

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

---

Институт кибернетики  
Направление подготовки Управление в технических системах  
Кафедра Систем управления и мехатроники

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
<b>Исследование и модернизация системы управления ГРС</b>

УДК 622.691.5:303.823

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8АМ5Б	Усов Леонид Олегович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. СУМ	Громаков Евгений Иванович	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. менеджмента	Петухов Олег Николаевич	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ	Извеков Владимир Николаевич	к.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Систем управления и мехатроники	Губин Владимир Евгеньевич	к.т.н.		

Томск – 2017 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i><b>Профессиональные компетенции</b></i>	
P1	Применять глубокие естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области анализа, синтеза, проектирования, производства и эксплуатации средств автоматизации и систем управления техническими объектами
P2	Уметь обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области теории, проектирования, производства и эксплуатации средств автоматизации и систем управления техническими объектами, принимать участие в командах по разработке и эксплуатации таких систем.
P3	Применять полученные знания для решения инновационных инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных средств автоматизации и систем управления техническими объектами с использованием передовых научно-технических знаний и достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств, обеспечивающих конкурентные преимущества этих систем в условиях жестких эксплуатационных, экономических, социальных и других ограничений.
P4	Планировать и проводить аналитические, имитационные, экспериментальные исследования и математическое моделирование для целей проектирования, производства и эксплуатации средств автоматизации и систем управления техническими объектами с использованием новейших достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта, уметь критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы.
P5	Демонстрировать работодателям свои конкурентные компетенции, связанные с современными методологиями и видами инновационной инженерной деятельности в области средств автоматизации и систем управления техническими объектами, а также готовность следовать их корпоративной культуре.
P6	Использовать международный опыт проектного, технологического менеджмента и управления бизнес-процессами для ведения инновационной инженерной деятельности в области средств автоматизации и систем управления техническими объектами, в том числе систем, построенных на базе микропроцессорной вычислительной техники.
<i><b>Универсальные компетенции</b></i>	
P7	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной профессиональной среде с пониманием культурных, языковых и социально-экономических различий партнеров.

P8	Эффективно работать индивидуально, а также в качестве члена или руководителя группы с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области средств автоматизации и систем управления техническими объектами; демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам
P9	Демонстрировать 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.
P10	Поддерживать физическое состояние организма, вести здоровый образ жизни, принимать ответственные решения в вопросах охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.
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 Управление в технических системах  
 Кафедра систем управления и мехатроники

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

**ЗАДАНИЕ  
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

магистерской диссертации
--------------------------

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8АМ5Б	Усову Леониду Олеговичу

Тема работы:

<b>Исследование и модернизация системы управления ГРС</b>
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p><b>Объектом исследования является автоматизированная система управления ГРС (БК ГРС-100-200) газотранспортного предприятия. Производительностью до 200 000 м<sup>3</sup>/ч природного газа.</b>  <b>На ГРС необходимо:</b>  <b>Провести исследование процесса одоризации и предложить техническое решение для его автоматизации. Блок одоризации, в настоящее время, функционирует в ручном режиме оператором, по причине отказа электронного блока управления.</b></p>
---	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p><b>Аналитический обзор по литературным источникам, с целью получения актуальной информации по способам, процессам и нормам одоризации, подготовки газа к отпуску потребителям, а также эксплуатации и ремонту ГРС.</b>  <b>Целью исследования является техническое решение для восстановления процесса автоматической одоризации, путем проектирования системы управления.</b>  <b>Проработка разделов:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назначение и состав ГРС;</li> <li>2. Описание технологического процесса;</li> <li>3. Одоризация газа;</li> <li>4. Заработка алгоритмов управления;</li> <li>5. Технические средства реализации системы управления;</li> <li>6. Программные средства реализации системы управления;</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Блок схема алгоритма обработки дискретных входных параметров;</li> <li>2. Блок схема алгоритма обработки аналоговых входных параметров;</li> <li>3. Алгоритм выбора режима работы установки;</li> <li>4. Алгоритм работы установки в автоматическом режиме;</li> <li>5. Алгоритм работы установки в сервисном режиме;</li> <li>6. Алгоритм работы установки в ручном режиме;</li> <li>7. Габаритные и установочные размеры ПЛК ;</li> <li>8. SCADA-формы экранов мониторинга и управления диспетчерского пункта;</li> </ol>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>  <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
<p><b>3. Одоризация газа</b></p>	

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. СУМ	Громаков Евгений Иванович	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8АМ5Б	Усов Леонид Олегович		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 134 с., 30 рис., 35 табл., 15 источников, 10 прил.

Ключевые слова: газораспределительная станция, ГРС, одоризация, блок автоматической одоризации газа, автоматизированная система управления, ПЛК, АСУТП, Элсима.

Объектом исследования является: система автоматизированного управления газораспределительной станцией (блок одоризации газа).

Цель исследования:

Разработать техническое решение для осуществления процесса одоризации на ГРС в автоматическом режиме, путем проектирования и создания САУ блоком одоризации.

В процессе исследования проводился анализ и синтез алгоритмов управления процессом одоризации газа на ГРС, подбор технических и написание программных средств автоматизации.

В результате исследования спроектирована САУ блоком одоризации, в которой используется авторский алгоритм.

Область применения: разработанные технические решения могут применяться на действующих газораспределительных станциях.

Экономическая значимость работы: исследование позволит восстановить нормальное функционирование БАОГ полностью в автоматическом режиме в короткие сроки, минуя дорогостоящие затраты.

## Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

### Определения

**автоматизированная система (АС):** Комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса.

**интерфейс (RS-232C, RS-422, RS-485, CAN):** Совокупность средств (программных, технических, лингвистических) и правил для обеспечения сопряжения между различными программными, техническими системами, или между пользователем и системой.

**протокол (CAN, OSI, ProfiBus, Modbus, HART и др.):** Набор правил, позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включёнными в соединение программируемыми устройствами.

**технологический процесс (ТП):** Последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ.

**тег:** Метка как ключевое слово, в более узком применении идентификатор для категоризации, описания, поиска данных и задания внутренней структуры.

**modbus:** Коммуникационный протокол, основанный на архитектуре «клиент-сервер».

**одоризация:** Процесс придания природному газу запаха.

**одорант:** Вещество, используемое в качестве примеси к газу для придания ему запаха, по большей части предупреждающего.



**авария на опасном производственном объекте ОАО «Газпром»:**

Разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на действующих опасных производственных объектах ОАО «Газпром», неконтролируемый взрыв и (или) выброс опасных веществ (природного газа, конденсата и т.д.), находящихся в технологических системах указанных объектов.

**агрегат:** Укрупненный унифицированный блок технологического оборудования, органически объединенный в одном корпусе или соединяющий механически на едином основании несколько видов оборудования, выполняющих законченный процесс подготовки и транспорта нефти и газа.

**блок:** Транспортабельное устройство в виде совокупности оборудования, смонтированного на общем основании, вписывающееся в габариты погрузки.

**бокс:** Транспортабельное здание (или его часть) из легких строительных конструкций, вписывающееся в габариты погрузки.

**блок-бокс:** Бокс с установленным технологическим и инженерным оборудованием.

**взрывоопасная зона:** Помещение или ограниченное пространство в помещении или наружной установки, в которой имеются или могут образоваться взрывоопасные смеси.

**опасное вещество:** Вещество, упомянутое в приложении 1 Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». К опасным веществам относятся воспламеняющиеся вещества, окисляющиеся вещества, горючие вещества, взрывчатые вещества,

токсичные вещества, высокотоксичные вещества, вещества, представляющие опасность для окружающей среды.

**эксплуатационная организация (организация):** Подразделение, осуществляющее деятельность по эксплуатации той или иной совокупности технологических объектов газовой промышленности России по договору с ОАО «Газпром».

### **Обозначения и сокращения**

PLC (Programmable Logic Controllers) – Программируемые логические контроллеры (ПЛК);

HMI (Human Machine Interface) – Человеко-машинный интерфейс;

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом;

БАОГ – блок автоматической одоризации;

БОЭ – блок одоризации электронный;

ГРО – газораспределительная организация;

ГРС – газораспределительная станция;

ЗРА – запорно-регулирующая арматура;

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика;

ПАЗ – противоаварийная автоматическая защита;

ТЭГ – триэтиленгликоль;

УСО – устройство сопряжения (связи) с объектом, устройство ввода/вывода;

ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь;

СПМ – смесь природных меркаптанов;

## Содержание

РЕФЕРАТ .....	7
Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки.....	8
Введение.....	15
1. Назначение и состав ГРС .....	17
1.1 Блок переключения.....	17
1.2 Блок очистки газа.....	18
1.3 Блок предотвращения гидратообразований.....	18
1.4 Блок редуцирования .....	18
1.5 Блок учета газа .....	18
1.6 Блок одоризации газа .....	18
2. Описание технологического процесса.....	20
2.1 Описание основного технологического процесса ГРС .....	20
2.2 Описание процесса одоризации газа на ГРС .....	22
2.3 Устройство одоризационной установки БАОГ .....	25
3. Одоризация газа .....	27
3.1 Введение .....	27
3.2 Одоранты для одоризации газа .....	28
3.3 Типы одорантов .....	29
3.3.1 Тетрагидротиофен (ТНТ).....	29
3.3.2 Диметилсульфид (DMS).....	29
3.3.3 Этилмеркаптан (ЕМ) .....	30
3.3.4 Метилакрилат (МА) и Этилакрилат (ЕА) .....	31

3.3.5 Смеси одорантов.....	32
3.3.6 Одоранты применяемые в России.....	32
3.4 Системы одоризации .....	33
3.4.1 Фитильные одоризаторы.....	33
3.4.2 Байпасные одоризаторы (барботажные) .....	34
3.4.3 Капельные одоризаторы .....	35
3.4.4 Одоризаторы с пневматическими насосами .....	36
4. Разработка алгоритмов управления .....	38
4.1 Анализ работы установки в ручном режиме .....	38
4.2 Алгоритм работы установки в автоматическом режиме .....	40
4.3 Разработка алгоритмов.....	42
4.3.1 Предустановки (инициализация) .....	43
4.3.2 Алгоритм обработки дискретных входных параметров.....	43
4.3.3 Алгоритм обработки аналоговых входных параметров .....	43
4.3.4 Алгоритм управления одоризационной установкой.....	44
5. Технические средства реализации системы управления .....	50
5.1 Используемый ПЛК.....	51
5.2 Обзор смонтированных технических средств АС.....	54
5.2.1 Весоизмерение ИВ1 .....	54
5.2.2 Датчик уровня одоранта ДУ1 .....	55
5.2.4 Клапан электромагнитный ЭК1 .....	55
5.2.5 Дозирующий насос Н1 .....	56

6. Программные средства реализации системы управления .....	57
6.1 Разработка экранных форм для АРМ .....	57
6.2 Разработка программы для ПЛК .....	59
6.3 Моделирование работы системы .....	61
7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ..	64
7.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения НИР .....	64
7.1.1 Организация и планирование работ .....	64
7.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	65
7.1.3 Технология QuaD.....	67
7.1.4 SWOT-анализ .....	68
7.2 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	69
7.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования..	76
8. Социальная ответственность .....	83
8.1 Производственная безопасность .....	84
8.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению .....	85
8.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению .....	93
8.2 Экологическая безопасность .....	101
8.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	102

8.3.1 Анализ наиболее вероятной ЧС и причин ее возникновения .....	102
8.3.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС .....	102
8.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	104
8.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства .....	105
8.4.2.Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны .....	107
Заключение .....	114
Список публикация студента.....	115
Список использованных источников.....	117
36.37 (Wt. %) .....	122

## Введение

Вопросы автоматизации технологических процессов в нефтегазовой отрасли занимают ключевую позицию во время подготовки объекта к эксплуатации. Удачно спроектированные системы могут работать на протяжении многих лет без критического вмешательства обсуживающего персонала. Однако в процессе проектирования систем присутствует человеческий фактор, ошибка или упущение проектировщика может не проявить себя даже на стадии ПНР и опытной эксплуатации. Подобные упущения допущенные на этапе проектирования в процессе эксплуатации однозначно будут проявляться, и оперативная реакция обсуживающего персонала зачастую может исправить внезапно возникшую угрозу нарушения технологического процесса.

Российские компании, занимающиеся продажей, установкой и вводом в эксплуатацию нефтегазового оборудования импортного производства, не всегда предлагают послегарантийное обслуживание своих комплексов. В следствии обсуживающий персонал ведет модернизацию и/или ремонт оборудования своими силами. Эта деятельность, как правило, требует дополнительного применения технических устройств автоматизации: датчиков, устройств ввода/вывода, преобразователей интерфейсов / протоколов, управляющих устройств (контроллеров), исполнительных устройств, а также разработку алгоритмического и программного обеспечения.

На ГРС необходимость проведения подобных работ имеет место быть, и как правило она связана с неисправностью оборудования. Так, при отказе блока автоматической одоризации газа, оператор должен в ручном режиме дозировать поступление одоранта в трубопровод потребителя.

Одоризация является ключевой частью технологического процесса на ГРС, так как отпуск газа потребителю без одоризации газа может создать крайне опасные аварийные ситуации, как у бытового, так и промышленного потребителя. Дело в том, что газ сам по себе не имеет ни цвета, ни запаха и его присутствие, если он не одорирован, возможно определить только с помощью специальных датчиков.

Автоматические блоки одоризации типа БАОГ широко применяются на многих блочных ГРС. Они имеют электронный блок с необходимыми интерфейсами, в котором заложено программное обеспечение необходимое для автоматической одоризации. Однако электронные блоки имеют ограниченный срок работы, зачастую даже ниже срока наработки на отказ заявленного производителем.



## **1. Назначение и состав ГРС**

Газораспределительная станция предназначена для понижения высокого давления природного газа до уровня, обозначенного договором поставок газа конечному потребителю, а также для поддержания его с заданной точностью, измерения расхода и одоризации газа перед его подачей потребителю. Газ должен соответствовать ГОСТ 51.40-93.

В состав ГРС включены:

1. блок очистки газа;
2. блок подогрева газа;
3. блок сбора конденсата;
4. блок редуцирования газа выхода 1;
5. блок редуцирования газа выхода 2;
6. блок подготовки газа на собственные нужды;
7. блок подготовки импульсного газа;
8. блок автоматической одоризации газа БАОГ;
9. отсек управления.

### **1.1 Блок переключения**

На ГРС блок переключения предназначен для переключения, в случае необходимости, потока газа в режим редуцирования по обводной линии. А также блок содержит необходимую запорно-регулирующую арматуру для управления потоком поступающего и отходящего газа.

Блок располагается в модульном укрытии, защищающим от атмосферных осадков.

## **1.2 Блок очистки газа**

газа на ГРС производится в блоке очистки газа. В этом блоке находятся две линии с фильтрами и одна байпасная линия. Фильтра позволяют, из потока газа высокого давления, отделить механические примеси, а так же отделить жидкие составляющие. Тем самым повысить качество газа.

## **1.3 Блок предотвращения гидратообразований**

Переназначение блока предотвращения гидратообразований - это хранение и ввод метанола в технологические трубопроводы ГРС, для защиты от образования гидратных пробок - кристаллогидратов в трубопроводе.

## **1.4 Блок редуцирования**

Этот блок включает в себя несколько линий редуцирования, с регуляторами давления «после себя», запорной арматурой и обводной линии, и предназначен для автоматического поддержания давления газа отпускаемому потребителю.

## **1.5 Блок учета газа**

В блоке учета газа осуществляется коммерческий учет отпускаемого газа потребителям. Для измерения расходов используются технические средства, зарегистрированные в контролирующих органах и имеющие сертификаты соответствия.

## **1.6 Блок одоризации газа**

Блок обеспечивает процесс придания запаха природному газу отпускаемого потребителю. Газ одорируется для возможности его своевременного обнаружения в случае утечек.

## 2. Описание технологического процесса

### 2.1 Описание основного технологического процесса ГРС

Технологическая схема ГРС показана на рисунке 1.

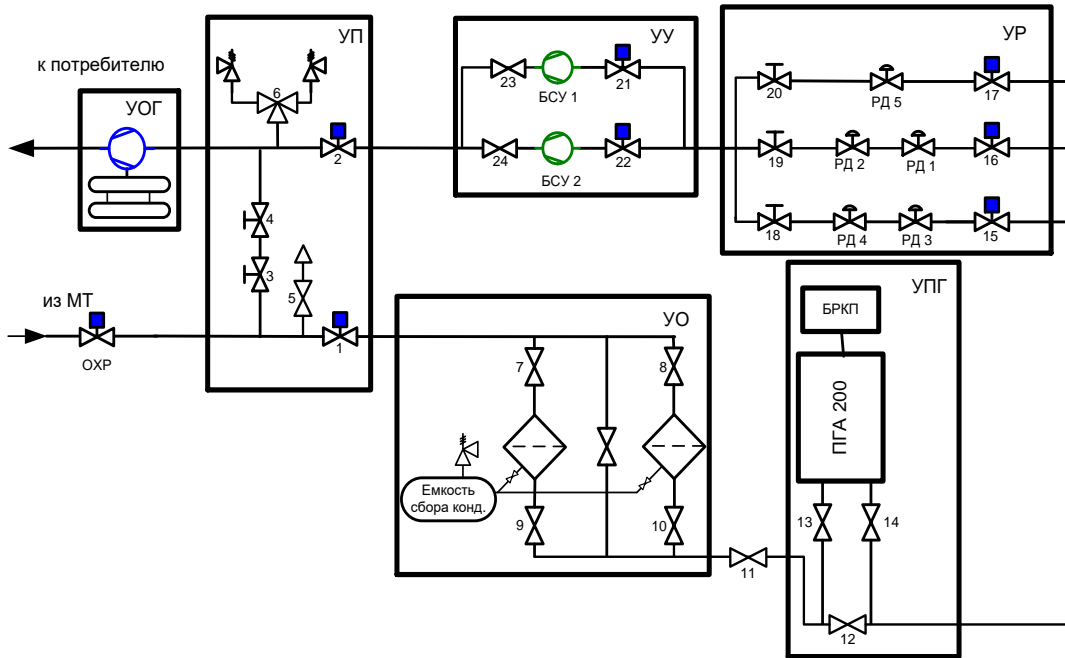


Рисунок 1 – Технологическая схема ГРС

Через отвод от магистрального газопровода, газ под высоким давлением (5,5-10 МПа), проходя через охранной кран, поступает на вход ГРС в блок переключающих устройств (см. рисунок 1) через входной кран 1.

Далее газ проходит узел очистки, на этом этапе происходит удаление механических примесей и газоконденсата на мультициклонных фильтрах-сепараторах. На фильтрах производится контроль перепада давления, для контроля исправности фильтра.

Затем газ попадает на подогреватель газа, на данной станции установлен ПГА-200, который подогревает газ с целью предотвращения образования кристаллогидратных отложений в трубопроводе низкого давления. Нагрев осуществляется в змеевике теплом отходящих газов.

Предварительно очищенный и подогретый газ поступает на вход узла редуцирования, который состоит из трех редуцирующих ниток: основной, резервной и малого расхода. Каждая нитка редуцирования выполнена по схеме:

- кран управляемый (15,16,17);
- на основной и резервной нитке последовательно установленные регуляторы давления (РД1 и РД2, РД3 и РД4) на нитке малого расхода один регулятор (РД5);
- кран ручной (18,19,20).

При нормальном режиме работы ГРС одна из редуцирующих ниток (рабочая) находится в работе, вторая (резервная) - в резерве.

Расположенные на нитках редуцирования краны 15,16,17,18,19,20 предназначены для отключения ниток при ремонтных работах и ревизии регуляторов давления.

Управляемые краны 15,16,17 предназначены для дистанционного, автоматического отключения рабочей нитки по заданному алгоритму.

Регуляторы давления рабочей РД1, РД2 и резервной РД3, РД4 ниток настроены на различное давление:

- РД1 и РД3 -  $R_{\text{вых}}+10\%=0,66$  МПа;
- РД2 -  $R_{\text{вых}}=0,6$  МПа;
- РД4 -  $R_{\text{вых}}=0,54$  МПа;

В рабочем состоянии открыты краны 18, 19 и управляемые краны 15, 16 рабочей и резервной линии.

Линия 1 в работе: Регулятор РД1 - открыт полностью, РД2 поддерживает давление на выходе 0,6 МПа

Линия 2 в резерве: РД3 - открыт полностью, РД4 - закрыт.

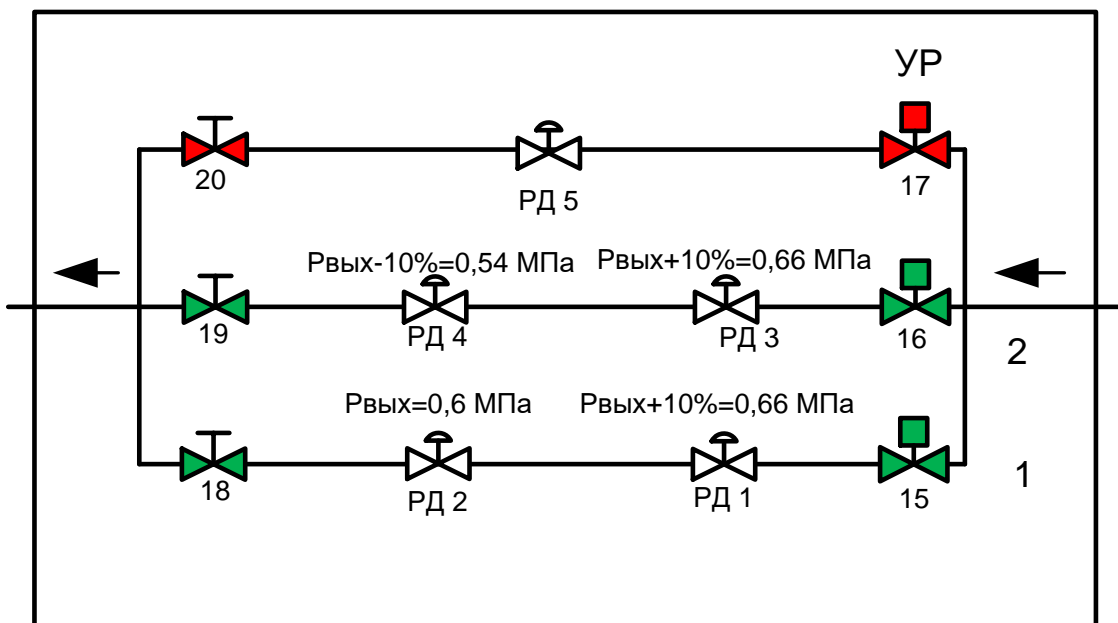


Рисунок 2 – Настройка регуляторов давления на линиях редуцирования ГРС

В блоке редуцирования, дополнительно происходит отбор газа и понижение его давления для подачи на горелки блока подогрева газа. А так же газ через отвод отбирается на собственные нужды (топливо для отопительного котла, газовой плиты и пр.) до давления  $P_{\text{вых}}$  100мм - 200мм. водяного столба.

Из блока редуцирования газ низкого давления проходит через узел учета, где производится учет отпускаемого потребителю газа. Прибором учета является расходомер переменного перепада давления на базе БСУ.

После узла учета газ поступает в блок переключающих устройств через выходной кран 2. В блоке переключающих устройств, установлен трехходовой кран, на отводах которого установлены два СППК, его назначением является предотвращение возрастания давления на выходе ГРС. СППК настроен на давление  $P_{\text{раб}} + 12\%$ .

На выходе станции газ одорируется с нормой 16 г/м<sup>3</sup> (19,1 см<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>) и подается потребителю с давлением 0,6 МПа.

## 2.2 Описание процесса одоризации газа на ГРС

Процесс одоризации предназначен для придания газу, подаваемому потребителю с целью своевременного обнаружения его утечек, запаха.

Среднегодовая норма одоранта, вводимого в газ, установлена на уровне 16г на 1000 м<sup>3</sup> (при температуре 0°С и давлении 760 мм.рт.ст.).

Газ приобретает запах с помощью специальных добавок одорантов, обладающих сильным специфическим запахом. В качестве одоранта применяют этилмеркаптан C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>SH - бесцветную прозрачную жидкость, представляющую собой органическое соединение серы.

При нормальном функционировании системы одоризации газ низкого давления, перед подачей потребителю, проходит блок одоризации, где перед подачей его потребителю одорируется (рисунок 3).



Рисунок 3 – Схема автоматической одоризации газа

Одоризация газа на станции, до момента поломки управляющего электронного устройства, производилась в автоматическом режиме, а именно регулирование степени одоризации газа осуществлялось изменением длительности интервала времени между непосредственным впрыском доз

одоранта в выходной коллектор ГРС, в зависимости от объёма газа, проходящего по трубопроводу.

После поломки управляющего контроллера, процесс одоризации осуществляется в ручном режиме путем настройки дозирующей капельницы оператором.

В газораспределительных сетях низкого давления расход газа в разное время суток существенно отличается, так как потребление газа населением осуществляется не равномерно, это можно наблюдать на рисунке 4.

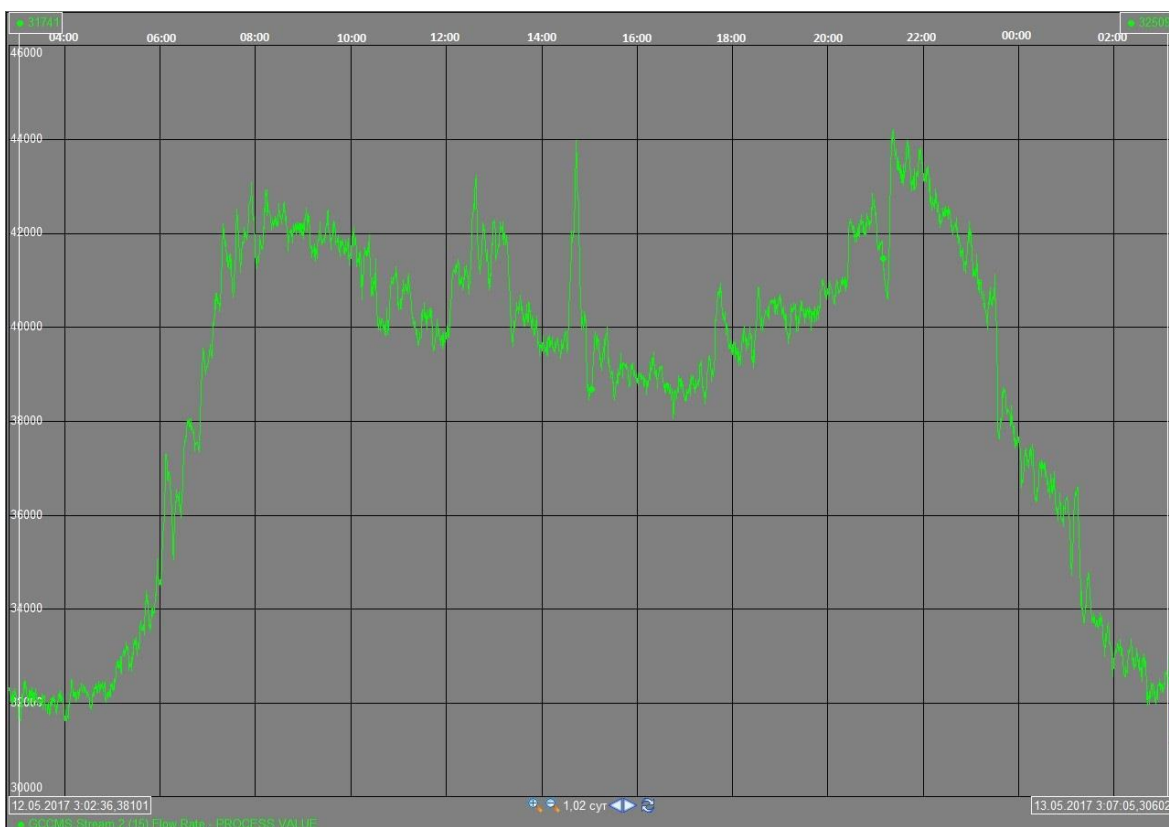


Рисунок 4 – Суточный расход газа потребителей ГРС

Следовательно, расход одоранта так же должен изменяться с течением суток. Приведем график расчетного суточного потребления одоранта (рисунок 5).





Рисунок 5 – Суточный расход одоранта

Видно, что изменение суточного расхода одоранта за отдельно взятый день находится в интервале от 496 до 704 грамм в час.

### 2.3 Устройство одоризационной установки БАОГ

Блок одоризации собран согласно схеме, пневматической рис. 6 и состоит из дозирующей установки УД1 измерителя веса дозы ИВ1, емкости резервной Б2, емкости замерной Е1, емкости расходной Б1, окна смотрового СС1, капельницы КЦ1, эжектора Э1, кранов шаровых и клапанов муфтовых, предохранительного клапана КП1, настроенного на  $P_{сраб.} = 1,2 P_{раб.}$  ( $P_{раб.} = 1,2 \text{ МПа}$ ), фильтра Ф1, отстойника Ф2, клеммной коробки, взрывозащищенного нагревателя, расположенных в шкафу и блока управления, устанавливаемого в операторной. Все элементы закреплены на

раме и закрыты шкафом. Шкаф имеет двери с замками и предохраняет от воздействия атмосферных осадков и от посторонних лиц.

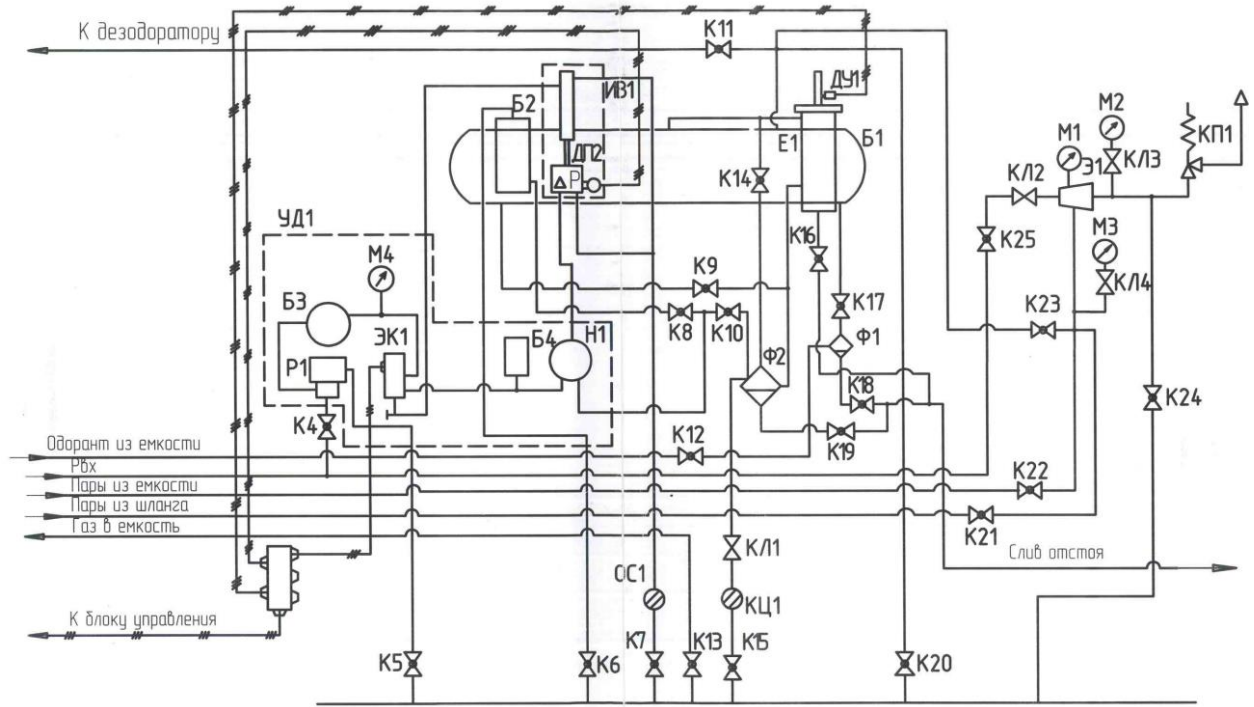


Рисунок 6 – Схема принципиальная пневматическая блока одоризации

### **3. Одоризация газа**

#### **3.1 Введение**

Природный газ – это легко воспламеняющийся газ без цвета и запаха. Одоризация газа – это процесс придания природному газу характерного запаха, добавление одоранта, для возможности обнаружения его утечек без специальных устройств. Одорант имеет достаточно резкий и неприятный запах, для того, чтобы утечки газа могли ощущаться носом человека начиная с уровня от 20% нижнего порога образования взрывоопасной концентрации. Одоризация газа не изменяет физико-химические свойства газа, кроме изменения его запаха.

Одоризация – необходимая составляющая процесса доставки газа конечному потребителю, будь это бытовое использование или же коммерческое, одоризация снижает риски связанные с возможными возникновениями утечек газа.

Первый процесс одоризации газа был выполнен в Германии в 1880-х годах, это сделал Фон Квальо, он использовал этилмеркаптан для определения утечек в гидравлическом контуре.

Однако широкое применение процесса одоризации началось только лишь 1930-х годах в Англии, после крупной аварии произошедшей из-за утечки газа, итог разрушенное здание и 319 человек погибло. В результате этого несчастного случая, после Англии, проводить одоризацию газа начали в Канаде и США.

В настоящее время, одоризация горючих газов используется по всему миру. В разных странах степени и способы одоризации отличаются, но суть процесса осталась прежней.

### 3.2 Одоранты для одоризации газа

Современные одоранты используемые в газовой промышленности могут быть разделены на две основные группы:

1. Серосодержащие (классические);
2. Не серосодержащие.

Серосодержащие включают в себя: меркаптаны, сульфиды и цикло-сульфиды.

Не серосодержащие одоранты, на современном отраслевом рынке, имеют гораздо больше преимуществ, в том числе из за своей экологичности, так как сгораемый газ, содержащий такие одоранты, не выделяет оксидов серы.

Основные требования, применяемые к одорантам:

1. Сильный запах, не похожий ни на какой другой;
2. Стойкий запах, не должен достаточно быстро выветриваться;
3. Сгорание одоранта не должно быть токсично и причинять вред окружающей среде.

Физико-химические свойства, которыми должны обладать одоранты:

- Одорант должен быть химически стабильным, не должен реагировать с газовыми компонентами;
- Должен иметь достаточно высоко давление конденсации пара;
- Не должен оказывать коррозионного воздействия на технологическое оборудование в применяемых концентрациях;
- Запах одоранта не должен быть перебит из -за наличия в газе тяжелых гомологов метана;
- Не должен содержать воду, и не окислять стенки трубопроводов.

### 3.3 Типы одорантов

#### 3.3.1 Тетрагидротиофен (ТНТ)

Тетрагидротиофен – является циклическим сульфидом. Один из самых стойких к окислению от трубопроводов одорантов. Имеет среднюю интенсивность запаха.

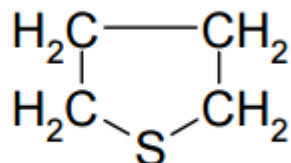


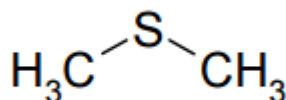
Рисунок 7 – Тетрагидротиофен

Таблица 1 – Свойства одоранта тетрагидротиофен

Формула	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> S
Молекулярная масса	88.172
Регистрационный номер хим. соединения по классификации CAS	110-01-0
Относительная плотность	1.000
Точка кипения	115 – 124 °C
Точка замерзания	-96°C
Температура вспышки	-7 °C
Содержание серы	36.37 (вес %)

#### 3.3.2 Диметилсульфид (DMS)

Диметилсульфид – характеризуется хорошей устойчивостью к окислению. Его запах схож с запахом чеснока. Как правило используется как примесь к тетрагидротиофену.



## Рисунок 8 – Диметилсульфид

Таблица 2 – Свойства одоранта диметилсульфид

Формула	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S
Молекулярная масса	62.135
Регистрационный номер хим. соединения по классификации CAS	75-18-3
Относительная плотность	0.8
Точка кипения	37 °С
Точка замерзания	-98°С
Температура вспышки	-38 °С
Содержание серы	51.61 (вес %)

### 3.3.3 Этилмеркаптан (ЕМ)

Этилмеркаптан – классический одорант, применяемый на территории Российской Федерации. Норма одоризации газа составляет 16г на 1000м<sup>3</sup>.

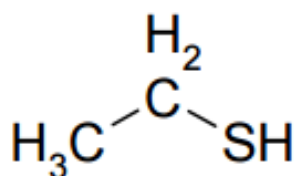


Рисунок 9 – Этилмеркаптан

Таблица 3 – Свойства одоранта этилмеркаптан

Формула	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S
Молекулярная масса	62.135
Регистрационный номер хим. соединения по классификации CAS	75-08-1
Относительная плотность	0.839
Точка кипения	34 - 37 °С

Точка замерзания	-148 - -121°C
Температура вспышки	-48 °С
Содержание серы	51.61 (вес %)

### 3.3.4 Метилакрилат (МА) и Этилакрилат (ЕА)

Метилакрилат и этилакрилат – являются не серосодержащими одорантами, являются экологически чистыми, однако довольно дороги в изготовлении.

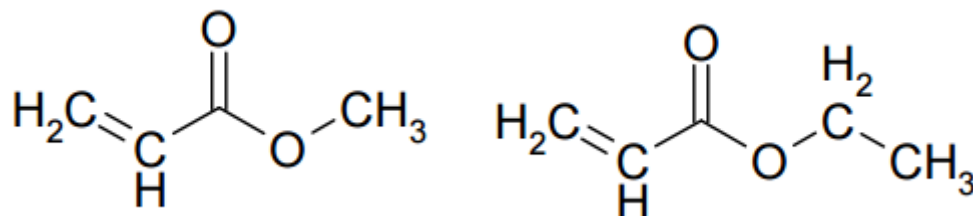


Рисунок 10 – Метилакрилат (МА) и Этилакрилат (ЕА)

Таблица 4 – Свойства одорантов метилакрилат и этилакрилат

Формула	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O	C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>
Молекулярная масса	86.0892	100.1158
Регистрационный номер хим. соединения по классификации CAS	96-33-3	140-88-5
Относительная плотность	0.9535 – 0.9574	0.9
Точка кипения	78 - 81 °С	99 - 100 °С
Точка замерзания	--75°C	-72°C
Температура вспышки	-3 °С	8.3 °С
Содержание серы	- (вес %)	- (вес %)

### 3.3.5 Смеси одорантов

Используемые сегодня одоранты обычно представляют собой смеси, и они делятся на четыре основные категории:

- меркаптановые смеси;
- Меркаптан / алкилсульфидные смеси;
- Тетрагидротиофен / меркаптановые смеси;
- Смеси акрилатов (без серы).

Основная причина смешивания одорантов - это достижение определенных свойств одоранта или для улучшения некоторых его характеристик.

### 3.3.6 Одоранты применяемые в России

Одним из первых одорантов, который начали применять в России, являлся этилмеркаптан. Однако, этот одорант являлся химически не стабильным, и как в следствии окислялся в трубопроводах с образованием дисульфида, который имеет много меньшую интенсивность запаха. Так же он имеет растворимость в воде 7,45 г/л, норма одоризации 16 г на 1000 нм<sup>3</sup> газа, плотность 0,847.

Начиная с 1984 года, на большинстве газораспределительных станциях России используется для одоризации смесь природных меркаптанов (СПМ). Этот одорант производится в Оренбурге и имеет многокомпонентный состав.

Таблица 5 – Процентный состав одоранта СПМ

Этил меркаптан, %	< 44
Изо-пропилмеркаптан, %	31
Бутилмеркаптан, %	11



Н-пропилмеркаптан, %	6
Трет-бутилмеркаптан, %	5
Н-бутилмеркаптан, %	1,5
Тетрогидротиофен, %	1.5

Производство данного одоранта регламентировано в ТУ 51-31323949-94-2002. Норма одоризации такая же, как и у этилмеркаптана - 16г на 1000 нм<sup>3</sup> газа.

### **3.4 Системы одоризации**

Для нормального протекания процесса одоризации необходим правильный выбор системы одоризации. Способы ввода одоранта в трубопровод делятся на 2 типа:

1. Непосредственный впрыск;
2. Испарение.

Система на основе испарения основана на диффузии одоранта в потоке природного газа. Примерами систем испарения являются фитильные одоризаторы и системы байпасного типа. Основным преимуществом этих одоризаторов является их простота, однако они, в большинстве случаев, подходят только лишь для низких и стабильных расходов газа.

Системы инъекционного типа основаны на прямой инъекции одоранта, который вводится в количестве пропорциональном потоку газа.

#### **3.4.1 Фитильные одоризаторы**

Фитильные одоризаторы применяются в основном при стабильных и постоянных расходах природного газа. Способ заключается в том, что часть газа перепускают через фитильную камеру, и одорант с фитиля уносится

потоком газа. Регулирование способа одоризации происходит за счет изменения потока газа через фитиль рисунок 11.



Рисунок 11 – Регулируемый и нерегулируемый фитильные одоризаторы

### 3.4.2 Байпасные одоризаторы (барботажные)

Благодаря своей простоте, этот метод одоризации был самым используемым до 90х годов. В этих устройствах подача одоранта осуществлялась пропорционально расходу газа. Проходя через специальное сужающее устройство, газ создавал перепад давления, величина которого изменялась кратно текущему расходу газа, часть газа ответвлялась через специальный клапан и пропусклась через ёмкость с одорантом, проходя ее, газ насыщался парами одоранта, и далее после сужающего устройства возвращался снова в трубопровод.

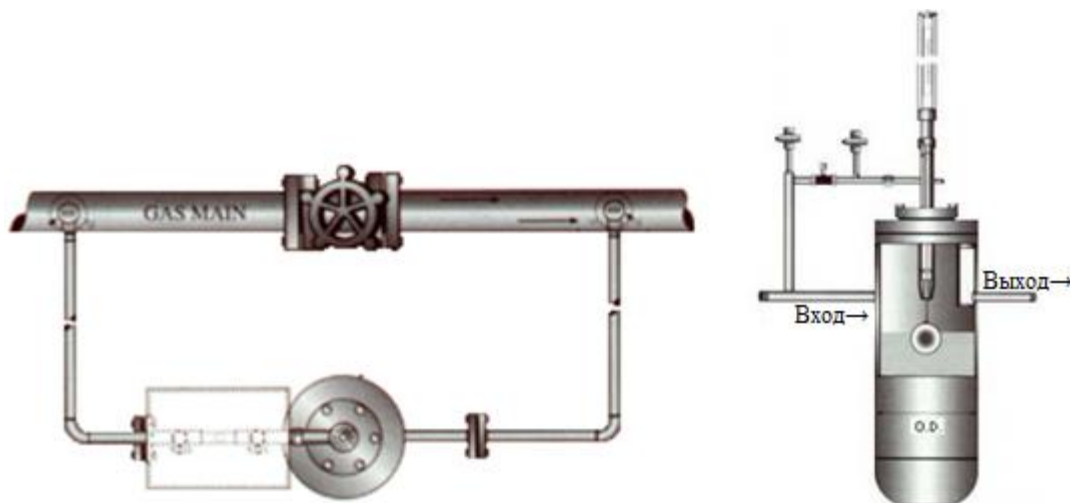


Рисунок 12 – Байпасный одоризатор

### 3.4.3 Капельные одоризаторы

Такие системы одоризации газа были и являются достаточно распространенными на ГРС малой производительности, при не значительных колебаниях температуры и расхода газа. Одорант капает в газ по каплям, дозировка одоранта осуществляется путем изменения положения игольчатого клапана и контролируется через смотровое окно капельницы-дозатора. Этот тип одоризации нуждается в контроле оператором, из за возможного засорения игольчатого клапана, изменения вязкости, плотности и отложений одоранта.

В последние годы на рынке появились системы Smart Drip. Это система одоризации, основывается на проверенной временем капельной технологии в сочетании с современными измерениями, вычислительной обработкой и электроникой с обратной связью. Результатом является система точного дозирования, способная подавать одорант в широком диапазоне расходов природного газа.

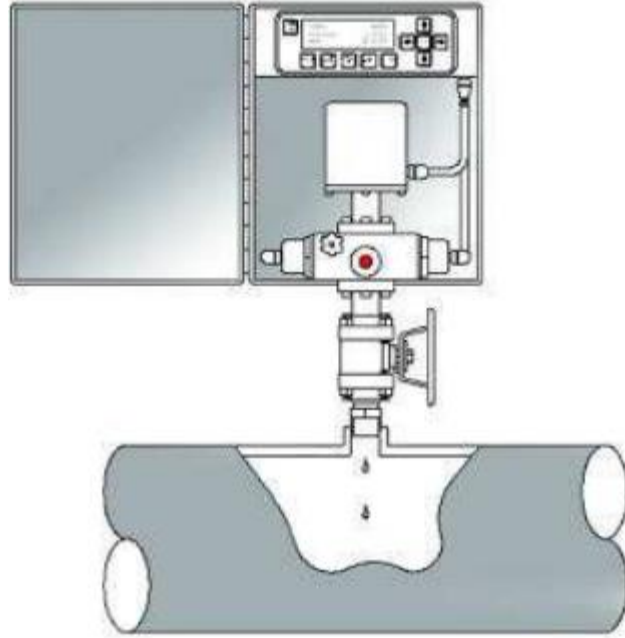


Рисунок 13 – Автоматический одоризатор капельного типа

#### **3.4.4 Одоризаторы с электрическими и пневматическими насосами**

Одорант вводится в трубопровод с газом с помощью дозирующего насоса. Насос управляется электронной системой на основе данных о расходе газа. Устройства такой конструкции подходят для расхода газа свыше 5000 м<sup>3</sup>/ч и допускают точную дозировку во всем остальном диапазоне. В первых

, простых устройствах энергия для привода насоса бралась с высокой стороны ГРС, путем перепуска высокого давления газа в приводную камеру насоса. Таким образом, зная текущий расход газа возможно формировать необходимые управляющие воздействия на насос, тем самым выдавать необходимую норму одоризации.

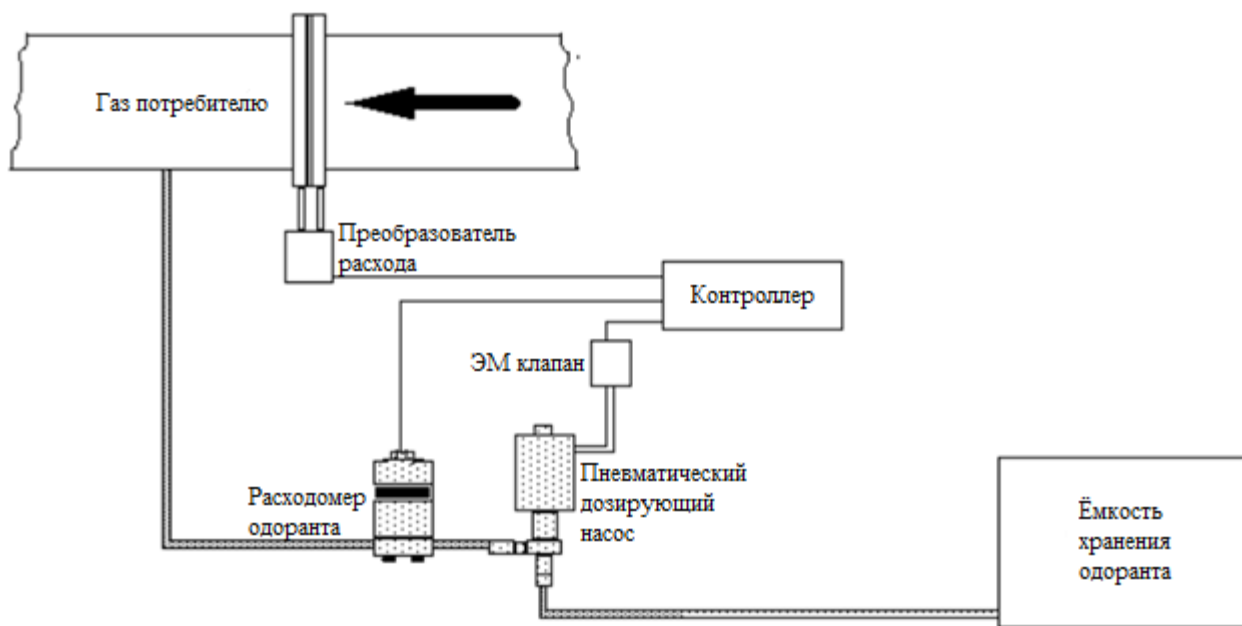


Рисунок 14 – Автоматическая насосная установка одоризации

## 4. Разработка алгоритмов управления

### 4.1 Анализ работы установки в ручном режиме

После отказа микропроцессорного блока управления, одоризация осуществляется в ручном режиме, а именно оператор каждые 4 часа производит расчет дозы согласно текущему расходу и настраивает дозирующую капельницу. Одоризация при таком способе регулирования имеет низкую точность. Согласно ВРД 39-1.10-069-2002 норма вводимого в газ одоранта (этилмеркаптан) должна быть 16 г (19,1 см<sup>3</sup>) на 1000 нм<sup>3</sup> газа. Сопоставим графики процесса ввода одоранта в автоматическом (расчетном) и ручном режимах. Видно, что в некоторые моменты времени разница между необходимым расходом и фактическим достаточно велика.

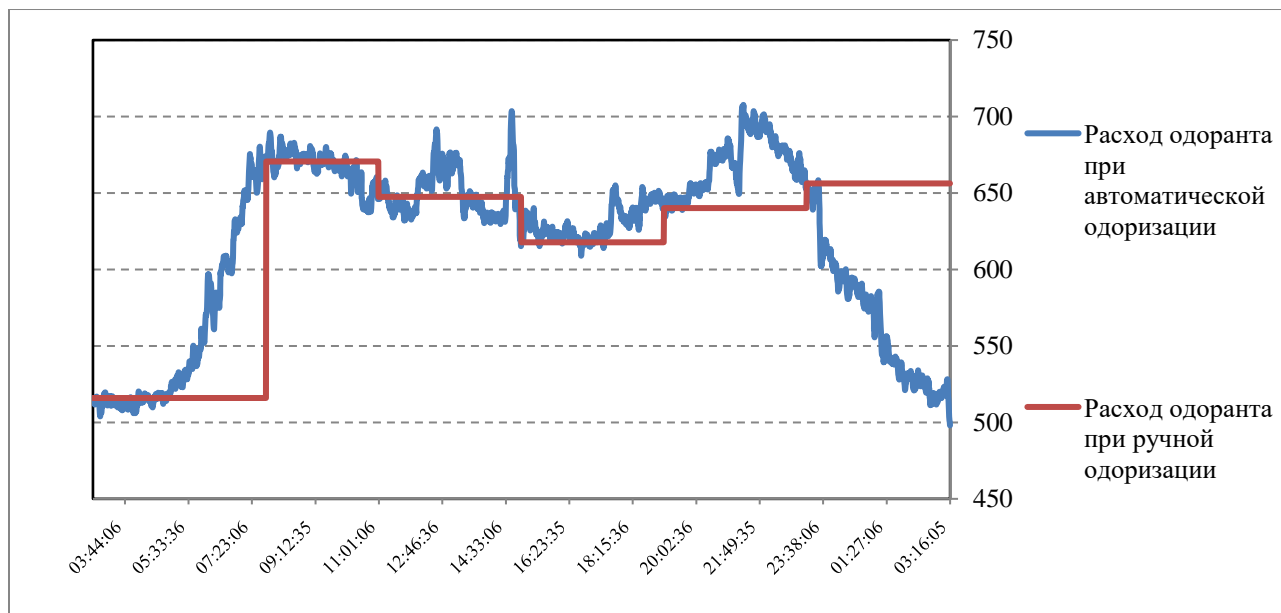


Рисунок 15 – Графики процесса ввода одоранта в автоматическом и ручном режиме

Посчитаем объём израсходованного одоранта при этих режимах работы - четырехчасовой и общий.

Таблица 6 – Расход одоранта в течении суток

Время	Расход одоранта в автоматическом-оптимальном режиме $Q_{опт}$ , Г	Расход одоранта в ручном-капельном режиме $Q_{руч}$ , Г	Разница между оптимальным и реальным значением $\Delta$ , г	Отклонение от оптимума $\Delta$ , %
03:00-07:00	2654,3456	2459,294933	-195,050667	7,34835234
07:00-11:00	2068,2332	2077,5464	9,3132	0,450297384
11:00-15:00	2556,924667	2547,167067	-9,7576	0,381614684
15:00-19:00	2478,75	2429,978533	-48,771467	1,967583137
19:00-23:00	2631,900267	2517,524533	-114,375734	4,34574727
23:00-03:00	2246,791867	2603,394133	356,602266	15,87161994
ОБЩ	14636,9456	14634,9056	-2,04	0,01393733

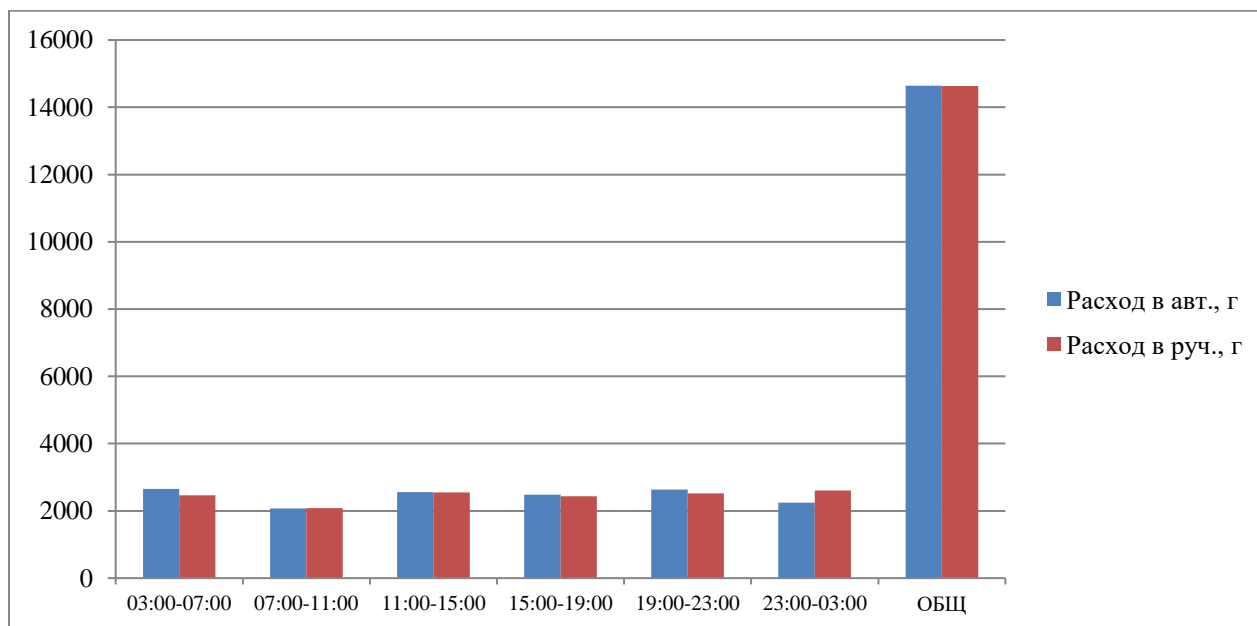


Рисунок 16 – Четырех часовые и суточный объемы расхода одоранта в разных режимах

Из расчетов можно сделать выводы:

1. Среднесуточное отклонение весового расхода одоранта при капельной (ручной) одоризации остается довольно низким - менее 1%, это означает что при контроле оператором норм одоризации используя среднесуточные расходы фактическая норма совпадает с расчетной.
2. Четырехчасовые расходы сильно отличаются от расчетных, недоодоризация / переодоризация достигает 7,34 / 15,87 % соответственно, происходит неравномерная одоризации газа в суточном цикле, что является нарушением договорных условий поставок газа потребителю.
3. При резких изменениях расхода точность одоризации в ручном режиме будет низкой, а при незначительных часовых колебаниях условно приемлемой.
4. Восстановление процесса одоризации в автоматическом режиме является необходимым мероприятием, направленным на соблюдения условий договора поставок газа.

#### **4.2 Алгоритм работы установки в автоматическом режиме**

При движении газа по трубопроводу через блок учета на диафрагме БСУ возникает перепад давления  $\Delta P$ , изменяющийся пропорционально расходу газа через трубопровод. Датчиками перепада давления, давления, температуры производится замер параметров газа, преобразуя значения в аналоговые токовые сигналы 4-20 мА. Эти сигналы поступают на электронный вычислитель блока учета, где производится расчет расходов газа. Далее токовый сигнал значения расхода от вычислителя блока учета поступает в блок управления одоризатором. Одновременно с началом отсчета расхода газа



выдается управляющий сигнал на электромагнитный клапан дозирующей установки УД1, который приводит в действие дозирующий насос, путем подачи на заданный промежуток времени (5 сек) повышенного давления в его приводную камеру. Поданная насосом доза поступает в плюсовую камеру датчика ДП2 измерителя веса ИВ1, состоящего из мерной трубки определенной конструкции и датчика разности давлений, который определяет давление столба поданной дозы. Затем управляющий сигнал на электромагнитный клапан снимается, избыточное давление из приводной камеры насоса сбрасывается через мерную трубку измерителя веса, выдавливая дозу в установленный на трубопроводе распределитель одоранта, рабочая часть которого расположена в потоке газа.

Датчиком вновь измеряется давление столба, оставшегося в мерной трубке одоранта. По разности давлений столбов и площади живого сечения трубки определяется вес поданной дозы. По весу дозы и весу нормы одоранта на 1000 м<sup>3</sup> газа блоком управления рассчитывается объем газа, на который приходится поданная доза и по его прохождении вновь подается команда на подачу дозы.

При отсутствии измерителя веса или он по каким-либо причинам не работает и соответственно функция определения веса дозы в блоке управления отключается, исходя из введенных значений объема дозы, установленной на дозирующем насосе, и объема нормы одоранта на 1000 м<sup>3</sup> газа рассчитывается объем газа, приходящийся на подаваемую в поток газа дозу. Контроллер считает расход газа и при прохождении рассчитанного объема выдается управляющий сигнал задаваемой длительности (5 сек) на электромагнитный клапан дозирующей установки УД1 происходит подача дозы в поток газа и вновь начинается отсчет объема проходящего газа.

Дозирующая установка УД1 состоит из дозирующего мембранного насоса Н1, электромагнитного клапана ЭК1, подающего в привод насоса управляющее давление, баллонов Б3, Б4 и редуктора перепада Р1, поддерживающего в баллоне Б3 давление, превышающее давление и трубопроводе на 0,5-0,8 МПа (5-8 кгс/см<sup>2</sup>).

### **4.3 Разработка алгоритмов**

В ходе проектирования существует необходимость разработки алгоритмов обработки данных с датчиков и алгоритма управления ОУ. Алгоритм контроллера предназначен для:

- а) автоматического управления технологическим процессом;
- б) дистанционного наблюдения и управления работой оборудования;
- в) своевременного обнаружения аварийных ситуаций;
- г) формирование предупредительной и аварийной сигнализации;
- д) остановка оборудования при обнаружении неисправности или аварийной ситуации.

Алгоритм описывает логику работы прикладной программы контроллера и не касается системных функций встроенного программного обеспечения, например, логики передачи и приёма содержимого памяти, диагностических регистров и т.п.

Для корректной работы ПЛК предлагается использовать следующие алгоритмы.

### **4.3.1 Предустановки (инициализация)**

Предустановки - инициализация начальных значений происходит при выполнении первого сканцикла.

### **4.3.2 Алгоритм обработки дискретных входных параметров**

Существует два режима обработки параметра:

- а) режим обработки полевого значения;
- б) режим имитации.

Режимы обработки устанавливаются с АРМ оператора и являются взаимоисключающими.

В режиме имитации полевой сигнал не контролируется; параметру присваивается значение, заданное оператором.

В режиме обработки полевого значения параметру присваивается текущее значение со входа дискретного модуля.

При включении инверсии, значение параметра, получаемое от модуля, изменяется на противоположное.

Блок схема алгоритма обработки дискретных входных параметров приведена в Приложении Б.

### **4.3.3 Алгоритм обработки аналоговых входных параметров**

Входной величиной для обработки аналоговых входных сигналов, а именно: значение текущего расхода, значение перепада давления на измерителе веса одоранта, является код АЦП, получаемый с канала аналогового входного порта контроллера.

При обработке аналогового входного сигнала анализируется неисправность (обрыв цепи или короткое замыкание) на канале аналогового входного порта. При выявлении неисправности формируется сигнализация о неисправности входного канала. Выходными величинами подпрограммы обработки аналоговых входных параметров являются:

1. значение параметра в инженерном виде;
2. формирование предупредительной или аварийной сигнализации;
3. формирование сигнализации о неисправности.

Блок схема алгоритма обработки аналоговых входных параметров приведена в Приложении В.

#### **4.3.4 Алгоритм управления одоризационной установкой**

Для одоризационной установки предусмотрено 3 режима работы:

- а) автоматический;
- б) ручной;
- в) сервис;

Алгоритм выбора режима работы установки представлен в приложении Г.

Режимы работы «Автоматический» и «Ручной» являются взаимоисключающими. Режим работы «Сервисный» может быть установлен как самостоятельно, так и совместно с любым другим. Режимы переключаются при помощи вызываемой экранной формы на АРМ оператора.

Режим работы «Автоматический» - будет являться основным режимом работы дозатора. При включении режима «Автоматический» - происходит:

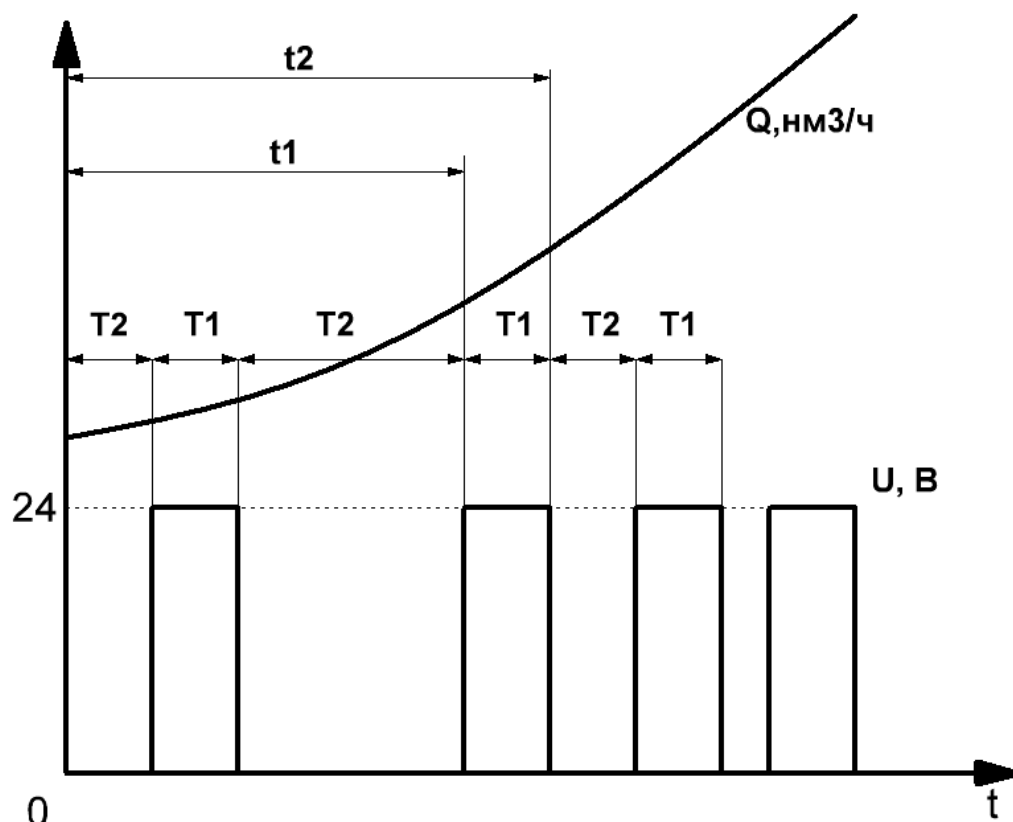


Рисунок 17 – Формирование сигналов блока управления в автоматическом режиме

Алгоритм работы в автоматическом режиме представлен в приложении Д.

Если значение расхода выше минимального для работы в режиме «Автоматический», подается команда управления на ЭМ клапан, который в свою очередь приводит в движение привод дозирующего насоса, происходит впрыск в трубопровод разовой дозы одоранта. Порция одоранта рассчитывается путем измерения перепада давления столба в ИВ1 или, если функция «измерение расхода по весу одоранта» отключена, задается оператором по значению объема одоранта в мензурке ОС1. Объем дозы будет равен:

$$m_{\text{д.о.}} = \frac{\Delta P \cdot S}{g}, \quad (4.1)$$

где  $m_{\text{д.о.}}$  – масса дозы одоранта, г;

$\Delta P$  – перепад давления в трубке весоизмерителя, Па;

$S$  – площадь сечения весоизмерительной трубки, см<sup>2</sup>;

$g$  – ускорение свободного падения 9,81  $\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ .

Из соотношения, 16 г одоранта – 1000 нм<sup>3</sup> газа, рассчитаем количество газа, для которого была введена доза.

$$Q_{\text{г.д}} = m_{\text{д.о.}} \cdot N, \quad (4.2)$$

где  $Q_{\text{г.д}}$  – объем газа, который одоризуется при единичном впрыске одоранта, нм<sup>3</sup>;

$m_{\text{д.о.}}$  – масса дозы одоранта, г;

$N$  – норма одоризации газа для этилмеркаптана равная 62,5  $\frac{\text{нм}^3}{\text{г}}$ ;

Если значение расхода ниже минимального установка не запустится, выдается информационное сообщение оператору.

После впрыска, начинается подсчет накопительного расхода для подсчета будем использовать численное интегрирование, а именно метод левых прямоугольников.

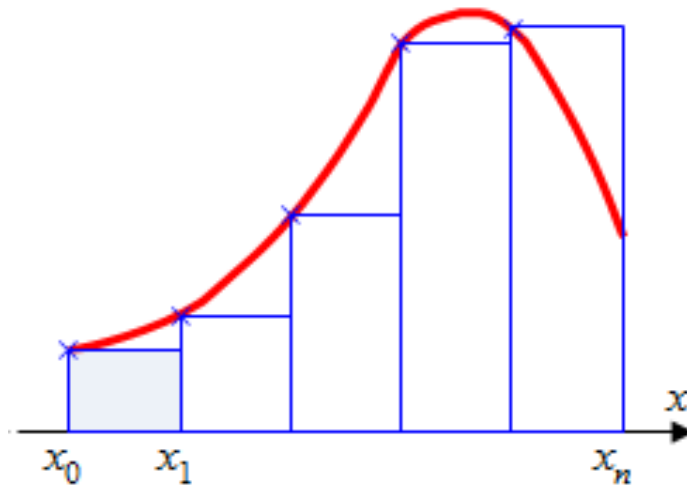


Рисунок 18 – Дискретное интегрирование методом левых прямоугольников

$$Q_{\text{Сум}}(t) = Q_{\text{Сум}}(t - T) + Q_{\text{Тек}}(t - T) \cdot T, \quad (4.3)$$

где  $t$  – время;

$Q_{\text{Сум}}(t)$  – суммарный расход за время  $t$ ,  $\text{нм}^3$ ;

$Q_{\text{Сум}}(t - T)$  – суммарный расход в предыдущий момент времени,  $\text{нм}^3$ ;

$Q_{\text{Тек}}(t - T)$  – скорости расхода газа в предыдущий момент времени,  $\text{нм}^3/\text{ч}$ ;

$T$  – период опроса вычислителя, с.

После того как суммарный объем газа  $Q_{\text{Сум}}$  достигнет расчетного значения  $Q_{\text{Г,д}}$ , произойдет обнуление счетчика  $Q_{\text{Г,д}}$  и будет дана команда на впрыск одоранта. Цикл повторяется, пока выполняются условия нормальной работы.

Останов выполнения цикла возможен при:

- отсутствии одоранта в расходной емкости. Многократные показания веса дозы одоранта ниже минимального параметра.

- смене режима работы установки;

- расходе ниже минимально допустимого для автоматической одоризации.

Работа установки в режиме «ручной» заключается в ручной подаче одоранта, по команде оператора с АРМ. С возможностью настройки постоянной частоты ввода одоранта в трубопровод.

После переключения режима управления в «ручной» начинается сканцикл, происходит инициализация полученных значений с датчиков и вывод данных на экран АРМ. Далее осуществляется проверка условий прерывания цикла:

1. Низкий расход газа;
2. Низкий уровень одоранта в расходной емкости;
3. Отсутствие сигнала с весоизмерителя после последней введенной дозы.

Проверка способа контроля веса одоранта. Ожидание команды от оператора. При нажатии кнопки «интервальная одоризация» происходит впрыск дозы одоранта и инициализируется обратный таймер, время отсчета которого задается в режиме «сервис». При нажатой кнопки «ввод дозы» происходит впрыск порции одоранта в трубопровод, ввод оставляется эпизодично по команде оператора.

Работа установки в режиме «сервис». В режиме сервис имеется возможность конфигурирования параметров автоматического режима работы установки с АРМ оператора, а именно:



1. Вкл/откл весового контроля дозы одоранта;
2. Изменение уставки объема дозирующей камеры насоса;
3. Изменение уставки минимального расхода, при котором возможна одоризация;
4. Изменение уставки максимального расхода одоранта;
5. Изменение уставки низкого значения веса порции одоранта.
6. Построение графиков работы установки;
7. Архивный доступ к данным по одоризации.
8. Отображение информации о уровне одоранта в расходной емкости, текущем расходе, среднем расходе одоранта за сутки/неделю/месяц, расчетное время работы установке на текущем запасе одоранта.

## 5. Технические средства реализации системы управления

Для технической модернизации блока одоризации необходим подбор контроллера. Другие технические средства автоматизации уже присутствуют и установлены на технологических трубопроводах.



Рисунок 19 – Фото установки БАОГ смонтированной на выходном трубопроводе ГРС

## 5.1 Используемый ПЛК

Для функционирования проектируемой системы необходимо предъявить к контроллеру следующие требования:

1. Нарботка на отказ не менее 50000 ч;
2. Количество аналоговых входов 4 (3 в работу, 1 резерв);
3. Количество дискретных входов;
4. Количество дискретных сигналов;
5. Возможность установки на DIN - рейку;
6. Напряжение питания 24В;
7. Поддержка протокола передачи данных ModBUS TCP/IP.

При обзоре рыночных предложений контроллеров малой автоматизации отличными вариантами казались давно используемые контроллеры Logo от Siemens, Zelio Logic от Schneider-Electric, однако на рынке контроллеров для малой автоматизации появился ПЛК ЭлсиМА-01 Томской компании АО «ЭлеСи». Релиз контролера пришелся на второе полугодие 2015 года.



Рисунок 20– Программируемый логический контроллер Элсима-М01

Характеристики контроллера представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики ЭЛСИМА-М01

<b>Процессор</b>	
Тип процессора	Cortex ARM8
Тактовая частота	300 МГц
<b>Память</b>	
Объем оперативной памяти RAM	128 Мбайт
Объем flash-памяти	128 Мбайт
Объем энергонезависимой памяти	32 Кбайт
Поддержка microSD	до 32 Гбай
<b>Коммуникации</b>	
Кол-во портов Ethernet	2 (протоколы Modbus TCP/IP, NTP)
Кол-во портов RS-485	1 (протокол Modbus RTU)
Кол-во портов USB	2
<b>Ввод/вывод</b>	
Дискретных входов	20 шт.
Количество гальванически развязанных групп	2 группы
Количество дискретных выходов тип "Открытый коллектор" (одна группа)	4 шт.
Количество гальванически разделенных групп дискретных выходов, тип "Реле"	2 группы
Количество дискретных выходов, тип "Реле", в одной группе	2 шт.
Количество универсальных аналоговых входов	4 шт.
Количество аналоговых выходов	2 шт.
Количество групп аналоговых выходов	1 группа
<b>Электрические параметры (зависят от исполнения)</b>	
Напряжение питания от источника постоянного тока	20...28 В или 36...72 В
Напряжение питания от сети переменного тока частотой 50 Гц	90...264 В
Встроенный источник питания датчиков	+24 В
Потребляемая мощность, не более	7 Вт
<b>Механические характеристики</b>	
Материал корпуса	Пластик
Размеры, ШxВxГ, мм	160x116x59
Масса, кг, не более	0,4
Монтаж	На горизонтальную DIN-рейку
Охлаждение	Естественное
Средняя наработка на отказ ч., не менее	80000
Средний срок службы, не менее, лет	12
<b>Окружающая среда</b>	

Рабочая температура, °С	от 0 до плюс 60 °С
Температура хранения, °С	-40°С...50°С
Влажность, %	от 50 до 95 % (при температуре плюс 40 °С)
Атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.)

Контроллер отлично подходит по техническим параметрам для использования в модернизации системы одоризации газа. А в связи с политикой импортозамещения оборудования и технических средств является наиболее удачным выбором.

Программирование ПЛК осуществляется на пяти языках стандарта МЭК 61131-3 в открытой инструментальной среде CoDeSys v3.5, что позволит избежать покупки дорогостоящих лицензий на ПО импортных аналогов.

Интеграция в действующую систему АСУ ТП ГРС будет производиться по протоколу Modbus TCP. Для этого контроллер будет подключен через четырех парный UTP кабель к серверу системы АСУТП ГРС. Установочные размеры ПЛК приведены в приложении К.

Согласно методике подбора модели контроллера выбрана конфигурация ПЛК ЭЛСИМА-М01-24Р, рисунок 21.

Контроллер программируемый логический Элсима-M01-	ZZZ	U	-	XXX
Напряжение цепей питания:				
24 – 24 В DC;				
48 – 48 В DC;				
220 – 220 В AC				
Тип внешних соединений:				
P – разъёмы				
Наличие встроенного GSM/GPRS-модема:				
нет символа – нет;				
GSM – есть				

Рисунок 21 – Условное наименование контроллера Элсима-M01

Подключение питания к контроллеру будет осуществляться от шины +24 В шкафа АСУ.

## 5.2 Обзор смонтированных технических средств АС

Поскольку модернизация системы автоматического ввода одоранта предусматривает только замену контроллера и создание управляющего алгоритма, технические средства на установке используются штатные. Обзор их приведен ниже согласно спецификации на поставку оборудования.

### 5.2.1 Весоизмерение ИВ1

В качестве измерителя веса дозы одоранта используется датчик Метран-150 CD с диапазоном 0-3 кПа, в исполнении для измерения перепада давления. Датчик имеет сконфигурированный токовый выход 4-20 мА, настроенный под диапазон от 0-3 кПа.

Работает датчик по принципу измерения сопротивления во время деформации тензорезистивного модуля. Что позволяет обеспечивать высокий показатель точности прибора до  $\pm 0,075\%$ .

### **5.2.2 Датчик уровня одоранта ДУ1**

Датчик ПМП-62 является поплавковым датчиком измерения уровня жидкостей. Измеряет уровень одоранта в расходной емкости. Датчик имеет сконфигурированный токовый выход 4-20 мА, настроенный под диапазон от 0 - 0,6 м. Измерение уровня жидкости производится по поплавковому методу, поплавок со встроенным магнитом, взаимодействует своим магнитным полем с чувствительными элементами, находящиеся в трубке-стержне - герконы. Непрерывность измерений осуществляется с постоянным шагом 5 мм, герконы в полости трубки установлены с определенным шагом друг от друга, и соединяются через резисторы равных сопротивлений, в итоге работает система по принципу делителя напряжений, линейность осуществляется путем установки одинаковых прецизионных электрических компонентов. В корпусе ПМП-062 установлена электронная плата, которая осуществляет преобразование уровня в токовый сигнал, там же на плате расположены клеммные зажимы для присоединений внешних проводок. Так же под крышкой располагаются подстроечные резисторы для тонкой настройки посадки на «0» и максимального уровня.

### **5.2.4 Клапан электромагнитный ЭК1**

Для подачи пневматического сигнала на дозирующий насос необходимо перепускать импульсный газ высокого давления с входной линии

ГРС в приводную камеру дозирующего насоса, для этого используется клапан электромагнитный АЯД 2.505.263-02. Номинальный диаметр Дн 15. Клапан открывается по средствам подачи +24В питания на обмотку электромагнита. Потребляемая мощность не более 8Вт.

### **5.2.5 Дозирующий насос Н1**

В установке установлен дозирующий насос мембранного типа с регулировкой дозы подачи, имеет пневматическое управление. Регулировка объема дозы осуществляется путем закручивания гайки на мембране дозирующей части, диапазон регулировки 0-350 см<sup>3</sup>. Номинальный расход через насос 4.1 л/ч, что составляет 3.5 кг/ч расхода одоранта.



## **6. Программные средства реализации системы управления**

Программная реализация системы автоматизации работы установки разделяется на 2 этапа:

1. Написание прикладного программного обеспечения для ПЛК;
2. Отрисовка экранных форм для АРМ оператора и настройка обмена данными с OPC сервером по протоколу Modbus TCP.

### **6.1 Разработка экранных форм для АРМ**

Вызов экранных форм будет осуществляться через десктопное приложение CODESYS Runtime. Разработка начинается с создания основной экранной формы. Поскольку АРМ оператора имеет разграничение уровней доступа на уровне опционной системы, форма авторизации пользователя в приложении разрабатываться не будет.

Начальный экран будет представлять из себя окно размером 400x600, на котором будут находиться вкладки навигации по режимам работы. По умолчанию открывается режим сервис с необходимым набором информации и настройками, остальные параметры становятся доступны для настройки после клика на советующую кнопку, рисунок 22.

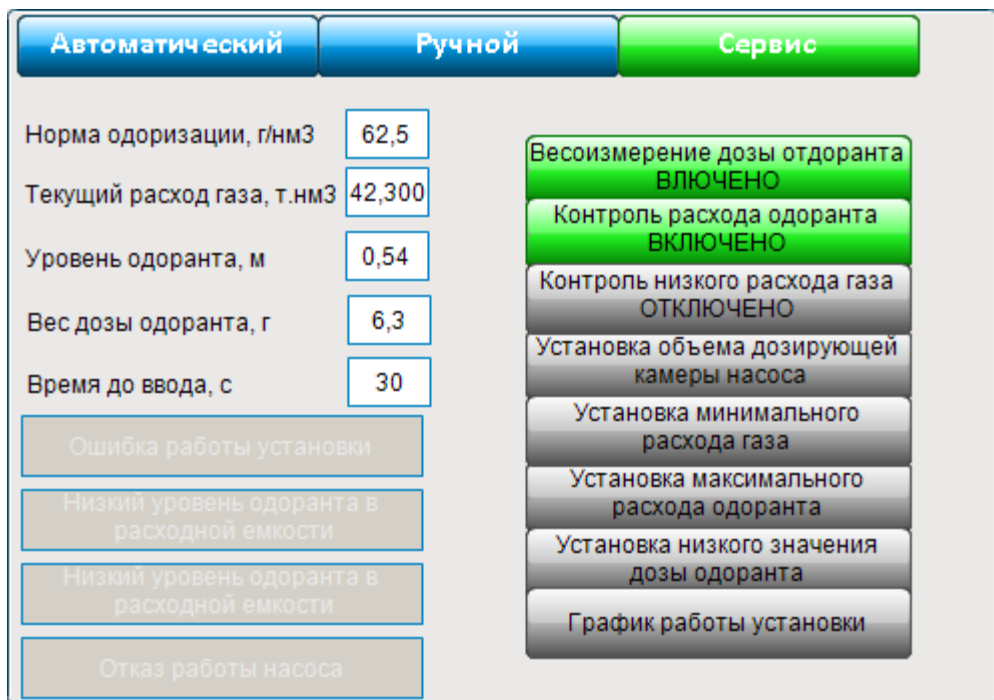


Рисунок 22 – Стартовый экран приложения режим «Сервис»

После настройки параметров установки необходимо перейти на вкладку «Автоматический» для работы установки в автоматическом режиме.

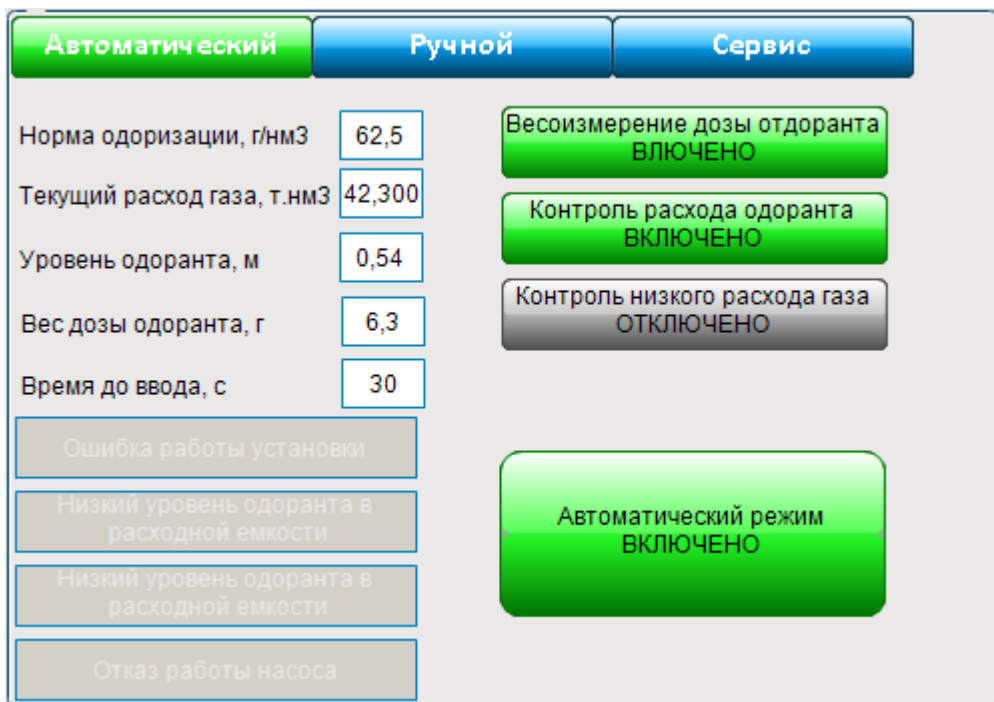


Рисунок 23 – Экран приложения режим «Автоматический»

На экране можно видеть всю необходимую информацию о процессе одоризации, активация режима происходит по средствам нажатия кнопки «Автоматический режим». На экране отображены основные диагностические параметры и неисправности установки.

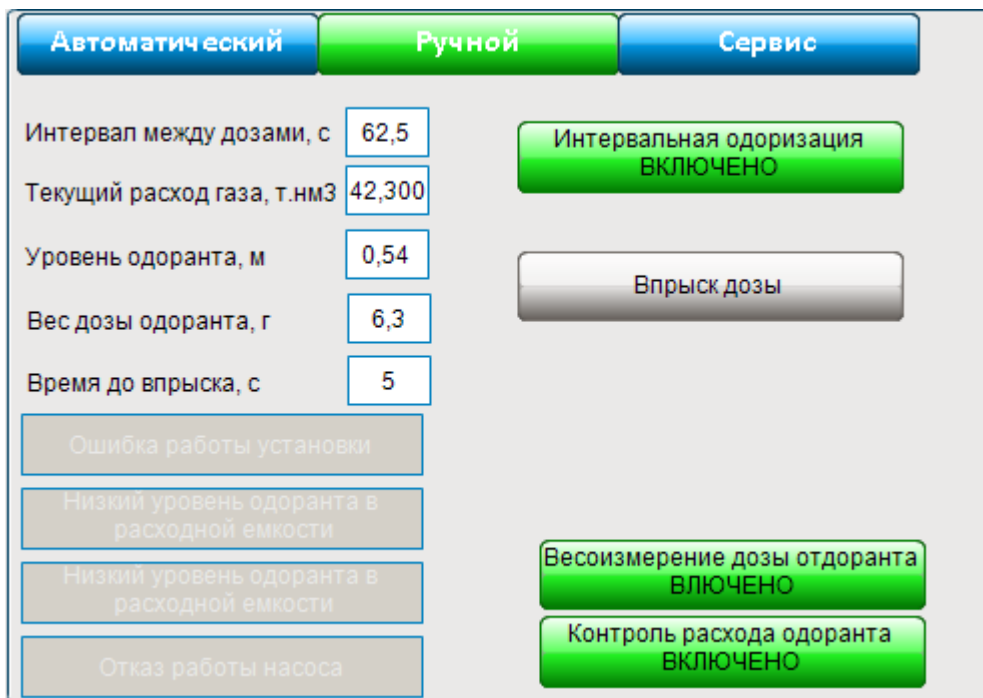


Рисунок 24 – Экран приложения режим «Ручной»

В режиме «Ручной» осуществляется, ручное управление установкой. А именно возможность разового впрыска и впрыска через заданный интервал времени.

## 6.2 Разработка программы для ПЛК

Для разработки программного обеспечения контроллера было запрошено необходимое программное обеспечение в АО «ЭлеСи», а именно пакет для разработки ПО для Элсима-М01. Соответственно данный патч был установлен.

Программирование ПЛК решено осуществлять на языке CFC (непрерывные функциональные диаграммы).

Создан большой пользовательский блок POU, который реализует процесс одоризации в автоматическом режиме, рисунок 25 и 26.

```

1  FUNCTION_BLOCK PUBLIC POU
2  VAR_INPUT
3      onBlock:BOOL;
4      flowMeter:REAL;
5      minFlow:REAL;
6      levelMeter: REAL;
7      minLevel: REAL;
8      VDoza: REAL;
9      normaOdor: REAL;
10 END_VAR
11 VAR_OUTPUT
12     flowSum:REAL;
13     valOn:BOOL;
14     Odor: REAL;
15 END_VAR
16 VAR
17     TP_0: tp;
18     flowInj: REAL;
19     TP_1: tp;
20     integ1: INTEGRAL;
21     MOdor: REAL;
22     d: TOF;
23     TOF1: TOF;
24     CTU_0: CTU;
25 END VAR

```

Рисунок 25 – Определение переменных блока POU

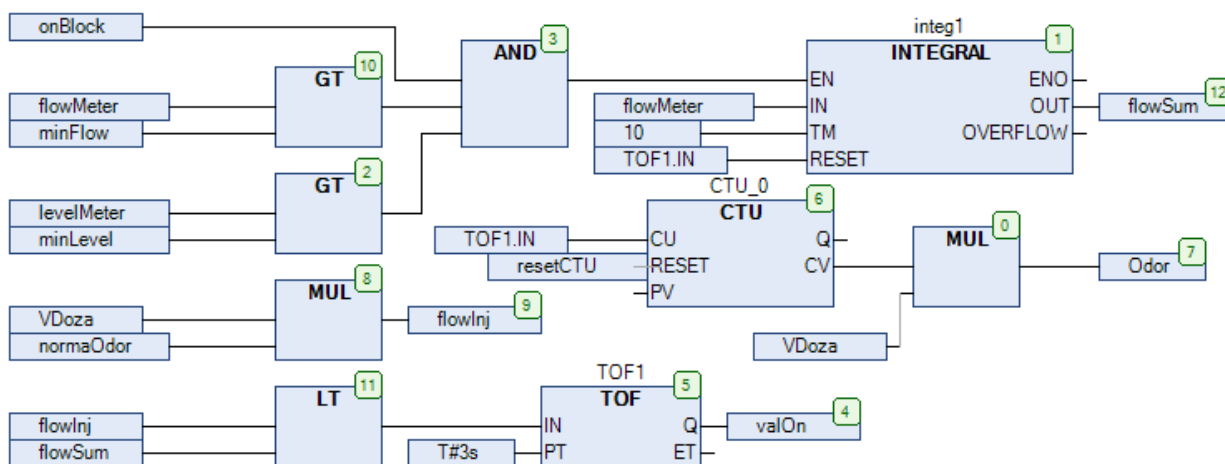


Рисунок 26 – Блок POU реализованный на CFC

### 6.3 Моделирование работы системы

Для проверки работы установки строим в одних осях графики теоретического (расчётного) режима одоризации и фактического реализованного алгоритмически полученного при моделировании в CODESYS.

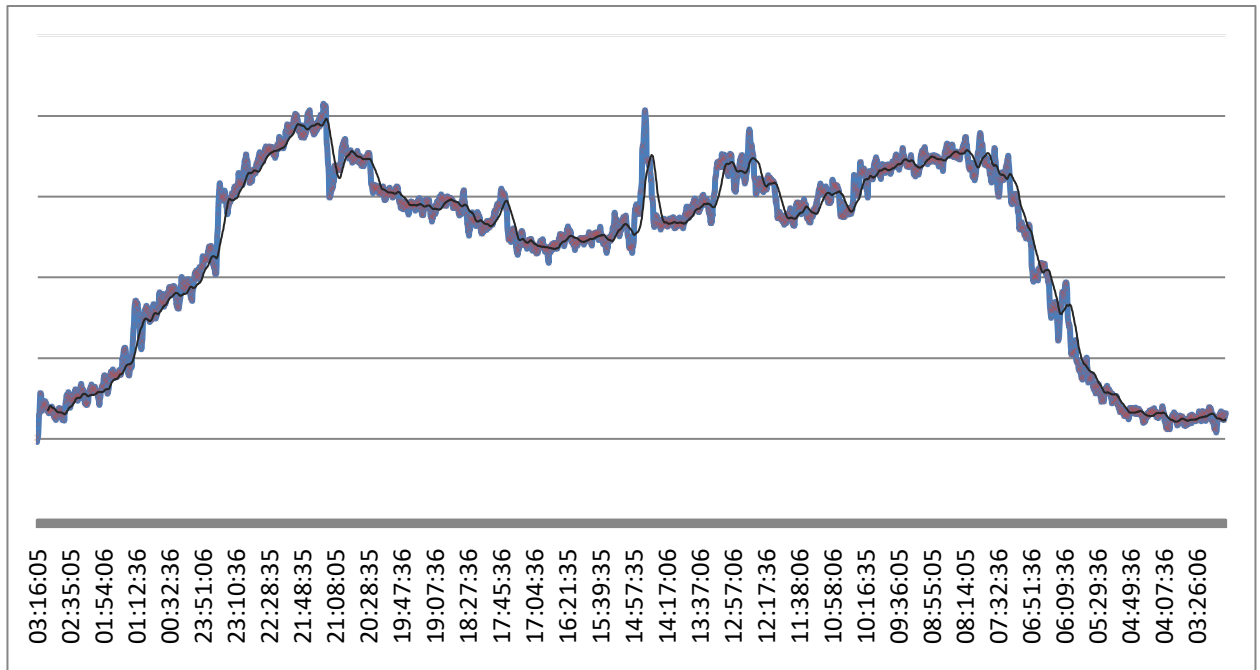


Рисунок 27 – Целевой и фактический режим автоматической одоризации

Из графика можно заметить, фактическая работа установки близка к целевой. Посчитаем отклонения от целевого режима за четырех часовые интервалы и сутки.

Таблица 8 – Расход одоранта в течении суток

Время	Расход одоранта в автоматическом-оптимальном режиме $Q_{опт}$ , Г	Расход одоранта в фактическом режиме $Q_{руч}$ , Г	Разница между оптимальным и реальным значением $\Delta$ , г	Отклонение от оптимума $\Delta$ , %
03:00-07:00	2654,3456	2654,543	-0,1974	0,007436861

07:00-11:00	2068,2332	2068,83	-0,5968	0,028855547
11:00-15:00	2556,924667	2557,2533	-0,328633	0,012852666
15:00-19:00	2478,75	2476,1524	2,5976	0,104794755
19:00-23:00	2631,900267	2632,64	-0,739733	0,028106422
23:00-03:00	2246,791867	2247,45	-0,658133	0,029292121
<b>ОБЩ</b>	<b>14636,9456</b>	<b>14634,9056</b>	<b>0,0769</b>	<b>0,000525383</b>

Можно заметить улучшение показателей качества одоризации в четырёхчасовом и суточном цикле. Следовательно результаты работы стоит считать положительными.

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

Студенту:

Группа	ФИО
8АМ5Б	Усов Леонид Олегович

Институт	Кафедра	Управление	в
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	технических системах

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования

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

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ
2. Разработка устава научно-технического проекта
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. «Портрет» потребителя результатов НТИ
2. Сегментирование рынка
3. Оценка конкурентоспособности технических решений
4. Диаграмма FAST
5. Матрица SWOT
6. График проведения и бюджет НТИ
7. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ
8. Потенциальные риски

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ	Петухов Олег Николаевич	К.Э.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8АМ5Б	Усов Леонид Олегович		

## 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

### 7.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения НИР

#### 7.1.1 Организация и планирование работ

В рамках планирования работ по проведению НИР необходимо построить календарный и сетевые графики проекта. Календарный график представлен в виде таблицы 9.

Таблица 9 – Календарный план проекта

Код работы	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
1	Исследование объекта	7	01.02.17	07.02.17	Усов Л.О.
2	Составление технического задания	10 1	08.02.17	18.02.17	Усов Л.О. Громаков Е.И.
3	Литературный обзор	15	19.02. 17	06.03. 17	Усов Л.О.
4	Разработка	35 2	07.03. 17	11.04.17	Усов Л.О. Громаков Е.И.
5	Результаты и обсуждения	2 2	12.04.2017	14.04.17	Усов Л.О. Громаков Е.И.
6	Оформление пояснительной записки	45 1	15.04.2017	30.05.15	Усов Л.О.
<b>Итого:</b>		114			



Для иллюстрации календарного плана проекта приведена диаграмма Ганта, на которой работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства отображения каждый месяц разделен на декады (таблица 10).

Таблица 10 – Календарный план-график проведения НИР по теме

Вид работ	Исполнители	Т <sub>к</sub> , раб. дн.	Продолжительность выполнения работ												
			февраль			март			апрель			май			
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Исследование объекта	Магистр	7	■												
Составление технического задания	Магистр	10	■	■											
	Руководитель														
Литературный обзор	Магистр	15			■	■	■								
Эксперименталь ная часть	Магистр	35					■	■	■	■	■				
	Руководитель														
Результаты и обсуждения	Магистр	2									■				
	Руководитель												■		
Оформление пояснительной записки	Магистр	45										■	■	■	■
	Руководитель													■	■



- Магистр



- Руководитель

### 7.1.2 Анализ конкурентных технических решений

В этом разделе проводится детальный анализ конкурирующих разработок по проектированию автоматизированных систем управления технологическими процессами.

Таблица 11 – Анализ конкурентных решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентно-способность		
		Макс-5	Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности объекта	0,15	5	5	5	0,75	0,75	0,75
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,04	3	4	4	0,12	0,16	0,16
3. Помехоустойчивость САУ	0,03	5	4	4	0,15	0,12	0,12
4. Энергоэкономичность САУ	0,2	2	2	2	0,4	0,4	0,4
5. Надежность САУ	0,15	5	4	3	0,75	0,6	0,45
6. Скорость проектной работы	0,04	4	3	2	0,16	0,12	0,08
7. Безопасность САУ	0,04	4	4	4	0,16	0,16	0,16
8. Простота обслуживания САУ	0,04	3	4	4	0,12	0,16	0,16
Экономические критерии оценки эффективности							
9. Конкурентоспособность продукта	0,05	4	5	5	0,2	0,25	0,25
10. Уровень проникновения на рынок	0,04	1	3	4	0,04	0,12	0,16
11. Цена	0,15	5	3	3	0,75	0,45	0,45
12. Предполагаемый срок эксплуатации	0,03	2	3	3	0,06	0,09	0,09
13. Послепродажное обслуживание	0,04	4	3	2	0,16	0,12	0,08
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>48</b>	<b>45</b>	<b>43</b>	<b>3,86</b>	<b>3,42</b>	<b>3,23</b>

Из таблицы видно, что по ряду основных параметров деятельность по проектированию САУ является конкурентно способной, например, по критерию 1, 3, 5, 11и 13. Так же видно, что стоит обратить внимание отстающие факторы - критерии 2, 9 и 12.

### **71.3 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.

Таблица 12 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,04	85	100	0,85	3,4
2. Помехоустойчивость	0,04	42	100	0,42	1,68
3. Надежность	0,08	75	100	0,75	6
4. Унифицированность	0,08	86	100	0,86	6,88
5. Уровень материалоемкости разработки	0,04	42	100	0,42	1,68
6. Уровень шума	0,04	65	100	0,65	2,6
7. Безопасность	0,05	85	100	0,85	4,25
8. Потребность в ресурсах памяти	0,04	10	100	0,1	0,4
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,08	95	100	0,95	7,6
10. Простота эксплуатации	0,04	100	100	1	4
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,04	85	100	0,85	3,4
12. Ремонтпригодность	0,04		100	0	0
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
Конкурентоспособность продукта	0,04	95	100	0,95	3,8
14. Уровень проникновения на рынок	0,04	68	100	0,68	2,72
рынка	0,04	9	100	0,09	0,36
16. Цена	0,08	42	100	0,42	3,36
17. Послепродажное обслуживание	0,04	75	100	0,75	3
18. Финансовая эффективность научной разработки	0,04	68	100	0,68	2,72
19. Срок выхода на	0,07	52	100	0,52	3,64
20. Наличие сертификации разработки	0,04	0	100	0	0
ИТОГО	1	1179		11,79	61,49

$P_{cp}$  получилось на уровне 61 балл – перспективность деятельности средняя.

#### 7.1.4 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.

Таблица 12 – Матрица SWOT

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Возможность разработки сложных АСУ</p> <p>С2. Более дешевый и быстрый единичный акт разработки</p> <p>С3. Высокая точность САУ</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Нет практического опыта</p> <p>Сл2. Большие первоначальные вложения на средства проектирования</p> <p>Сл3. Необходимость высокой квалификации</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ</p> <p>В2. Занять нишу по проектированию АСУ ГРС в Томске</p>	<p>1. Постоянный поиск путей снижения затрат времени</p> <p>2. Продолжение научных исследований с целью усовершенствования имеющейся технологии</p>	<p>1. Поиск заинтересованных лиц через ТПУ</p> <p>2. Разработка собственного научного исследования</p> <p>3. Приобретение необходимых узконаправленных программных продуктов</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Введение дополнительных технических требований к оборудованию АСУ</p> <p>У2. Изменение нормативной документации.</p>	<p>1. Постоянное отслеживание изменений в российском законодательстве и в технических разработках.</p> <p>2. Сертификация продукции</p>	<p>1. Повышение квалификации кадров.</p> <p>2. Поиск специалистов высокой категории</p>

## 7.2 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. Многие из материалов уже находились в лаборатории, поэтому в статьях отражены малые расходы.

Расчет стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам или договорным ценам. Необходимые материальные затраты на разработку технического решения приведены в таблице №№.

Таблица 13 – Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

№ п/п	Наименование затрат	Единица измерений	Расход	Цена за единицу с учетом НДС, руб	Сумма, руб
1	Бумага	Шт.	292	2	584
2	Питание	Шт.	100	56	5600
3	Флешка	Шт.	1	324	324
4	Батарейки ААА	Шт.	4	49	196
Всего за материалы					6704
Транспортно-заготовительные отчисления (3-5%)					335,2
Итого по статье С <sub>м</sub>					7039.2

Таблица 14 –Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
Ноутбук	1	30 000,00	3 333,33(амортизация 4 месяца)
Пакет программного обеспечения среды INFINITY - Scada	1	32 000,00	32 000,00
Пакет программного обеспечения среды Codesys v 3,5	1	26 500,00	441,6(амортизация 1 месяц)
Средства КипиА	1	218 300,00	3638,33(амортизация 1 месяц)
Пакет программного обеспечения Office	1	5 900,00	70,3(амортизация 1 месяц)

ИТОГО:

39 483,56

Все необходимое оборудование, представленное в таблице 15, уже имелось в научной лаборатории, поэтому стоимость оборудования, используемого при выполнении нашего данной дипломной работы, должна учитываться в виде амортизационных отчислений. При расчете был использован линейный способ начисления амортизационных отчислений.

Следующей статьей расходов является плата за электроэнергию. Для этого сначала определяется количество потребляемой энергии для всего оборудования.

Таблица 15 – Количество потребляемой электроэнергии оборудованием

Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Потребляемая мощность, кВт/ч	Количество часов работы в сутки	Количество потребляемой энергии за сутки, кВт
Ноутбук	1	0,09	8	0,72
Средства КИПиА	18	0,05	5	0,25
ИТОГО:				0,97

Затем необходимо определить стоимость электроэнергии за рабочий период (при стоимости 2,8 руб. за кВт/час).

Таблица 16 – Расчет стоимости электроэнергии с февраля по май

Месяц	Количество дней	Количество рабочих дней	Количество потребляемой энергии за месяц, кВт	Стоимость электроэнергии за месяц, руб (при 2,8 руб. за кВт/час)
Февраль	28	20	14,4	40,32
Март	31	22	15,84+5,5	59,75
Апрель	30	22	15,84	44,352
Май	15	8	5,76	16,128
ИТОГО:				160,55

Основная заработная плата ( $Z_{\text{осн}}$ ) находится по формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{м}} \cdot T_{\text{раб}}, \quad (7.1)$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{р}}$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, месяцев;

$Z_{\text{м}}$  – месячный оклад работника, руб.

Таблица 17 – Баланс рабочего времени за время НИР

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистр	Консультант
Календарное число дней	365	365	365
Количество нерабочих дней			
- выходные дни	118	118	118
- праздничные дни			
Потери рабочего времени			
- отпуск	24	24	24
- невыходы по болезни			
Действительный годовой фонд рабочего времени	223	223	223

Таблица 18 – Расчет затрат на проживание во время НИР



Месяц	Количество дней	Количество рабочих дней	Количество средств, руб (при стоимости суток на человека 1500 руб.0)
Март	1	1	3500
Апрель	1	1	3500
			ИТОГО: 7 000

Таблица 19 – Расчет затрат на перевозку персонала

Направление	Количество человек	Количество средств за поездку, руб(при стоимости поездки на человека 2000 руб.)
Туда	3	6 000
Обратно	3	6 000
		ИТОГО: 12 000

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \cdot k_{\text{р}}, \quad (7.2)$$

где  $Z_{\text{б}}$  – базовый оклад, руб.;  $k_{\text{р}}$  – районный коэффициент, равный 1,5.

Основная заработная плата руководителя (от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

1) оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями. Базовый оклад  $Z_{\text{б}}$  определяется

исходя из размеров окладов, определенных штатным расписанием предприятия.

2) стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.

3) иные выплаты; районный коэффициент.

Найдем начисленную зарплату для магистра, руководителя и консультанта:

$$ЗП_{\text{маг}} = 20315,89 * 1,5/90 * 70 = 23\,701,88 \text{ руб.}$$

$$ЗП_{\text{рук}} = 31156,79 * 1,5/90 * 5 = 2596,33 \text{ руб.}$$

$$ЗП_{\text{конс}} = 24374,25 * 1,5/90 * 4 = 1624,95 \text{ руб}$$

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 20.

Таблица 20 – Расчёт основной заработной платы с февраля по май.

Исполнители	$Z_{\text{осн}}$ , руб.
Руководитель	2 596,33
Магистр	23 701,88
Консультант	1 624,95
Итого: 27 923,16	

Отчисления на социальные нужды включают в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (7.3)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.), равный 30%.

Таблица 21 – Отчисления на социальные нужды

	Руководитель	Магистр	Консультант
Зарплата	2 596,33	23 701,88	1 624,95
Отчисления на соц. нужды	778,9	7 110,56	487,2
			Итого: 8376,73

В процессе расчета бюджета научного исследования, планируемые затраты следует сгруппировать по статьям, представленным в таблице 22.

Таблица 22 – Группировка затрат по статьям

Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты	7039,2
Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	39 483,56
Стоимость электроэнергии	160,55
Дорожные расходы	12 000
Расходы на проживание	108 000
Основная заработная плата	27 923,16
Отчисления на социальные нужды	8 376,73
Итого необходимый бюджет НТИ	327 078,25

### 7.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Эффективность научного ресурсосберегающего проекта включает в себя социальную эффективность, экономическую и бюджетную эффективность. Показатели общественной эффективности учитывают социально-экономические последствия осуществления инвестиционного проекта как для общества в целом, в том числе непосредственные результаты и затраты проекта, так и затраты и результаты в смежных секторах экономики, экологические, социальные и иные внеэкономические эффекты.

Чтобы определить эффективность исследования, необходимо рассчитать интегральный показатель эффективности научного исследования. Для этого определяют две средневзвешенные величины: финансовую эффективность и ресурсоэффективность.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования (таблица 39). Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Рассмотрим на примере аналога проектирование АСУ.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}}, \quad (7.4)$$

где  $I_{\phi}^p$  - интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

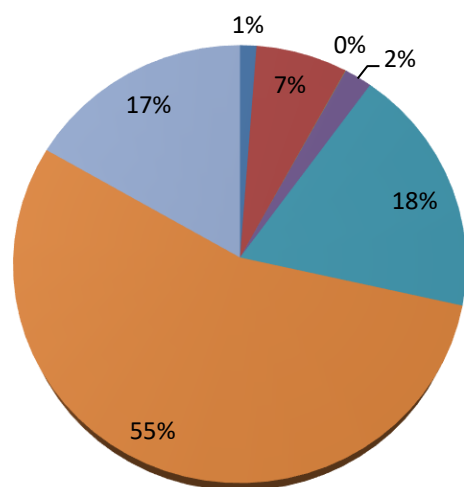
$\Phi_{max}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналогов).

Таблица 23 – Группировка затрат по статьям аналогов разработки

	Разработка	Аналог
Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты	7039,2	10 987,32
Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	39 483,56	45 875,23
Стоимость электроэнергии	160,55	160,55
Дорожные расходы	12 000	10 000
Расходы на проживание	108 000	96 000
Основная заработная плата	27 923,16	332 023,12
Отчисления на социальные нужды	8 376,73	101 267,05
Итого плановая себестоимость	327 078,25	697 580,32

Круговая диаграмма на рисунке 29 отражает все основные затраты на проведение научно технического исследования.

### Материальные затраты



- 1. Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты
- 2. Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ
- 3. Стоимость электроэнергии
- 4. Дорожные расходы
- 5. Расходы на проживание
- 6. Основная заработная плата
- 7. Отчисления на социальные нужды

Рисунок 29 – Круговая диаграмма материальных затрат на проведение НТР.

Наиболее затратная часть, как видно из диаграммы, это затраты на заработную плату руководителя проекта.

Найдем значения интегрального финансового показателя для всех вариантов исполнения научного исследования:

Для нашей разработки:  $I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_p}{\Phi_{max}} = \frac{327\,078,25}{697\,580,32} = 0,34$ . Для аналога:

$$I_{\Phi}^a = \frac{\Phi_{a1}}{\Phi_{max}} = \frac{697\,580,32}{697\,580,32} = 1$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разы, то есть наша разработка обладает наименьшей стоимостью по сравнению с аналогами.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования определяют следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p \quad (7.5)$$

где  $I_m$  – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;  $a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го параметра;  $b_i^a$ ,  $b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;  $n$  – число параметров сравнения.

Результаты расчетов представлены таблице №№:

Таблица 24 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

ПО Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,35	5	5
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	4
3. Помехоустойчивость	0,15	5	5
4. Энергосбережение	0,2	4	4
5. Надежность	0,07	5	5
6. Материалоемкость	0,08	4	4
ИТОГО	1	4,5	4,5

Интегральный показатель эффективности разработки ( $I_{финр}^p$ ) и аналога ( $I_{финр}^a$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_\phi^p}, \quad I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_\phi^a}, \quad (7.6)$$

Для нашей разработки:  $I_{финр}^p = \frac{4,5}{0,84} = 5,36$

Для первого аналога:  $I_{финр}^{a1} = \frac{4,5}{1} = 4,5$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^a}, \quad (7.7)$$

где  $\mathcal{E}_{cp}$  – сравнительная эффективность проекта;  $I_{финр}^p$  – интегральный показатель разработки;  $I_{финр}^a$  – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Таблица 25 – Сравнительная эффективность разработки с первым аналогом

№ п/п	Показатели	Аналог	Разработка
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,34
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	4,5
3	Интегральный показатель эффективности	4,5	5,46
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,84	1,19

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволило определить, что существующий вариант решения поставленной в ВКР технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности является наиболее приемлемым.



**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8АМ5Б	Усов Леонид Олегович

<b>Институт</b>	<b>ТПУ ИК</b>	<b>Кафедра</b>	<b>СУМ</b>
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	Управление в технических системах

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Модернизируется система автоматического управления ГРС, а именно процесс одоризации газа. Исследование и процесс СМР проводится на ОПО.
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <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>1.2. Анализ выявленных 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> </ul>	<p><i>Вредные факторы</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Шум;</li> <li>2. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;</li> <li>3. Климатические условия;</li> <li>4. Освещенность;</li> <li>5. Электромагнитные излучения.</li> </ol> <p><i>Опасные факторы</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные);</li> <li>2. Электрическая дуга и искры при сварке;</li> <li>3. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;</li> <li>4. Взрывоопасность и пожароопасность;</li> <li>5. Электрический ток.</li> </ol>

<ul style="list-style-type: none"> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</li> </ul>	
<p><b>2. 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><i>При модернизации АСУ ГРС оказываются воздействия на окружающую среду:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- повреждение почвенно-растительного покрова;</li> <li>-возможные выбросы одоранта;</li> <li>-возможные выбросы метана;</li> </ul>
<p><b>3. 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><i>Чрезвычайные ситуации на ГРС могут возникнуть при проведении электромонтажных и слесарных работ в местах с повышенной загазованностью:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• пожар и/или взрыв.</li> </ul>
<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p><i>ВРД 39-1.10-069-2002 Положение по технической эксплуатации газораспределительных станций магистральных газопроводов.</i></p> <p><i>В.ч. типовая инструкция по охране труда при эксплуатации одоризационных установок ГРС и перевозке одоранта автомобильным транспортом</i></p>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Извеков В.Н.	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8АМ5Б	Усов Леонид Олегович		

## **8. Социальная ответственность**

### **Аннотация**

Представление понятия «Социальная ответственность» сформулировано в международном стандарте (МС) IC CSR-08260008000: 2011 «Социальная ответственность организации».

В соответствии с МС - Социальная ответственность - ответственность организации за воздействие ее решений и деятельности на общество и окружающую среду через прозрачное и этическое поведение, которое:

- содействует устойчивому развитию, включая здоровье и благосостояние общества;
- учитывает ожидания заинтересованных сторон;
- соответствует применяемому законодательству и согласуется с международными нормами поведения (включая промышленную безопасность и условия труда, экологическую безопасность);
- интегрировано в деятельность всей организации и применяется во всех ее взаимоотношениях (включая промышленную безопасность и условия труда, экологическую безопасность).

### **Введение**

Объект исследования – алгоритмы и технические средства системы автоматизации газораспределительной станцией, в частности установка одоризации газа.

Согласно целям и задачам работы существует необходимость в проведении оценки рисков, связанных с проведением строительно-монтажных работ, опытной и нормальной эксплуатации объекта.

Так как ГРС является ОПО, необходим комплексный анализ не только внешней НТД, но и отраслевых стандартов и типовых инструкций.

В разделе рассматриваются такие вопросы как:

- Производственная безопасность;
- Экологическая безопасность;
- Безопасность в чрезвычайных ситуациях;
- Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

### 8.1 Производственная безопасность

При проведении работ по модернизации АСУ блока одоризации на ГРС, производятся работы, такие как: электромонтажные, слесарные и сварочные.

Основные факторы и обстоятельства, определяющие категорию повышенной опасности на ГРС при ремонтных работах представлены в таблице 26.

Таблица 26. Работы, формирующие опасные и вредные факторы.

Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ с измен. 1999г.)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
Работы в помещении			

<p><b>Ремонтные работы:</b> Электромонтажные работы; Сварочно-монтажные работы.</p> <p><b>Полевые работы:</b> Проведение исследования состояния оборудования блока одоризации.</p>	<p>1. Показатели микроклимата в рабочей зоне; 2. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; 3. Уровень шума. 4. Освещенность. 5. Электромагнитные излучения.</p>	<p>1. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; 2. Электрический ток; 3. Электрическая дуга и металлические искры при сварке; 4. Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу;</p>	<p>СанПиН2.2.4.548-96[18] ГОСТ 12.1.005-88 [13]; ГОСТ 12.1.003-83 [11]; СНиП II-12-77 [31]; ГОСТ 12.2.003-91 [17]; ГОСТ 12.1.038-82 [16]; 12.1.07-76</p>
--	---	---	--

### **8.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению**

Вредными производственными факторами называются факторы, отрицательно влияющие на работоспособность или вызывающие профессиональные заболевания и другие неблагоприятные последствия.

#### **8.1.1.1 Микроклимат в рабочей зоне.**

Микроклимат представляет комплекс физических параметров воздуха, влияющих на тепловое состояние организма. К ним относят температуру, влажность, скорость движения воздуха, интенсивность радиационного излучения солнца, величину атмосферного давления.

При выполнении работ по монтажу оборудования ГРС на открытом воздухе и в технологических помещениях, ремонтному персоналу приходится работать при воздействии солнечных лучей, влажности и изменяющейся

скоростью движения воздуха, а так же в условиях низких и высоких температур от минус 30 °С до плюс 40 °С.

Таблица 27 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений согласно СанПиН2.2.4.548-96

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более **
Холодный	Пб (233 - 290)	15,0 - 16,9	19,1 - 22,0	14,0- 23,0	15 - 75	0,2	0,4
Теплый	Пб (233 - 290)	16,0 - 18,9	21,1 - 27,0	15,0- 28,0	15 - 75 *	0,2	0,5

Для обеспечения установленных норм микроклиматических параметров и чистоты воздуха на рабочих местах и в помещениях применяют вентиляцию. Общеобменная вентиляция используется для обеспечения в помещениях соответствующего микроклимата. Периодически должен вестись контроль влажностью воздуха. В летнее время при высокой уличной температуре должны использоваться системы кондиционирования.

В холодное время года предусматривается система отопления. Для отопления помещений используются водяные системы центрального

отопления. При недостаточной эффективности центрального отопления должны быть использованы масляные электрические нагреватели.

Радиаторы должны устанавливаться в нишах, прикрытых деревянными или металлическими решетками. Применение таких решеток способствует также повышению электробезопасности в помещениях. При этом температура на поверхности нагревательных приборов не должна превышать 95 °С, чтобы исключить пригорание пыли.

#### **8.1.1.2 Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны.**

Вероятность появления метана в воздухе рабочей зоны ГРС достаточно высока. Разгерметизация технологических трубопроводов может привести к утечке.

Метан является самым физиологически безвредным газом в гомологическом ряду парафиновых углеводородов. Физиологическое действие метан не оказывает и не ядовит (из-за малой растворимости метана в воде и плазме крови и присущей парафинам химической инертности). Погибнуть человеку в воздухе, с высокой концентрацией метана можно только от недостатка кислорода в воздухе для дыхания при очень высоких концентрациях метана. Так, при содержании в воздухе 25—30 % метана появляются первые признаки асфиксии (учащение пульса, увеличение объёма дыхания, нарушение координации тонких мышечных движений и т. д.). Более высокие концентрации метана в воздухе вызывают у человека кислородное голодание, головную боль, одышку, — симптомы, характерные для горной болезни.

Так как метан легче воздуха, он не скапливается в проветриваемых подземных сооружениях. Поэтому весьма редки случаи гибели людей от вдыхания смеси метана с воздухом от асфиксии.

Первая помощь при тяжелой асфиксии: удаление пострадавшего из вредной атмосферы. При отсутствии дыхания немедленно (до прихода врача) искусственное дыхание изо рта в рот. При отсутствии пульса — непрямой массаж сердца.

Замеры концентрации загазованности помещения проводит лаборатория ГРС непосредственно на рабочем месте и в местах установки насосного оборудования с периодичностью не реже 1 час, а так же по первому требованию работника. [21]

В случае достижения в помещении концентрации паров газа  $0,3 \text{ г/м}^3$  (ПДК) работы должны быть немедленно прекращены, оборудование отключено, люди выведены из зоны производства работ. Работы могут быть возобновлены после устранения причин загазованности.

Перед началом работ переносным газоанализатором АНТ-2М проверяется уровень загазованности воздушной среды. При этом содержание газов не должно превышать предельно-допустимой концентрации по санитарным нормам согласно таблице №№. Работа разрешается только после устранения опасных условий. В процессе работы следует периодически контролировать загазованность, а в случае необходимости - обеспечить принудительную вентиляцию.

Таблица 28. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Вещества	Предельно допустимая концентрация, $\text{мг/м}^3$
----------	--



Бензин – растворитель (в пересчете на углерод)	300
Керосин (в пересчете на углерод)	300
Сероводород в смеси с углеводородами C <sub>1</sub> – C <sub>5</sub>	3
Углеводороды C <sub>1</sub> – C <sub>10</sub>	300
Стирол	5
Перексид метилэтилкетона	5
Аэросил	1
Дибутилфталат	0,5
Метилэтилкетон	0,2
Диметиланилин	0,003
Перексид изопропилбензола	0,02
Ненасыщенная полиэфирная смола	6
Хлористый бензол	0,005
Амиловый спирт	0,002

### 8.1.1.3 Шум.

Источниками шума являются звуки, производимые работающими механизмами и агрегатами, такие как болгарка (90 дБА), газовая резка металла (80 дБА), а так же шумы от работающего технологического оборудования.

Действие шума на человека определяется влиянием на слуховой аппарат и многие другие органы и системы организма, в том числе и на нервную систему.

Громкость до 80 дБА обычно не влияет на органы слуха.

Длительное действие шума более 85 - 90 дБА в соответствии с нормативными документами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 и ГОСТ 12.1.003-83, приводит к снижению, слуховой чувствительности.

ПДУ шума для объектов типа поста управления нормируются ГОСТ 12.1.003-83 и СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Значения ПДУ согласно этим документам представлены в таблице [22], [23]. (для постоянных шумов)

Таблица 29 – Нормированные значения уровня звукового давления

Рабочие места	Уровни звукового давления (ДБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ПУ	83	74	68	63	60	78	55	54	65

Для оценки соблюдения ПДУ шума необходим производственный контроль (измерения и оценка). В случае превышения уровней необходимы организационно-технические мероприятия по защите от действия шума (защита временем, расстоянием, экранирование источника, либо рабочей зоны, замена оборудования, использование СИЗ).

Основные методы борьбы с шумом:

- снижение шума в источнике (применение звукоизолирующих средств);
- снижение шума на пути распространения звука;
- средства индивидуальной защиты (СИЗ): наушники;
- использование средств автоматики для управления технологическими процессами;
- соблюдение режима труда и отдыха.

#### 8.1.1.4 Электромагнитные излучения.

Электромагнитным излучением называется излучение, прямо или косвенно вызывающее ионизацию среды. Контакт с электромагнитными излучениями представляет серьезную опасность для человека, по сравнению с другими вредными производственными факторами (повышенное зрительное напряжение, психологическая перегрузка, сохранение длительное время неизменной рабочей позы).

Нормы электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ приведены в таблице 30 и таблице 31, в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [24].

Таблица 30 – Временные допустимые ЭМП, создаваемых ПЭВМ

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

Таблица 31 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах

Наименование параметров		ВДУ
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		

Для оценки соблюдения уровней необходим производственный контроль (измерения). В случае превышения уровней необходимы организационно-технические мероприятия (защита временем, расстоянием, экранирование источника, либо рабочей зоны, замена оборудования, использование СИЗ).

### 8.1.1.5 Освещенность

Освещение рабочего места – важнейший фактор создания нормальных условий труда. Освещению следует уделять особое внимание, так как при работе наибольшее напряжение получают глаза.

Освещение делится на естественное, искусственное и совмещенное. Совмещенное сочетает оба вида освещения.

На посту управления, где расположено рабочее место оператора, используется совмещенное освещение.

Для определения приемлемого уровня освещенности в помещении необходимо:

- определить требуемый для операторов уровень освещенности внешними источниками света;
- если требуемый уровень освещенности не приемлем для других операторов, работающих в данном помещении, надо найти способ сохранения требуемого контраста изображения другими средствами.

Рекомендуемые соотношения яркостей в поле зрения следующие:

- между рабочими поверхностями не должно превышать 1:3 – 1:5;
- между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования – 1:10.

Освещённость на рабочем месте должна соответствовать характеру зрительной работы, который определяется наименьшим размером объекта различения, контрастом объекта с фоном и характеристикой фона.

Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк (СНиП 23-05-95, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03). Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк. Следует ограничивать прямую блесккость от источников освещения, при этом яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м<sup>2</sup>. Показатель ослепленности для источников общего искусственного освещения в производственных помещениях должен быть не более 20 [21].

Согласно СНИП 23-05-95 нормы на освещение для оператора ПЭВМ управления берутся для производственных помещений. Эти нормы представлены в таблице 32 [21].

Таблица 32 – Нормы на освещение для оператора ПЭВМ

Характер зрительной работы	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Искусственное освещение		Естественное освещение КЕО $e_n$ , % при боковом
			Освещенность при системе общего освещения, лк	Коэффициент пульсации, $K_p$ , %	
Различение объектов высокой точности	Б	1	300	15	1,0

### 8.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Опасными производственными факторами называются факторы, способные при определенных условиях вызывать острое нарушение здоровья и гибели человека.

### **8.1.2.1 Движущиеся машины и механизмы**

В помещении при монтаже оборудования возможность получения механических травм очень высока. Повреждения могут быть разной тяжести вплоть до летального исхода, так как работа ведется с объектами большого веса. Для предотвращения повреждений необходимо соблюдать технику безопасности.

К средствам защиты работающих от механического травмирования (физического опасного фактора) относятся:

- ограждения (кожухи, козырьки, дверцы, экраны, щиты, барьеры и т. д.);
- предохранительные – блокировочные устройства (механические, электрические, электронные, пневматические, гидравлические и т. д.);
- тормозные устройства (рабочие, стояночные, экстренного торможения);
- сигнальные устройства (звуковые, световые), которые могут встраиваться в оборудование или быть составными элементами.
- сигнальные цвета и сигнальная разметка, знаки производственной безопасности.

Сигнализация является одним из звеньев непосредственной связи между машиной и человеком. Она способствует облегчению труда,

рациональной организации рабочего места и безопасности работы. Сигнализация может быть звуковая, световая, цветовая и знаковая. Сигнализация должна быть расположена и выполнена так, чтобы сигналы, предупреждающие об опасности, были хорошо различимы и слышны в производственной обстановке всеми лицами, которым может угрожать опасность.

ГОСТ Р 12.4.026-2001 «ССБТ. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная» устанавливает термины с соответствующими определениями, для правильного понимания их назначения, правила применения и характеристики знаков безопасности, сигнальных цветов и сигнальной разметки [18].

Мероприятия по обеспечению охраны труда, техники безопасности при описаны в ГОСТ 12.4.011-89.

Организационные и технические меры по обеспечению безопасности, осуществляемые при подготовке объекта к проведению работ, применяемые средства коллективной и индивидуальной защиты, режим проведения работ, а также по оборудованию мест отдыха, приема пищи и санитарно – гигиенических норм.

До начала работ:

1. оформить наряды – допуска на проведение газоопасных, огневых работ и работ повышенной опасности. Перевозка и транспортировка техники в охранной зоне, сварочно-монтажные работы.
2. провести внеочередной инструктаж всем членам бригады по безопасным методам и приёмам ведения газоопасных, огневых работ и работ повышенной опасности, а также по правилам

поведения во взрыво- и пожароопасной обстановке и других опасных условиях и обстоятельствах с росписью в Журнале инструктажей на рабочем месте и наряде-допуске. Ознакомить всех руководителей, специалистов, механизаторов и бригадиров с данным Планом производства работ до начала работ, выборочно опросить персонал по усвоению требований безопасности отраженных в разделе;

3. до начала работ установить наличие и обозначить знаками расположение всех коммуникаций в радиусе проведения работ;
4. после доставки и расстановки всё электрооборудование, жилые вагоны, электрические аппараты следует заземлить;
5. проверить взрывозащиту и изоляцию применяемого оборудования.

На весь период работ:

1. в зоне производства работ организовать места для приема пищи, отдыха и санитарно – гигиенические зоны. Жилой городок расположить на расстоянии не менее 100 м от места производства работ;
2. при сильном притоке грунтовых вод стенки ремонтного котлована должны крепиться металлическими или деревянными шпунтами, а при их отсутствии – деревянными сваями;
3. всю гусеничную технику, используемую при производстве работ, оборудовать устройствами, предохраняющими от бокового скольжения;
4. проверить наличие спецодежды, спец обуви и СИЗ у исполнителей по видам работ (костюм х/б, костюм сварщика,



противогаз шланговый, страховочный пояс, страховочная веревка, защитная каска и т.д.)

### **8.1.2.2 Электрический ток.**

Опасность поражения электрическим током существует при ручной электродуговой сварке.

Поражение человека электрическим током или электрической дугой может произойти в следующих случаях:

- при прикосновении человеком, неизолированного от земли, к нетоковедущим металлическим частям электроустановок, оказавшимся под напряжением из-за замыкания на корпусе;
- при однофазном (однополюсном) прикосновении неизолированного от земли человека к неизолированным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением.

Степень опасного воздействия на человека электрического тока зависит от:

- рода и величины напряжения и тока;
- частоты электрического тока;
- пути прохождения тока через тело человека;
- продолжительности воздействия на организм человека;
- условий внешней среды.

Согласно ПУЭ рабочее место по степени опасности поражения электрическим током можно отнести к классу помещений без повышенной опасности.

Защита от электрического тока делится на два типа:

1. коллективная,
2. индивидуальная.

С целью предупреждения рабочих об опасности поражения электрическим током широко используются плакаты и знаки безопасности.

Мероприятия по созданию безопасных условий :

- инструктаж персонала;
- аттестация оборудования;
- соблюдение правил безопасности и требований при работе с электротехникой.

Согласно ГОСТ 12.1.030-818г мероприятиями по защите от электропоражения являются:

- обеспечение недоступности токоведущих частей путем использования изоляции в корпусах оборудования;
- применение средств коллективной защиты от поражения электрическим током;
- защитного заземления;
- защитного зануления;
- защитного отключения;
- использование устройств бесперебойного питания.

Технические способы и средства применяют отдельно или в сочетании друг с другом так, чтобы обеспечивалась оптимальная защита.

Контроль выполнения требований электробезопасности должен проходить на следующих этапах:

- проектирование;
- реализация;
- эксплуатация.

Таблица 33. Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном режиме электроустановки.

Род тока	U, В	I, mA
	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Таблица 34 – Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов при аварийном режиме бытовых электроустановок напряжением до 1000 В и частотой 50 Гц

Продолжительность воздействия t, с	Нормируемая величина		Продолжительность воздействия t, с	Нормируемая величина	
	U, В	I, mA		U, В	I, mA
От 0,01 до 0,08	220	220	0,6	40	40
0,1	200	200	0,7	35	35
0,2	100	100	0,8	30	30
0,3	70	70	0,9	27	27
0,4	55	55	1,0	25	25
0,5	50	50	Св. 1,0	12	2

### 8.1.2.3 Электрическая дуга и металлические искры при сварке

Для ручной электродуговой сварки существует несколько опасных факторов воздействий на сварщика: поражение электрическим током при прикосновении человека к токовыводящим частям электрической цепи; поражение лучами электрической дуги глаз и открытой поверхности кожи; ожоги от капель брызг металла и шлака при сварке; взрыва в результате проведения сварки вблизи легковоспламеняющихся и взрывоопасных веществ; травмы различного рода механического характера при подготовке трубопровода к сварке и в процессе сварки.

Техника безопасности при проведении сварочных работ ручной электродуговой сваркой.

Для предохранения от брызг расплавленного металла и излучения сварочной дуги, сварщик должен носить положенную спецодежду и спецобувь, а глаза и лицо закрывать специальной маской или щитком со светофильтром. Электросварщику следует работать на резиновом коврике, пользоваться диэлектрическими перчатками. Рабочие места должны быть снабжены индивидуальными аптечками и индивидуальными средствами пожаротушения. Для тушения электрооборудования должны быть применены углекислотные огнетушители.

#### **8.1.2.4 Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу**

Защита органов зрения осуществляется с помощью различных предохранительных очков.

Защита органов дыхания обеспечивается применением различного рода респираторов и противогазов.

Респираторы служат для защиты легких человека от воздействия взвешенной в воздухе пыли, противогазы - для защиты от газов и вредных паров.

В зависимости от содержания кислорода в воздухе применяются следующие противогазы:

- Фильтрующие - при содержании кислорода в воздухе свыше 19 %. Обслуживающий персонал установки обеспечивается противогазами с марками коробок БКФ, возможно применение коробок марки «А».
- Шланговые - применяются при содержании кислорода в воздухе менее 20 % при наличии в воздухе больших концентраций вредных газов (свыше 0,5 % об.). Применение шланговых противогазов обязательно при проведении работ внутри аппаратов, резервуаров и другой аналогичной закрытой аппаратуры.

## 8.2 Экологическая безопасность

Предполагаемый источник загрязнения окружающей среды СПМ (смесь природных меркаптанов), выброс может произойти вследствие разгерметизации технологических трубопроводов во время проведения СМР.

*Защита селитебной зоны.* Территория ГРС относится к классу III — санитарно-защитная зона размером не менее 500 м. На территории ГРС предусмотрены сооружения для аварийного сбора одоранта (сборный коллектор)

*Защита атмосферы.* Для предотвращения выбросов одоранта в атмосферу применяют закрытый способ заправки емкостей.

*Защита гидросферы.* При разливе одоранта не произойдет загрязнение атмосферы, т.к. предусмотрены дренажные сооружения.

*Защита литосферы.* При разливе одоранта на землю применяются известковые растворы, и осуществляется перекопка земли в зоне загрязнения.

## 8.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

### 8.3.1 Анализ наиболее вероятной ЧС и причин ее возникновения

Аварии технологического оборудования могут привести к чрезвычайным ситуациям. На ГРС наиболее вероятная чрезвычайная ситуация это пожар и/или взрыв при проведении работ в газоопасных местах. Как известно для возникновения пожара необходимо одновременное выполнение трех условий, а именно:

1. Наличие горючего материала. Метан - при утечках из технологических трубопроводов природного газа.
2. Наличие окислителя. Отсеки и блоки ГРС имеют непосредственный контакт с окружающей средой, следовательно, содержание кислорода в воздухе рабочей зоны 21%.
3. Наличие источника воспламенения. Источником воспламенения может быть искра при производстве слесарных, сварочных работ, проведении ТО и прочих строительно-монтажных работ.

### 8.3.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

Помещения ГРС в которых проводит работы оператор имеют категории по взрывопожарной и пожарной опасности, согласно СТО Газпром 2-1.1-321-2009:

Таблица 35 – категории по взрывопожарной и пожарной опасности блок-бокса оператора

Помещение операторной	Твердые горючие материалы – карболит, ПВХ, ДСП, полистирол	В4
-----------------------	--	----

Помещение аппаратной	Твердые горючие материалы – карболит, ПВХ, ДСП, полистирол	В3
Помещение аппаратной КИПиА	Твердые горючие материалы – ПВХ, текстолит, полистирол	В3
Помещение пункта распределения метанола	ЛВЖ – метанол	А
Помещение насосной ДЭГ	ГЖ - ДЭГ	В2
Помещение одоризации газа ГРС	ЛВЖ – одорант	А
Помещение ГРП	ГГ – природный газ	А

Превентивными мерами, содействующим уменьшению масштабов ЧС, будут являться: создание и использование систем своевременного оповещения населения, персонала объекта и органов управления, которое позволяет принять своевременные необходимые меры по защите населения и тем самым снизить риски при возникновении ЧС.

Так же для предотвращения ЧС на объекте необходимо усилить контроль над текущим состоянием объекта, уделить особое внимание техническому обслуживанию и обучению персонала. Регулярное проведение инструктажей и учебно-тренировочных мероприятий позволит так же повысить оперативность реагирования на ЧС и снизить риски связанные с ликвидацией ЧС. В перспективе необходимо доукомплектовать территорию ГРС, в местах возможного появления углеводородов, датчиками присутствия газа.

Необходимо своевременно проверять комплектность и состояние первичных средств пожаротушения на территории ГРС.

Необходимо передвигаться по территории ГРС с персональным портативным газоанализатором, вне зависимости от того планируется ли производство работ или нет.

Для тушения пожаров на участке производства необходимо применять углекислотные (ОУ-5 или ОУ-10) и порошковые огнетушители (например, типа ОП-10), которые обладают высокой скоростью тушения, большим временем действия, возможностью тушения электроустановок, высокой эффективностью борьбы с огнем.

Помещения оборудованы пожарными извещателями, которые позволяют оповестить персонал о пожаре.

Действия персонала ГРС при ЧС:

- Сообщить оператору ГРС о возникшей ситуации с описанием деталей;
- Доложить руководству о чрезвычайной ситуации на ГРС и/или газопроводе прилегающему к ГРС;
- Локализовать место аварии (закрыть запорную арматуру в аварийной части газопровода);
- Сообщить в местное управление ГО и ЧС.
- При угрозе жизни покинуть место ЧС.

Дальнейшие действия персонала регламентируются внутренней нормативной документацией эксплуатирующей ГРС организацией, а именно «планом ликвидации аварийных ситуаций».

Согласно Правилам пожарной безопасности, в Российской Федерации ППБ 01-2003 (п. 16) в зданиях и сооружениях (кроме жилых домов) при одновременном нахождении на этаже более 10 человек должны быть разработаны и на видных местах вывешены планы (схемы) эвакуации людей в случае пожара. Поскольку в помещениях ГРС находится только лишь оператор, планы эвакуации не разрабатываются.

#### **8.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**



#### **8.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства**

Нормы трудового права – это правила трудовых отношений, установленные или санкционированные государством посредством законодательных актов.

Нормы трудового права регулируют любые отношения, связанные с использованием личного труда.

Формы их реализации разнообразны:

- собственно, трудовые отношения;
- организация труда и управление им;
- трудоустройство работников;
- социальное партнерство, коллективные отношения;
- содействие занятости безработных лиц;
- организация профессиональной подготовки и повышения квалификации;
- обеспечение мер по охране труда граждан;
- осуществление контроля и надзора за соблюдением законодательства;
- социальная и правовая защита работников, решение трудовых споров;
- деятельность профессиональных союзов;
- отношения взаимной материальной ответственности работника и работодателя;
- защита прав и интересов работодателей.

Рассмотрим регулирование коллективных отношений.

Настоящий коллективный договор является правовым актом, регулирующим социально-трудовые отношения работников ГРС непосредственным работодателем.

Основной задачей коллективного договора является создание необходимых организационно-правовых условий для достижения оптимального согласования интересов сторон трудовых отношений. Согласно коллективному договору Работодатель обязуется:

2.2.1. Обеспечивать Работникам нормальные условия для производительного и качественного труда в соответствии с их профессией, специальностью и квалификацией.

2.2.3. Проводить подготовку и дополнительное профессиональное образование Работников в соответствии с действующими в организации локальными нормативными актами.

2.2.4. Обеспечивать предоставление Работникам прав, социальных и трудовых гарантий и льгот, установленных законодательством Российской Федерации и ее субъектов, Генеральным коллективным договором и настоящим Договором.

2.2.5. Формировать Планово-контрольные показатели организации в части определения расходов Работодателя на социальные выплаты, льготы и компенсации с учетом мнения ОППО организации.

2.2.6. Обеспечивать финансирование выполнения обязательств настоящего Договора в пределах бюджета доходов и расходов Общества.

2.2.7. Обеспечивать участие ОППО организации в разработке и принятии социальных программ.

2.2.8. Обеспечивать участие ОППО организации в управлении организацией в соответствии со статьей 53 Кодекса.

2.2.9. Обеспечивать участие Работников в управлении Обществом в соответствии с главой 8 Кодекса.

2.2.10. Поощрять Работников за заслуги и высокие результаты в труде, профессиональное мастерство и многолетний добросовестный труд в соответствии с законодательством, порядком поощрения наградами организации, утверждаемым локальными нормативными актами Общества.

Порядок обеспечения работников спецодеждой, спецобувью и средствами индивидуальной защиты, стирки и дезинфекции устанавливается локальными нормативными актами работодателя, принимаемыми по согласованию с профкомом.

Перечень изменений и дополнений к нормативам, утвержденным законодательством РФ выдачи спецодежды, спецобуви и средств индивидуальной защиты определяется приложением к коллективному договору.

#### **8.4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

Проектирование рабочих мест, снабженных видеотерминалами, относится к числу важных проблем эргономического проектирования в области вычислительной техники.

Организация рабочего места оператора регламентируется следующими нормативными документами:

ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ, ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 и рядом других.

Эргономическими аспектами проектирования видеотерминальных рабочих мест, в частности, являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, требования к расположению документов на рабочем месте (наличие и размеры подставки для документов, возможность различного размещения документов, расстояние от глаз пользователя до экрана, документа, клавиатуры и т.д.), характеристики рабочего кресла, требования к поверхности рабочего стола, регулируемость элементов рабочего места.

Главными элементами рабочего места программиста или оператора являются стол и кресло. Основным рабочим положением является положение сидя.

Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще, расположено в зоне легкой досягаемости рабочего пространства.

Моторное поле - пространство рабочего места, в котором могут осуществляться двигательные действия человека.

Максимальная зона досягаемости рук - это часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при движении их в плечевом суставе.

Оптимальная зона - часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми предплечьями при движении в локтевых суставах с опорой в точке локтя и с относительно неподвижным плечом.

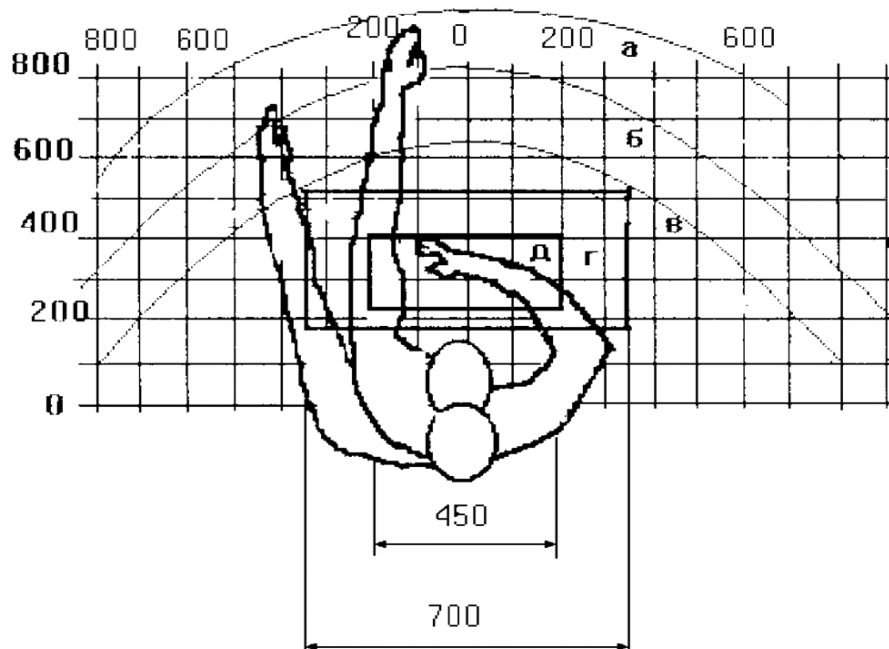


Рисунок 30 - Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости

а - зона максимальной досягаемости;

б - зона досягаемости пальцев при вытянутой руке;

в - зона легкой досягаемости ладони;

г - оптимальное пространство для грубой ручной работы;

д - оптимальное пространство для тонкой ручной работы.

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости:

- дисплей размещается в зоне "а" (в центре);
- системный блок размещается в предусмотренной нише стола;

- клавиатура - в зоне "Г"/"Д";
- манипулятор "мышь" - в зоне "В" справа;
- документация: необходимая при работе - в зоне легкой досягаемости ладони – "В", а в выдвижных ящиках стола - литература, неиспользуемая постоянно.

Для комфортной работы стол должен удовлетворять следующим условиям:

- высота стола должна быть выбрана с учетом возможности сидеть свободно, в удобной позе, при необходимости опираясь на подлокотники;
- нижняя часть стола должна быть сконструирована так, чтобы программист мог удобно сидеть, не был вынужден поджимать ноги;
- поверхность стола должна обладать свойствами, исключающими появление бликов в поле зрения программиста;
- конструкция стола должна предусматривать наличие выдвижных ящиков (не менее 3 для хранения документации, листингов, канцелярских принадлежностей).
- высота рабочей поверхности рекомендуется в пределах 680-760мм. Высота поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть около 650 мм.

Большое значение придается характеристикам рабочего стула (кресла).

Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также

регулируемым по расстоянию спинки от переднего края сиденья. Конструкция стула должна обеспечивать:

- ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм;
- поверхность сиденья с закругленным передним краем;
- регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400 - 550 мм и углов наклона вперед до  $15^{\circ}$  и назад до  $5^{\circ}$ ;
- высоту опорной поверхности спинки  $300 \pm 20$  мм, ширину - не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости - 400 мм;
- угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах  $0 \pm 30^{\circ}$ ;
- регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах 260-400 мм;
- стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной - 50-70 мм;
- регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах  $230 \pm 30$  мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350 - 500 мм.

Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой с нескользящим, не электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнения.

Кресло следует устанавливать на такой высоте, чтобы не чувствовалось давления на копчик (это может быть при низком расположении кресла) или на бедра (при слишком высоком).

Оператор должен сидеть прямо, опираясь в области нижнего края лопаток на спинку кресла, не сутулясь, с небольшим наклоном головы вперед (до 5-7°). Предплечья должны опираться на поверхность стола, снимая тем самым статическое напряжение плечевого пояса и рук.

Рабочее место должно быть оборудовано подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20°. Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм.

Необходимо предусматривать при проектировании возможность различного размещения документов: сбоку от видеотерминала, между монитором и клавиатурой и т.п. Кроме того, в случаях, когда видеотерминал имеет низкое качество изображения, например, заметны мелькания, расстояние от глаз до экрана делают больше (около 700мм), чем расстояние от глаза до документа (300 - 450мм). Вообще при высоком качестве изображения на видеотерминале расстояние от глаз пользователя до экрана, документа и клавиатуры может быть равным.

Положение экрана определяется:

- расстоянием считывания (0,6...0,7м);
- углом считывания, направлением взгляда на 20° ниже горизонтали к центру экрана, причем экран перпендикулярен этому направлению.

Должна также предусматриваться возможность регулирования экрана:

- по высоте +3 см;



- по наклону от  $-10^{\circ}$  до  $+20^{\circ}$  относительно вертикали;
- в левом и правом направлениях.

Причина неправильной позы пользователей обусловлена следующими факторами:

- нет хорошей подставки для документов;
- клавиатура находится слишком высоко, а документы – низко;
- некуда положить руки и кисти;
- недостаточно пространство для ног.

Создание благоприятных условий труда и правильное эстетическое оформление рабочих мест на производстве имеет большое значение, как для облегчения труда, так и для повышения его привлекательности, положительно влияющей на производительность труда.

## **Заключение**

В процессе проведения работы спроектирована система, позволяющая управлять одоризационной установкой типа БАОГ. Представленное техническое решение поможет полностью заменить электронный блок управления установкой.

На основе проведенных исследований возможна разработка блоков управления одоризаторами различных типов, что имеет коммерческий потенциал. Система нуждается в тестировании и опытной эксплуатации для выявления недостатков и улучшения режимов работы.

### Список публикация студента

1. Усов Л. О. , Тутов И. А. Разработка и реализация ЦМУ с дистанционным управлением режимами работы на базе контроллера AVR ATMEL ATMEGA 328PU [Электронный ресурс] // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 2 т., Томск, 12-14 Ноября 2014. - Томск: ТПУ, 2014 - Т. 1 - С. 281-282. - Режим доступа: [http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2014/C04/V1/C04\\_V1.pdf](http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2014/C04/V1/C04_V1.pdf) [91802-2015]



### Список использованных источников

1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. Томск, 2009. – 280с.
2. Ключев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Ключев А. А.; под ред. А.С. Ключева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
3. Комиссарчик В.Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие. Тверь 2001. – 247 с.
4. ГОСТ 21.408-93 Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов М.: Издательство стандартов, 1995. – 44с.
5. Разработка графических решений проектов СДКУ с учетом требований промышленной эргономики. Альбом типовых экранных форм СДКУ. ОАО «АК Транснефть». – 197 с.
6. Комягин А. Ф., Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП газонефтепроводов. Ленинград, 1983. – 376 с.
7. Попович Н. Г., Ковальчук А. В., Красовский Е. П., Автоматизация производственных процессов и установок. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986. – 311с.
8. Википедия [Электронный ресурс] . Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/>. — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ. Дата обращения: 05.05.2015 г.
9. РМГ 62–2003. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Оценивание погрешности

измерений при ограниченной исходной информации ВНИИМС Госстандарта России. М., 2003.– 17 с

10. ГОСТ 8.586.5-2005. Методика выполнения измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. - М.: Стандартинформ, 2007. - 10 с.

11. ВРД 39-1.10-069-2002. Положение по технической эксплуатации газораспределительных станций магистральных газопроводов. - М.: ОАО "Оргэнергогаз" , 2012. - 88с.

12. Компания ЭлеСи: промышленная автоматизация [Электронный ресурс] . Режим доступа: <http://elesy.ru/>. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. Дата обращения: 09.05.2015 г.

13. Компания Эмерсон: промышленная автоматизация [Электронный ресурс] . Режим доступа: <http://www2.emersonprocess.com/ru-ru/pages/home.aspx> – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. Дата обращения: 09.05.2015 г.

14. Некоторые проблемы одоризации газа, Б.К. Ковалёв [Электронный ресурс] . Режим доступа: [http://www.gazprommash.ru/factory/vestnik/vestnik1/vestnik\\_st6/](http://www.gazprommash.ru/factory/vestnik/vestnik1/vestnik_st6/) – Загл. с экрана. –Яз. рус., англ. Дата обращения: 01.05.2015 г.

15. Узел управления ЭПУУ-15, ТУ 4210-036-00153695-2006. Завод «Калининград автоматика» [Электронный ресурс] . Режим доступа: <http://www.kga.ru/product/uzel-upravleniya-elektropnevmaticheskii-epuu-15>– Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. Дата обращения: 01.05.2015 г.

## **Приложение А**

### **Раздел на Иностранном языке**

## **3. Gas odorization**

### **3.1 Introduction**

Natural gas is an odorless and colorless flammable gas. Natural gas odorization means operations involving addition of an odorant to gas to ensure characteristic odor of natural gas in order for people the odor to be distinctive and unpleasant so that the presence of gas in air in concentrations below the lower explosive limit (LEL) is readily detectable. By the odorant addition any physical or chemical property (except the smell) of natural gas cannot be changed. Generally speaking, in the process of natural gas delivering for both public and industrial use, odorization provides safety for those who use it.

Starting with the year 1807 when Pall-Mall in London was experimentally illuminated, the beginnings of gas industry in the European countries were exclusively associated with town gas.

Historically, first gas odorization was carried out in Germany in 1880's by Von Quaglio who used ethyl mercaptan for detecting gas leakages of blue water gas. However, the real begging of widespread odorization started in US in 1930's as a consequence of the New London's disaster. Natural gas was leaked from the connection to the pipeline. A spark is believed to have ignited the accumulated gas-air mixture leaving behind totally collapsed building and approximately 319 casualties. As a consequence of this accident the use of odorants in USA and Canada was enacted.

Regulations in force in most European countries are similar (e.g. DVGW G280 in Germany), differing only in that there is a requirement for detectability of

gas when 1/5 of lower flammable limit (LFL) is achieved. In practice, this represents 1% concentration of natural gas in the air. Used as an example may be Japan where natural gas used as CNG (compressed natural gas) must be detectable by smell whenever concentration in the air reaches 1.000ppm. In practice this represents the value of 0.1%. [4]

### 3.2 Gas Odorants

Modern gas odorants can be divided into two basic groups. The “classic” sulfur-based odorants which are further subdivided to alkyl mercaptans, alkyl sulfides and cyclic sulfides and new types of sulfur-free odorants based on acrylates which are being introduced to the market in recent years and have their special potential especially in environmental issues due to the zero sulfur dioxide emissions after gas combustion.

Basic requirements for odorants apply both to their physiological effects and on their physiochemical properties. Ideally odorants should have a characteristic “gassy odor”. As for physiological properties, these include in particular:

- Piercing, strong and unmistakable odor;
- Odor must remain perceptible as long as the fault of technical equipment is detected and removed;
- Odorant combustion must not produce toxic and irritating products.

The most important physiochemical properties include:

- Odorants must be chemically stable, must not react with gas components, piping material, rust, etc.;



- Odorants must have high enough vapor pressure in order to avoid condensation at operating pressure ;
- Odorants must not have a corrosive effect on gas equipment in concentrations used;
- Odorants must have a minimum tendency to soil adsorption during gas leaks from pipes;
- Odorant smell must not be masked by the presence of higher hydrocarbons;
- Odorants must not contain water and must not be diluted with water due to possible subsequent corrosion of the equipment. [4]

### 3.3 Types of odorants

#### 3.3.1 Tetrahydrothiophene (THT)

THT is the sole representative of cyclic sulfides used in odorization of gas and is the archetype of “stand alone” odorants; due to poor soil permeability it is nevertheless used in blends with e.g. TBM. THT is most resistant to pipeline oxidation a due to its low odor impact it is difficult to over-odorize with this type of odorant. THT is slightly skin irritant and has a moderate narcotic effect.

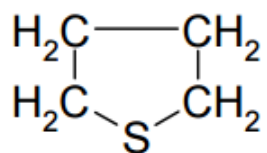


Fig. 1 – Tetrahydrothiophene

Table 1. The properties of Tetrahydrothiophene

Formula	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> S
Molecular weight	88.172
CAS reg. number:	110-01-0
Specific gravity	1.000
Boiling point	115 – 124 °C
Freezing point	-96°C
Flash point	-7 °C
Total sulfur content	(Wt. %)

### 3.3.2 Dimethyl sulfide (DMS)

DMS is characterized by good oxidation stability and good soil permeability. It is mainly used in blends with TBM, but thanks to its relatively high pressure of vapor in blends with DMS it is not quite suitable for vaporization type odorizers. DMS is a “garlic stinking” compound that causes nausea in higher concentrations. With its effect it first stimulates and then frustrates the nervous system.

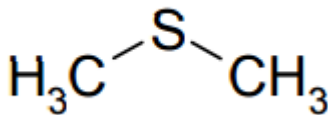


Fig. 2– Dimethyl Sulfide

Table 2 The properties of Dimethyl Sulfide

Formula	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S
Molecular weight	62.135
CAS reg. number:	75-18-3
Specific gravity	0.8

Boiling point	37 °C
Freezing point	-98°C
Flash point	-38 °C
Total sulfur content	51.61 (Wt. %)

### 3.3.3 Ethyl mercaptan (EM)

Ethyl mercaptan is a classical odorant used in Russia. The rate of odorization of gas is 16g per 1000m<sup>3</sup>.

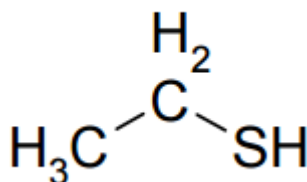


Fig. 3 – Ethyl Mercaptan

Table 3 . The properties of Ethyl Mercaptan

Formula	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S
Molecular weight	62.135
CAS reg. number:	75-08-1
Specific gravity	0.839
Boiling point	34 - 37 °C
Freezing point	-148 - -121°C
Flash point	-48 °C
Total sulfur content	51.61 (Wt. %)

### 3.3.4 Methyl acrylate (MA) & Ethyl acrylate (EA)

MA and EA are the main components (together with Methylethyl Pyrazine) of the sulfurfree odorant. They perform good permeability through soil (which is slightly lower in case of dry soil) and low odor threshold. Under certain circumstances they can be “washed out” from the gas stream particularly if hydrocarbon condensate occurs within the pipeline.

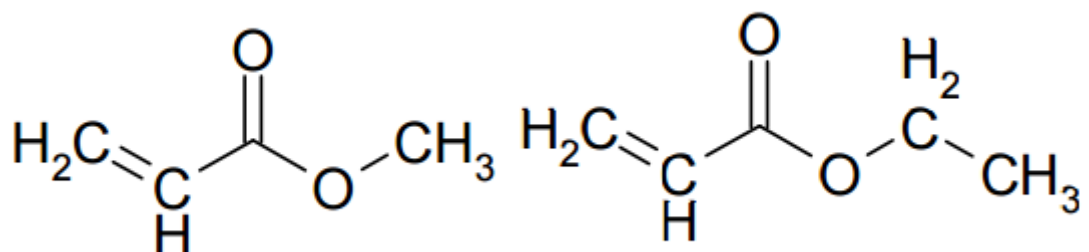


Fig. 4 – Methyl acrylate (MA) & Ethyl acrylate (EA)

Table 4. The properties of EA & MA

Formula	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O	C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>
Molecular weight	86.0892	100.1158
CAS reg. number:	96-33-3	140-88-5
Specific gravity	0.9535 – 0.9574	0.9
Boiling point	78 - 81 °C	99 - 100 °C
Freezing point	--75°C	-72°C
Flash point	-3 °C	8.3 °C
Formula	- (Wt. %)	- (Wt.%)

### 3.3.5 Odorant blends

The odorants used today are typically a blend made and they fall into four main categories, which are:

- All mercaptan blends;
- Mercaptan/Alkyl sulfide blends;
- Tetrahydrothiophene/mercaptan blends;
- Acrylates blends (sulfur free).

The main reason for odorant blending is to reach specific properties of an odorant for use under different conditions or to improve some of its characteristic.

### 3.3.6 Odorants used in Russia

One of the first odorants to be used in Russia was ethyl mercaptan. However, this odorant was not chemically stable, and as a consequence it was oxidized in the pipelines to form a disulfide, which has much lower odor intensity. It also has a water solubility of 7.45 g / l, an odorization rate of 16 g per 1000 Nm<sup>3</sup> of gas, a density of 0.847.

Since 1984 a blend of natural mercaptans (BNM) has been used for odorization in most gas distribution stations in Russia. This odorant is produced in Orenburg and has a multicomponent composition.

Table 5. Percentage of odorant of BNM

Ethyl mercaptan,%	< 44
Isopropyl mercaptan,%	31
Butyl mercaptan,%	11
N-propyl mercaptan,%	6

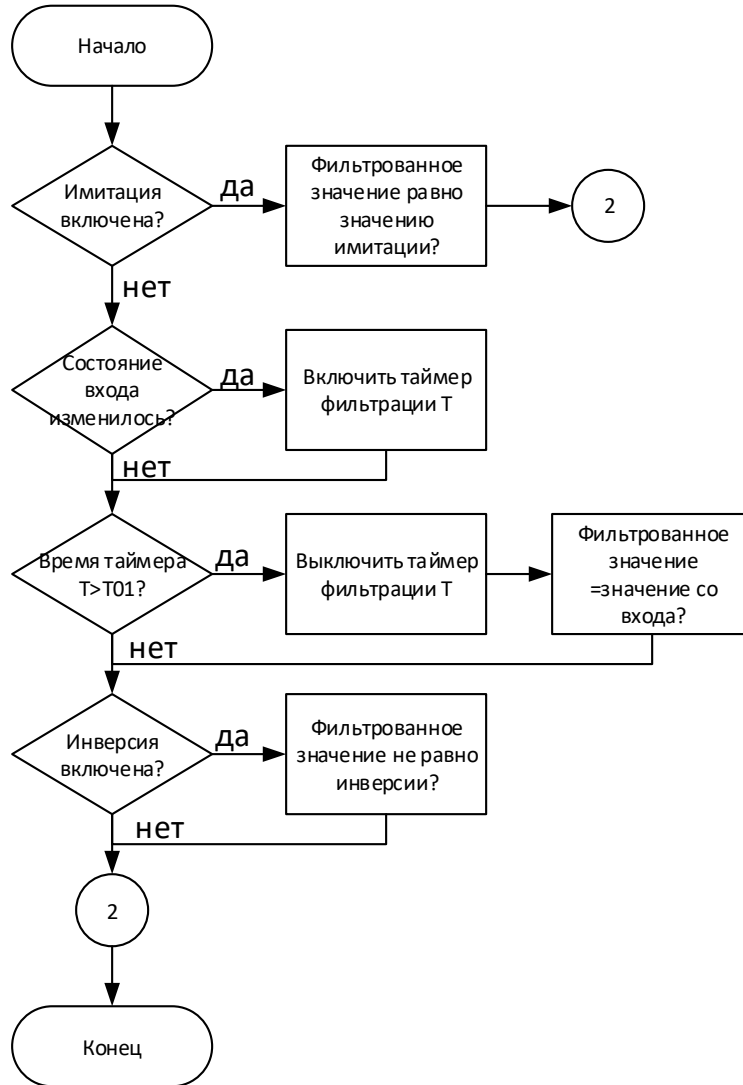
Tert-butyl mercaptan,%	5
N-butyl mercaptan,%	1,5
Tetrohydrothiophene,%	1.5

The production of this odorant is regulated in TU 51-31323949-94-2002.

Odorization rate is the same as for ethyl mercaptan - 16g per 1000nm<sup>3</sup> of gas.

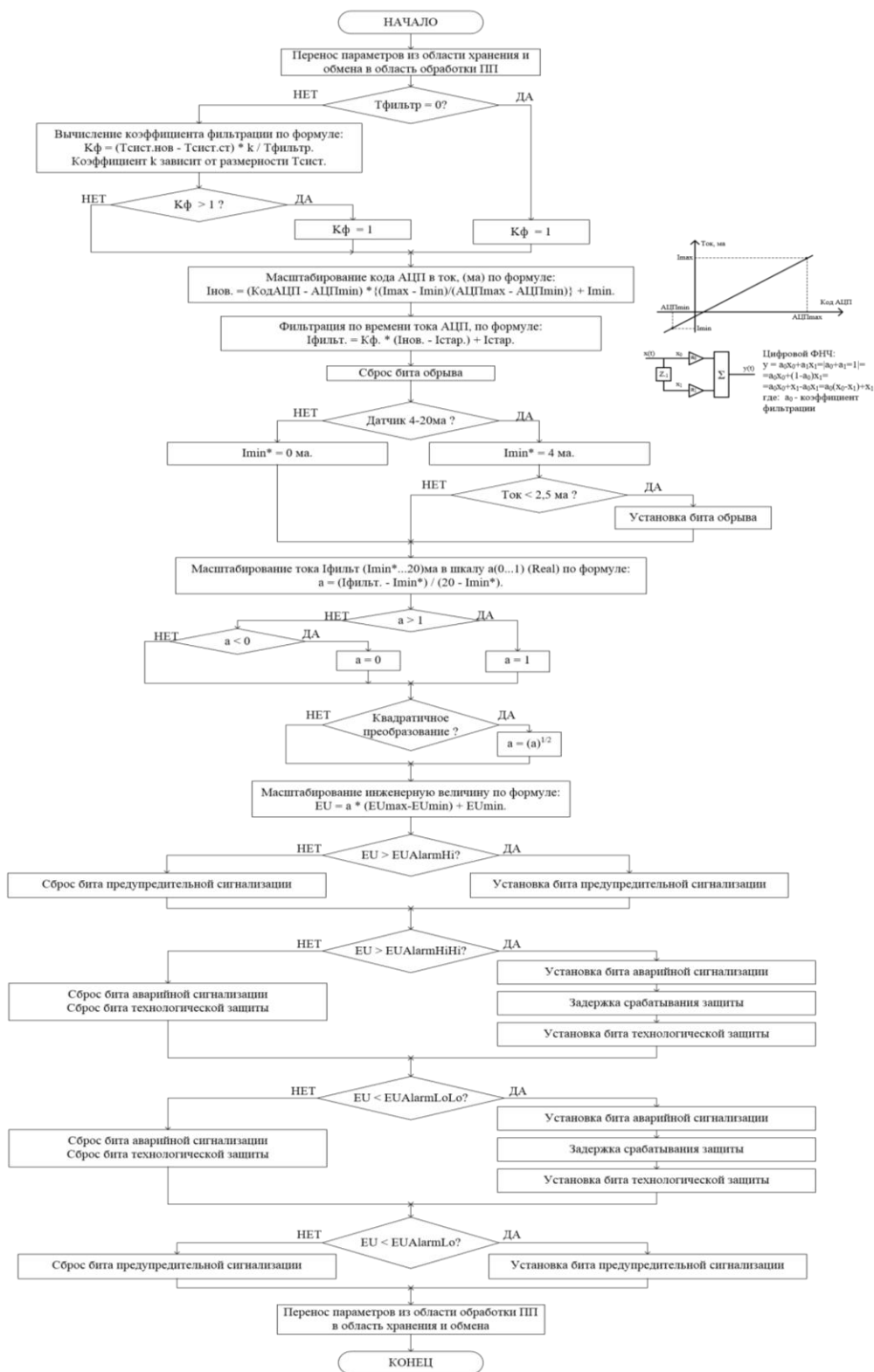
## Приложение Б

### Блок схема алгоритма обработки дискретных входных параметров



## Приложение В

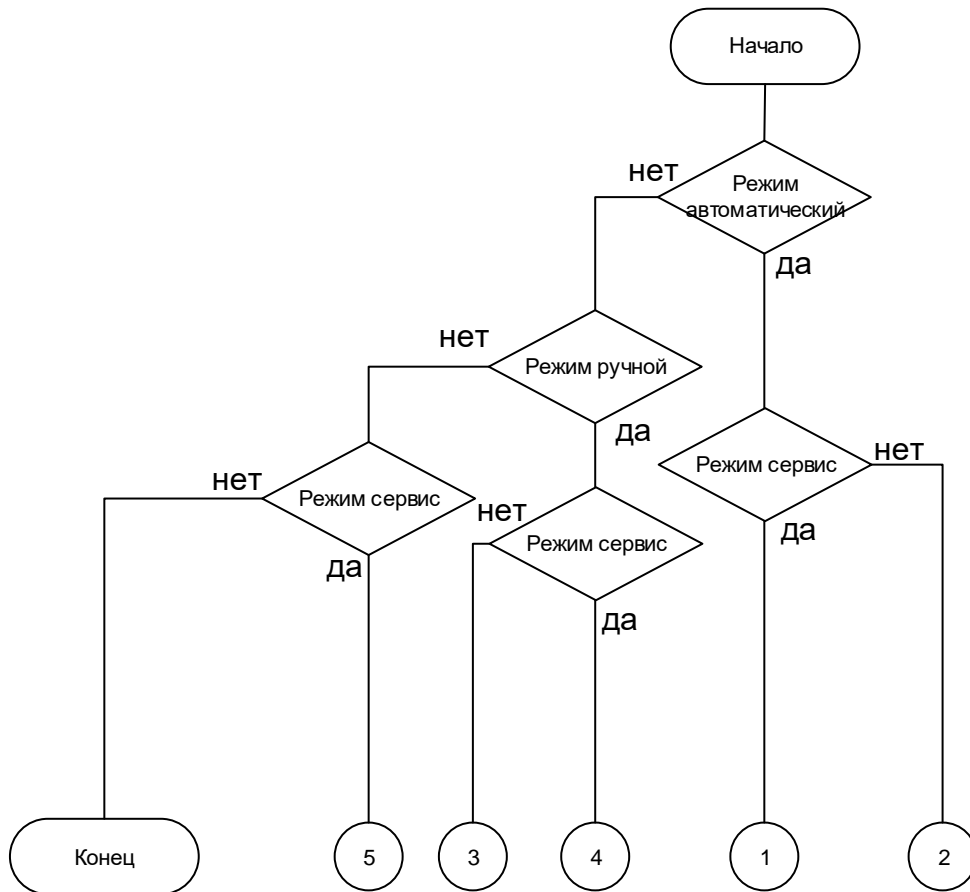
### Блок схема алгоритма обработки аналоговых входных параметров





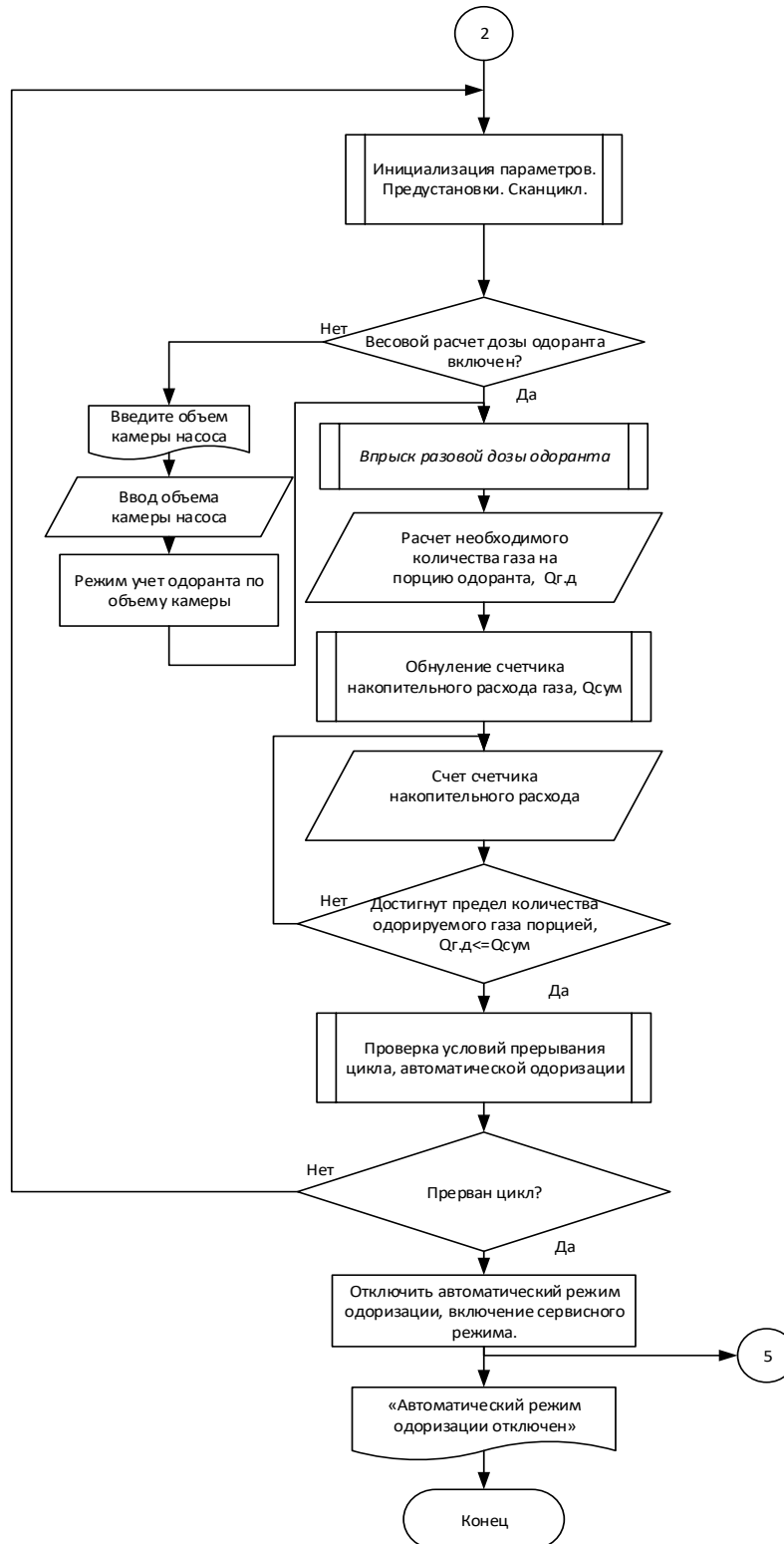
# Приложение Г

## Алгоритм выбора режима работы установки



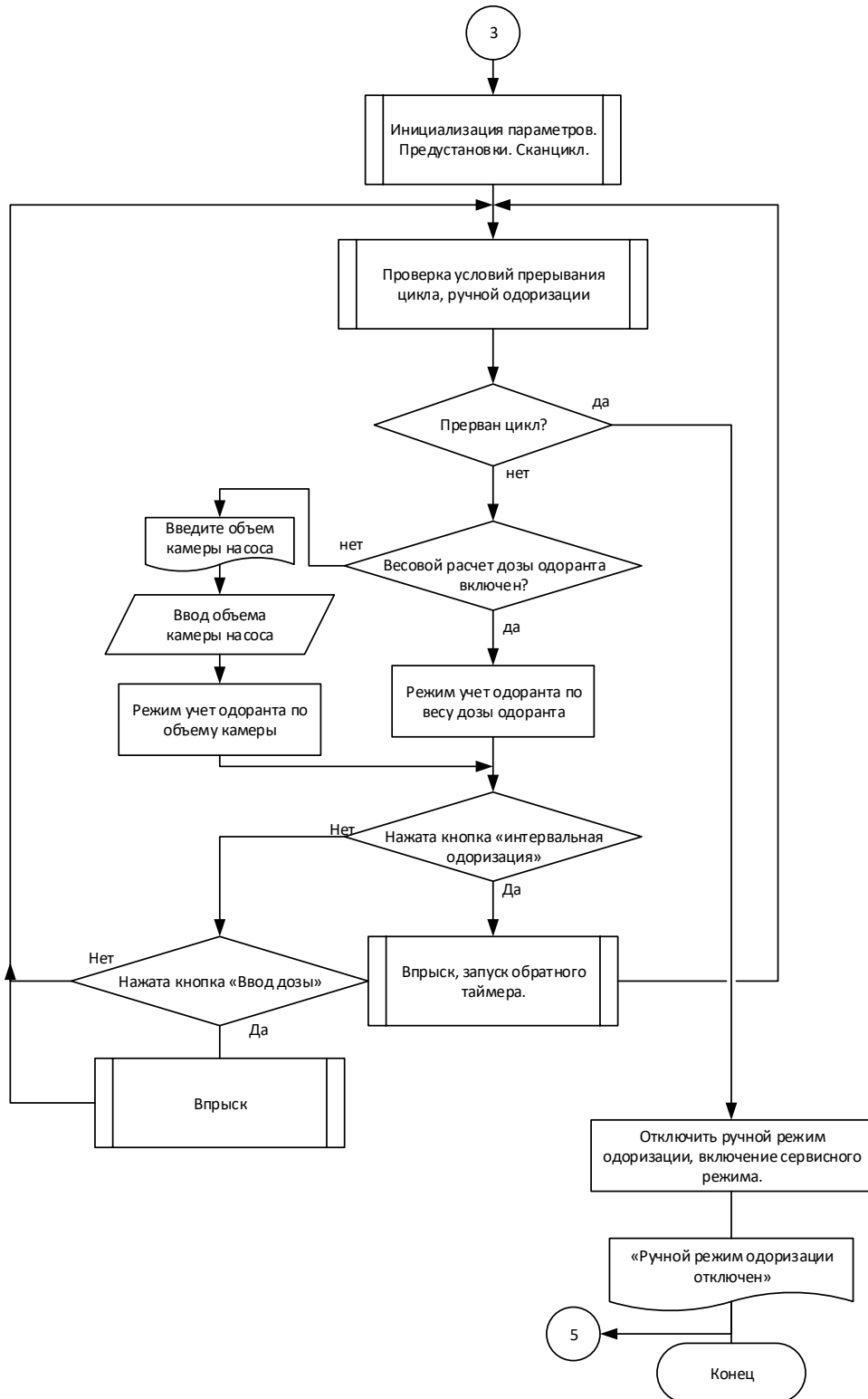
## Приложение Д

### Алгоритм работы установки в автоматическом режиме



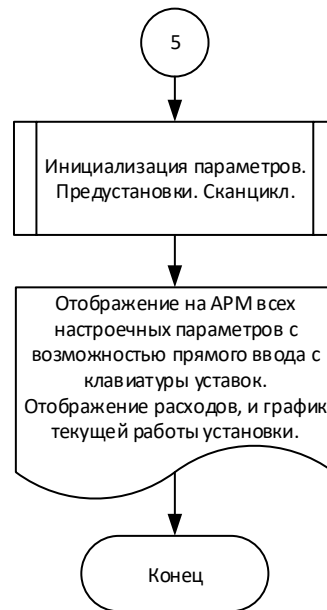
## Приложение Ж

### Алгоритм работы установки в ручном режиме



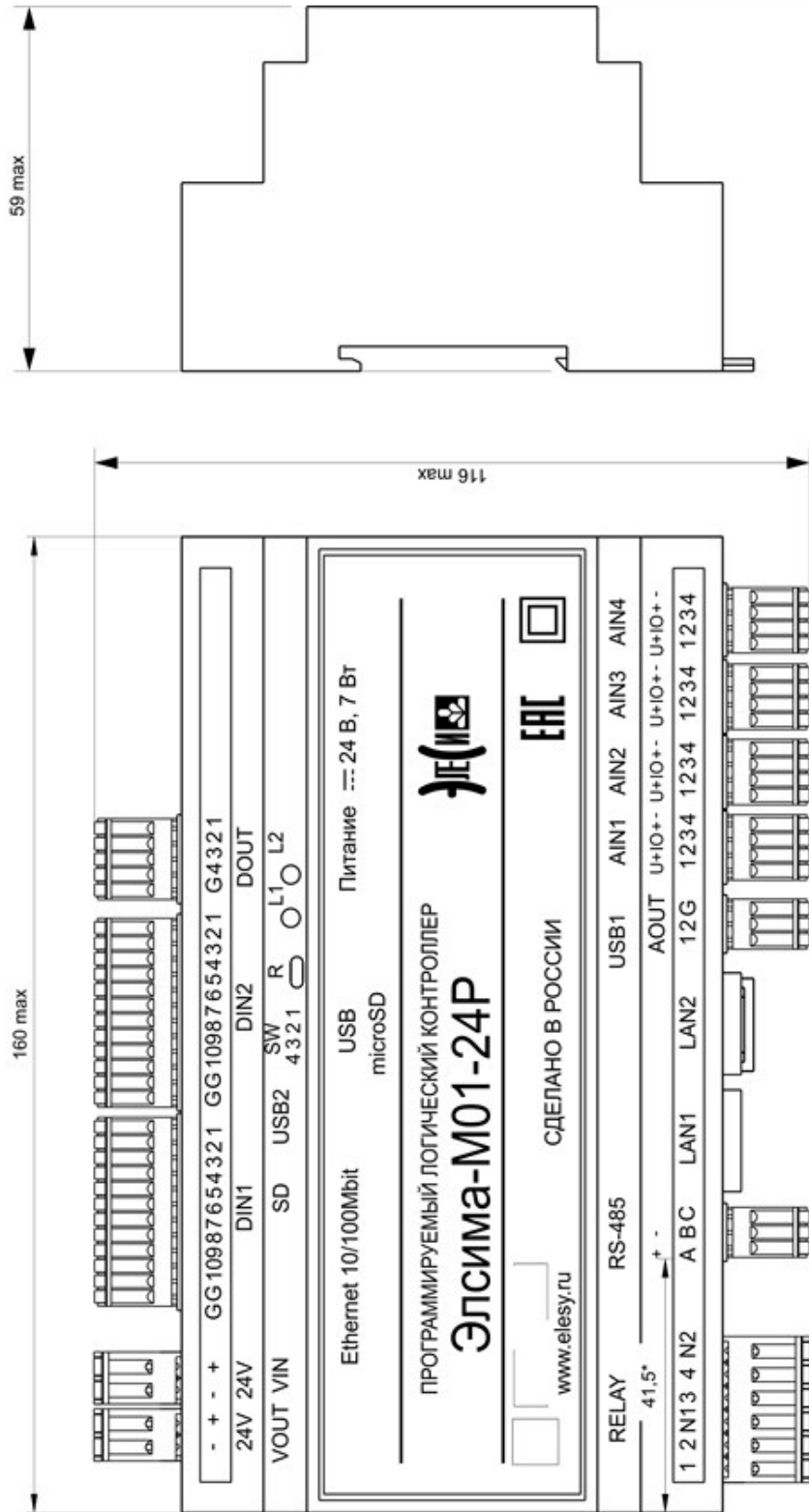
## Приложение И

### Алгоритм работы установки в сервисном режиме



## Приложение К

### Габаритные и установочные размеры ПЛК Элсима-М01



## Приложение Л

### Схема внешних проводок блока одоризации

