательная область измерения температуры и выше степень защиты, что необходимо в зимний период времени.



После выбора ПЛК и датчиков необходимо составить схему внешних проводок.

## 2.5 Разработка схемы внешних проводок

Схема внешних электрических проводок приведена в **приложении Е**. После проведённого выбора, АСУ ТП включает в себя следующие первичные и внешитовые приборы:

- Датчики давления Метран-22-ДА-АС-1,
- Массовый расходомер ЭМИС-ТЭРА 280,
- Аналоговый датчик уровня жидкости MicroTrek,
- Дискретный датчик уровня жидкости CleverLevel LBFS,
- Датчик плотности жидкости FDM,
- Датчик температуры Rosemount 644.

Для передачи сигналов от перечисленных выше датчиков на щит КИПиА выбран кабель КВВГ нг 4х2,5. Элементы конструкции кабеля можно увидеть на следующем изображении:



Рисунок 14 – Кабель КВВГ

«Конструкция:

- 1) Токопроводящая жила – медная проволока.
- 2) Изоляция – ПВХ пластикат.
- 3) Оболочка – ПВХ пластикат.

Кабель КВВГ применяется для прокладки в помещениях, каналах, туннелях в условиях агрессивной среды, при отсутствии механических воздействий на кабель» [14].

Технические и эксплуатационные характеристики кабелей КВВГ представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Характеристики кабеля КВВГ

Температура окружающей среды при эксплуатации	от +50°С до –50°С
Относительная влажность воздуха (при температуре +35°С)	98%
Минимальная t° прокладки кабеля без предварительного подогрева	+70°С
Минимально допустимый радиус изгиба при прокладке (при t° не ниже 0°С): - с наружным диаметром до 10 мм включительно - с наружным диаметром свыше 10 мм до 25 мм включительно	3 диам. кабеля 4 диам. кабеля
Срок службы - при прокладке в земле (траншеях) и на эстакадах - при прокладке в помещениях, каналах, туннелях	15 лет 25 лет
Гарантийный срок эксплуатации	2 года

## 2.6 Выбор алгоритмов управления АСУ ТП

В автоматизированных системах управления существуют разные уровни управления. В соответствии с этим существуют разные алгоритмы управления:

- алгоритмы защиты (ПАЗ, как правило, реализуются на ПЛК),
- релейные/ПИД алгоритмы для регулирования параметров технологического оборудования, например, управление положением рабочего органа, уровнем и т.д.,

- запуск либо остановка технологического оборудования (реализуются на ПЛК и в SCADA-системе)

- другие алгоритмы.

В ходе работы по данному проекту разработаны алгоритмы сбора данных измерений. Для представления алгоритма сбора данных измерений используется ГОСТ 19.002.

## **2.7 Алгоритм сбора данных измерений**

Алгоритм сбора данных с датчиков представлен в альбоме схем в **приложении Ж**. Алгоритм сбора данных измерений подробно показывает последовательность действий, происходящих в технологическом процессе в ходе работы АСУ ТП.

## **2.8 Алгоритм автоматического регулирования давления**

Разработанная система автоматического регулирования регулирует давление в масляном пылеуловителе.

Разработанная САР основана на методе дросселирования потока, то есть регулирования пропускной способности газа в пылеуловителе с помощью регулирующего органа (задвижки).

В данную систему автоматического регулирования входят следующие элементы:

- ПИД – регулятор;
- ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь;
- АД с частотным регулированием – блок, который включает в себя частотный преобразователь и асинхронный двигатель;
- ДД – датчик давления;
- АЦП – аналого-цифровой преобразователь;
- задвижку;
- масляный пылеуловитель, являющийся объектом управления.

Моделирование производилось в среде Simulink. Для того, чтобы сформировать модель, необходимо определить передаточные функции всех звеньев, входящих в САР.

Передаточная функция ПИД-регулятора соответствует формуле (1):

$$W_{\text{ПИД}}(s) = K_p + K_d \cdot s + \frac{K_i}{s}, \text{ где} \quad (1)$$

$K_p$ ,  $K_d$ ,  $K_i$  – коэффициенты ПИД-регулятора.

Объектом управления является пылеуловитель, с которого снимается показание давления и на входе в него стоит исполнительное устройство.

«Передаточная функция объекта управления приближенно описывается апериодическим звеном первого порядка с чистым запаздыванием и представлена формулой (2)» [15]:

$$W(s) = \frac{Q_k(s)}{Q(p)} = \frac{1}{T \cdot s + 1} \cdot e^{-\tau_0 s} \quad (2)$$

$$T = \frac{2900\eta h^2}{\rho d^2} = 0.5025, \quad (3)$$

$$\tau_0 = \frac{\pi h d^2}{4F} = 7.54, \quad (4)$$

$$W(s) = \frac{1}{0.5025 \cdot s + 1} \cdot e^{-7.54s} \quad (5)$$

«Передаточная функция блока ЦАП является коэффициентом, примерно равным единице.

Передаточная функция блока АЦП представляет собой коэффициент, который примерно равен единице» [15].

«Частотно регулируемый асинхронный двигатель имеет передаточную функцию, представленную в формуле (6):

$$W_{\text{АД}}(s) = \frac{k}{T_m \cdot s + 1}, \quad (6)$$

Где  $T_m$  – электромеханическая постоянная времени,

$k$  – коэффициент передачи двигателя» [15].

Электромеханическая постоянная времени для асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором равняется 1.

То есть:

$$W_{AD}(s) = \frac{10}{s + 1}$$

Для настройки ПИД-регулятора соберем структурную схему в Simulink. Входным воздействием является единичное ступенчатое воздействие. Значение «1» отображает величину заданного давления равного 6,4 МПа, в долях единицы. Поэтому на графике переходного процесса по оси Y отражена относительная величина. Модель системы, спроектированной в Simulink, представлена на рисунке 15.

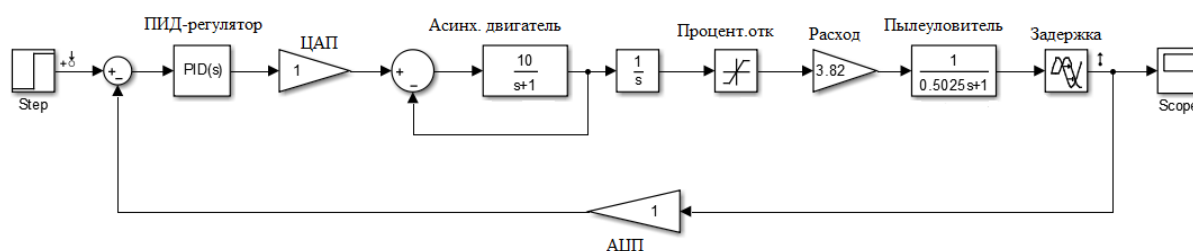


Рисунок 15 – Структурная схема САУ в Matlab

В результате автоматической настройки ПИД-регулятора были получены следующие коэффициенты ПИД-регулятора:

P	0.05787
I	9.6304e-05
D	-0.0317
N	0.19001

Рисунок 16 – Полученные коэффициенты ПИД-регулятора

Полученную в ходе моделирования переходную характеристику можно увидеть на следующем рисунке:

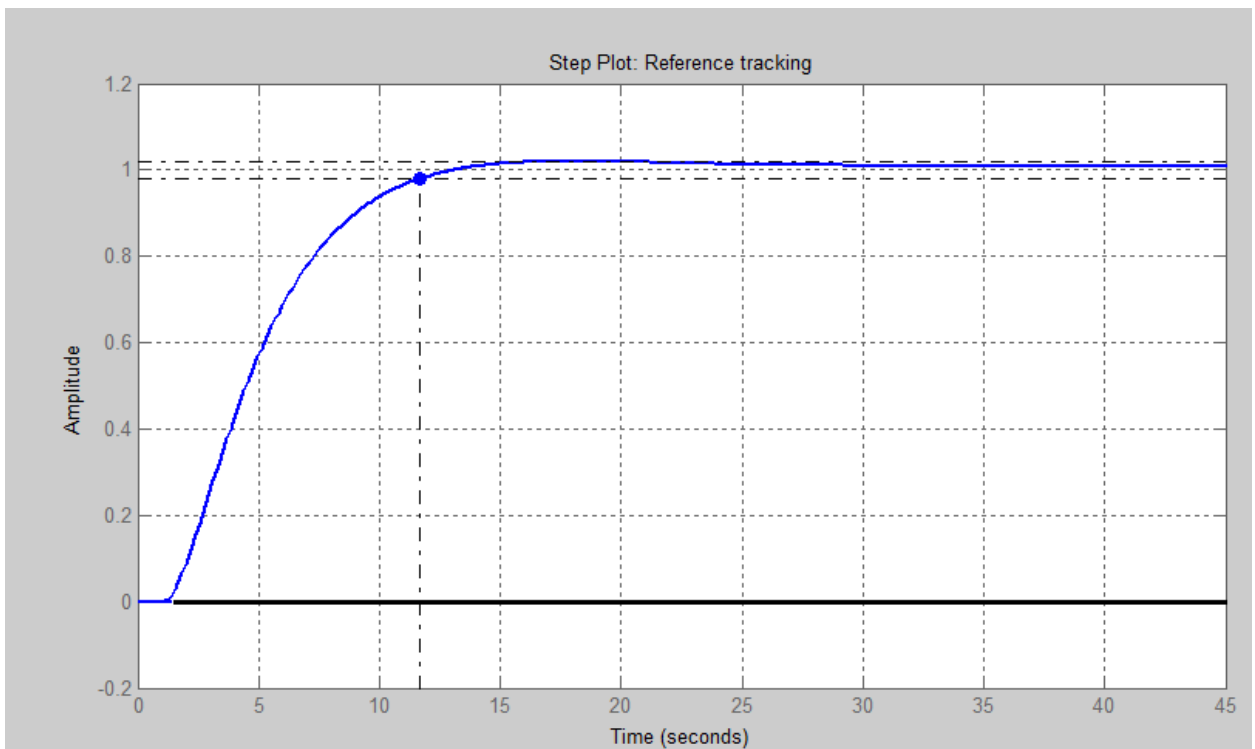


Рисунок 17 – Переходная характеристика

Из рисунка видно, что система получилась устойчивой, время переходного процесса, получившееся 12 сек. примерно соответствует реальному поведению задвижки.

## 2.9 Разработка экранных форм

Для управления процессами необходимо разработать экранные формы. Экранные формы разрабатываются с помощью программного продукта SCADA.

«SCADA - программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления» [16].

Исходя из определения SCADA-системы, можно выделить ее возможности:

- сбор информации от устройств нижнего уровня;
- хранение, архивирование собранной информации для последующей обработки, например, для создания архивов, реализации на собранных данных аварийной сигнализации и др.;
- возможность взаимодействия с технологическим процессом, - передача управляющих команд;
- наглядное представление технологического процесса для оператора, то есть оператор в удобной для него форме наблюдает за данными датчиков, установленных непосредственно на объекте управления данной SCADA-системы;
- обмен информацией с другими программами;
- формирование отчетов.

В рамках бакалаврской подготовки был изучен программный продукт TIA Portal. «TIA Portal — интегрированная среда разработки программного обеспечения систем автоматизации технологических процессов от уровня приводов и контроллеров до уровня человеко-машинного интерфейса» [17].

Данное ПО включается в себя программный пакет WinCC RT, позволяющий разрабатывать человеко-машинный интерфейс. Так как имеется опыт работы в данной программе, мнемосхема для управления технологическим процессом выполнена в данной программе. Разработанная мнемосхема

представлена в **приложении 3**. Также дерево экранных форм отображено в **приложении И**.

Данные мнемосхемы удобны для оператора, так как позволяют выбирать масляные пылеуловители, которые находятся в работе. Оператор может выбрать нужный ему пылеуловитель, на которой необходимо отслеживать уровень масла, давление, пропускную способность и плотность промывочной жидкости, а в зимний период и температуру промывочной жидкости. С помощью опции “Полная очистка” оператор может вывести пылеуловитель из работы и автоматически включиться резервный пылеуловитель. Оператор также может управлять процессом очистки масла.



## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа 8Т31	ФИО Краснову Владиславу Юрьевичу
----------------	-------------------------------------

Институт	ИК	Кафедра	СУМ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	

### Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<p>1. Показатели оценки качества разработки.</p> <p>2. Показатели оценки коммерческого потенциала разработки.</p> <p>3. Сильные и слабые стороны, возможности и угрозы проекта.</p>	<p>– Надежность, простота эксплуатации, возможность автоматизации измерений и т.д.;</p> <p>– Конкурентоспособность, цена, срок выхода на рынок, перспективность рынка, послепродажное обслуживание, и т.д.</p>
---	--

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Оценка качества разработки и ее перспективности на рынке с помощью технологии <i>QuaD</i>.</p>	<p>– Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации;</p> <p>– по результатам оценки качества и перспективности разработка имеет оценку выше среднего (<math>P_{cp}=78,16</math>) и выгодной для инвестиций;</p> <p>– необходимо расширить послепродажное обслуживание, разработать маркетинговую кампанию для сокращения времени выхода на рынок, сертифицировать разработку.</p>
<p>2. Исследование внешней и внутренней среды проекта с помощью <i>SWOT</i>-анализа</p>	<p>– <i>SWOT</i>-анализ представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта;</p> <p>– для упрощения процедуры проведения <i>SWOT</i>-анализ проводят в табличной форме.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	12.11.2016г.
--	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицын В. В.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т31	Краснов В. Ю.		

Данная разработка актуальна для газодобывающих компаний, она устанавливается на компрессорных станциях для очистки газа от механических примесей. После разработки системы автоматизированного управления масляного пылеуловителя в системе очистки природного газа. Необходимо провести оценку ресурсоэффективности и ресурсосбреджения, для этих целей выполним раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение». В этом разделе рассмотрим такие задачи:

- Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- Определение возможных альтернатив проведения научных исследований;
- Планирование научно-исследовательских работ;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

### **3. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

#### **Потенциальные потребители результатов исследования**

В настоящее время газодобывающие предприятия используют не автоматизированные пылеуловители. В связи с этим была проведена разработка системы автоматизированного управления масляного пылеуловителя. Сегментируем рынок по степени автоматизации процесса от размера компаний. Карта сегментирования представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Карта сегментирования рынка по степени автоматизации процессов

Параметр		Управление процессами.	
		Не автоматизированное	Автоматизированное
Размер компании	Крупные		
	Средние		
	Мелкие		

Из таблицы видно, что основными сегментами являются крупные и средние компании, а так как эти компании используют средства автоматизации. Следовательно, наиболее перспективным является разработка автоматизированные системы.

### Анализ конкурентных технических решений

На данный момент очистку газа от механических примесей в основном производят с помощью гравитационных сепараторов, не автоматизированных масляных пылеуловителей и циклонных пылеуловителей.

Компания ОАО «Газаппарат» производит циклонные пылеуловители ЦН-15-1600хСП с производительностью до 300 тыс. м<sup>3</sup>/ч и стоимостью системы очистки из 6 пылеуловителей 7,2-8 млн. рублей. Циклонные пылеуловители получили популярность из-за просты в разработке и изготовлении, высокой надежность и производительность, так же они могут использоваться для очистки агрессивных и высокотемпературных газовых смесей, однако у них есть недостатки такие как: высокое гидравлическое сопротивление, невозможность улавливания пыли с малым размером частиц и небольшая долговечность.

Компания ОАО «ХИММАШ» выпускает гравитационные сепараторы ЕГ-3-1-2-12,5-3,0-2,0-1600-Х производительность до 250 тыс. м<sup>3</sup>/ч и стоимостью 7,5-8,2 млн. рублей. Принцип работы ГС основан на уменьшении скорости газа

в нем до значения, при котором примеси оседают под действием силы тяжести. Сепараторы просто своей конструкцией, но громоздки и металлоемкие.

Очистка газа в масляном пылеуловителе происходит за счёт уменьшения скорости потока и контакта его с маслом. Достоинством масляных пылеуловителей – это высокая степень очистки 97-98%, по сравнению с циклонными пылеуловителями 85-97% и гравитационным сепаратором 70-80%. Однако при очистки масляным пылеуловителем часть промывочной жидкости уносится с очищенным газом и необходим подогрев ее в зимнее время. Так же производительность масляного пылеуловителя выше до 350 тыс. м<sup>3</sup>/ч при D=2400 мм и рабочем давлении 6,4 Мпа.

Целью моего проекта была разработка системы автоматизированного управления масляным пылеуловителем для уменьшения потери промывочной жидкости и автоматизация процесса очистки промывочной жидкости от механических примесей, для повторного использования промывочной жидкости(масла). Уменьшение потери промывочной жидкости решена с помощью сравнения фактической пропускной способности с максимально допустимой пропускной способностью для данного рабочего давления пылеуловителя. Так же автоматизация масляного пылеуловителя увеличила наглядность технологического процесса и удобство эксплуатации. Однако это увеличивает стоимость системы очистки из 6 пылеуловителей до 8,5-9 млн. рублей.

Проведем анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения с помощью оценочной карты, которая приведена в таблицы 10.

Таблица 10 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Удобство в эксплуатации	0,15	4	3	3	0,6	0,45	0,45
2. Минимизация расхода промывочной жидкости или металла	0,13	5	4	5	0,65	0,52	0,65
3. Безопасность	0,10	4	4	3	0,4	0,4	0,3
4. Качество интеллектуального интерфейса	0,10	5	3	5	0,5	0,3	0,5
5. Ремонтпригодность	0,08	4	4	4	0,32	0,32	0,32
6. Надежность	0,07	3	4	4	0,21	0,28	0,28
7. Удобство в эксплуатации	0,15	5	5	4	0,75	0,75	0,6
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Конкурентоспособность продукта	0,12	3	3	3	0,36	0,36	0,36
2. Перспективность рынка	0,08	4	3	4	0,32	0,24	0,32
3. Цена	0,07	3	4	5	0,21	0,28	0,35
4. Послепродажное обслуживание	0,05	3	4	4	0,2	0,2	0,2
5. Срок выхода на рынок	0,05	3	5	5	0,15	0,3	0,3
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>Суммарная оценка</b>			<b>4,67</b>	<b>4,4</b>	<b>4,63</b>

Б<sub>ф</sub> – разработанная система автоматизации масляного пылеуловителя D=2400 мм раб. Давление 54 ат.; Б<sub>к1</sub> – гравитационный сепаратор компании ОАО «ХИММАШ» . Б<sub>к2</sub> – циклонный пылеуловитель кампании ОАО «Газаппарат».

Анализ конкурентных технических решений рассчитаем по формуле 1:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, (1)$$
 , где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V<sub>i</sub> – вес показателя (в долях единицы);

B<sub>i</sub> – балл i-го показателя.

Преимущество перед конкурентами: программный продукт удобен в эксплуатации, адаптирован к двум предметным областям.

Коэффициент конкурентоспособности предприятия:

$$k_{kc} = \frac{K_{\phi}}{K_{k1}} = (4,67/4,4 + 4,67/4,63)/2 = (1,061 + 1,009)/2 = 1,035.$$

$k_{kc} > 1$ , следовательно, проект конкурентоспособно.

### Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. По своему содержанию данный инструмент близок к методике оценки конкурентных технических решений. Технология может использоваться при проведении различных маркетинговых исследований, существенно образом снижая их трудоемкость и повышая точность и достоверность результатов.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации. Для упрощения процедуры проведения QuaD рекомендуется оценку проводить в табличной форме (табл. 11). В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 11 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
Удобство в эксплуатации	0,15	90	100	0,90	0,135
Минимизация расхода масла	0,13	85	100	0,85	0,1105
Безопасность	0,10	85	100	0,85	0,085
Качество интеллектуального интерфейса	0,10	90	100	0,9	0,09
Ремонтопригодность	0,08	82	100	0,82	0,0656
Надежность	0,07	75	100	0,75	0,0525
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
Конкурентоспособность продукта	0,12	60	100	0,6	0,072
Перспективность рынка	0,08	80	100	0,8	0,064
Цена	0,07	60	100	0,6	0,042
Послепродажное обслуживание	0,05	70	100	0,7	0,035
Срок выхода на рынок	0,05	60	100	0,6	0,03
<b>Итого</b>	<b>1</b>			<b>0,7609</b>	<b>0,7816</b>

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$P_{ср} = \sum P_i \cdot 100$ , где  $P_{ср}$  – средневзвешенное значение показателей качества и перспективности научной разработки;  $P_i$  – средневзвешенное значение показателя. Значение  $P_{ср}$  позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя  $P_{ср}$  получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

$$P_{ср} = \sum P_i \cdot 100 = 0,8116 \cdot 100 = 78,16$$

## **Вывод:**

По результатам оценки качества и перспективности разработка имеет оценку выше среднего ( $P_{cp} = 78,16$ ) и выгодной для инвестиций. Основные слабые стороны были выявлены при оценке коммерческого потенциала разработки. Основной проблемой являются имеющиеся на рынке конкуренты и срока выхода на рынок. Однако можно избавиться от слабых сторон, если в качестве партнера привлечь кампанию выпускающую масляные пылеуловители, тем самым уменьшив срок выхода на рынок и увеличить конкурентоспособность.

## **SWOT-анализ**

*SWOT* – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов.

**Первый этап** заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. Дадим трактовку каждому из этих понятий.

**1. Сильные стороны.** Сильные стороны – это факторы, характеризующие конкурентоспособную сторону научно-исследовательского проекта. Сильные стороны свидетельствуют о том, что у проекта есть отличительное преимущество или особые ресурсы, являющиеся особенными с точки зрения конкуренции. Другими словами, сильные стороны – это ресурсы или возможности, которыми располагает руководство проекта и которые могут быть эффективно использованы для достижения поставленных целей. При этом важно рассматривать сильные стороны и с точки зрения руководства проекта, и с точки зрения тех, кто в нем еще задействован. При этом рекомендуется задавать следующие вопросы:

- Какие технические преимущества вы имеете по сравнению с конкурентами?
- Что участники вашего проекта умеют делать лучше всех?
- Насколько ваш проект близок к завершению по сравнению с конкурентами?

**2. Слабые стороны.** Слабость – это недостаток, упущение или ограниченность научно-исследовательского проекта, которые препятствуют достижению его целей. Это то, что плохо получается в рамках проекта или где он располагает недостаточными возможностями или ресурсами по сравнению с



конкурентами. Чтобы прояснить в каких аспектах вас, возможно, превосходят конкуренты, следует спросить:

- Что можно улучшить?
- Что делается плохо?
- Чего следует избегать?

**3. Возможности.** Возможности включают в себя любую предпочтительную ситуацию в настоящем или будущем, возникающую в условиях окружающей среды проекта, например, тенденцию, изменение или предполагаемую потребность, которая поддерживает спрос на результаты проекта и позволяет руководству проекта улучшить свою конкурентную позицию. Формулирование возможностей проекта можно упростить, ответив на следующие вопросы:

- Какие возможности вы видите на рынке? Проводите поиск свободных ниш, но помните, что свободными они остаются недолго. Благоприятная возможность, увиденная сегодня, может перестать существовать уже через три месяца. Благоприятные возможности могут возникать в силу действия следующих факторов:
  - изменения в технологической сфере и на рынке – как мирового, так и регионального масштаба;
  - изменения правительственной политики в отношении отрасли, где проводится научное исследование;
  - изменения социальных стандартов, профиля населения, стиля жизни и т.д.
- В чем состоят благоприятные рыночные возможности?
- Какие интересные тенденции отмечены?
- Какие потребности, пожелания имеются у покупателя, но не удовлетворяются конкурентами?

**4. Угроза** представляет собой любую нежелательную ситуацию, тенденцию или изменение в условиях окружающей среды проекта, которые имеют разрушительный или угрожающий характер для его конкурентоспособности в настоящем или будущем. В качестве угрозы может выступать барьер, ограничение или что-либо еще, что может повлечь за собой проблемы, разрушения, вред или ущерб, наносимый проекту. Для выявления угроз проекта рекомендуется ответить на следующие вопросы:

- Какие вы видите тенденции, которые могут уничтожить ваш научно-исследовательский проект или сделать его результаты устаревшими?
- Что делают конкуренты?
- Какие препятствия стоят перед вашим проектом (например, изменения в законодательстве, снижение бюджетного финансирования проекта, задержка финансирования проекта и т.п.)?
- Изменяются ли требуемые спецификации или стандарты на результаты научного исследования?
- Угрожает ли изменение технологии положению вашего проекта?

- Имеются ли у руководства проекта проблемы с материально-техническим обеспечением?

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в табл. 12.

Таблица 12 – Матрица SWOT

	<b>Сильные стороны:</b> С1. Экономичность промывочной жидкости С2. Точное регулирование пропускной способности пылеуловителя С3. Качество интеллектуального интерфейса	<b>Слабые стороны:</b> Сл1. Меньше надежность, чем не конкурентов Сл2. Цена выше, чем не автоматизированная Сл3. Большой срок поставок материалов и комплектующий
<b>Возможности:</b> В1. Привлечение ведущих компании В2. Договориться о предоставлении скидок на комплектующие		
<b>Угрозы:</b> У1. Наличие конкурентов У2. Срыв поставки оборудования		

После того как сформулированы четыре области SWOT переходят к реализации второго этапа.

**Второй этап** состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Возможно использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов стратегического выбора. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Для более четкого понимания взаимосвязей в таблице SWOT-анализ реализуем интерактивные матрицы проектов (таблица 13-16).

*Таблица 13 – Интерактивная матрица сильных сторон и возможностей проекта*

Сильные стороны проекта				
Возможности проекта		С1	С2	С3
	В1	+	+	+
	В2	0	0	0

*Таблица 14 – Интерактивная матрица слабых сторон и возможностей проекта*

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	В1	+	+	+
	В2	0	+	0

*Таблица 15 – Интерактивная матрица сильных сторон и угроз проекта*

Сильные стороны проекта				
Угрозы проекта		С1	С2	С3
	У1	0	0	0
	У2	0	0	0

*Таблица 16 – Интерактивная матрица слабых сторон и угроз проекта*

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	+	+
	У2	0	+	0

Составляем результирующую матрицу SWOT.

Таблица 17 – Матрица SWOT

	<p><b>Сильные стороны:</b>  С1. Экономичность промывочной жидкости  С2. Регулирование пропускной способности  С3. Качество интеллектуального интерфейса</p>	<p><b>Слабые стороны:</b>  Сл1. Меньше надежность, чем не конкурентов.  Сл2. Цена выше, чем не автоматизированная.  Сл3. Большой срок поставок материалов и комплектующий.</p>
<p><b>Возможности:</b>  В1. Привлечение ведущих компании.  В2. Договориться о предоставлении скидок на материалы и комплектующие.</p>	<p>В1С1С2С3 – увеличение числа клиентов.</p>	<p>В1Сл1Сл2Сл3 – новые заказы.  В2Сл2 – уменьшение цены и привлечение большего числа клиентов.</p>
<p><b>Угрозы:</b>  У1. Развитие конкурентов.  У2. Срыв поставки оборудования.</p>		<p>У1Сл1Сл2Сл3 – потеря клиентов.  У2Сл2 – увеличение времени на ожидание, что может привести к потери прибыли и крупных клиентов.</p>

## Планирование научно-исследовательских работ

### Структура работ в рамках научного исследования

Группа участников состоит из студента и руководителя. Для выполнения научного исследования сформировали ряд работ, назначили должность исполнителя для каждого этапа работы (таблица 18).

Таблица 18 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ Раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1.	Выбор направления научного исследования	Студент
	2.	Составление и утверждение технического задания	Руководитель Студент
Анализ предметной области	3.	Календарное планирование работ по теме	Студент
	4.	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	5.	Анализ отобранного материала	Студент Руководитель
Разработка АСУ ТП	6.	Описание технологического процесса	Студент
	7.	Разработка функциональной схемы автоматизации	Студент
	8.	Подбор датчиков и ПЛК	Студент
	9.	Разработка схемы соединения внешней проводки	Студент
	10.	Разработка экранных форм	Студент
	11.	Разработка алгоритма управления системы	Студент
	12.	Написание раздела «финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Студент
	13.	Написание раздела «социальной ответственности»	Студент
Оформление отчета	14.	Проверка работы с руководителем	Студент Руководитель
	15.	Составление пояснительной записки	Студент
	17.	Подготовка презентации дипломного проекта	Студент

### Определение трудоемкости выполнения работ

Для определения трудоемкости работ будем использовать такие показатели как ожидаемое значение трудоемкости, продолжительность каждой работы, продолжительность выполнения  $i$  – ой работы в календарных днях, коэффициент календарности.

Для расчета ожидаемого значения продолжительности работ  $t_{ож}$  применяется следующая формула 3:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (3)$$

где  $t_{min}$  – минимальная трудоемкость  $i$ -ой работы, чел/дн.;

$t_{max}$  – максимальная трудоемкость  $i$ -ой работы, чел/дн.

Из расчета ожидаемой трудоемкости работ, определим продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями (формула 4).

$$T_{p_i} = \frac{t_{ож_i}}{Ч_i}, \quad (4)$$

где  $T_{p_i}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ож_i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для построения диаграммы Ганта, переведем длительность каждого из этапов работ в календарные дни (формула 5).

$$T_{кi} = T_{p_i} \cdot k_{кал}, \quad (5)$$

где  $T_{кi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{p_i}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле 6:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (6)$$

где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

Коэффициент календарности:  $K_{\text{кал}} = 365 / (365 - 119) = 1,48$ .

Расчеты по трудоемкости выполнения работ приведены в таблице 19.

Таблица 19 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Исполнители		Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$
	$t_{\min}$ , чел-дни		$t_{\max}$ , чел-дни		$t_{\text{ожг}}$ , чел-дни					
	Студент	Преподаватель	Студент	Преподаватель	Студент	Преподаватель	Студент	Преподаватель	Одновременное выполнение работ	Одновременное выполнение работ
Выбор направления научного исследования	15	0	30	0	21	0			21	31,08
Составление и утверждение технического задания	3	1	7	3	4,6	1,8			3,2	4,736
Календарное планирование работ по теме	2	0	3	0	2,4	0			2,4	3,552
Подбор и изучение материалов по теме	30	0	40	0	34	0			34	50,32
Анализ отобранного материала	7	2	14	4	9,8	2,8			6,3	9,324
Описание технологического процесса	1	0	3	0	1,8	0			1,8	2,664
Разработка функционально	5	0	10	0	7	0			7	10,36

й схемы автоматизации										
Подбор датчиков и ПЛК	10	0	15	0	12	0			12	17,76
Разработка схемы соединения внешней проводки	5	0	7	0	5,8	0			5,8	8,584
Разработка экранных форм	7	0	15	0	10,2	0			10,2	15,096
Разработка алгоритма управления системы	5	0	12	0	7,8	0			7,8	11,544
Написание раздела «финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	3	0	7	0	4,6	0			4,6	6,808
Написание раздела «социальной ответственности»	4	0	10	0	6,4	0			6,4	9,472
Проверка работы с руководителем	4	4	7	7	5,2	5,2			5,2	7,696
Составление пояснительной записки	10	0	15	0	12	0			12	17,76
Подготовка презентации дипломного проекта	1	0	5	0	2,6	0			2,6	3,848
Итого	112	7	200	14	147,2	9,8			142,3	210,604



## Разработка графика проведения научного исследования

По данным из таблицы 11 «Временные показатели проведения научного исследования» создадим диаграмму Ганта, которая строилась при максимальном количестве дней при каждом процессе. Данная диаграмма представлена на рис.18

Название работы	Сент		Окт		Нояб		Дек		Янв		Февр		Март		Апр		Май		
	1-15	16-30	1-15	16-31	1-15	16-30	1-15	16-31	1-15	16-31	1-15	16-28	1-15	16-31	1-15	16-30	1-15	16-31	
Выбор направления научного исследования	█																		
Составление и утверждение технического задания		█																	
Календарное планирование работ по теме		█																	
Подбор и изучение материалов по теме		█	█																
Анализ отобранного материала				█															
Описание технологического процесса					█														
Разработка функциональной					█														



## Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

Бюджет научно-технического исследования должен быть основан на достоверном отображении всех видов расходов, связанных выполнением проекта. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

### Расчет материальных затрат НТИ

Для вычисления материальных затрат воспользуемся следующей формулой 7:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi} , \quad (7)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов;

$N_{расxi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов;

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Для разработки данного научного проекта необходимы следующие материальные ресурсы: системный блок, монитор, клавиатура, мышь, принтер (таблица 20).

Таблица 20 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество		Цена за ед. руб.		Затраты на материалы, (З <sub>м</sub> ), руб.	
		Рук.	Студ.	Рук.	Студ.	Рук.	Студ.
Системный блок	Шт.	1	1	25000	0	30000	0
Ноутбук	Шт.	0	1		48000	0	57600
Монитор	Шт.	1	1	7800	0	9360	0
Клавиатура	Шт.	1	1	1250	0	1500	0
Мышь	Шт.	1	1	800	1000	960	1200
Принтер	Шт.	1	1	3600	4990	4320	5988
Бумага	Пачка	1	1	300	300	360	360
Пишущая ручка	Шт.	1	3	50	55	60	198
Брошурование	Шт.	0	1	0	120	0	144
<b>Итого:</b>						<b>46560</b>	<b>65490</b>

### Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату (формула 8):

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (8)$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $Z_{осн}$ ).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле 9:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (9)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

при отпуске в 72 раб. дней  $M = 9,6$ .

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 21).

Таблица 21 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	119	119
- выходные дни		
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	48	72
- отпуск		
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	198	174

Месячный должностной оклад работника (формула 10):

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (10)$$

где  $Z_{tc}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{tc}$ );

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20% от  $Z_{tc}$ );

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 22.

Таблица 22 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{tc}$ , руб.	$k_p$	$Z_m$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_{р.раб. дн.}$	$Z_{осн.руб.}$
Руководитель	13850	1,3	18005	600	10	6000
Студент	3600	1,3	3600	120	148	17760

### Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата включает заработную плату за не отработанное рабочее время, но гарантированную действующим законодательством.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле 11:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (11)$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

$k_{\text{доп}}$  равен 0,12. Результаты по расчетам дополнительной заработной платы сведены в таблицу 23.

*Таблица 23 – Затраты на дополнительную заработную плату*

Исполнители	Основная зарплата ( руб.)	Коэффициент дополнительной заработной платы ( $k_{\text{доп}}$ )	Дополнительная зарплата ( руб.)
Руководитель	6000	0,12	720
Студент	17760	0,12	2131,2
Итого:			2851,2

### **Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)**

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы 12:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (12)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2017 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2017 году пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 24.

*Таблица 24 – Отчисления во внебюджетные фонды*

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	6000	720
Студент	17760	2131,2
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30%	

<b>Итого</b>	
<b>Руководитель</b>	<b>2016</b>
<b>Студент</b>	<b>5967,36</b>

По таблице видно, что на руководителя требуется 2016 руб., а на студента – 5967,36 руб.

### **Накладные расходы**

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов, оплата услуг связи, электроэнергии и т.д. Их величина определяется по формуле 13:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (13)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величина коэффициента накладных расходов равна 50%.

Руководитель:  $(55296 \cdot 0,5) = 27648$ .

Студент:  $(91348,56 \cdot 0,5) = 45674,28$ .

### **Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта**

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 25.

*Таблица 25 – Расчет бюджета затрат НИИ*

<b>Наименование статьи</b>	<b>Сумма, руб.</b>	
	<b>Руководитель</b>	<b>Студент</b>
1. Материальные затраты НИИ	46560	65490
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	6000	17760
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	720	2131,2
4. Отчисления во внебюджетные фонды	2016	5967,36
5. Накладные расходы	27648	45674,28
<b>Бюджет затрат НИИ</b>	<b>82944</b>	<b>137022,84</b>

В результате полученных данных в пунктах 11.4.1 – 11.4.6, был рассчитан бюджет затрат научно-исследовательской работы. Затраты на полную реализацию проекта составляет 219966,84 рублей.

**Вывод:**

В данном разделе были подсчитаны затраты на разработку проекта. Данный проект был реализован благодаря ТПУ, который в противном случае потребовал бы финансирования в размере 220 тыс. рублей.



## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8Т31	Краснов Владислав Юрьевич

Институт	Кибернетики	Кафедра	СУМ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места</p>	<p>Помещение закрытого типа с естественной вентиляцией воздуха. Помещение имеет как искусственный, так и естественный источник освещения. Основное рабочее оборудование – ПЭВМ.</p> <p>Вредные факторы производственной среды: недостаточное освещение, повышения уровня шума, превышение электромагнитных излучений, монотонный режим работы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Опасные факторы среды: электрический ток, влияние на зрение.</li> <li>- Негативное влияние на окружающую среду: бытовые отходы.</li> <li>- Чрезвычайные ситуации: пожар</li> </ul>
-----------------------------------	--

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><b>2. Производственная безопасность</b></p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных факторов при работе на ПК:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты;</li> <li>– (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p>2.2. Анализ опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</li> </ul>	<p>Так как вся работа персонала заключена в работе с ПЭВМ, то и вредные факторы возникают из-за ПЭВМ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Электромагнитное излучение отрицательно влияют на иммунную, нервную, эндокринную системы. Согласно требованиям <i>СанПиН 2.2.2/4.1340-03(с измен. 2010г.)</i>: Напряженность электрического поля в диапазоне частот 5 Гц– 2 кГц не должна превышать 25 В/м, а в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц не больше 2,5 В/м. Плотность магнитного потока в диапазоне частот 5 Гц– 2 кГц не должна превышать 250 нТл, а в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц не больше 2,5 нТл.</li> <li>- Шум негативно влияет на психофизиологическое состояние. Согласно <i>СН 2.2.4/2.1.8.562-96</i>: При нахождении на рабочем месте в процессе трудовой деятельности на ПЭВМ уровень звукового давления не должен превышать 80 дБА.</li> </ul> <p>Электробезопасность осуществляется в соответствии с <i>ГОСТ Р 12.1.019 – 2009</i>.</p>
---	---

<p><b>3. Экологическая безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>Влияние на экологическую безопасность небольшое. Предметами воздействия на окружающую среду могут выступить лишь бытовые отходы (части электронных устройств и т.д.)</p>
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<p>Наиболее типичная ЧС для объекта исследования – пожар. Для предотвращения и предупреждения ЧС должны быть установлены устройства сигнализации, датчики загазованности и дыма. В процессе эксплуатации объекта персонал обязан соблюдать технику безопасности. При возникновении ЧС персонал обязан следовать плану эвакуации, а также вызвать пожарных.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.11.16
--	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пустовойтова М.И.	К.Х.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т31	Краснов В.Ю.		

#### **4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

В данной работе была разработана система управления масляного пылеуловителя, т.е. были разработаны алгоритмы управления, подобран ПЛК и необходимые датчики, а так же разработаны экранные формы для работы оператора. На основе этого рабочим местом было принято место работы оператора.

Длительная работа на ПЭВМ отрицательно воздействует на здоровье человека. Монитор ПК, является источником различных излучений, таких как: электромагнитное, рентгеновское, ультрафиолетовое, инфракрасное, а так же излучения видимого диапазона. Длительное сидячее положение приводит к напряжению мышц и появлению болей в руках, плечевых суставах, позвоночнике, шее. При длительной работе на клавиатуре появляются болевые ощущения в запястьях, кистях и пальцах рук. Особенностью работы на ПК является постоянное и значительное напряжение функций зрительного анализатора [18].

Данный раздел ВКР посвящен анализу воздействующих в процессе работы опасных и вредных факторов и выработке методов защиты от негативного действия этих факторов. Произведен анализ вредных факторов таких как: микроклимат, шум, электромагнитные излучения. Рассмотрены вопросы охраны окружающей среды, защиты в случае чрезвычайной ситуации, а так же правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

#### **Анализ соответствия гигиенических условий труда за ПК требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03**

Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы" устанавливают требования безопасности к ПК, к помещениям для работы с ПК: к микроклимату, уровню шума и вибрации, освещенности, уровню электромагнитных полей на рабочем месте, общие требования к организации рабочих мест: расположение видео дисплейного терминала, конструкция стола и кресла/стула. В соответствии с перечисленными требованиями провел анализ гигиенических условий труда за ПК на своем рабочем месте [19].

Таблица 26 – Анализ соответствия гигиенических условий труда требованиям к ПЭВМ

Наименование параметров		Допустимые значения
Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами	31,5 Гц	86 дБ
	63 Гц	71 дБ
Напряженность электрического поля, временный допустимый уровень	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока, временный допустимый уровень	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 - 400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора, временный допустимый уровень		500 В
Яркость белого поля монитора		Не менее 35 кд/кв.м
Неравномерность яркости рабочего поля монитора		Не более +-20%
Контрастность (для монохромного режима)		Не менее 3:1
Временная нестабильность изображения (непреднамеренное изменение во времени яркости изображения на экране дисплея)		Не должна фиксироваться

Таблица 27 – Анализ соответствия гигиенических условий труда требованиям к помещениям для работы с ПЭВМ

Наименование параметров	Допустимые значения
-------------------------	---------------------

Температура, 21°C	Относительная влажность, %		55
	Абсолютная влажность, г/м <sup>3</sup>		10
	Скорость движения воздуха, м/с		<0,1
Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами	31,5 Гц		93 Гц
	63 Гц		79 Гц
Значение виброускорения по осям со среднегеометрическими частотами	3,15 Гц	1/3 окт	79 Гц
		1/1 окт	83 Гц
	6,3 Гц	1/3 окт	78 Гц
		1/1 окт	83 Гц
Значение виброскорости по осям со среднегеометрическими частотами	3,15 Гц	1/3 окт	79 Гц
		1/1 окт	82 Гц
	6,3 Гц	1/3 окт	72 Гц
		1/1 окт	76 Гц
Источник падения естественного света			слева
Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа			300-500 лк
Освещенность поверхности экрана			≤300 лк
Яркость светящихся поверхностей находящихся в поле зрения			≤200 кд/м <sup>2</sup>
Яркость бликов на экране ПЭВМ			≤40 кд/м <sup>2</sup>
Яркость потолка			≤200 кд/м <sup>2</sup>
Тип ламп источников искусственного освещения			ЛБ и КЛЛ
Коэффициент пульсации осветительных установок общего освещения			≤5%
Напряженность электростатического поля			15 кВ/м

Таблица 28 – Анализ соответствия гигиенических условий труда общие требования к организации рабочих мест для работы с ПЭВМ (для студента ростом >175 см в обуви)

Наименование параметров	Допустимые значения
Отклонение линии зрения от перпендикуляра, проходящего через центр экрана в вертикальной плоскости	+/-10°
Высота поверхности стола над полом	760 мм
Пространство стола для ног	≥700 мм
<b>Основные размеры</b>	
Высота сиденья над полом	460 мм
Ширина сиденья	≥360 мм
Глубина сиденья	400 мм
Высота нижнего края спинки над сиденьем	190 мм
Высота верхнего края спинки над сиденьем	400 мм
Высота линии прогиба спинки	≥220 мм
Радиус изгиба переднего края сиденья	20-50 мм
Угол наклона сиденья	0-4°
Угол наклона спинки	95-108°
Радиус спинки в плане	≥300 мм

**Заключение:** согласно проведенному анализу соответствия гигиенических условий труда за ПЭВМ требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 нарушений не обнаружено.

## Анализ соответствия пожарной безопасности рабочего места требованиям ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ

ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования» устанавливает требования пожарной безопасности рабочего места системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями в соответствии с требованиями.

*Реализованные способы обеспечения пожарной безопасности системы предотвращения пожара:*

- вблизи рабочего места отсутствуют легковоспламеняющиеся жидкости, газы и твердые вещества;
- концентрация среды является безопасной в соответствии с нормами и правилами и другими нормативно-техническими, нормативными документами и правилами безопасности;
- при эксплуатации оборудования и устройств не образуются источники зажигания;
- отсутствуют условия для теплового, химического и микробиологического самовозгорания обращающихся веществ, материалов, изделий;
- периодическая очистка рабочего места, коммуникаций, аппаратуры от горючих отходов, отложений пыли, пуха и т.п.;

*Реализованные способы обеспечения пожарной безопасности системы противопожарной защиты:*

- применение необходимых средств пожаротушения;
- применение автоматических установок пожарной сигнализации и пожаротушения;
- организация своевременного оповещения и эвакуации людей с помощью автоматических технических средств;
- соответствующее нормам количество, размеры и соответствующее конструктивное исполнение эвакуационных путей и выходов;
- обеспечена возможность беспрепятственного движения людей по эвакуационным путям;
- организовано управление движением людей по эвакуационным путям (световые указатели, звуковое и речевое оповещение);

в здании предусмотрены технические средства (лестничные клетки, наружные пожарные лестницы, аварийные люки), имеющие устойчивость при пожаре и

огнестойкость не менее времени, необходимого для спасения людей при пожаре, и расчетного времени тушения пожара.

*Реализуемые организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности:*

- проводится регулярное обучение персонала правилам пожарной безопасности;
- изготавливаются и применяются средства наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности;
- разрабатываются мероприятия по действиям администрации, рабочих, служащих и населения на случай возникновения пожара и организации эвакуации людей;
- проводятся ежегодные плановые учения.

*Заключение:* согласно проведенному анализу соответствия пожарной безопасности рабочего места требованиям ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ нарушений не выявил, системы предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническим мероприятия соответствуют существующим нормам, риск возникновения пожара и ущерба здоровью и имуществу при пожаре минимален.

#### **Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды**

Из всех вредных и опасных производственных факторов на моем рабочем месте наибольшую угрозу представляет поражение электрическим током, т.к. в помещении находится аппаратура, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50Гц. По опасности электропоражения комната относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствует влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного соприкосновения с имеющими соединением с землей металлическими предметами и металлическими корпусами оборудования.

Во время нормального режима работы оборудования опасность электропоражения крайне мала, однако, возможны аварийные режимы работы, когда происходит случайное электрическое соединение частей оборудования, находящегося под напряжением с заземленными конструкциями.

Поражение электрическим током может произойти в следующих случаях:



- при прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ПЭВМ;
- при однофазном (однополюсном) прикосновении незащищенного от земли человека к незащищенным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением;
- при прикосновении к нетоковедущим частям, находящимся под напряжением, то есть в случае нарушения изоляции;
- при соприкосновении с полом и стенами, оказавшимися под напряжением;
- при возможном коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания, блоке развертки монитора.

Основными мероприятиями по обеспечению электробезопасности являются:

- изолирование (ограждение) токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;
- установки защитного заземления;
- наличие общего рубильника;
- своевременный осмотр технического оборудования, изоляции.

Первая помощь при поражении электрическим током:

1. Обеспечить свою безопасность. Надеть сухие перчатки (резиновые, шерстяные, кожаные и т.п.), резиновые сапоги. По возможности отключить источник тока. При подходе к пострадавшему по земле идти мелкими, не более 10 см, шагами.

2. Сбросить с пострадавшего провод сухим токонепроводящим предметом (палка, пластик). Оттащить пострадавшего за одежду не менее чем на 10 метров от места касания проводом земли или от оборудования, находящегося под напряжением.

3. Вызвать (самостоятельно или с помощью окружающих) «скорую помощь».

4. Определить наличие пульса на сонной артерии, реакции зрачков на свет, самостоятельного дыхания.

5. При отсутствии признаков жизни провести сердечно-легочную реанимацию.

6. При восстановлении самостоятельного дыхания и сердцебиения придать пострадавшему устойчивое боковое положение.

7. Если пострадавший пришел в сознание, укрыть и согреть его. Следить за его состоянием до прибытия медицинского персонала, может наступить повторная остановка сердца

## Заключение

Результатом выполненной бакалаврской работы стала спроектированная система автоматизированного управления масляным пылеуловителем в системе очистки газа. При выполнении работы были разработаны функциональные схемы автоматизации по ГОСТ 21.408-13 и по ANSI. Разработанные функциональные схемы автоматизации позволили определить необходимое количество оборудования для данной системы. Первым делом был выбран программируемый логический контроллер SIEMENS SIPLUS S7-313C-2DP. Он осуществляет сбор, обработку и хранение информации с датчиков и исполнительных механизмов.

После выбора ПЛК были выбраны датчики с помощью которых осуществляется сбор данных с системы. В системе используются такие датчики: датчик давления, расхода газа, датчики уровня, датчик температуры и датчик плотности.

Так же была спроектирована система внешних проводок для определения порядка передачи сигналов с полевых устройств к щиту КИПиА.

Для дистанционного управления были разработаны экранные формы и алгоритмы сбора данных, предназначенные для осуществления управления технологическими процессами оператором с его АРМ. Для разработки системы управления выбрано ПО TIA Portal, позволяющее разрабатывать мнемосхем любой сложности.

Для поддержания постоянного давления был выбран

Разработанная АСУ ТП выполнена в соответствии с действующими требованиями Госстандарта и Госгортехнадзора, отраслевыми и ведомственными РД, а также в соответствии с международными стандартами.

## Список использованных источников

1. ГОСТ 21552-84. Средства вычислительной техники. Общие технические требования, приемка, методы испытаний, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-21552-84>, свободный.
2. Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению. Требования по эргономике и технической эстетике. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://life-prog.ru/1\\_10358\\_trebovaniya-k-zashchite-informatsii-ot-nesanktsionirovannogo-dostupa.html](http://life-prog.ru/1_10358_trebovaniya-k-zashchite-informatsii-ot-nesanktsionirovannogo-dostupa.html), свободный.
3. Защита информации. Концепция безопасности и система защиты информации. Требования к защите информации от несанкционированного доступа, к функциям, реализуемым системой. Компоненты системы защиты. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://otherreferats.allbest.ru/programming/00039267\\_0.html](http://otherreferats.allbest.ru/programming/00039267_0.html), свободный.
4. Требования к видам обеспечения. Требования к информационному обеспечению. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://automation-system.ru/spravochnik-inzhenera/34-glava7/307-7-7.html>, свободный.
5. Требования к системе и техническим параметрам. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/preview/5157548/page:4/>, свободный.
6. Датчики фирмы «Метран». Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mtn.nt-rt.ru>, свободный.
7. Вихревой расходомер ЭМИС-ВИХРЬ 200. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://emis-kip.ru/ru/prod/vihrevoj\\_rashodomer/](http://emis-kip.ru/ru/prod/vihrevoj_rashodomer/), свободный.
8. Гидростатические уровнемеры МРМ436W. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://rusautomation.ru/datchiki\\_urovnya/mpm436w](http://rusautomation.ru/datchiki_urovnya/mpm436w), свободный.
9. Датчик уровня CleverLevel, описание. [Электронный ресурс]. –

Режим доступа: [http://rusautomation.ru/datchiki\\_urovnya/cleverlevel/harakteristiki-cleverlevel](http://rusautomation.ru/datchiki_urovnya/cleverlevel/harakteristiki-cleverlevel), свободный.

10. Массовый расходомер ЭМИС-ТЭРА 280. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://el-scada.ru/rashod/massovyie-rashodomeryi-2/emis-tera-280/>, свободный.

11. Уровнемер MicroTrek. [Электронный ресурс]. – Режим доступа [http://rusautomation.ru/datchiki\\_urovnya/microtrek](http://rusautomation.ru/datchiki_urovnya/microtrek), свободный.

12. Датчик плотности ДП.7. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.urovners.ru/DP-7-datchik-plotnosti-elektronnyi.html>, свободный.

13. Датчик температуры ТСП Метран-246, описание. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://pribor-sk.ru/katalog\\_oborudovaniya/termopreobrazovateli/metran-245\\_metran-246/](http://pribor-sk.ru/katalog_oborudovaniya/termopreobrazovateli/metran-245_metran-246/), свободный.

14. Кабели КВВГ, КВВГЭ, КВВГз, КВВББГ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.podolskkabel.ru/catalog/kvvg\\_kvvgе\\_kvvgz](http://www.podolskkabel.ru/catalog/kvvg_kvvgе_kvvgz), свободный.

15. Проектирование закона управления системой регулирования подачи топлива парового котла с учетом требований экономии энергоресурсов при управлении. Журавлев А.А., Шит М.Л., Попонова О.Б., Шит Б.М.,

16. SCADA, определение, описание. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/SCADA>, свободный.

17. Wikipedia: TIA Portal. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/TIA\\_Portal](https://ru.wikipedia.org/wiki/TIA_Portal), свободный.

18. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-004-91-ssbt>

19. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к

персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы".  
[Электронный ресурс]. Режим доступа –  
[https://www.ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/39/39082/](https://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/39/39082/)

20. СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений". [Электронный ресурс]. Режим доступа –  
[http://www.tehbez.ru/Docum/DocumShow\\_DocumID\\_333.html](http://www.tehbez.ru/Docum/DocumShow_DocumID_333.html)

21. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки". [Электронный ресурс]. Режим доступа –  
<http://www.vashdom.ru/sanpin/224-218562-96/>

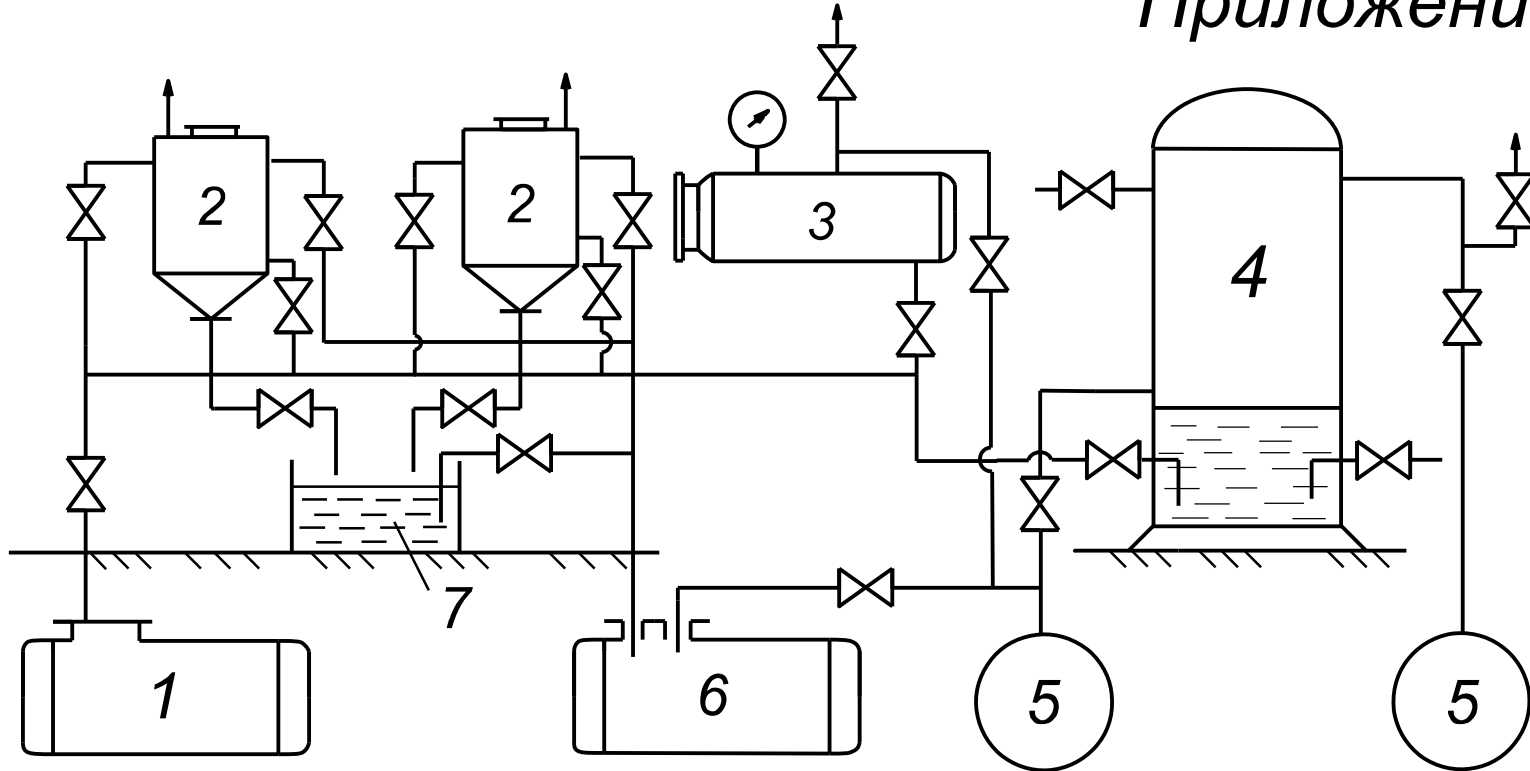
22. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. [Электронный ресурс]. Режим доступа –  
[http://docs.nevacert.ru/files/gost/gost\\_r\\_12.1.019-2009.pdf](http://docs.nevacert.ru/files/gost/gost_r_12.1.019-2009.pdf)

23. Эксплуатация оборудования магистральных газопроводов /  
А.В. Бибишев, З.Я. Рабинович. - М. : Гостоптехиздат, 1963. - 431 с.

24. Трубопроводный транспорт нефти и газа. Учеб. для вузов/ Алиев Р.А., Белоусов В.Д., Немудров А.Г. и др – 2-е изд., перераб. и доп. – М: Недра, 1988. 368 с.: ил.

# **ПРИЛОЖЕНИЕ**

# Приложение А



- 1- емкость для конденсата и отработки
- 2 - отстойники
- 3 - масляный аккумулятор
- 4 - пылеуловитель
- 5 - газопровод
- 6 - емкость для свежего масла
- 7 - емкость для шлама

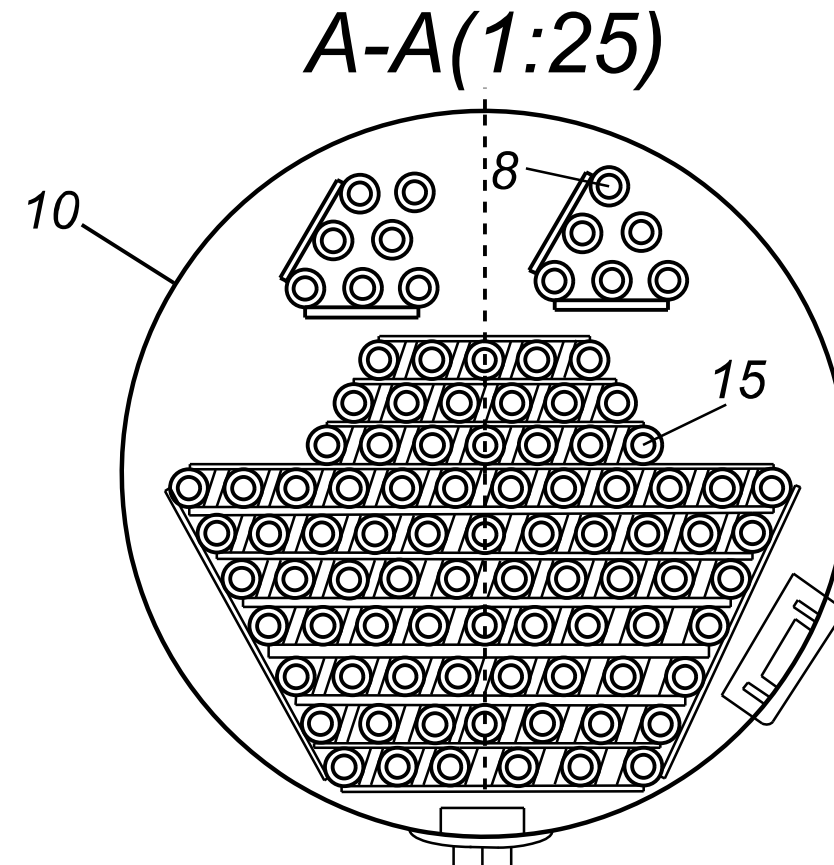
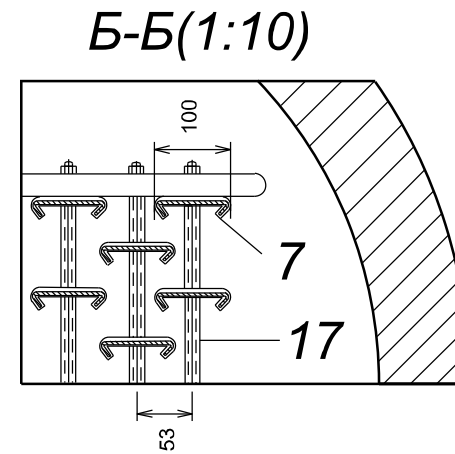
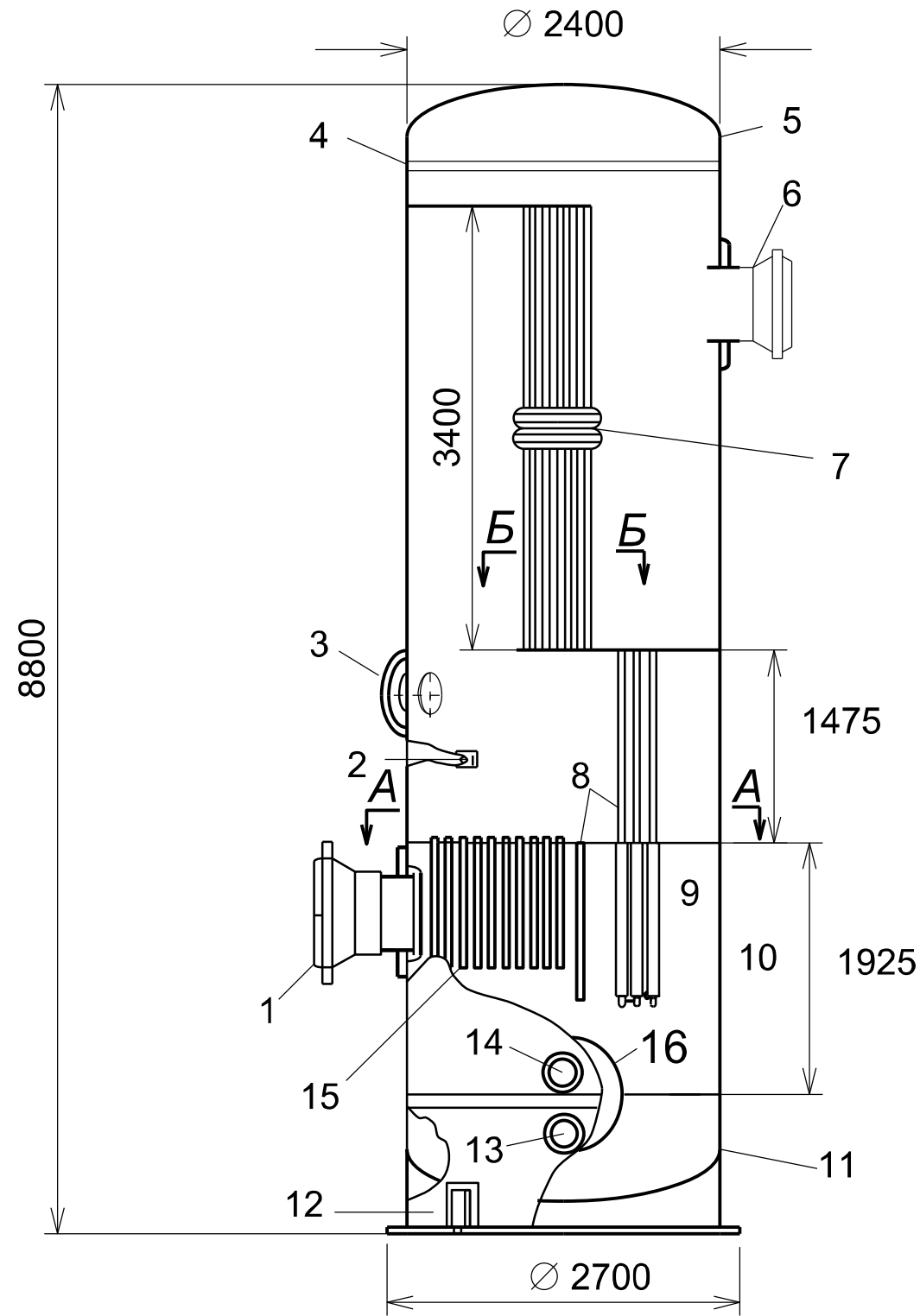
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Краснов В.Ю.		20.03.2017
Пров.		Семенов Н.М.		20.03.2017
Т.контр.		Семенов Н.М.		20.03.2017
Н.контр.		Семенов Н.М.		20.03.2017
Утв.		Семенов Н.М.		20.03.2017

ФЮРА. XXXXXX.07

**Обвязка масляного пылеуловителя**

Лит.	Масса	Масшт.
у		
лист 1	листов	
Кафедра систем управления и мехатроники		

Приложение Б

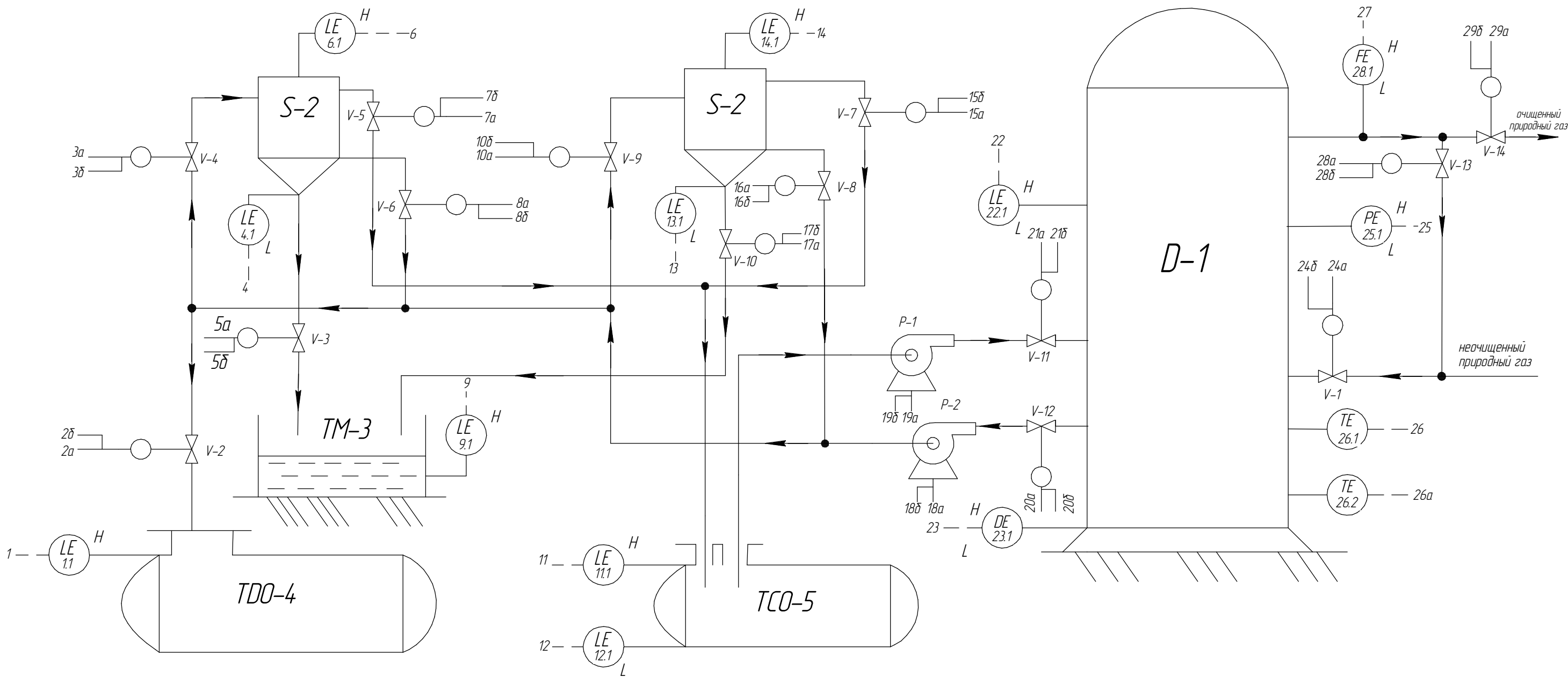


15- контактные трубки 16 - люк лаз  
17 - стяжной болт со втулками

- 1 - штуцер для входа газа 2 - муфта указателя уровня  
3 - смотровой люк 4 - сегмент 5 и 11 - днище  
6 - штуцер для выхода газа 7 - скруббер 9 - тарелка  
8 - дренажные трубки 10 - корпус 12 - опора  
13- штуцер для выхода масла 14- штуцер для входа масла

ФЮРА.ХХХХХХ.07						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
		Краснов В.Ю.		20.03.2017		
		Семенов Н.М.		20.03.2017		
		Семенов Н.М.		20.03.2017		
		Семенов Н.М.		20.03.2017		
		Семенов Н.М.		20.03.2017		
Масляный пылеуловитель				Лит.	Масса	Масшт.
				у		1:50
				ТПУ ИК Группа 8Т31		





D-1 – масляный пылеуловитель

S-2 – отстойник

TM-3 – емкость для грязи

TDO-4 – емкость для отработанного масла

TCO-5 – емкость для чистого масла

				<b>ФЮРА.46092.07</b>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Автоматизация	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Краснов В.Ю.			масляного пылеуловителя			
Пров.		Грамаков Е.И.				Лист 1	Листов 2	
Т.контр.					Функциональная схема автоматизации	ТПУ ИК группа 8Т31		
Н.контр.								
Утв.								

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

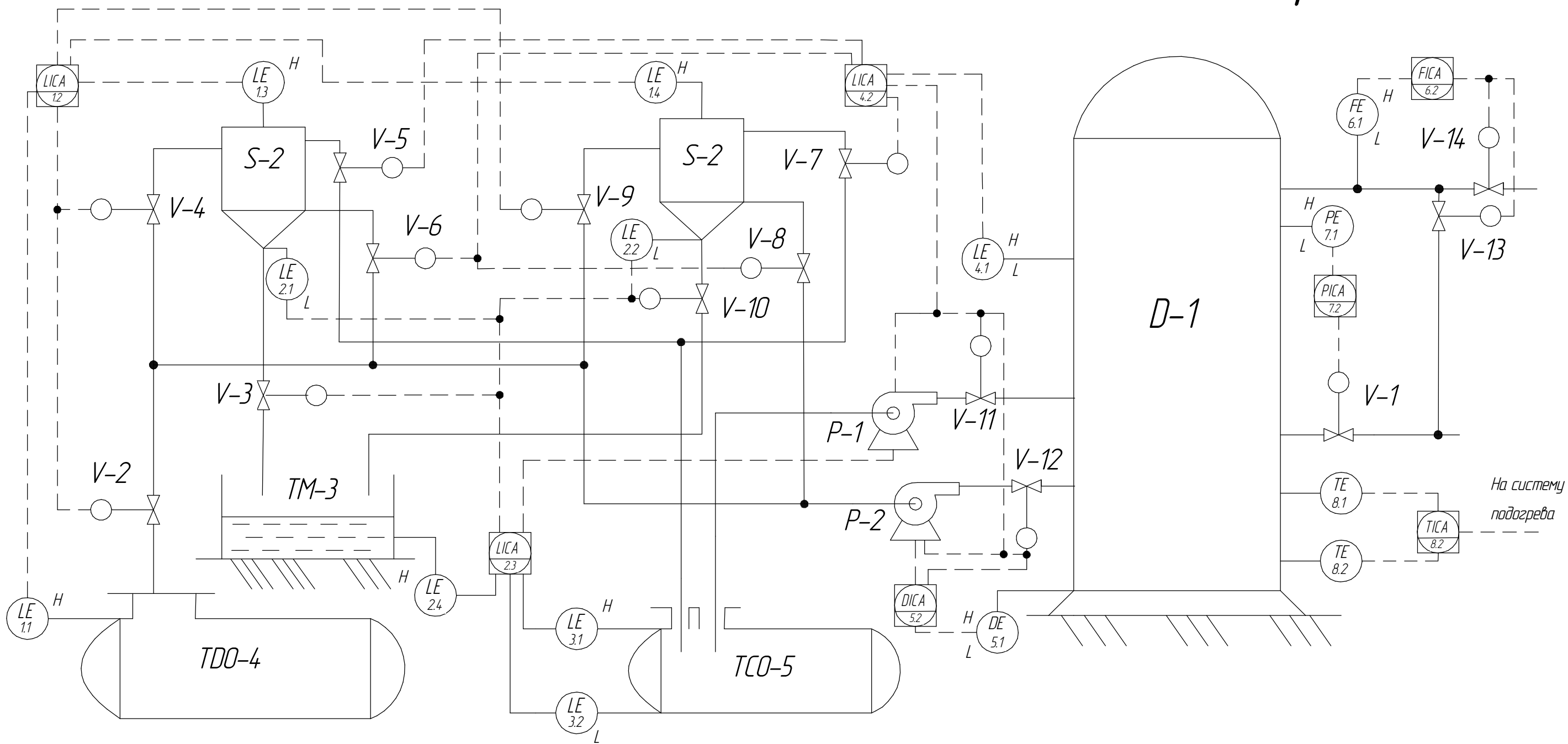
Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.





D-1 – масляный пылеуловитель

S-2 – отстойник

TM-3 – емкость для грязи

TDO-4 – емкость для отработанного масла

TCO-5 – емкость для чистого масла

				<b>ФЮРА.425263.07</b>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Автоматизация масляного пылеуловителя</b>	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Краснов В.Ю.					У		
Пров.	Грамаков Е.И.					Лист	Листов	1
Т.контр.								
Н.контр.					<b>ТПУ ИК СУМ гр.8Т31</b>			
Утв.					Копировал Формат А3			

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

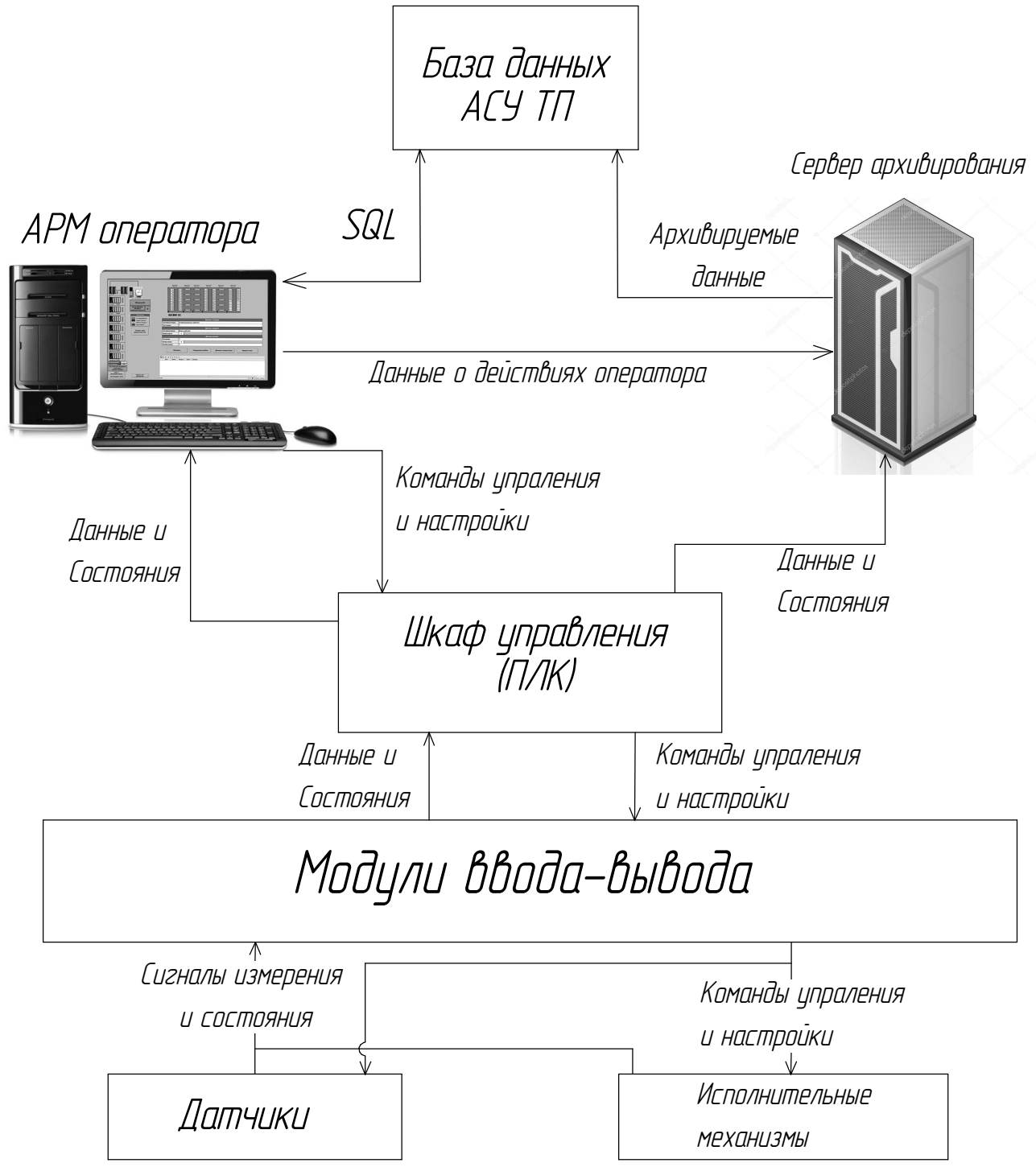
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Перв. примен.

Справ. №



Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Краснов В.Ю.		
Пров.		Громаков Е.И.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

ФЮРА.425263.07					
Автоматизация масляного пылеуловителя			Лит.	Масса	Масштаб
Схема информационных потоков			У		
			Лист	Листов	1
			ТПУ ИК СУМ гр.8Т31		
			Формат А4		

Наименование параметра	Давление	Расход газа	Уровень масла	Уровень масла	Уровень масла (чистого и грязного)	Уровень масла (чистого и грязного)	Уровень масла (чистого и грязного)	Датчик плотности	Датчики температуры
Место отбора импульса	Масляный пылеуловитель	Газопровод	Масляный пылеуловитель	Емкость для чистого масла	Отстойники	Емкость для грязи	Емкость для отработанного масла	Масляный пылеуловитель	Масляный пылеуловитель
Тип датчика	Метран-22-ДА-АС-1	ЭМИС-ТЭРА 280	MicroTrek	CleverLevel LBFS	CleverLevel LBFS	CleverLevel LBFS	CleverLevel LBFS	Fork Density Meter	Rosemount 644
Позиция	25-1	28-1	22-1	11-1 и 12-1	4-1, 6-1, 13-1 и 14-1	9-1	1-1	23-1	26-1 и 27-1

Перв. примен.

Справ. №

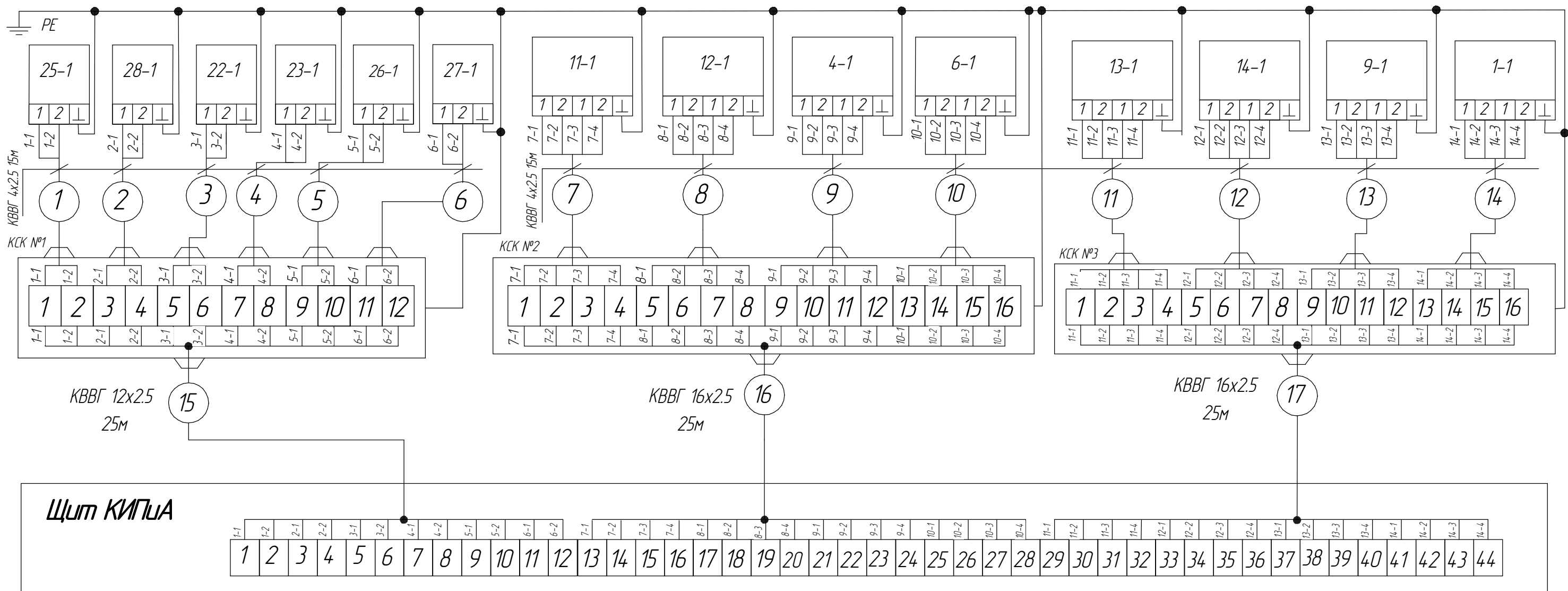
Подп. и дата

Инв. № дубл.

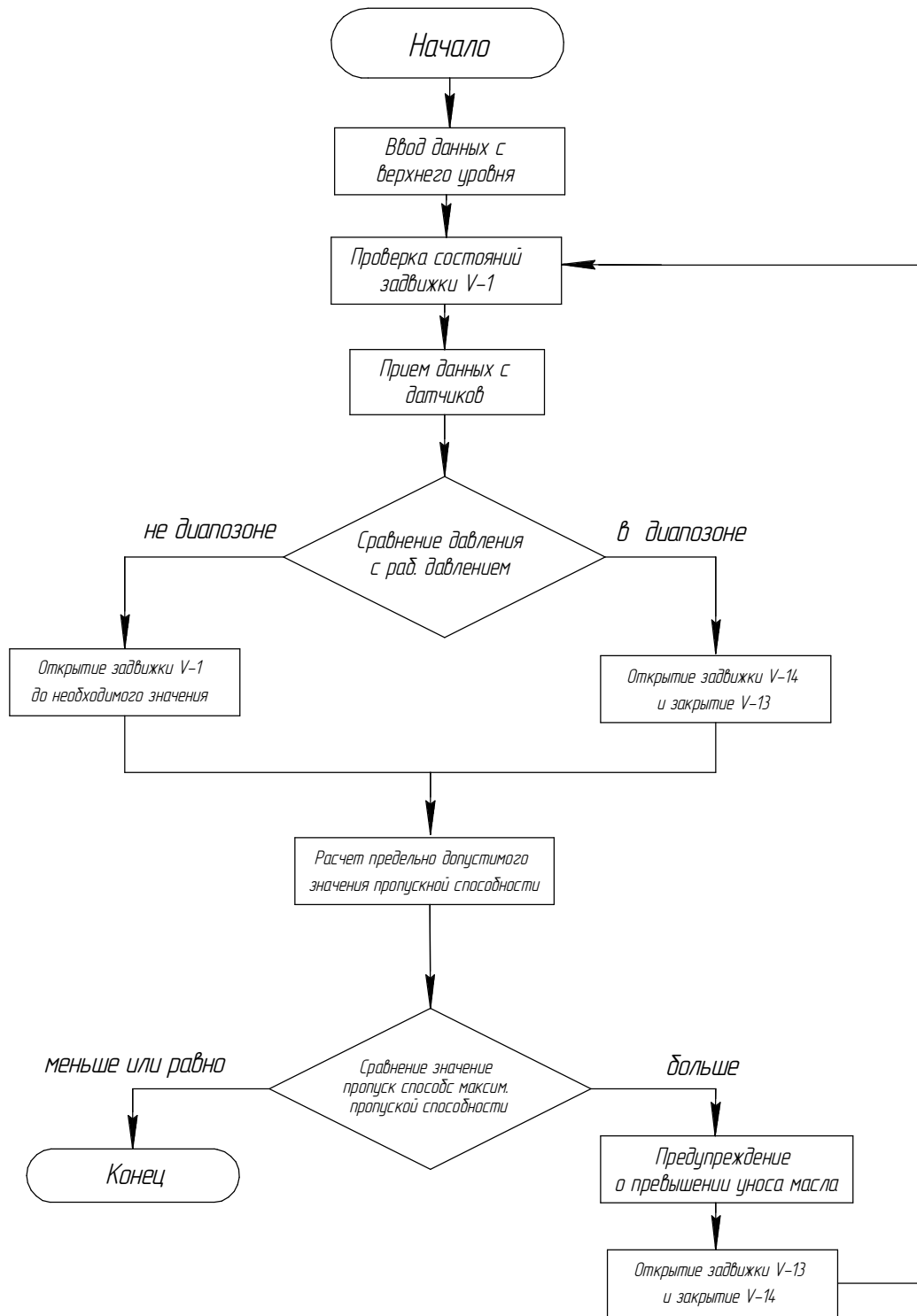
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



				<b>ФЮРА.425275,07</b>			
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Автоматизация масляного пылеуловителя	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Краснов В.Ю.				у		
Пров.	Грамаков Е.И.				Лист	Листов	1
Т.контр.					ТПУ ИК СУМ гр.8Т31		
Н.контр.				Схема внешних проводок			
Утв.				Копировал			Формат А3



Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № докл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.	Краснов В.Ю.			
Пров.	Громаков Е.И.			
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

ФЮРА.425275.07

Автоматизация масляного пылеуловителя	Лит.	Масса	Масштаб
	У		
Алгоритм сбора данных измерений с пылеуловителя	Лист	Листов	1
	ТПУ ИК СУМ гр.8Т31 Формат А4		

ФЮРА.425275.07

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № докл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Начало

Ввод данных с верхнего уровня

Получение данных с датчиков уровней

Включение процесса очистки масла

Проверка на повторное использование масла

Проверка уровня TDO и открытие V-2

Проверка уровня в отстаивниках

Открытие задвижек V-4 и V-9

Срабатывание датчика верх. уровня

Включение таймера отстаивания

Конец

ФЮРА.425275.07

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Краснов В.Ю.		
Пров.		Грамаков Е.И.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Автоматизация  
 масляного пылеуловителя  
 Алгоритм работы восстановления  
 промывочной жидкости

Лит.	Масса	Масштаб
У		
Лист	Листов	1
ТПУ ИК СУМ гр.8Т31		
Формат А4		

ФЮРА.425275.07

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дцкл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Начало

Ввод данных с  
верхнего уровня

Получение данных  
с датчика уровня

Проверка уровня  
масла

Выше требуемого

Ниже требуемого

В диапазоне

Открытие задвижки V-12  
и запуск насос P-2

Открытие задвижки V-11  
и запуск насос P-1

Выключение насосов P-1 и  
P-2 и закрытие V-11 и V-12

Конец

ФЮРА.425275.07

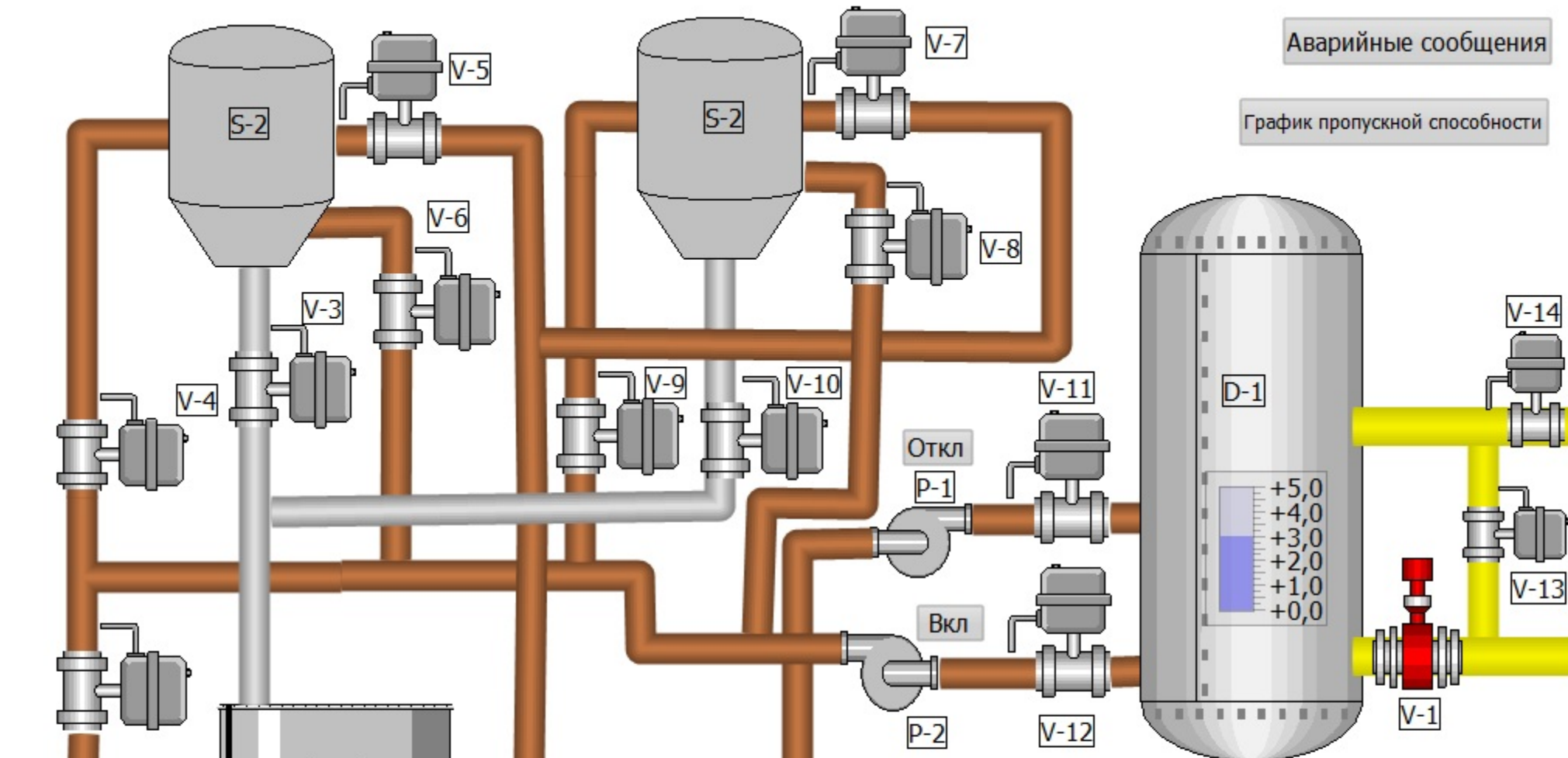
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Краснов В.Ю.		
Пров.		Громаков Е.И.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Автоматизация  
масляного пылеуловителя

Алгоритм работы восстановления  
промышленной жидкости

Лит.	Масса	Масштаб
У		
Лист	Листов	1
ТПУ ИК СУМ гр.8Т31		
Формат А4		





Аварийные сообщения

График пропускной способности

Дейст.пропускная способность,м3/ч +29760

Макс.пропускная способность,м3/ч +30000

Уровень масла,мм 3

Давление, МПа 6,4

Очистка

Автоматический режим

Режим упр.

Состояние пылеуловителя

- В работе
- В резерве
- В процесс очистки

ТДО-4	V-1, %	72,6	V-6	Закрыт	V-11	Закрыт
	V-2	Закрыт	V-7	Закрыт	V-12	Открыть
	V-3	Закрыт	V-8	Закрыт	V-13	Закрыт
	V-4	Открыт	V-9	Закрыт	V-14	Открыть
	V-5	Закрыт	V-10	Закрыт		

Следующий пылеуловитель

— Природный газ

— Масло

— Шлам

				ФЮРА.425275.07			
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Автоматизация масляного пылеуловителя	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Краснов В.Ю.				у		
Пров.	Громаков Е.И.				Лист	Листов	1
Т.контр.				Мнемосхема системы управления			
Н.контр.				ТПУ ИК СУМ зр.8Т31			
Утв.				Копировал			
				Формат А3			

Перв. примен. Справ. № Подп. и дата Инв. № дубл. Взам. инв. № Подп. и дата Инв. № подл.

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

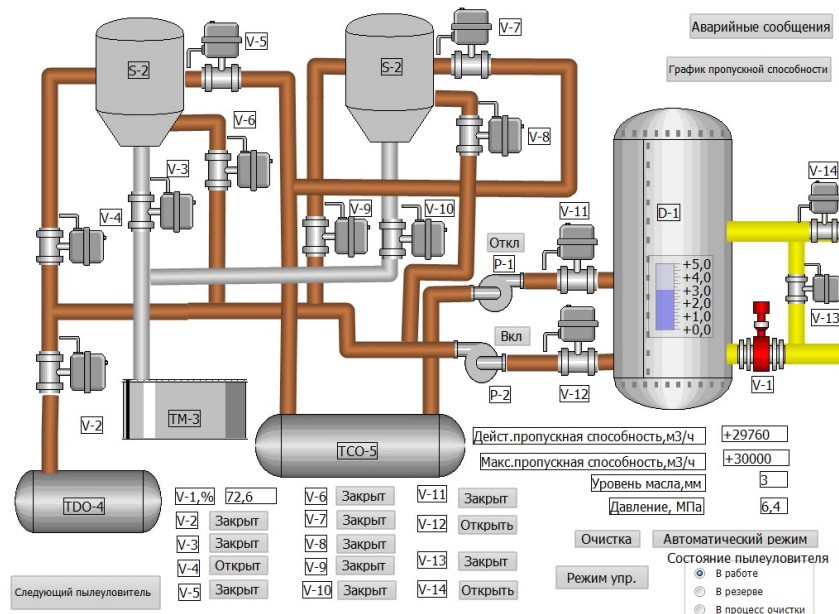
Инв. № дубл.

Взам. инв. №

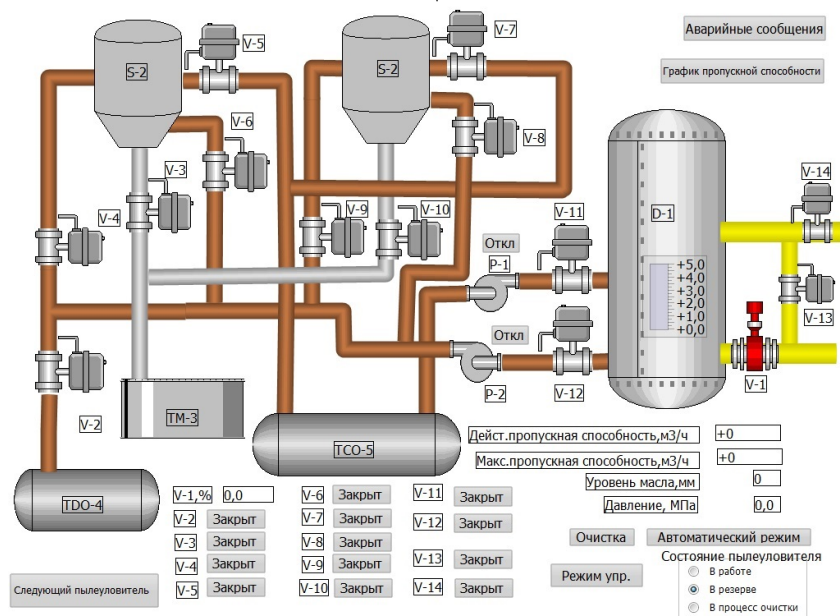
Подп. и дата

Инв. № подл.

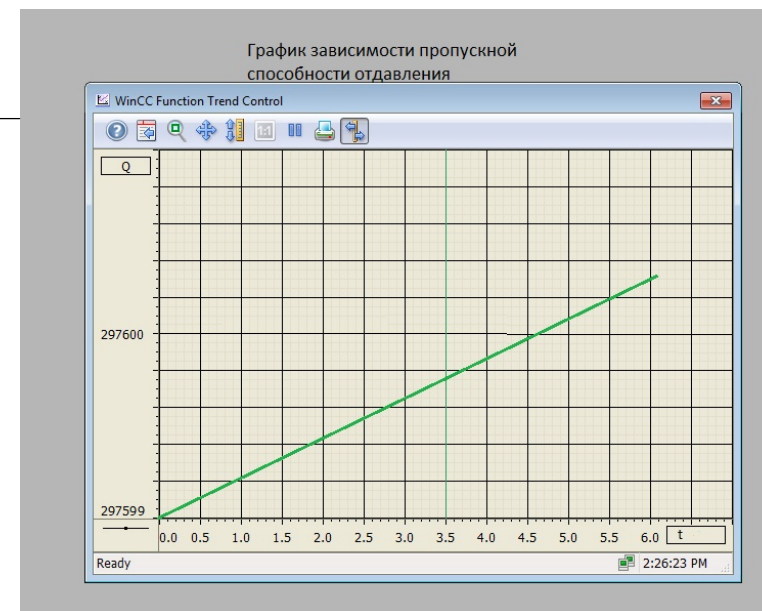
- 05.04.2017 17:06:18 | Предупредительное сообщение 6
- 05.04.2017 17:06:17 | Аварийное сообщение 5
- 05.04.2017 17:06:16 | Предупредительное сообщение 5
- 05.04.2017 17:06:15 | Обычное сообщение 5
- 05.04.2017 17:06:14 | Аварийное сообщение 4
- 05.04.2017 17:06:13 | Обычное сообщение 4
- 05.04.2017 17:06:12 | Предупредительное сообщение 4
- 05.04.2017 17:06:11 | Предупредительное сообщение 3



Пылеуловитель в рабочем режиме



Пылеуловитель в резервном режиме



				ФЮРА.425275.07				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Автоматизация	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Краснов В.Ю.			масляного пылеуловителя	у		
Пров.		Грамаков Е.И.				Лист	Листов	1
Т.контр.					Дерево экранных форм	ТПУ ИК СУМ гр.8Т31		
Н.контр.					Копировал	Формат А3		
Утв.								