

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
 Отделение школы (НОЦ) – Автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Лабораторный комплекс для изучения датчика давления Элемер АИР-30

УДК 004.896:622.279.8.002.5:66.045.1

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т41	Джуманов Фархат Фаритович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Скороспешкин М. В.	К.Т.Н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суханов А. В.	К.Х.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Конотопский В. Ю.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Мезенцева И. Л.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Воронин А. В.	К.Т.Н.		
Руководитель ОАР ИШИТР	Леонов С. В.	К.Т.Н.		

Томск – 2019 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результата	Результат обучения (Выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Обладать естественнонаучными и математическими знаниями для решения инженерных задач в области разработки, производства и эксплуатации систем управления техническими объектами и средств автоматизации.
P2	Обладать знаниями о передовом отечественном и зарубежном опыте в области управления техническими объектами с использованием вычислительной техники
P3	Применять полученные знания (P1 и P2) для формулирования и решения инженерных задач при проектировании, производстве и эксплуатации современных систем управления техническими объектами и их составляющих с использованием передовых научно-технических знаний, достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств.
P4	Уметь выбирать и применять соответствующие методы анализа и синтеза систем управления, методы расчета средств автоматизации, уметь выбирать и использовать подходящее программное обеспечение, техническое оборудование, приборы и оснащение для автоматизации и управления техническими объектами.
P5	Уметь находить электронные и литературные источники информации для решения задач по управлению техническими объектами.
P6	Уметь планировать и проводить эксперименты, обрабатывать данные и проводить моделирование с использованием вычислительной техники, использовать их результаты для ведения инновационной инженерной деятельности в области управления техническими объектами.
P7	Демонстрировать компетенции, связанные с инженерной деятельностью в области научно-исследовательских работ, проектирования и эксплуатации систем управления и средств автоматизации на предприятиях и организациях – потенциальных работодателях, а также готовность следовать их корпоративной культуре
Универсальные компетенции	
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально-экономических различий.
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации и управления техническими объектами, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам.
P10	Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа информационных технологий и робототехники

Направление подготовки – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Уровень образования – бакалавр

Отделение школы (НОЦ) – Автоматизации и робототехники

Период выполнения – весенний семестр 2018/2019 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа
(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	20.05.2019 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Основная часть	60
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
	Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Скороспешкин М. В.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Воронин А. В.	к.т.н., доцент		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
Отделение Автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

(Подпись)

(Дата)

Воронин А.В.

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т41	Джуманов Фархат Фаритович

Тема работы:

Лабораторный комплекс для изучения датчика давления Элемер АИР-30

Утверждена приказом директора (дата, номер)	№3479/с от 06.05.2019 г.
---	--------------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	20.05.2019 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (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.).	- Измерительный преобразователь давления Элемер АИР-30. - Программный пакет HART Config. - Калибратор давления Метран 515. - Регистратор многоканальный Элемер РМТ 29/М1 - Лабораторный стенд.
---	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <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>	1. Изучение измерительного преобразователя давления Элемер АИР-30. 2. Изучение программного пакета HART Config. 3. Изучение регистратора Элемер РМТ 29/М1. 4. Создание программно-методического обеспечения для выполнения лабораторной работы.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	Презентация в формате *.pttx, 13 слайдов Слайд 1 – Тема ВКР. Слайд 2 – Цель и задачи ВКР. Слайд 3 – Схема внешних подключений. Слайд 4 – Структурная схема. Слайд 5 – Датчик Элемер АИР-30. Слайд 6 – Характеристики Элемер АИР-30. Слайд 7 – HART-Модем НМ-10/U. Слайд 8 – Калибратор давления Метран 515. Слайд 9 – Регистратор многоканальный технологический Элемер РМТ 29/М1. Слайд 10 – Программа HART Config. Слайд 11 – Программно-методическое обеспечение. Слайд 12 – Методическое обеспечение. Слайд 13 – Заключение.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Конотопский Владимир Юрьевич
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	26.03.2019 г.
--	----------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Скороспешкин М. В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т41	Джуманов Ф.Ф.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
З-8Т41	Джуманов Фархат Фаритович

Институт	Электронного обучения	Кафедра	ОАР
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Должностной оклад научного руководителя – 19052 руб. Должностной оклад инженера – 9489 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Норма амортизации ПК– 40%
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Социальные отчисления – 30% от ФЗП НДС – 20%
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Планирование работ и их временная оценка
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Смета затрат на выполнение ВКР
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Выполнение
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
График Ганта	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.03.2019
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Конотопский Владимир Юрьевич	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-8Т41	Джуманов Фархат Фаритович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т41	Джуманов Фархат Фаритович

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	В выпускной квалификационной работе рассматривается процесс исследования датчика давления Элемер АИР-30 и разработки методики калибровки при помощи калибратора Метран 515 в 113 аудитории 10 корпуса ТПУ
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Требования к организации оборудования рабочих мест с ПК регулируется СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Анализ выявленных опасных факторов: - электробезопасность; - повышенный уровень ЭМП; - освещённость.
3. Экологическая безопасность:	При исследовании характеристик прибора не было обнаружено влияний на окружающую среду.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	В аудиторном помещении возможно ЧС техногенного характера – пожар (возгорание).

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент ООТД	Мезенцева И.Л.			03.05.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3–8Т41	Джуманов Фархат Фаритович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 180 страниц, 33 рисунка, 22 таблиц, 16 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: Измерительный преобразователь давления Элемер АИР-30, Программный пакет HART Config, HART-протокол, Калибратор давления Метран 515, Элемер PMT 29/M1, Программно-методическое обеспечение.

Цель работы - создание программно-методического обеспечения для выполнения лабораторной работы по изучению измерительного преобразователя давления Элемер АИР-30, которое будет использовано в учебном процессе.

Разработанное программно-методическое обеспечение предназначено для выполнения лабораторной работы в отделе ОАР Томского политехнического университета.

Содержание

Введение	11
1 Назначение и технические характеристики Элемер АИР-30	12
1.1 НАЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕМЕР АИР-30	12
1.2 ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	12
1.3 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕМЕР АИР-30	16
1.4 УСТРОЙСТВО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЭЛЕМЕР АИР-30	24
1.5 КОНСТРУКЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ МОДУЛИ	25
1.6 ЭЛЕМЕНТЫ ИНДИКАЦИИ ЭЛЕМЕР АИР-30.....	28
1.7 ЭЛЕМЕНТЫ КОММУТАЦИИ ЭЛЕМЕР АИР-30.....	30
1.8 ПРИНЦИП И РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЭЛЕМЕР АИР-30	30
2 Структурная схема лабораторного комплекса и его функциональные возможности	34
2.1 ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ БП906/24-2.....	35
2.2 HART-Модем НМ-10/U.....	38
2.3 КАЛИБРАТОР ДАВЛЕНИЯ МЕТРАН 515.....	39
2.4 РЕГИСТРАТОР МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕР РМТ 29/М1 ...	42
2.5 СХЕМА ВНЕШНИХ СОЕДИНЕНИЙ ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА.....	69
3 Программа HART CONFIG	70
3.1 НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ HART CONFIG	70
3.2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ТРЕБОВАНИЯ К АПАРАТНОМУ И ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПРОГРАММЫ HART CONFIG.....	71
3.3 МЕНЮ ПРОГРАММЫ	72
4 Программно-методическое обеспечение для выполнения лабораторной работы «изучение измерительного преобразователя давления Элемер АИР-30».....	86
4.1 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ	86
4.2 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.....	86
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	88
5.1 ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТ	88
5.1.1 Продолжительность этапов работ	89
5.2 СМЕТА ЗАТРАТ НА ПРОЕКТ.....	93
5.2.1 Материальные затраты	93
5.2.2 Амортизация компьютерной техники.....	94
5.2.3 Затраты на заработную плату	94
5.2.4 Затраты на социальные нужды	95
5.2.5 Затраты на электроэнергию.....	96
5.2.6 Прочие затраты.....	96
5.2.7 Расчет НДС	97

5.3 ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА	97
5.4 ВЫВОД	97
6 Социальная ответственность.....	98
6.1 ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	99
6.2 Профессиональная социальная ответственность.....	101
6.3 Экологическая безопасность.....	108
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	108
Заключение.....	111
Список использованных источников	113
Приложение А. Методические указания по выполнению лабораторной работы	115

Введение

Автоматизация технологических процессов является одним из важных направлений для повышения производительности и эффективности общественного труда. Для решения проблем в создании эффективного технологического оборудования, важнейшую роль играют контрольно измерительные приборы. Разработка современных систем автоматизации требуют глубоких знаний в области технических средств. Подготовка специалистов, владеющими такими знаниями, не возможна без использования специализированных лабораторных комплексов. В настоящее время широко применяются измерительные преобразователи давления Элемер АИР-30, которые используются в работе систем автоматического контроля, сигнализации, защиты и управления технологическими процессами, а так же для отображения и регистрации показаний прибора используются современные регистраторы. Примером такого регистратора является Элемер РМТ 29/М1. Элемер АИР-30 обеспечивают непрерывное преобразование давления избыточного, абсолютного и давления разряжения, разности давлений, гидростатического давления нейтральных и агрессивных сред в унифицированный токовый выходной сигнал дистанционной передачи, а также цифровой сигнал на базе HART-протокола. Настоящая работа связана с созданием программно-методического обеспечения для изучения измерительных преобразователей давления Элемер АИР-30 и многоканального регистратора Элемер РМТ 29/М1.

1 Назначение и технические характеристики Элемер АИР-30

1.1 Назначение Элемер АИР-30

Измерительный преобразователь давления Элемер АИР-30 предназначен для преобразования значений давления. Абсолютное давление, избыточное давление, избыточное давление разрежения, разность давлений и гидростатическое давление (уровня) жидких и газообразных, в том числе агрессивных сред, включая жидкий и газообразный хлор и хлорсодержащие продукты преобразуются в унифицированный выходной токовый сигнал, а так же в цифровой сигнал на базе HART-протокола [1].

Элемер АИР-30 (в отличие от Элемер АИР-30Ех) осуществляют функцию сигнализации и автоматического регулирования контролируемых параметров, с помощью двух типов реле: электромеханических и оптореле.

Взрывозащищенные Элемер АИР-30Ех, осуществляют функцию сигнализации и регулирования при помощи оптореле.

1.2 Основные характеристики

Элемер АИР-30 (кроме Элемер АИР 30-Ех, Элемер АИР-30Ех) осуществляют функцию сигнализации и автоматического регулирования контролируемых параметров, с помощью двух типов реле электромеханических и оптореле [1].

Элемер АИР-30 разделяются на несколько видов исполнения по типу надёжности, приведенные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Вид исполнения

Вид исполнения	Код исполнения	Код исполнения при заказе
Общепромышленное	-	-
Атомной повышенной надежности	А	А
Атомной повышенной надежности, взрывозащищенное	АЕх	АЕх
Взрывозащищенное «искробезопасная электрическая цепь»	Ех	Ех
Взрывозащищенное «взрывонепроницаемая оболочка»	Ехd	Ехd
Кислородное	-	К

Элемер АИР-30 разделяются также по коду исполнения конструкции корпуса, приведённые в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Код исполнения корпуса

Исполнение корпуса	Код исполнения корпуса при заказе
С кнопками на панели индикатора под крышкой со стеклом	P1*
С кнопками на наружном блоке управления	P2
С кнопками на панели индикатора под крышкой без стекла	P3
Примечание –* Базовое исполнение.	

Оптореле в выключенном состоянии минимизирует ток утечки до 1 мкА при максимально допустимом напряжении (постоянном или пиковом переменном), равном 250 В.

Коды, при заказе устройств, приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Код исполнительного устройства сигнализации

Исполнительное устройство сигнализации	Код исполнительного устройства сигнализации при заказе
Оптореле 250 В х 80 мА	RO
Электромеханическое реле 250 В х 3 А	RM
Отсутствует*	-
Примечание –* Базовое исполнение.	

Электромеханические реле каналов сигнализации обеспечивают коммутацию тока. Переменного тока:

- при напряжении 250 В до 3 А на активную нагрузку;
- при напряжении 250 В до 1 А на индуктивную нагрузку ($\cos\phi \geq 0,4$).

Постоянного тока:

- при напряжении 250 В до 0,1 А на активную и индуктивную нагрузки;
- при напряжении 30 В до 1 А на активную и индуктивную нагрузки;
- до 160 мА, при температуре окружающего воздуха $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$;
- до 40 мА, при температуре окружающего воздуха не более $+60^\circ\text{C}$.

Оптореле каналов сигнализации обеспечивают коммутацию:

- до 80 мА, при температуре окружающего воздуха (23±2) °С;
- до 20 мА, при температуре окружающего воздуха не более +60 °С.

Во взрывозащищенных датчиках Элемер АИР-30Ех и Элемер АИР-30АЕх для коммутации переменного и постоянного тока применяются оптореле при напряжении:

- $U_0 \leq 28$ В до 80 мА, при температуре окружающего воздуха (23±2) °С;
- $U_0 \leq 28$ В до 20 мА, при температуре окружающего воздуха не более +60 °С.

Датчики Элемер АИР-30, согласно ГОСТ 22520-85, являются одноканальными по числу преобразуемых входных и унифицированных выходных сигналов. По зависимости выходного сигнала от входного – с линейной зависимостью или с функцией извлечения квадратного корня в соответствии с таблицей 1.4.

Таблица 1.4 – Код выходного сигнала

Выходной сигнал	Код выходного сигнала при заказе
(4–20) мА	42*
(4–20) мА или (0–5) мА	05
(4–20) мА и HART-протокол	42H
Примечание –* Базовое исполнение.	

В зависимости от возможности перестройки диапазона измерения – многопредельными, перенастраиваемыми [2].

В Элемер АИР-30 в избежание обратной полярности питающего напряжения предусмотрена защита.

Об измеряемой величине Элемер АИР-30 могут передавать сигнал постоянного тока (4–20) мА и в цифровом виде с HART-протоколом по двухпроводной линии связи.

Цифровой сигнал может приниматься и обрабатываться любым устройством, поддерживающим HART-протокол. Цифровой выход используется для связи преобразователя с портативным HART-коммуникатором или с

персональным компьютером через стандартный последовательный интерфейс и дополнительный HART-модем. При этом могут быть выполнены такие операции, как: настройка преобразователя, выбор его основных параметров, чтение измеряемого давления и др. HART-протокол допускает одновременное наличие в системе двух управляющих устройств: системы управления в виде компьютера с HART-протоколом и портативного HART-коммуникатора. Преобразователь может распознать и выполнить команды каждого из управляющих устройств, имеющих разные адреса и осуществляющих обмен данными в режиме разделения времени канала связи.

На индикаторе преобразователя или HART-коммуникаторе в режиме измерения давления отображается значение измеряемого давления в цифровом виде в установленных при настройке единицах измерения [1].

Преобразователи Элемер АИР-30 по защищенности от воздействия окружающей среды в соответствии:

- С ГОСТ 15150-69 корпус выполнен в коррозионностойком исполнении.
- С ГОСТ 14254-96 имеют степени защиты от попадания внутрь преобразователей пыли и воды, приведенные, в зависимости от вариантов электрического присоединения измерительных цепей, в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Код вариантов электрического присоединения измерительных цепей

Код при заказе	Варианты электрического присоединения	Степень защиты от пыли и влаги	Вариант исполнения
-	Внутренняя резьба корпуса G1/2"*	IP65	Общепромышленное , Ex, А, АEx, К СК Сальниковый
РGК	Кабельный ввод VG NPT 1/2"6-12-K68 (пластик) Диаметр кабеля (6-12) мм	IP65	
РGМ	Кабельный ввод VG NPT 1/2"-MS 68 (металл) Диаметр кабеля (6-12) мм	IP65	
ШР14	Вилка 2РМГ14	IP65	
ШР22	Вилка 2РМГ22	IP65	
СК	Сальниковый ввод кабельный		Exd
СТ	Сальниковый ввод		

1.3 Технические характеристики Элемер АИР-30

Код сенсора, вид измеряемого давления, коды диапазонов, тип преобразователя, код модели, минимальный диапазон измерений или верхний предел измерений давления, максимальный верхний предел измерений давления, давление перегрузки, В зависимости от измеряемого давления преобразователи имеют коды исполнения абсолютного давления, избыточного давления, избыточного давления-разрежения, разности давлений, гидростатического давления (уровня). Код сенсора приведен в таблице 1.6 .

Таблица 1.6 –Код сенсора

Код сенсора	Общая характеристика сенсора	Применение по таблицам 1.5, 1.4	Конструктивные особенности сенсора
S1	Тензорезистивные	Все	Сенсор с мембраной из коррозионностойких металлов. Сенсоры преобразователей избыточного и абсолютного давления имеют давление перегрузки, в 2-4 раза превышающее максимальный верхний предел измерения.
S2	Емкостные	Все	Мембрана сенсоров избыточного и абсолютного давления выполнена из керамики и имеет высокую химическую стойкость. Сенсоры избыточного и абсолютного давления имеют давление перегрузки, в 2-3 раза превышающее максимальный верхний предел измерения. Давление перегрузки для некоторых моделей достигает 1000 %. Мембрана сенсоров разности давлений (дифференциального давления) выполнена из коррозионностойких металлов.
S3	Тензорезистивные с компенсацией влияния рабочего избыточного давления (дифференциальные)	CD	Предназначены для измерения разности давлений. Встроенный, дополнительный, сенсор избыточного давления позволяет осуществлять компенсацию влияния рабочего избыточного давления на измерение разности давлений.

Вариация выходного сигнала не превышает абсолютного значения допускаемой основной погрешности, значения которой приведены в таблице 1.7.

Диапазон унифицированного выходного сигнала:

- (4–20) мА или (20–4) мА;
- (4–20) мА или (0–5) мА.

Таблица 1.7 – Код класса точности

Код класса точности при заказе	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности		
	$1 \geq \frac{P_B}{P_{BMAX}} \geq \frac{1}{3}$	$\frac{1}{3} \geq \frac{P_B}{P_{BMAX}} \geq \frac{1}{4}$	$\frac{1}{4} \geq \frac{P_B}{P_{BMAX}} \geq \frac{1}{60}$
A01	0,1	$0.055 + 0.015 \cdot \frac{P_{BMAX}}{P_B}$	
B02	0,2	$0.125 + 0.025 \cdot \frac{P_{BMAX}}{P_B}$	
C04	0,4	$0.28 + 0.03 \cdot \frac{P_{BMAX}}{P_B}$	

Элемер АИР-30 устойчивы к воздействию синусоидальных вибраций высокой частоты (с частотой перехода от 57 до 62 Гц) со следующими параметрами:

- частота (5...80) Гц;
- амплитуда смещения для частоты ниже частоты перехода 0,15 мм;
- амплитуда ускорения для частоты выше частоты перехода 19,6 м/с².

Изменение выходного сигнала преобразователей абсолютного давления, вызванное изменением атмосферного давления на 10 кПа (75 мм рт. ст.) от установившегося значения в пределах от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.), выраженное в процентах от диапазона изменения выходного сигнала, не превышает 0,2 предела допускаемой основной погрешности [1].

Предел допускаемой дополнительной погрешности преобразователей во время воздействия вибрации не превышает предела допускаемой основной погрешности.

Изменение значения выходного сигнала преобразователя разности давления и преобразователя гидростатического давления, вызванное изменением рабочего избыточного давления в диапазоне от нуля до предельно допускаемого, а также предельно допускаемого до нуля, выраженное в процентах от диапазона изменения выходного сигнала, не превышает значения относительной погрешности, определяемой по формуле

$$\gamma_p = K_p \Delta P_{РАБ} \cdot \frac{P_{ВМАХ}}{P_B}, \quad (1.1)$$

где $\Delta P_{РАБ}$ - изменение рабочего избыточного давления, МПа;

$P_{ВМАХ}$, P_B - максимальный верхний предел измерений и верхний предел измерения соответственно для данной модели преобразователя, МПа;

K_p - коэффициент из таблицы 1.8.

Таблица 1.8 – Коэффициент код сенсора

Код сенсора	Модели	K_p , %/МПа
S1	CD0, CL6	0,5
	CD1, CL9	0,2
	CD4	0,04
	CD6, CD9, CD13, CD15	0,012
S2	CD3	0,06
	CD4	0,04
	CD11	0,025
	Для кода исполнения по материалам 31P, 41P, 35P, 44P. Для $P_{раб\ max} > 25$ МПа	0,05
S3	CD4, CD8, CD10	0,005

Дополнительная погрешность Элемер АИР-30, вызванная изменением температуры окружающего воздуха от нормальной (23 ± 2) °С до любой температуры в пределах рабочих температур на каждые 10 °С изменения температуры.

Дополнительная погрешность Элемер АИР-30, вызванная воздействием повышенной влажности, не превышает 0,2 предела допускаемой основной погрешности [2].

Дополнительная погрешность Элемер АИР-30, вызванная воздействием постоянных магнитных полей и (или) переменных полей сетевой (промышленной) частоты напряженностью до 400 А/м, не превышает 0,2 предела допускаемой основной погрешности.

Питание Элемер АИР-30 осуществляется от источников постоянного тока напряжением:

- от 12 до 42 В при номинальном значении $(24 \pm 0,48)$ В или $(36 \pm 0,72)$ В – для Элемер АИР-30 с сенсорами S1, S3 без релейных цепей сигнализации;
- от 15 до 42 В при номинальном значении $(24 \pm 0,48)$ В или $(36 \pm 0,72)$ В – для АИР 30 с сенсорами S1, S3 с релейными цепями сигнализации и для АИР 30 с сенсорами S2 независимо от наличия цепей сигнализации.

Электрическое питание Элемер АИР-30Ех и Элемер АИР-30АЕх с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» осуществляется от искробезопасных цепей барьеров, имеющих вид взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» с уровнем взрывозащиты искробезопасной электрической цепи «ia» для взрывобезопасных смесей подгруппы ПС по ГОСТ 30852.11-2002 и пропускающих HART-сигнал, при этом максимальное выходное напряжение барьеров $U_0 \leq 28$ В.

Мощность, потребляемая Элемер АИР-30, не превышает 0,7 Вт для номинального напряжения питания 24 В и 1 Вт для номинального напряжения питания 36 В.

Дополнительная погрешность, вызванная плавным отклонением напряжения питания от минимального 12 В до максимального значения 42 В, не превышает 0,2 предела допускаемой основной погрешности.

При скачкообразном изменении напряжения питания за время не менее 1 мс на 1 В от установленного значения, допускается выброс аналогового выходного сигнала, не превышающий:

1 % от диапазона изменения выходного сигнала (4–20) мА продолжительностью не более 2 мс;

10 % от диапазона изменения выходного сигнала (0–5) мА продолжительностью от 0 до 1 мс и 1,5 % от диапазона изменения выходного сигнала (0–5) мА продолжительностью от 1 до 2 мс [1].

После подключения любых сопротивлений внешней нагрузки, не превышающих значений, основная погрешность преобразователей и вариация выходного сигнала удовлетворяют требованиям.

Время установления выходного сигнала преобразователей при скачкообразном изменении давления, составляющем 90 % диапазона измерений, определяется по формуле

$$t_{\text{уст}} = 0,235 + 0,465N \quad (1.2)$$

где $t_{\text{уст}}$ – время установления выходного сигнала, секунд;

N – число измерений для усреднения, принимающее значения от 1 до 125.

Минимальное время установления выходного сигнала 0,7 секунд (при $N = 1$).

Число измерений устанавливается с помощью программы настройки Элемер АИР-30 или с кнопочной клавиатуры. Заводская установка $N=1$

Пульсация выходного сигнала выражается в процентах от диапазона изменения выходного сигнала с разбивкой по полосе частот, которая представлена в таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Пульсация выходного сигнала

Диапазон частот	Пульсация для выходного сигнала, не более	
	(4–20) мА	(0–5) мА
(0–50) Гц	0,025 %	0,1 %
(0–500) Гц	0,1 %	0,1 %
(0–5000) Гц	0,25 %	1,0 %
(0–50000) Гц	0,5 %	1,8 %

Пульсация выходного сигнала в диапазоне частот выше 50 кГц не нормируется.

Пульсация выходного сигнала нормируется при нагрузочных сопротивлениях:

- 250 Ом – для преобразователей давления с выходным сигналом (4–20) мА;
- 1 кОм – для преобразователей давления с выходным сигналом (0–5) мА.

Пульсация нормируется при минимальном времени усреднения результатов измерений.

Время включения Элемер АИР-30, измеряемое как время от включения питания Элемер АИР-30 до установления аналогового выходного сигнала с погрешностью не более 5 % от установившегося значения, не более 3 с при минимальном времени усреднения результатов измерений.

Элемер АИР-30 избыточного давления, разрежения, избыточного давления-разрежения (по избыточному давлению), абсолютного давления и гидростатического давления обладают прочностью и герметичностью при испытательных давлениях.

Элемер АИР-30 выдерживают воздействие перегрузки соответствующим испытательным давлением сухим воздухом (азотом) или водой (другой нейтральной жидкостью) в течение 15 минут.

Для устранения возможного влияния перегрузки на характеристики преобразователей после ее снятия необходимо произвести подстройку «нуля».

Элемер АИР-30 разности давлений и гидростатического давления выдерживают испытание на прочность пробным давлением по ГОСТ 356-80 и на герметичность предельно допускаемым рабочим избыточным давлением.

Элемер АИР-30 разности давлений и гидростатического давления выдерживают перегрузку в течение 15 минут воздействием давления, равного 400 % верхнего предела, со стороны плюсовой или минусовой камеры без изменения характеристик преобразователя.

Элемер АИР-30 разности давлений выдерживают перегрузку со стороны плюсовой и минусовой камер в течение 1 минуты односторонним воздействием давления, равного предельно допускаемому рабочему избыточному давлению.

Для устранения возможного влияния перегрузки на характеристики преобразователя после ее снятия необходимо произвести подстройку «нуля».

Электрическое сопротивление изоляции цепи питания (токовой цепи) Элемер АИР-30 и цепи питания 24 В электромеханических реле относительно корпуса при испытательном напряжении 100 В не менее:

- 20 МОм при температуре окружающего воздуха $(20\pm5)^\circ\text{C}$ и относительной влажности от 30 до 80 %;
- 5 МОм при верхнем значении температуры рабочих условий и относительной влажности от 30 до 80 %;
- 1 МОм при верхнем значении относительной влажности рабочих условий и температуре окружающего воздуха $(30\pm3)^\circ\text{C}$.

Электрическое сопротивление изоляции цепей сигнализации относительно цепи питания (токовой цепи) Элемер АИР-30, корпуса и цепи питания 24 В электромеханических реле при испытательном напряжении 500 В не менее:

- 20 МОм при температуре окружающего воздуха $(20\pm5)^\circ\text{C}$ и относительной влажности от 30 до 80 %;
- 5 МОм при верхнем значении температуры рабочих условий и относительной влажности от 30 до 80 %;
- 1 МОм при верхнем значении относительной влажности рабочих условий и температуре окружающего воздуха $(30\pm3)^\circ\text{C}$.

Детали Элемер АИР-30, соприкасающиеся с измеряемой средой, выполнены из коррозионностойкого материала и соответствуют данным, приведенным в таблицах 1.10.

Таблица 1.10 – Материалы деталей, контактирующих с измеряемой средой

Обозначение материала	Материал	Использование
0	36НХТЮ	Мембрана
1	12Х18Н10Т (316L)	Мембрана, штуцер (фланец)
2	Керамика - Al_2O_3	Мембрана

Продолжение таблицы 1.10 – Материалы деталей, контактирующих с измеряемой средой

Обозначение материала	Материал	Использование
3	Тантал	Мембрана, штуцер (фланец)
4	Монель	Мембрана, штуцер (фланец)
5	Хастеллой-С	Мембрана, штуцер (фланец)
6	Титановый сплав	Мембрана
7	Фторопласт (покрытие)	Мембрана
V	Витон (FKM)	Уплотнительное кольцо
P	Фторопласт (PTFE)	Уплотнительное кольцо
N	нет	Без уплотнительных колец

Для агрессивных сред, включая жидкий и газообразный хлор, а также хлорсодержащие продукты, должны выбираться материалы, устойчивые к хлору в рабочем диапазоне температур и давлений.

Температура измеряемой среды в рабочей полости преобразователя от -40 до +120 °С.

Габаритные, присоединительные и монтажные размеры Элемер АИР-30 соответствуют указанным в приложении Б.

Элемер АИР-30 устойчивы к воздействию температуры окружающего воздуха в расширенной области температур.

Элемер АИР-30 в транспортной таре выдерживают температуру от -50 до +50 °С.

Элемер АИР-30 устойчивы к воздействию воздушной среды с относительной влажностью 98 % при температуре 35 °С.

Элемер АИР-30А и Элемер АИР-30АЕх устойчивы к воздействию относительной влажности окружающего воздуха до 100 % при температуре плюс (30-35) °С и более низких температурах с конденсацией влаги.

Элемер АИР-30 в транспортной таре устойчивы к воздействию ударной тряски с числом ударов в минуту 80, средним квадратическим значением ускорения 98 м/с^2 и продолжительностью воздействия 1 ч.

Элемер АИР-30А и Элемер АИР-30АЕх устойчивы и прочны к воздействию синусоидальной вибрации в диапазоне частот от 1 до 100 Гц при амплитуде вибро ускорения 20 м/с^2 .

1.4 Устройство измерительного преобразователя Элемер АИР-30

Общий вид Элемер АИР-30

На рисунках 1.1 и 1.2 представлен общий вид преобразователей давления Элемер АИР-30 в штуцерном исполнении. [1]

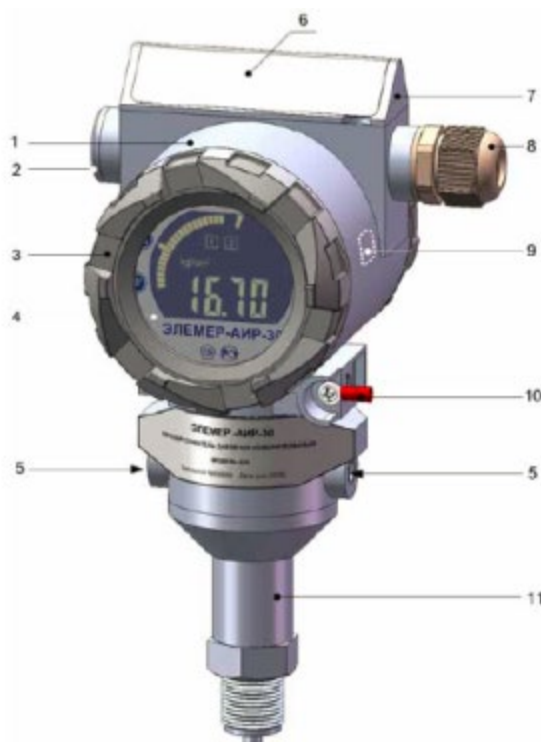


Рисунок 1.1 – Общий вид спереди преобразователей давления АИР-30

Обозначения к рисунку 1.1:

1 – корпус электронного блока; 2 – заглушка кабельного ввода; 3 – передняя крышка; 4 – панель индикатора; 5 – стопорные винты;
6 – крышка наружного блока управления; 7 – наружный блок управления;
8 – кабельный ввод; 9 – зона действия геркона; 10 – клемма заземления;
11 – корпус сенсорного блока.



Рисунок 1.2 – Общий вид сзади преобразователей давления АИР-30

Обозначения к рисунку 1.2:

1 – задняя крышка.

1.5 Конструкция и основные электронные модули

Преобразователь давления состоит из сенсорного и электронного блока, представляющего собой модульную конструкцию.

В состав сенсорного блока входят:

- первичный преобразователь давления (далее – сенсор);
- модуль сенсора МСН.

Сенсор и модуль сенсора размещаются в корпусе сенсорного блока 14, на плате МСН установлен разъем 11 для подключения к электронному блоку.

В состав электронного блока входят пять следующих электронных модулей:

- модуль подключений и реле МПР;
- модуль питания и фильтров МПФ;
- модуль системный МСИС;
- модуль индикации МИП;
- модуль кнопок МКН (для исполнения с наружным блоком управления 6).

Перечисленные модули размещены в корпусе электронного блока 1 с двумя завинчивающимися крышками – передней 5 и задней 7.

Оба блока соединяются между собой с помощью цилиндрического переходного устройства 12, являющегося частью корпуса сенсорного блока; фиксация одного блока относительно другого обеспечивается двумя стопорными винтами 9.

Конструкция переходного устройства позволяет поворачивать корпус электронного блока, относительно сенсорного блока, на угол от -135 до +135 градусов вокруг общей вертикальной оси, при этом ограничение угла поворота обеспечиваются штифтом 15.

Герметизация стыка двух блоков, а также крышек в корпусе электронного блока обеспечивается резиновыми уплотнительными кольцами 13, 4, 8.

Герметизация стекла, установленного в передней крышке, также обеспечивается резиновым уплотнительным кольцом и прижимным кольцом 3. Конструкция Элемер АИР-30 изображена на рисунке 1.3.

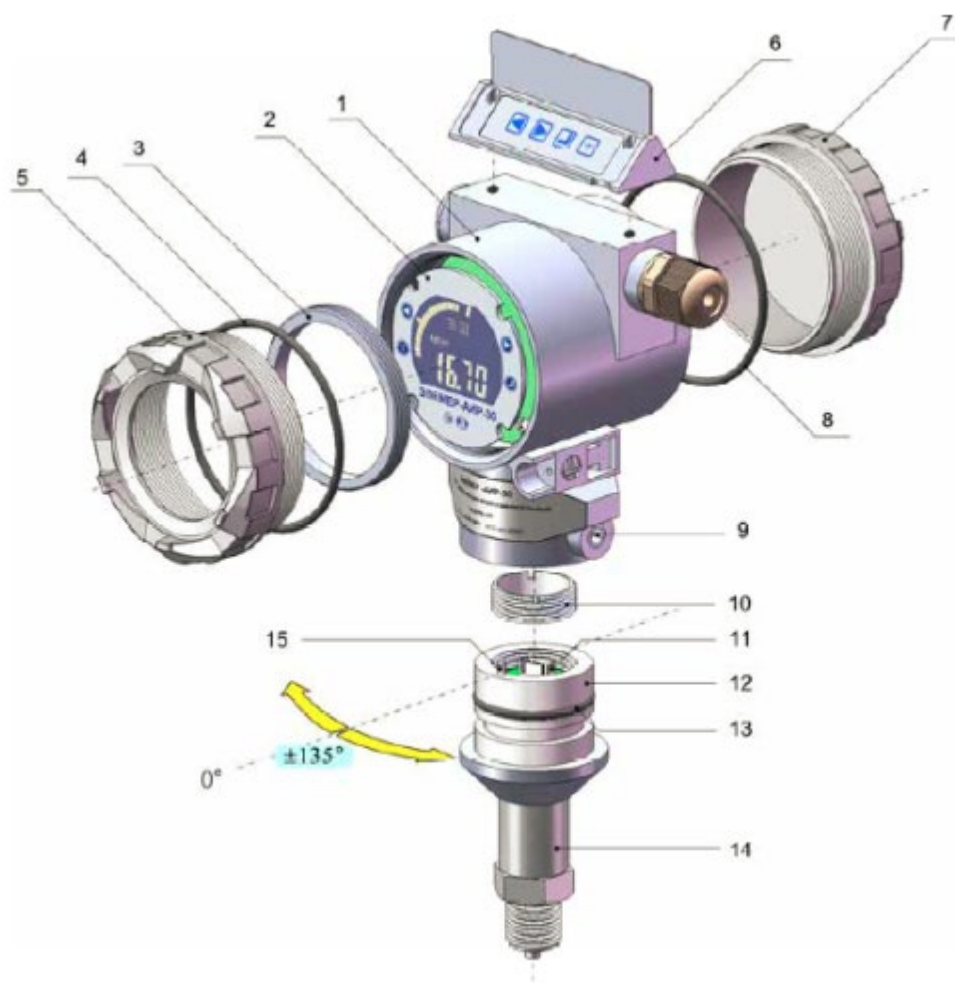


Рисунок 1.3- Конструкция Элемер АИР-30

Обозначения к рисунку 1.3:

1 – корпус электронного блока; 2 – панель индикатора; 3 – прижимное кольцо; 4 – уплотнительное кольцо передней крышки; 5 – передняя крышка; 6 – наружный блок управления; 7 – задняя крышка; 8 – уплотнительное кольцо задней крышки; 9 – стопорный винт; 10 – прижимное кольцо модуля сенсора; 11 – разъем модуля сенсора; 12 – переходное цилиндрическое устройство; 13 – уплотнительное кольцо; 14 – корпус сенсорного блока; 15 – штифт ограничения угла поворота.

Назначение перечисленных модулей приводится ниже.

Сенсор предназначен для формирования сигналов, соответствующих значений давления, которые передаются в модуль сенсора МСН для дальнейшей обработке.

Модуль сенсора МСН содержит в своем составе аналого-цифровой преобразователь (АЦП) для преобразования аналоговых сигналов сенсора в цифровой код, который поступает далее в системный модуль МСИС на обработку и анализ.

МСН может иметь несколько модификаций в зависимости от типа используемого сенсора:

МСН_S1 – модуль сенсора резистивного (для сенсоров типа тензомост);

МСН_S2 – модуль сенсора емкостного (для емкостных сенсоров);

МСН_S3 – модуль сенсора для сенсоров с компенсацией влияния рабочего избыточного давления.

Модуль сенсора содержит флеш-память для хранения заводских градуировочных коэффициентов.

Модуль подключений МПР предназначен для подключения токовых цепей и релейных каналов сигнализации (при наличии последних в исполнении прибора) с помощью клемм, а также для контроля тока в токовой петле и для подключения HART-модема через тестовые зажимные клеммы.

На МПР дополнительно могут располагаться электромеханические реле каналов сигнализации (при исполнении прибора RM).

Модуль питания и фильтров МПФ предназначен для подавления электромагнитных помех в токовых цепях, регулирования силы постоянного тока, формирования стабилизированного напряжения питания остальных модулей прибора, управления посредством оптореле каналами сигнализации (при наличии последних в исполнении прибора).

1.6 Элементы индикации Элемер АИР-30

Информация, возникающая в процессе работы Элемер АИР-30, отображается на комбинированном ЖКИ, содержащем следующие поля (см. рисунок 1.4).



Рисунок 1.4-Общий вид ЖКИ Элемер АИР-30

Обозначения к рисунку 1.4:

- 1 – поле основного индикатора; 2 – поле шкального индикатора;
- 3, 4 – изображение значений уставок на шкальном индикаторе;
- 5 – поле индикации включения реле;
- 6 – поле индикации единиц измерения.

Поле основного индикатора представляет собой четырехразрядный семисегментный индикатор с высотой индицируемых символов 14 миллиметров и предназначен для индикации:

- значения измеряемой величины;
- названия пункта меню/ параметра конфигурации;
- значения параметра конфигурации;
- вывода информации о ходе выполнения процедур в режиме меню;
- диагностических сообщений об ошибках.

Шкальный индикатор представляет собой полукруглую линейчатую шкалу, состоящую из 39 сегментов, и предназначен для индикации и визуальной оценки текущего значения измеряемой величины в установленном диапазоне

измерений. Значения уставок изображаются на шкальном индикаторе в виде удлиненных сегментов.

В поле индикации включения реле отображаются номера включенных реле.

В поле индикации единиц измерения отображается мнемоническое название установленных единиц измерения.

1.7 Элементы коммутации Элемер АИР-30

В Элемер АИР-30 имеются следующие элементы коммутации и контроля:

- клеммы для подключения токовых цепей;
- клеммы для подключения цепей сигнализации;
- клеммы для подключения питания электромеханических реле;
- клемма заземления для подключения экранной оболочки токовых цепей;
- клеммы для подключения линии передачи HART сигнала;
- вилка интерфейса RS 232 для подключения к ПК;
- клеммы для контроля тока в токовой петле (4-20) мА.

Элементы коммутации и контроля расположены на платах модулей МПР и МПФ.

Для доступа к элементам коммутации и контроля АИР 30 необходимо отвинтить (в направлении стрелок 1) и убрать (стрелка 2) заднюю крышку 1 .

Ввод кабелей снаружи осуществляется через кабельный ввод 4 и специально предназначенное отверстие (стрелка 3) в корпусе электронного блока. [1]

1.8 Принцип и режимы работы Элемер АИР-30

Принцип работы Элемер АИР-30

Для Элемер АИР 30 штуцерного исполнения (код присоединения к процессу Т) измеряемая среда подается в камеру сенсора, а для Элемер АИР-30 фланцевого исполнения (код присоединения к процессу С) – в полости плюсовой

и минусовой камер. Под действием давления или разности давлений (со стороны плюсовой и минусовой камер) происходит деформация измерительной мембраны, что приводит к изменению электрического сопротивления расположенных на ней тензорезисторов или электрической емкости между деформируемой металлизированной мембраной и подложкой, в результате чего сенсор выдает сигнал напряжения. Далее, этот сигнал поступает в электронный модуль сенсора, где преобразуется в цифровой код посредством 24-х разрядного АЦП.

Формирование сигнала по HART-протоколу

Преобразователи давления с HART-протоколом могут передавать информацию об измеряемой величине в цифровом виде по двухпроводной линии связи вместе с сигналом постоянного тока (4–20) мА. Этот цифровой сигнал может приниматься и обрабатываться любым устройством, поддерживающим HART-протокол. В качестве таких устройств выступают портативный ручной HART-коммуникатор или персональный компьютер с HART-модемом. При этом может выполняться чтение измеряемой величины (давления, уровня, расхода), настройка преобразователя давления, выбор его основных параметров, перенастройка текущего диапазона измерения, подстройка «нуля» и другие операции.

Допускается подключение до 15 преобразователей давления в одну токовую петлю, при этом все устройства имеют разные адреса (от 1 до 15) и, следовательно, возможно обращаться поочередно к различным приборам с помощью одного ручного коммуникатора и/или ПК. В этом случае токовый выход всех Элемер АИР-30 выдает фиксированный ток 4 мА. Если в одну токовую петлю включен один преобразователь давления, токовый выход может выдавать как фиксированный ток, так и ток, пропорциональный текущему значению измеряемой величины (давления, уровня, расхода).

Основные режимы работы Элемер АИР-30

Элемер АИР-30 может находиться в одном из следующих основных режимов:

- режим измерений;
- режим ввода PIN-кода (Personal Identification Number);
- режим меню.

В другие режимы (редактирование параметров, настройка, градуировка и т.д.) прибор переходит при выполнении отдельных задач, определенных пользователем.

Режим измерений

В режим измерений Элемер АИР-30 переходит после включения прибора.

В режиме измерений измеренное значение давления, уровня или расхода выводится на основной индикатор Элемер АИР-30 в числовом виде и на шкальный индикатор – в виде сегментов. Количество отображаемых сегментов линейно зависит от измеренного значения в установленном диапазоне измерений, при этом нижней границе диапазона измерений соответствует один сегмент, а верхней границе – полная шкала из 39 сегментов.

В зависимости от значения выходного тока изменяется яркость свечения индикатора: чем больше значение тока, тем больше яркость.

Вид измерений определяется установленным значением параметра «PSEt».

При установленном значении параметра «PSEt» = «PrES» на основной индикатор прибора выводится измеренное значение давления. В поле индикации единиц измерения выводится «MPa», «kPa», «Pa», «kgf/m²», «kgf/cm²» или «mm» (значение параметра «Unit») – мнемоническое название единиц измерения давления.

При установленном значении параметра «PSEt» = «Lev» на основной индикатор выводится измеренное значение уровня. В поле индикации единиц измерения выводится «‰», «m», «mm» или « » - единицы измерения отсутствуют.

В первом случае уровень измеряется в процентах от максимального значения уровня (см. описание параметра «Unit», п.2.5.5), во втором и в третьем – в м и мм. В последнем случае единицы измерения устанавливаются пользователем и наклеиваются на прибор в виде этикетки.

При установленном значении параметра «PSEt» = «Flo» на основной индикатор выводится измеренное значение расхода. В поле индикации единиц измерения выводится «%» или « » - единицы измерения отсутствуют. В первом случае расход измеряется в процентах от максимального значения расхода (см. описание параметра «Unit», п. 2.5.5), в последнем – единицы измерения устанавливаются пользователем и наклеиваются на прибор в виде этикетки.

2 Структурная схема лабораторного комплекса и его функциональные возможности

Лабораторный комплекс, внешний вид которого представлен на рисунке 2.1, находится в лаборатории АСУ ТП отделения автоматизации и робототехники ТПУ и предназначен для изучения измерительного преобразователя Элемер АИР-30, его настройки, при помощи персонального компьютера и программы HART Config и проверки его работы в режиме реального времени. Стенд так же имеет в своем составе регистратор Элемер РМТ 29М/1 и калибратор Метран 515.



Рисунок 2.1 – Внешний вид лабораторного комплекса

Структурная схема лабораторного комплекса представлена на рисунке 2.2.

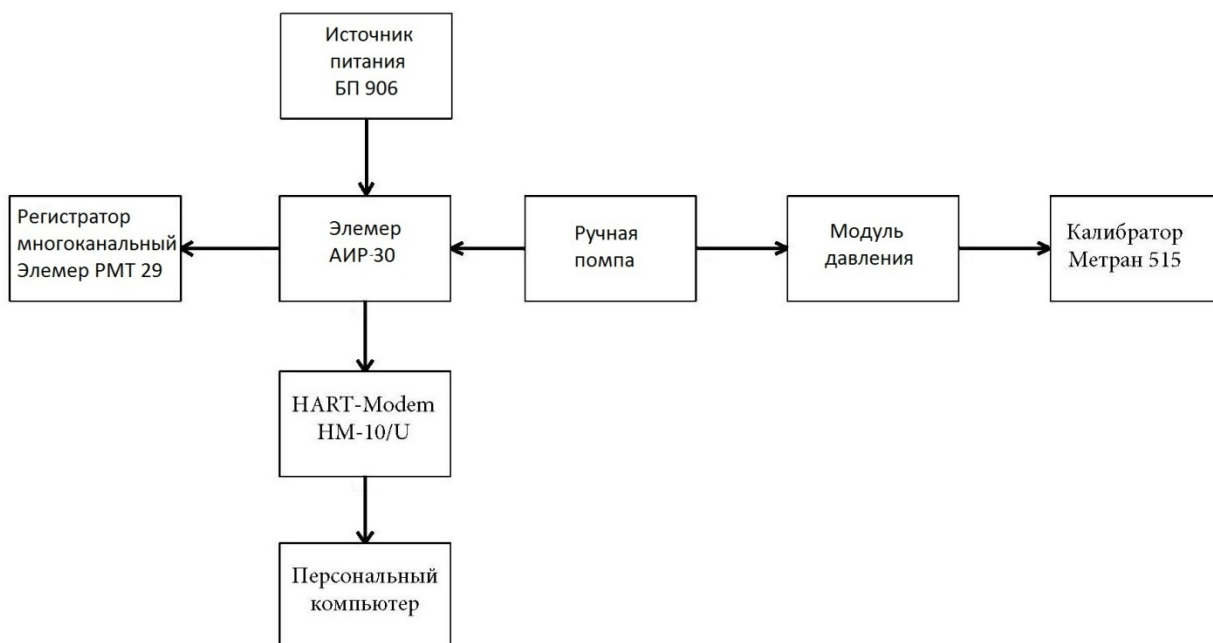


Рисунок 2.2 - Структурная схема лабораторного комплекса

Лабораторный комплекс состоит из следующих элементов:

- Персональная ЭВМ.
- Измерительный преобразователь Элемер АИР-30.
- Источник питания БП906/24-2.
- HART-Модем HM-10/U.
- Ручная помпа.
- Калибратор давления Метран-515.
- Регистратор многоканальный Элемер РМТ 29М/1.

2.1 Источник питания БП906/24-2

Внешний вид блока источника питания БП906/24-2 представлен на рисунке 2.3 [4].



Рисунок 2.3 – Внешний вид источника питания БП906/24-2

Источники питания постоянного тока серии БП 906 (далее – источники питания) предназначены для преобразования сетевого напряжения 220 В в стабилизированное напряжение 24 В или 36 В.

Источники питания предназначены для работы в непрерывном режиме и питания первичных и вторичных измерительных преобразователей.

В соответствии с ГОСТ 12997-84 источники питания выполняют вспомогательную функцию.

Источники питания имеют конструктивные исполнения:

- БП 906/24-4.
- БП 906/36-4 – без резервного питания.
- БП 906/24-4Р.
- БП 906/36-4Р – с резервным питанием (вход резервного питания, гальванически развязан от основного).

Источники питания имеют четыре гальванически развязанных канала.

Источники питания имеют гальваническую развязку между:

- цепями сетевого и резервного питания, выходными цепями и клеммой заземления;
- цепями сетевого и резервного питания;

- выходными цепями;
- цепями питания и выходными цепями.

Технические характеристики БП 906

Номинальное выходное напряжение:

- БП 906/24 24 В.
- БП 906/36 36 В.

Допускаемое отклонение напряжения от номинального $\pm 2\%$.

Дополнительное допускаемое отклонение напряжения при изменении температуры на каждые $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в пределах рабочих температур $\pm 0,2\%$.

Максимальный ток нагрузки каждого канала при температуре до $50\text{ }^{\circ}\text{C}$:

- БП 906/24 150 мА.
- БП 906/36 120 мА.

Максимальный ток нагрузки в диапазоне температур от 50 до $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ снижается линейно со 100 до 70% .

Допускаемая емкость нагрузки каждого канала:

- при любом токе срабатывания электронной защиты 100 мкФ ;
- при верхнем пороге срабатывания электронной защиты 1000 мкФ .

Ток срабатывания электронной защиты каждого канала перенастраивается с помощью переменного резистора от нижнего до верхнего порога:

- нижний порог $(36\pm 7)\text{ мА}$;
- верхний порог БП 906/24 $(220\pm 30)\text{ мА}$;
- верхний порог БП 906/36 $(150\pm 20)\text{ мА}$.

Заводская установка тока срабатывания электронной защиты: верхний порог.

Эффективное значение пульсации выходного напряжения не более 50 мВ .

Нестабильность выходного напряжения:

- при изменении напряжения сети от 130 до 249 В не более $\pm 0,2\%$;

- при изменении тока нагрузки плавно от нуля до максимального не более $\pm 0,2\%$;

Питание осуществляется от сети переменного тока частотой (50 ± 1) Гц и номинальным напряжением 220 В с допускаемым отклонением от 130 до 249 В.

Резервное питание осуществляется от сети переменного тока напряжением от 130 до 249 В или от сети постоянного тока напряжением от 150 до 300 В (полярность подключения любая).

Переключение питания с основного на резервное и обратно не вызывает провалов выходного напряжения.

Потребляемая мощность не более:

- 8 ВА для БП 906/24(36)-1;
- 12 ВА для БП 906/24(36)-2.

Время установления рабочего режима не более 15 с.

Ток включения питания (пусковой ток) - 5 А (в течение 2 мс).

Габаритные размеры не более -45x101x125 мм.

Масса не более 0,3 кг [4].

2.2 HART-Модем HM-10/U

Внешний вид HART-Модема HM-10/U представлен на рисунке 2.4 [5].



Рисунок 2.4 - Внешний вид HART-Модема HM-10/U

HART-Модем НМ-10/U предназначен для связи персонального компьютера или системных средств АСУ ТП с любым интеллектуальным устройством, поддерживающим HART-протокол (преобразователи давления, температуры, уровня, расхода и т.п.). Модемы применяются в различных технологических процессах в промышленности и энергетике [5].

Общие технические характеристики HART-Модема НМ-10/U

- Гальваническая развязка от токовой петли.
- Высокая надежность обмена данными.
- Поддержка до 15 приборов одновременно.
- Электромагнитная совместимость (ЭМС) — III-A.
- Совместимость с токовой петлей (4-20) мА при напряжении до 42 В.
- Длина линии связи, стандартный режим до 3000 м и многоточечный режим до 100 м.
- Вариант общепромышленного исполнения.

Основные характеристики HART-Модема НМ-10/U

- Связь с ПК — по интерфейсу USB 1.1; 2.0.
- Питание от USB-порта ПК.
- Длина линии связи с ПК — до 5 м.

2.3 Калибратор давления Метран-515

Калибратор предназначен для точного измерения и воспроизведения давления, напряжения и силы постоянного тока. Калибратор применяется в качестве рабочего эталона при поверке и калибровке различных средств измерений давления, в том числе и преобразователей давления унифицированными выходными электрическими сигналами, измерительных преобразователей и вторичных приборов. Обеспечивает калибровку средств измерений давления в условиях эксплуатации [10].

Внешний вид калибратор давления Метран-515 представлен на рисунке 2.5.



Рисунок 2.5 - Внешний вид калибратор давления Метран-515

Калибратор обеспечивает выполнение следующих функций;

- включение/отключение калибратора;
- включение/отключение заряда внутреннего аккумулятора;
- включение/отключение подсветки индикатора;
- определение подключенного к калибратору модуля давления;
- выбор 9 различных единиц измерения давления;
- выбор одного из 12 диапазонов измерения давления характерных для подключенного к калибратору модуля давления;
- редактирование (с последующим сохранением в память модуля давления) пользовательских диапазонов (изменение ВПИ и единиц измерения давления);
- ввод номера, ВПИ, единиц измерения поверяемого датчика давления;
- выбор токового выходного сигнала датчика давления;
- определение погрешности измерения давления поверяемого датчика по токовому выходному сигналу;
- определение в процентах ВПИ выбранного диапазона поверяемого датчика величины измеренного давления;

- выбор коэффициента усреднения показаний калибратора (от 1 до 9);
- сигнализацию (звуковой сигнал) 10% перегрузки при превышении измеряемого давления выбранного диапазона;
- фиксацию количества перегрузок модуля перегрузок;
- фиксацию даты и значения давления максимальной перегрузки;
- обнуление (установку нуля) показаний измерения давления, тока и напряжения;
- выбор режима измерения тока или напряжения;
- выбор режима генерации тока или напряжения;
- установку значения генерируемого тока или напряжения;
- архивацию 32 протоколов поверки датчиков давления (с фиксацией даты, времени, показаний калибратора и датчика давления);
- проверку реле давления с фиксацией состояния реле и давления переключения реле;
- проверку герметичности системы со средствами измерения и задания давления.

Диапазон показаний электрических сигналов, измеряемых электронным блоком:

- Постоянный ток (0-22) мА.
- Напряжение постоянного тока (0-1,1) В.

Диапазон электрических сигналов, генерируемых электронным блоком:

- Постоянный ток (0-22) мА.
- Напряжение постоянного тока (0-1,1) В.

Нормируемый диапазон измерений и генерации:

- Постоянный ток (0-20) мА.
- Напряжение постоянного тока (0-1) В.

Предел допускаемой дополнительной погрешности измерения давления, измерений и генерации постоянного тока и напряжения постоянного тока при изменении температуры окружающего воздуха от 0 до 50 °С не должен

превышать половины предела допускаемой основной погрешности на каждые 10 секунд от температуры $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Электрическое питание калибратора осуществляется от поставляемого сетевого блока питания Метран 515 или от внутреннего аккумулятора [10] .

Пределы допускаемой основной погрешности калибратора в режиме измерения и генерации, а также число разрядов калибратора приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Пределы допускаемой погрешности и число разрядов калибратора

Наименование Показателя		Предел допускаемой основной погрешности, не более	Число разрядов индикации
В режиме измерения			
Избыточное давление	(0-60) МПа	±0,05 % ВПИ	5 десятичных разрядов
	(0-25) кПа	±0,06 % ВПИ	
	(0-6) кПа	±0,1 % ВПИ	
Разряжение	(0-25) кПа (0-100) кПа	±0,06 % ВПИ	
Ток	(0-20) мА	±0,02 % ИВ, +0,001 мА	6 десятичных разрядов
Напряжение	(0-1) В	±0,02 % ИВ, +0,0002 В	
В режиме генерации			
Ток	(0-20) мА	±0,04 % ИВ, +0,001 мА	6 десятичных разрядов
Напряжение	(0-1) В	±0,04 % ИВ, +0,0002 В	
Примечания: 1 ИВ - значение измеряемой (в режиме генерации - генерируемой) величины. 2 ВПИ – верхний предел измерений поддиапазона модуля давления. 3 Основная погрешность измерений давления включает нелинейность, гистерезис и повторяемость. 4 При установки значения ВПИ поддиапазона, отличающегося от указанных в таблице 1, погрешность измерения давления принимается равной погрешности от ВПИ, ближайшего верхнего поддиапазона.			

2.4 Регистратор многоканальный технологический Элемер РМТ

29/М1

Элемер РМТ 29/М1 предназначены для измерения, регистрации, контроля и регулирования температуры (при использовании в качестве первичных преобразователей термопреобразователей сопротивления с номинальной статической характеристикой преобразования (НСХ) по ГОСТ 6651-2009 или преобразователей термоэлектрических с НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001), а также

других неэлектрических величин, преобразованных в электрические сигналы силы и напряжения постоянного тока (по ГОСТ 26.011-80) или активное сопротивление [10].

Выходные сигналы Элемер PMT 29/M1 (в зависимости от типов установленных модулей):

- унифицированный сигнал постоянного тока;
- дискретный сигнал (релейный);
- цифровой сигнал по интерфейсу RS-485 с протоколом обмена MODBUS RTU;
- цифровой сигнал по интерфейсу Ethernet с протоколом обмена MODBUS TCP.

PMT 29/M1 являются микропроцессорными переконфигурируемыми (потребителем) приборами с индикацией текущих значений преобразуемых величин и предназначены для функционирования как в автономном режиме, так и совместно с другими приборами, объединенными в локальную компьютерную сеть. Просмотр и изменение параметров конфигурации PMT 29/M1 производится как с сенсорного экрана, так и с помощью внешнего программного обеспечения (ПО).

Принцип действия Элемер PMT 29/M1 основан на аналого-цифровом преобразовании параметров измеряемых электрических сигналов и передаче их в микропроцессорный модуль, который обеспечивает управление всеми схемами прибора и осуществляет связь с персональным компьютером через цифровой интерфейс. На сенсорном экране Элемер PMT 29/M1 отображаются результаты измерений в цифровом и графическом видах, а также сведения о режиме работы PMT 29/M1. В зависимости от значения измеренного сигнала прибор может осуществлять регулирование значения физической величины за счет управления различными исполнительными устройствами.

Элемер PMT 29/M1 имеют модульную конструкцию, состоящую из базового блока с модулем питания и связи, дополнительных модулей

ввода/вывода и интерфейсного модуля (при необходимости). Базовый блок содержит:

- главный процессор;
- дисплей с сенсорной панелью;
- модуль питания;
- основные коммуникационные интерфейсы (USB и RS-485);
- три слота для установки модулей ввода/вывода;
- слот для установки интерфейсных модулей (USB Host, RS-485,

RS-485/RS-232 и Ethernet).

В качестве входных модулей могут использоваться:

- 3-канальный модуль аналогового входа;
- 5-канальный модуль аналогового входа;
- модуль из 2-х токовых входов и 2-х токовых входов от

расходомеров;

- модуль из 4-х токовых входов и 4-х токовых входов от

расходомеров.

В качестве выходных модулей могут использоваться:

- 4-канальный модуль реле 5 A/250 В;
- 8-канальный модуль реле 1 A/250 В
- 8-канальный модуль твердотельных реле 500 мА/30 В;
- 4-канальный модуль пассивного токового выхода.

Внешний вид регистратора многоканального технологического Элемер РМТ 29/М1 представлен на рисунке 2.6.



Рисунок 2.6 - Внешний вид регистратора многоканального технологического
Элемер PMT 29/M1

Элемер PMT 29/M1 имеют общепромышленное исполнение. Конструкция Элемер PMT 29/M1 обеспечивает установку его в щите, а с соответствующим комплектом крепления – на DIN-рейке 35 мм.

В соответствии с ГОСТ 14254-96 степень защиты от попадания внутрь Элемер PMT 29 пыли, твердых тел и воды:

- IP 20 (корпус и клеммные колодки);
- IP 54 (лицевая панель, с прозрачной дверцей);
- IP 40 (лицевая панель, стандарт).

По устойчивости к климатическим воздействиям при эксплуатации Элемер PMT 29/M1 соответствуют виду климатического исполнения ТЗ по ГОСТ 15150-69 при температуре окружающего воздуха от 0 до плюс 50 °С.

По устойчивости к электромагнитным помехам согласно ГОСТ 32137-2013 Элемер PMT 29/M1 соответствуют группе исполнения III с критерием качества функционирования А.

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности графического представления измерительной информации не более $\pm 0,5 \%$.

Время установления рабочего режима – не более 30 минут.

Пределы допускаемой вариации показаний Элемер РМТ 29/М1 не превышают 0,25 предела допускаемой основной погрешности.

Предел допускаемой дополнительной погрешности Элемер РМТ 29/М1, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной (20 ± 5) °С до любой температуры в пределах рабочих температур на каждые 10 °С изменения температуры, не превышает 0,5 предела допускаемой основной погрешности.

Предел допускаемой дополнительной погрешности Элемер РМТ 29/М1 для конфигурации с ТП, вызванной изменением температуры их свободных концов в диапазоне рабочих температур, не превышает 1 °С.

Предел допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением напряжения питания от номинального 220 В в пределах (85-249) В, не превышает 0,2 предела допускаемой основной погрешности.

Область задания уставок соответствует диапазону измерений.

Предел допускаемой основной погрешности срабатывания сигнализации не превышает предела основной погрешности измеряемых величин.

Предел допускаемой дополнительной погрешности срабатывания сигнализации, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной до любой в пределах рабочих температур на каждые 10 °С изменения температуры, не превышает 0,5 предела допускаемой основной погрешности срабатывания сигнализации.

Предел допускаемой дополнительной погрешности срабатывания сигнализации не превышает 0,2 предела допускаемой основной погрешности срабатывания сигнализации.

Сопротивление нагрузки для ПВИ – не более 0,4 кОм для выходного сигнала (4...20) мА.

Предел допускаемой дополнительной погрешности ПВИ, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной до любой в пределах рабочих температур на каждые 10 °С изменения температуры, не превышает 0,5 предела допускаемой основной погрешности ПВИ.

Предел допускаемой дополнительной погрешности ПВИ, вызванной изменением сопротивления нагрузки от 0 до максимального значения не превышает 0,5 предела допускаемой основной погрешности ПВИ.

Время установления выходного сигнала ПВИ (время, в течение которого выходной сигнал ПВИ входит в зону предела допускаемой основной погрешности) не более 5 секунд при скачке входного сигнала от 0 до 100 % и количестве усреднений, равном 1.

Питание Элемер РМТ 29/М1 осуществляется от сети переменного тока с частотой (50÷60) Гц и напряжением от 85 до 249 В при номинальном напряжении 220 В.

Мощность, потребляемая от сети переменного тока при номинальном напряжении сети, не превышает 20 Вт.

Изоляция электрических цепей питания и электрических цепей сигнализации относительно винта заземления выдерживает в течение 1 мин действие испытательного напряжения практически синусоидальной формы частотой от 45 до 65 Гц и действующим значением 1500 В.

Изоляция входных измерительных (аналоговых) и входной дискретной цепи, цепей аналоговых выходов, интерфейсных цепей RS 485 и Ethernet относительно винта заземления выдерживает в течение 1 мин действие испытательного напряжения практически синусоидальной формы частотой от 45 до 65 Гц и действующим значением 500 В.

Электрическое сопротивление изоляции токоведущих цепей Элемер РМТ 29/М1 относительно винта заземления не менее:

- 20 МОм при температуре окружающего воздуха (20±5) °С и относительной влажности от 30 до 80 %;
- 5 МОм при температуре окружающего воздуха (50±3) °С и относительной влажности от 30 до 80 %;
- 1 МОм при относительной влажности (90±3) % и температуре окружающего воздуха (25±3) °С.

Устройство и работа

Пользователь может дать название и настроить любой канал прибора, а также вывести его значение на дисплей в форме:

- числа;
- вертикального или горизонтального графика;
- вертикальной и горизонтальной гистограммы;
- векторной диаграммы;
- стрелочного индикатора.

Любой из логических каналов (как отображаемых на экране, так и неотображаемых) может использоваться для ввода данных одного или более управляющих процессов. Регулирование может осуществляться Элемер РМТ 29/М1 с использованием нескольких методов:

- выше уставки;
- ниже уставки;
- в диапазоне;
- вне диапазона;
- пропорционально-интегрально-дифференциальное управление.

Управление процессом может осуществляться с помощью программируемого гистерезиса. Управляющие процессы могут активировать встроенные физические и виртуальные выходы, которые можно использовать в качестве логических каналов.

Общая структура прибора показана на рисунке 2.7.

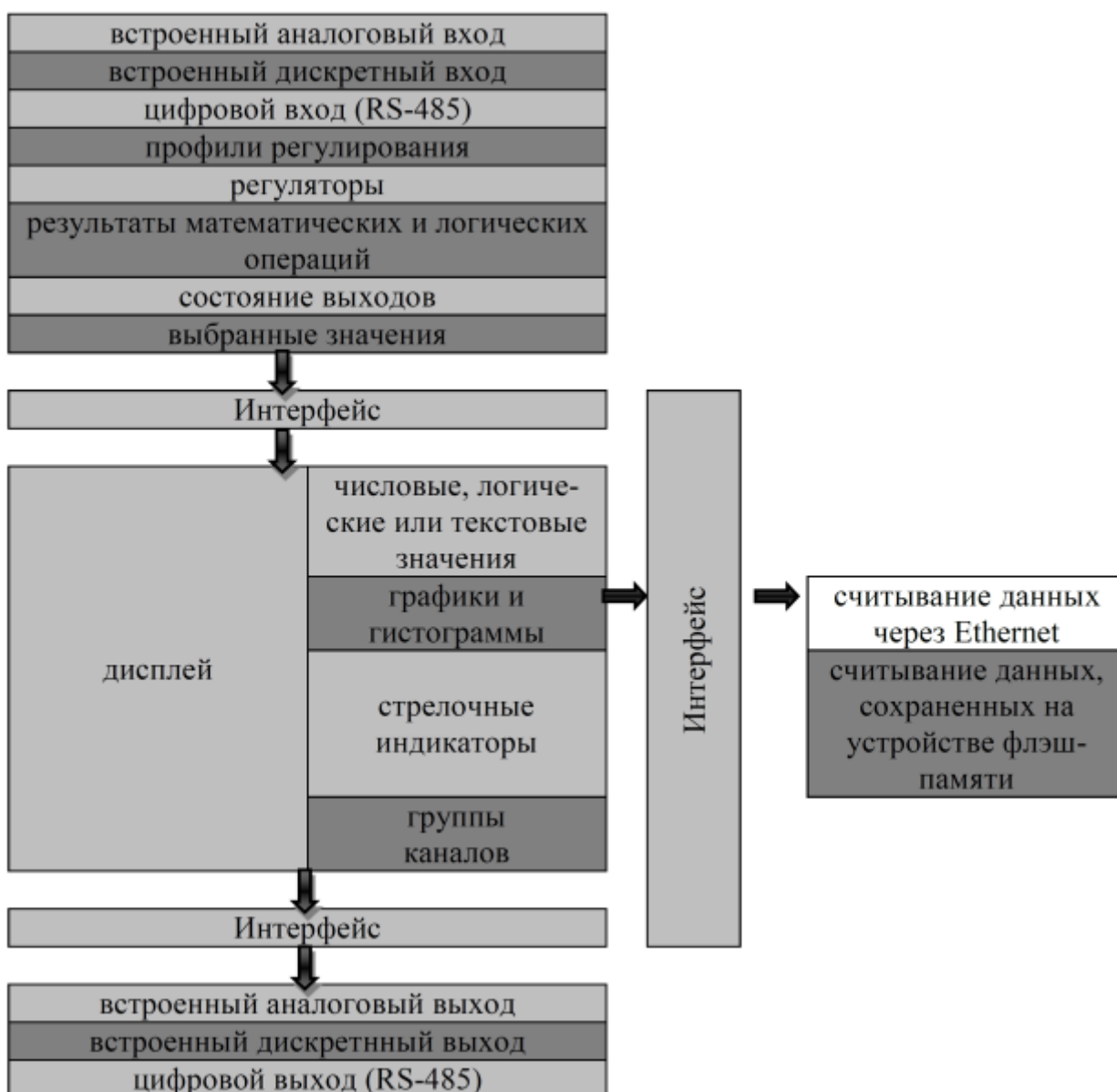


Рисунок 2.7 – Общая структура прибора

Обработка данных в Элемер PMT 29/M1

Регистратор многоканальный технологический Элемер PMT 29/M1 является универсальным многофункциональным устройством, имеющим многоуровневое встроенное программное обеспечение. Прибор работает под управлением операционной системы Linux, способной поддерживать все системы Элемер PMT 29/M1 в состоянии постоянной готовности к использованию и позволяющей выполнять независимо и одновременно несколько процессов (сбор и обмен данными, обработку сигналов, визуализацию и т.д.). Такой подход дает существенные преимущества при работе встроенных

приложений высокого уровня, делает их гибкими и динамически настраиваемыми. Кроме того, структуры и потоки данных реализованы в Элемер РМТ 29/М1 иначе, чем в некоторых аналогичных приборах. Основным отличием здесь является идеология использования логических каналов в качестве своеобразного «моста», на одной стороне которого – физические входы и выходы, а на другой - визуализация и управление процессами. Такое решение использовано с целью увеличения функциональности прибора и почти полного исключения зависимости программного обеспечения от аппаратного.

Логические каналы

Логический канал или перо – это поток данных, существующий в памяти Элемер РМТ 29/М1, имеющий свое собственное название и отображаемый (при желании пользователя) на экране Элемер РМТ 29/М1. Каждый логический канал может использоваться в качестве:

- измерительного входа;
- источника данных для контура управления;
- источника управления физическими выходами;
- источника входных данных для других логических каналов;
- источника данных для визуализации и регистрации.

Дисплей

Все данные и пункты меню Элемер РМТ 29/М1 отображаются на цветном TFT-дисплее с сенсорным экраном разрешением 320x240 точек и диагональю 3,5” (модификация «/М1») или 5,7” (модификация «/М2»). Если на экране Элемер РМТ 29/М1 имеется прозрачная защитная пленка, ее рекомендуется удалить перед началом эксплуатации прибора для обеспечения наилучших показателей видимости изображений и чувствительности сенсорного экрана. Во время отображения на экране данных в формате, заданном при конфигурировании прибора, пользователь имеет возможность ручного переключения экранных форм отдельных каналов (групп каналов) и входа в меню. Пользовательский интерфейс прибора позволил сделать общение с прибором простым и

интуитивно понятным. Чтобы изменить режим отображения канала, группы или войти в меню, достаточно просто прикоснуться к экрану Элемер РМТ 29/М1 и нажать соответствующую кнопку на панели навигации указанной на рисунке 2.8.

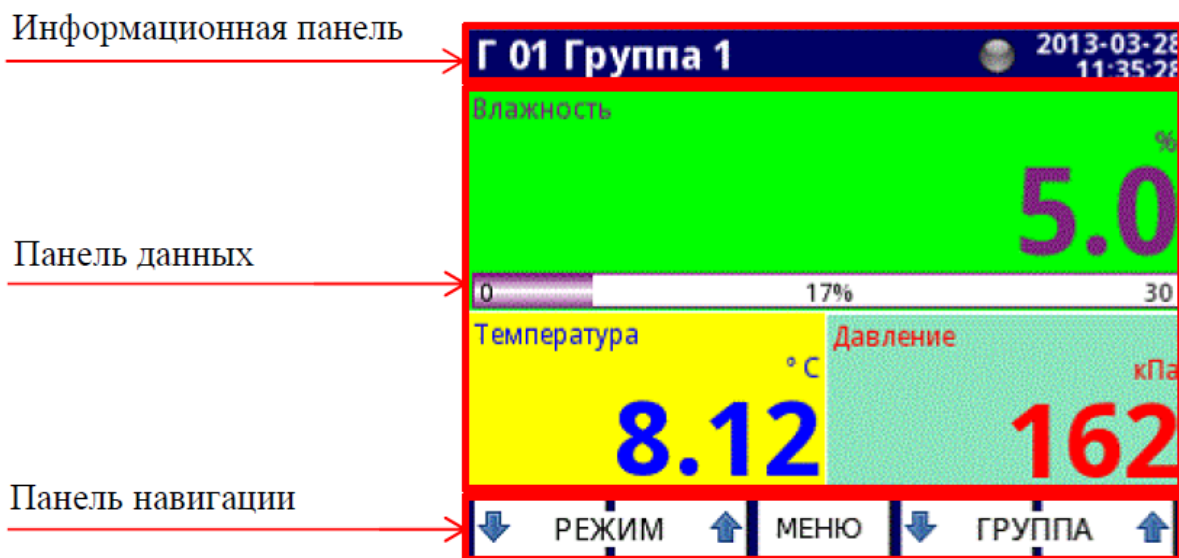


Рисунок 2.8 – Вид экрана после нажатия

Чтобы войти непосредственно в меню конфигурирования выбранного логического канала, прикоснитесь к экрану в месте отображения этого канала на несколько секунд. Чтобы перейти непосредственно к настройке отображаемой группы, прикоснитесь к экрану в месте индикации номера или названия группы в верхней панели информации. В обоих случаях пользователь должен ввести пароль перед входом в режим конфигурирования.

Во всех панелях данных (поз. (4) рисунка 2.9) доступна следующая информация:

- единица измерения (поз. (1));
- значение логического канала (поз. (2));
- в некоторых режимах также отображается индикатор процентного отношения значения измеряемой величины к диапазону (поз. (3));
- название канала (поз. (5)).



Рисунок 2.9 – Вид панели данных

Каждая группа логических каналов может быть представлена в одном из 7-ми режимов:

- в виде числовых значений;
- в виде горизонтальных гистограмм;
- в виде вертикальных гистограмм;
- в виде горизонтальных графиков;
- в виде вертикальных графиков;
- в виде векторных диаграмм;
- в виде стрелочных индикаторов.

Примеры режимов отображения значения представлены на рисунке 2.10.

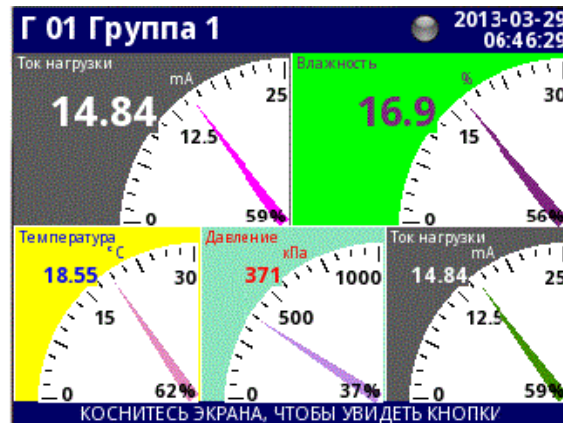
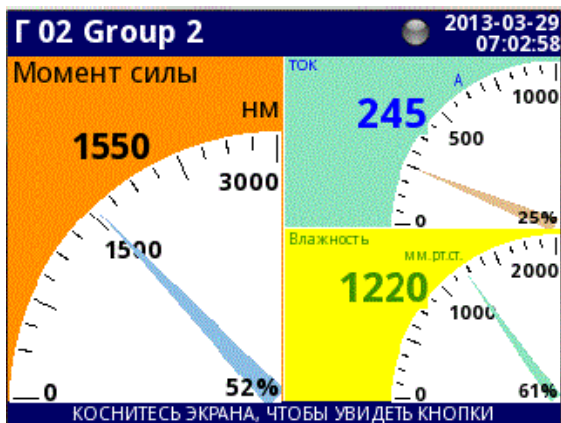
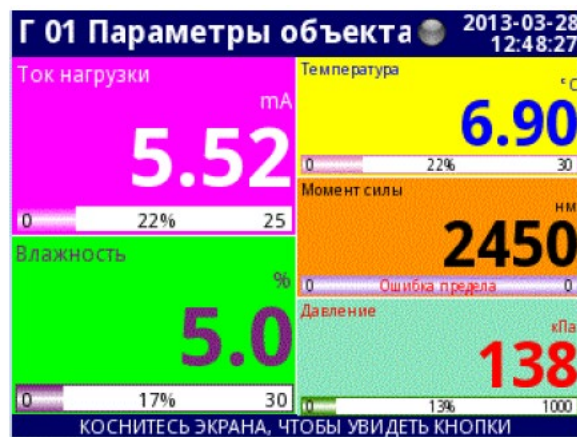
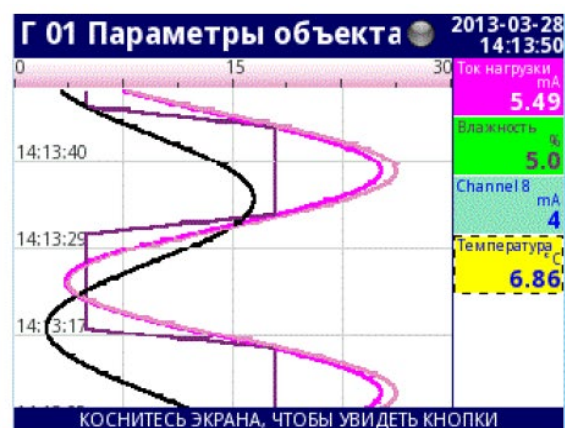
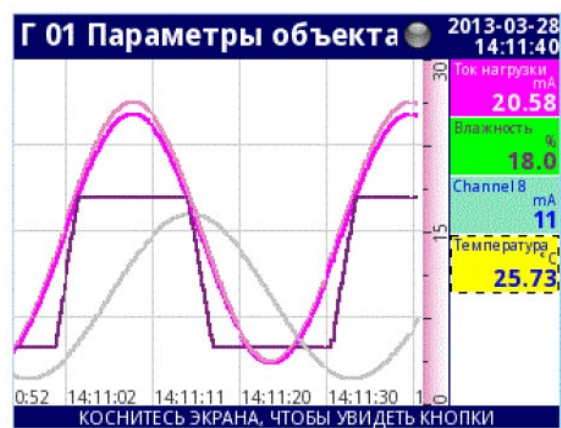


Рисунок 2.10 – Примеры режимов отображения

Экран главного меню

Вход в главное меню прибора осуществляется нажатием кнопки [MENU] на панели навигации. Это меню позволяет пользователю выбрать режим обмена с прибором: «Конфигурирование» – «Управление файлами» – «Информация о приборе» – «Безопасное выключение» (см. рисунок 2.11).

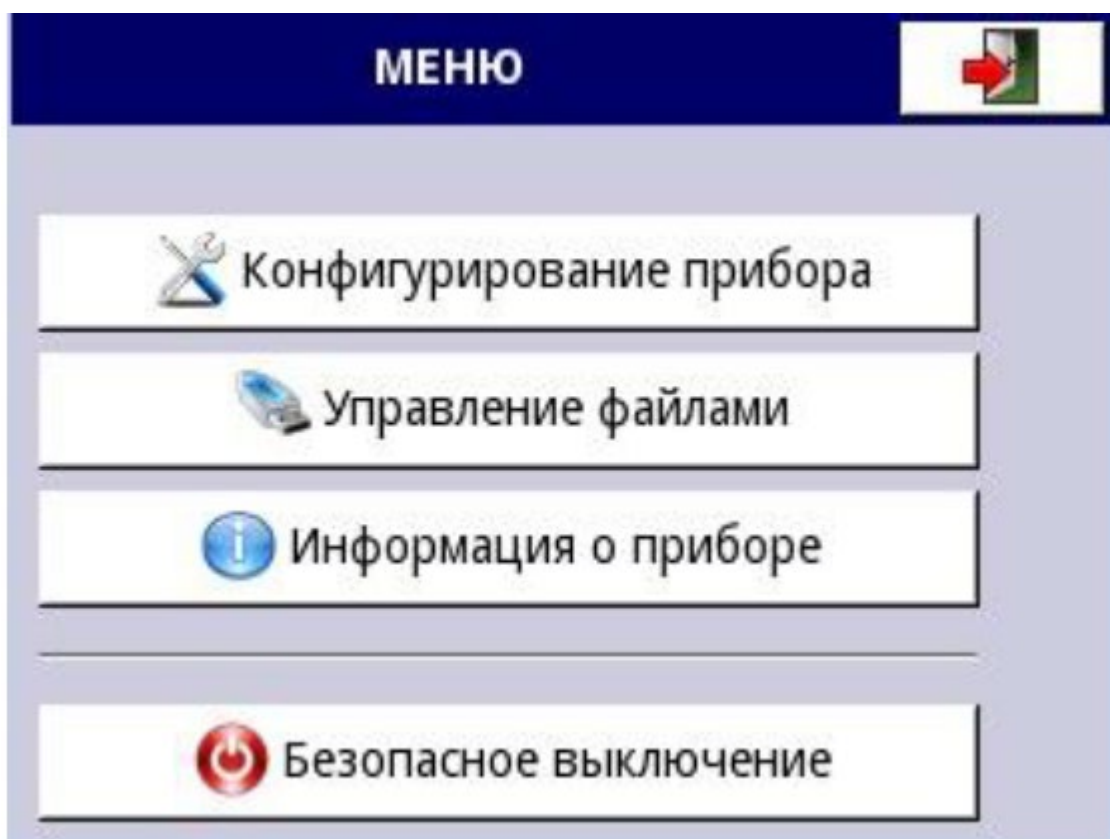


Рисунок 2.11 – Вид главного меню

Кнопка «Безопасное выключение» позволяет выполнить безопасное отключение питания Элемер РМТ 29/М1. После нажатия на кнопку «Безопасное выключение» и утвердительного ответа на запрос системы на экране появляется сообщение «Питание можно отключить». Рекомендуется именно так выключать Элемер РМТ 29/М1, особенно при включенной регистрации данных. Несоблюдение описанной процедуры может привести к потере записываемых данных.

Управление файлами

Нажатие на эту кнопку позволяет войти в меню управления файлами.

После нажатия кнопок МЕНЮ -> Управление файлами пользователь попадает в меню режима управления файлами, который используется для обмена данными между внутренней памятью Элемер РМТ 29/М1 и флэш-накопителем.

Требования к флэш-накопителю:

Максимальный потребляемый ток – 100 мА. Некоторые флэш-накопители большого объема могут не поддерживаться (в таком случае можно использовать

внешний USB-хаб с блоком питания). Рекомендуется использовать флэш-накопители объемом 2 Гб.

Флэш-диск должен быть отформатирован для Windows, как «FAT» (ВНИМАНИЕ! Не «FAT32»!).

Файлы обновления, файлы конфигурации и Modbus-шаблоны должны быть расположены в основной папке (корне диска).

Вид меню «Управление файлами» показан на рисунке 2.12.



Рисунок 2.12 – Меню «Управление файлами»

Кнопка «Архивные файлы» открывает меню управления файлами регистрации. Чтобы экспортировать и/или удалить файлы, следует выполнить следующие шаги:

- выбрать файлы с данными регистрации из группы;
- выбрать файлы в других группах (при необходимости);
- экспортировать выбранные файлы на флэш-диск;
- и/или удалить выбранные файлы с данными.

Меню «Архивные файлы» представлено на рисунке 2.13.

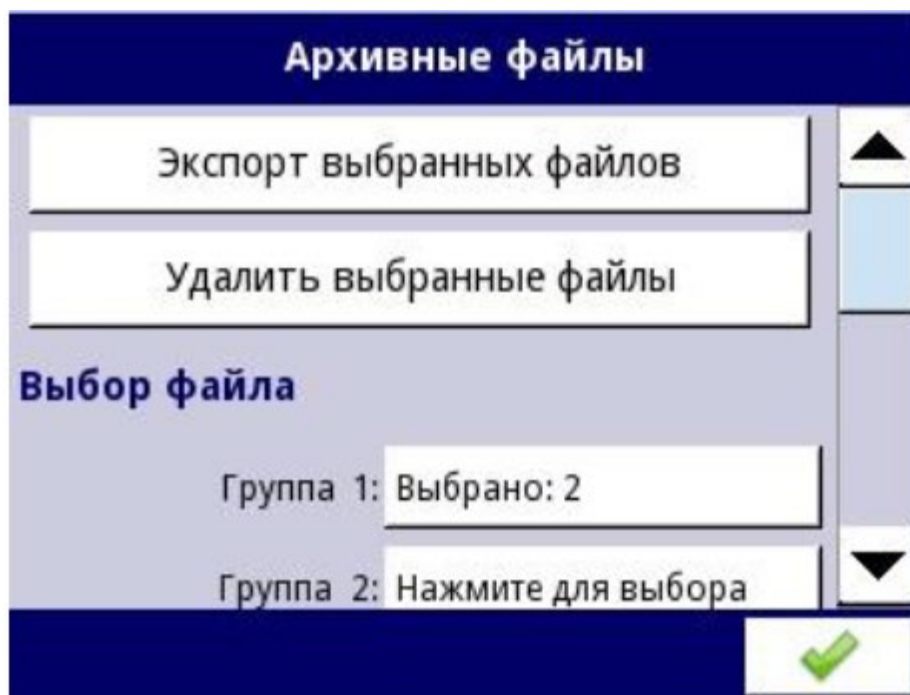


Рисунок 2.13 – Меню «Архивные данные»

Меню «Архивные файлы» состоит из следующих пунктов:

- «Экспорт выбранных файлов» – после нажатия на эту кнопку выбранные файлы с данными регистрации будут экспортированы на флэш-накопитель.
- «Удаление выбранных файлов» – после нажатия на эту кнопку выбранные файлы с данными регистрации будут удалены.
- «Нажмите для выбора» рядом с ярлыком «Поврежденные файлы» - эта кнопка отображается, если хотя бы один поврежденный файл существует. Когда пользователь нажимает на эту кнопку, отображается окно со списком поврежденных файлов (поврежденными являются файлы, содержащие ошибки вследствие некорректного выключения Элемер РМТ 29/М1 во время регистрации данных). Нет никакой гарантии, что эти данные можно будет прочитать.
- «Нажмите для выбора» рядом с ярлыком «Группа N» - если пользователь включил регистрацию определенной группы логических каналов, на экране «Архивные файлы» рядом с ярлыком номера группы появится кнопка "Нажмите для выбора". В зависимости от того, регистрация скольких групп

(Элемер PMT 29/M1 может определить 10 групп) включена (в прошлом или настоящем), столько кнопок «Нажмите для выбора» будут активными.

Пример экранной формы выбранных архивных файлов из Группы 1 представлен на рисунке 2.14.

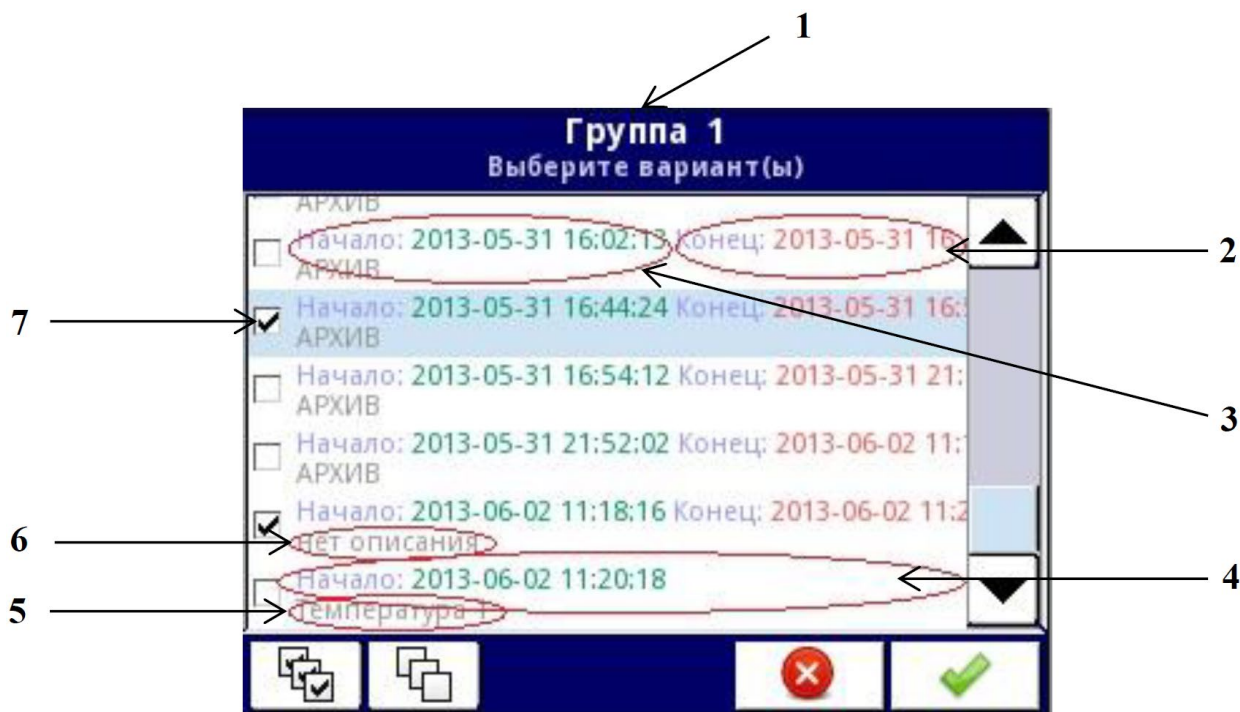


Рисунок 2.14 - Пример экранной формы выбранных архивных файлов из Группы 1

Обозначения к рисунку 2.14:

1 – номер группы; 2 – дата и время окончания записи файла; 3 – дата и время начала записи файла; 4 – дата и время начала записи файла, которая еще не закончилась; 5 – описание, заданное пользователем; 6 – файл без описания; 7 – выбранный файл архива.

Пример экспорта двух архивных файлов из Группы 1 приведен на рисунке 2.15. Вставьте флэш-диск в Элемер PMT 29/M1.

Шаг (1): нажмите на кнопку «Нажмите для выбора» рядом с ярлыком «Группа 1».

Шаг (2): выберите 2 файла, нажав на их изображение и подтвердив свой выбор:

Файл 1. Название: «АРХИВ», начало: 2013-05-31 16:44:24, конец: 2013-05-31 16:58:17.

Файл 2. Название: «нет описания», начало: 2013-06-02 11:18:16, конец: 2013-06-02 11:39:07.

Шаг (3): нажмите кнопку «Экспорт выбранных файлов» и ждите сообщения об окончании операции экспорта данных на флэш-накопитель.

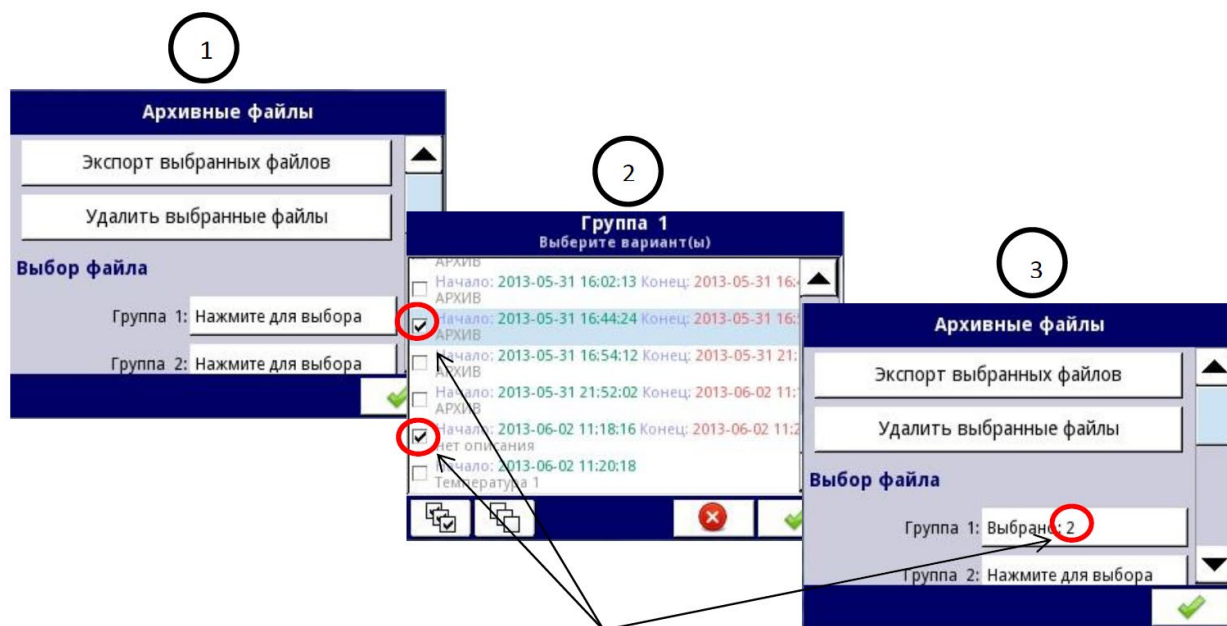


Рисунок 2.15 – Пример экспорта двух архивных файлов из Группы 1

После экспорта файлов на флэш-диске создается папка с тем же именем, что и идентификационный номер продукта, которая включает в себя папку с выбранными файлами.

Удаление файлов с Элемер РМТ 29/М1 аналогично экспорту файлов, разница состоит лишь в том, что вместо кнопки «Экспорт выбранных файлов» в шаге (3) (см. рисунок 2.15) нужно нажать кнопку «Удаление выбранных файлов».

Информация о приборе

Меню «Информация о приборе» содержит основные данные о приборе:

- модификацию прибора;
- заводской номер;
- номер версии прошивки;

- объем доступной памяти;
- конфигурацию оборудования (типы модулей, установленных в каждый слот).

Экран с информацией о приборе представлен на рисунке 2.16.



Рисунок 2.16 – Вид меню «Информация о приборе»

Кроме этого, в меню находятся кнопки, позволяющие войти в режимы обновления встроенного ПО, удаленного дисплея, копирования «Руководства по эксплуатации» на флэш-диск, сервисных функций.

Конфигурирование Элемер PMT 29/M1

Меню «Конфигурирование прибора» – главное меню Элемер PMT 29/M1, которое позволяет пользователю настроить все логические каналы, входы и выходы прибора для измерения, обработки и регулирования.

После нажатия кнопок «МЕНЮ» далее «Конфигурирование прибора», на экране Элемер PMT 29/M1 появляется главное меню (см. рисунок 2.17).



Рисунок 2.17 – Вид главного меню

Меню основных настроек позволяет выбрать пользовательские установки дисплея, стартовую экранную форму, параметры просмотра.

Параметры меню «Основные настройки»:

Блок общих параметров – включает в себя дату и время - эти параметры позволяют пользователю установить текущие дату и время.

Блок параметров ЖК-экрана:

«Яркость» – этот параметр позволяет пользователю установить уровень подсветки ЖК-экрана. Доступные уровни: 20 % (минимум), 40 %, 60 %, 80 %, 100 % (максимум).

Блок параметров «Ждущий режим» – эти параметры позволяют снизить яркость экрана (или полностью его погасить), если пользователь не касался

сенсорного экрана в течение заданного времени. В этот блок входят два параметра:

«Режим» – этот параметр имеет следующие параметры:

- выключен – опция отключает ждущий режим, яркость экрана в этом случае определяется параметром «Яркость» блока параметров экрана;
- 1 мин, 5 мин, 10 мин, 30 мин.

«Яркость» – этот параметр скрыт, когда «Ждущий режим» выключен, в других режимах («1 мин», «5 мин», «10 мин», «30 мин») этот параметр виден на экране, и пользователь может изменить уровень яркости ЖК-экрана после истечения времени, установленного параметром «Режим». Возможные варианты: 0 % (темный экран), 20 %, 40 %, 60 %.

Блок параметров стартовой экранной формы позволяет пользователю установить экранную форму, отображаемую на экране при включении Элемер РМТ 29/М1. Этот блок включает в себя два параметра:

«Вид» – пользователь может выбрать вид представления данных отображаемой группы.

«Группа» – определяет группу, отображаемую при включении прибора. Если параметр «Вид» определен, как «Группы», параметр «Группа» выбирает первую из пяти следующих групп, отображаемых на экране (в режиме «Группы» в одном окне отображается 5 групп). Например, когда пользователь устанавливает параметр «Группа», равным «Группа 8», на экране будут отображаться следующие группы (слева направо): Группа 8 - Группа 9 - Группа 10 - Группа 1 - Группа 2.

Блок параметров «Смена экранных форм» позволяет пользователю настроить смену экранных форм. Параметры этого блока включают в себя:

«Смена» – этот параметр имеет следующие параметры:

- выключена – заданная экранная форма не меняется. В этом режиме другие параметры в блоке не активны;

- режимов – эта опция позволяет пользователю автоматически изменять режим отображения;

- групп – эта опция позволяет пользователю автоматически изменять отображаемые группы;

- по списку.

«Запуск» – этот параметр может принимать следующие значения:

- по времени – смена экранных форм через фиксированные интервалы времени;

- из логического канала – изменения происходят в соответствии со значением выбранного логического канала. Если значение в этом канале составляет менее 1 - отображается экран номер 1, если значение данного параметра равно или более 1, но менее 2 - отображается экран номер 2, и так далее. Последний из назначенных экранов не имеет верхнего предела.

«Продолжительность» – этот параметр является видимым в состояниях «Смена режимов» и «Смена групп» и при запуске «по времени». Продолжительность задается в секундах для каждой экранной формы.

«Запуск» – этот параметр является видимым для «Смены режимов», «Смены групп», для режима «Запуск = из логического канала». Пользователь может выбрать логический канал из списка, значение которого будет определять номер отображаемого экрана.

«Тайм-аут» – этот параметр определяет промежуток времени от включения прибора или изменения экранной формы вручную до первой автоматической смены экрана.

«Настройка списка» – эта кнопка видна, когда параметр «Смена» = «по списку».

Блок параметров «Удаленное выключение» позволяет установить автоматическое отключение Элемер РМТ 29/М1. Параметры этого блока включают в себя:

«Режим» – включает и выключает отключение сигналом от логического канала:

- выключено – удаленное выключение отключено;
- из логического канала – удаленное выключение включено.

«Источник» – содержит список логических каналов, один из которых будет выбран источником для удаленного выключения; процедура отключения будет начинаться каждый раз, когда сигнал выбранного канала будет изменяться от значения «меньше или равно 0» до значения «больше 0».

«Задержка» – устанавливает продолжительность промежутка времени, которое должно пройти до того, как Элемер РМТ 29М/1 будет выключен; при этом процедура выключения будет остановлена, если в течение этого времени:

- значение логического канала, определенного как «Источник», уменьшится до 0;
- пользователь нажмет кнопку отмены на экране.

Когда Элемер РМТ 29/М1 запускается, или когда в блок параметров «Удаленное выключение» были внесены изменения, и в выбранном канале «Источник» значение больше 0, процедура выключения не будет запущена. Чтобы процедура выключения запустилась, значение в этом канале должно стать равным нулю или меньше нуля, а затем превысить 0.

Параметры меню «Настройка списка»

«Вид» – этот параметр позволяет пользователю выбрать представление данных отображаемой группы.

«Группа» – позволяет пользователю выбрать группу, отображаемую первой. Если выбран режим «Группы», параметр «Группа» выбирает первую из пяти следующих групп, отображаемых на экране (в режиме «Группы» в одном окне отображается 5 групп).

«Продолжительность» – этот параметр становится видимым для режима вызова «По времени», он устанавливает продолжительность отображения (в секундах) выбранной экранной формы.

Кнопка «Добавить экран» – добавляет новую экранную форму в список.

Кнопка «Удалить этот экран» – удаляет выбранную экранную форму из списка.

«Перейти на поз.» – этот параметр позволяет пользователю устанавливать последовательность отображения экранных форм.

Меню «Логические каналы»

Меню «Логические каналы» используется для их настройки. Логические каналы можно рассматривать как исходные данные для используемых выходов, регуляторов или других логических каналов, они могут быть собраны в группы для совместного отображения на экране Элемер РМТ 29/М1.

Чтобы войти непосредственно в меню конфигурирования нужного канала, коснитесь стилусом и задержите его на несколько секунд на панели данных этого канала.

Стрелки, размещенные в правом верхнем углу экрана, позволяют переключаться между последовательностью логических каналов. Средняя кнопка позволяет непосредственно выбрать определенный логический канал из списка.

Параметры логического канала зависят от режима его использования.

Логический канал может находиться в одном из режимов:

- Выключен.
- Измерительный вход.
- Контроль выхода.

- Modbus.
- Выбор значения.
- Математическая функция.
- Регулятор.
- Профиль регулирования.
- Счетчик циклов.
- Данные из другого канала.

Пример. Требуется: преобразовать температуру, вычисленную в градусах Цельсия (эта единица измерения используется при градуировке Элемер РМТ 29М/1) в градусы по Фаренгейту. Формула, которая должна быть использована для решения этой задачи, приведена ниже:

$$T_F = \frac{9}{5} \cdot T_C + 32, \quad (2.1)$$

где T_F – температура в градусах Фаренгейта;

T_C – температура в градусах Цельсия;

$\frac{9}{5}$ – наклон характеристики;

32 – смещение.

Предположим, что наш диапазон температур от минус 50 до плюс 85 ° С (диапазон выбран произвольно). В этом случае:

- Параметр «Масштабирование» определяем, как «линейное».
- Переходим к «Настройке масштаба»:
- В единицу измерения на выходе записываем « ° F».
- В окно «Входное значение» точки 1 записываем «-50» (нижнее значение диапазона).
- В окно «Выходное значение» точки 1 записываем «-58» (рассчитано по формуле 2.1).
- В окно «Входное значение» точки 2 записываем «85» (верхнее значение диапазона).

- В окно «Выходное значение» точки 2 записываем «185» (рассчитано по формуле 2.1).

Параметры блока «Отображение»

Постоянными параметрами блока «Отображение» являются следующие:

«Формат» – формат данных логического канала – может принимать значения:

- «цифровой»;
- «дискретный», имеет 2 состояния: «низкое» («0») или «высокое» («1»);
- «время».

«Знаков после запятой» – этот параметр предназначен для цифрового формата и определяет количество знаков после запятой, которое будет отображаться в выходном значении. Пользователь может выбрать один из вариантов: «0» (без десятичной точки), «0.0», «0.00», «0.000», «0.0000» (до 4 знаков после запятой). Значение по умолчанию – «0».

«Текст выкл.» определяет текст, который будет отображаться в значении логического канала в режиме «Формат = дискретный» и при входном значении ≤ 0 (по умолчанию «OFF»).

«Текст вкл.» определяет текст, который будет отображаться в значении логического канала в режиме «Формат = дискретный» и входном значении > 0 (по умолчанию «ON»).

Текст для обоих случаев может состоять из символов:

- символов черного цвета;
- цифр и специальных символов;
- цветных символов на цветном фоне;
- пустой строки, когда состояние дискретного сигнала определяется только цветом фона (ширина цветного прямоугольника определяется количеством введенных в поле надписи пробелов).

«Число» – этот параметр предназначен для режима «Формат = цифровой» и позволяет выбрать часть числового значения канала, которая должна отображаться на экране, варианты: «полное» - до пяти цифр и десятичная точка, «часть 1 из 3-х», «часть 2 из 3-х», «часть 3 из 3-х», «часть 1 из 2-х», «часть 2 из 2-х».

«Диапазон мин.» – минимальное значение канала, которое отображается на экране для графика, гистограммы, стрелочного индикатора.

«Диапазон макс.» – максимальное значение канала, которое отображается на экране для графика, гистограммы, стрелочного индикатора.

«Выделение канала» – блок параметров, которые используются для изменения цвета фона и его режима. Пользователь может установить до трех различных вариантов выделения, в зависимости от важности события, которое должно вызывать выделение этого канала.

В режиме «Выделение канала» пользователь может выбрать значения следующих параметров:

«Режим» – используется для изменения способа отображения: «выключен», «постоянный», «мигание».

«Период» – появляется, когда установлен «мигающий» режим, и определяет период мигания.

«Удержание» – минимальное время, в течение которого выбранный вариант выделения будет сохраняться, даже если сигнал от источника выделения исчезнет.

«Запуск» – с помощью этого параметра пользователь может выбрать логический канал, который будет источником для запуска выделения канала. Когда значение канала-источника ≤ 0 – выделение неактивно, а когда значение > 0 – активно.

«Аварийный уровень» – с помощью этого параметра пользователь может определить, будет ли выбранный вариант выделения активным, когда канал-источник возвращает ошибку:

- без выделения – выбранный вариант выделения не будет активным при состоянии логического канала «Авария»;

- с выделением – выбранный вариант выделения будет активным при состоянии логического канала «Авария».

«Цвет» – выбор цветов шрифта и фона выделения.

Используя стрелки, размещенные в правом верхнем углу экрана, пользователь может выбрать вариант выделения, который он хочет настроить. Средняя кнопка позволяет осуществить прямой выбор конкретного варианта из списка.

Несмотря на то, что отображение измеряемого значения на экране возможно в нескольких режимах (вплоть до режима «4 знака после запятой»), пользователь должен учитывать реальную заявленную погрешность подключенного к Элемер РМТ 29/М1 датчика и погрешность измерительного канала в целом.

Следует обращать внимание на иерархию выделения. Если одновременно создадутся условия для работы двух или трех режимов выделения, отображаться будет вариант с наименьшим порядковым номером.

Шкала времени является общей для всей группы и может быть настроена в меню «Группы».

Способы выделения логических каналов представлены на рисунке 2.18.

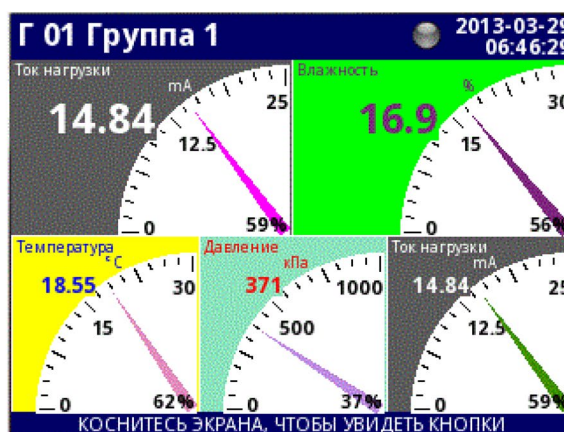
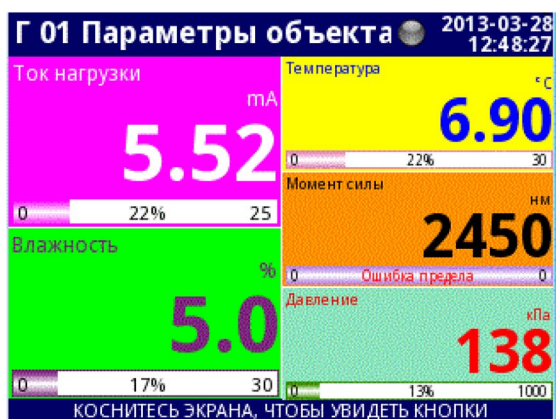


Рисунок 2.18 – Способы выделения логических каналов

2.5 Схема внешних соединений лабораторного комплекса

Для работы лабораторного комплекса необходимо к входам блока питания БП 906 и регистратора Элемер РМТ 29/М1 подключить переменный ток напряжением 220 В. Блок питания БП 906 преобразует переменное напряжение 220 В в постоянное, напряжением 12 В. Выход 1 блока питания БП 906 подключить к входу 1 интеллектуального датчика Элемер АИР-30. Выход 2 блока питания БП 906 подключить к выходу 1 регистратора Элемер РМТ 29/М1, параллельно подключив вход 1 HART модема. Выход 2 регистратора подключить к входу 2 интеллектуального датчика Элемер АИР-30, параллельно подключив вход 2 HART модема.

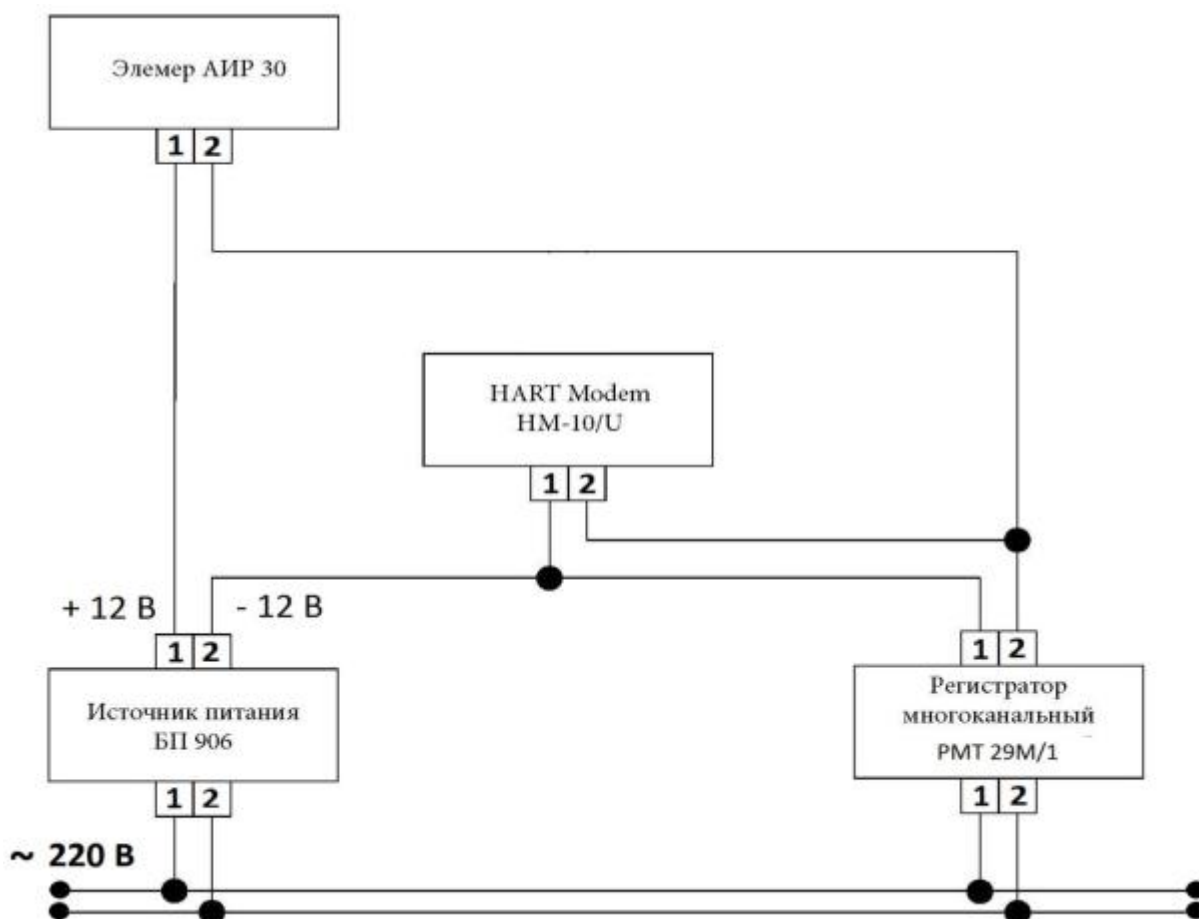


Рисунок 1.5- Схема внешних соединений

3 Программа HART Config

Элемер АИР-30 с HART-протоколом поддерживает цифровой обмен данными по двухпроводной линии связи вместе с токовым сигналом (4-20) мА, при этом цифровой HART-сигнал накладывается на аналоговый сигнал, не влияя на его постоянную составляющую.

HART-протокол допускает одновременное наличие в системе двух управляющих устройств: системы управления (ПК с HART-модемом) и ручного HART-коммуникатора. Эти два устройства осуществляют обмен в режиме разделения времени канала связи, так что АИР-30 может принимать и выполнять команды каждого из них.

3.1 Назначение программы HART Config

Программа используется для настройки и контроля приборов, поддерживающих HART-протокол. В силу универсальности протокола есть возможность работать с любыми HART-приборами, однако достоверная идентификация и максимальный набор функций возможен только для известных программе устройств.

Использование программы позволяет упростить и ускорить процесс конфигурирования приборов и сбора информации.

В рамках данной программы возможно:

- определение типов и параметров подключённых к компьютеру приборов (сеть приборов);
- считывание значений каналов приборов;
- визуальный просмотр данных в графическом виде;
- сохранение считанных данных в файл;
- задание количества точек для сохранения и отображения;
- сохранение настроек приборов в отдельных файлах для последующего использования;
- считывание и запись параметров устройств.

На рисунке 3.1 приведено главное окно программы HART Config. На рисунке введены обозначения: 1 – заголовок программы; 2 – меню программы; 3 – закладки; 4 – строка состояния.

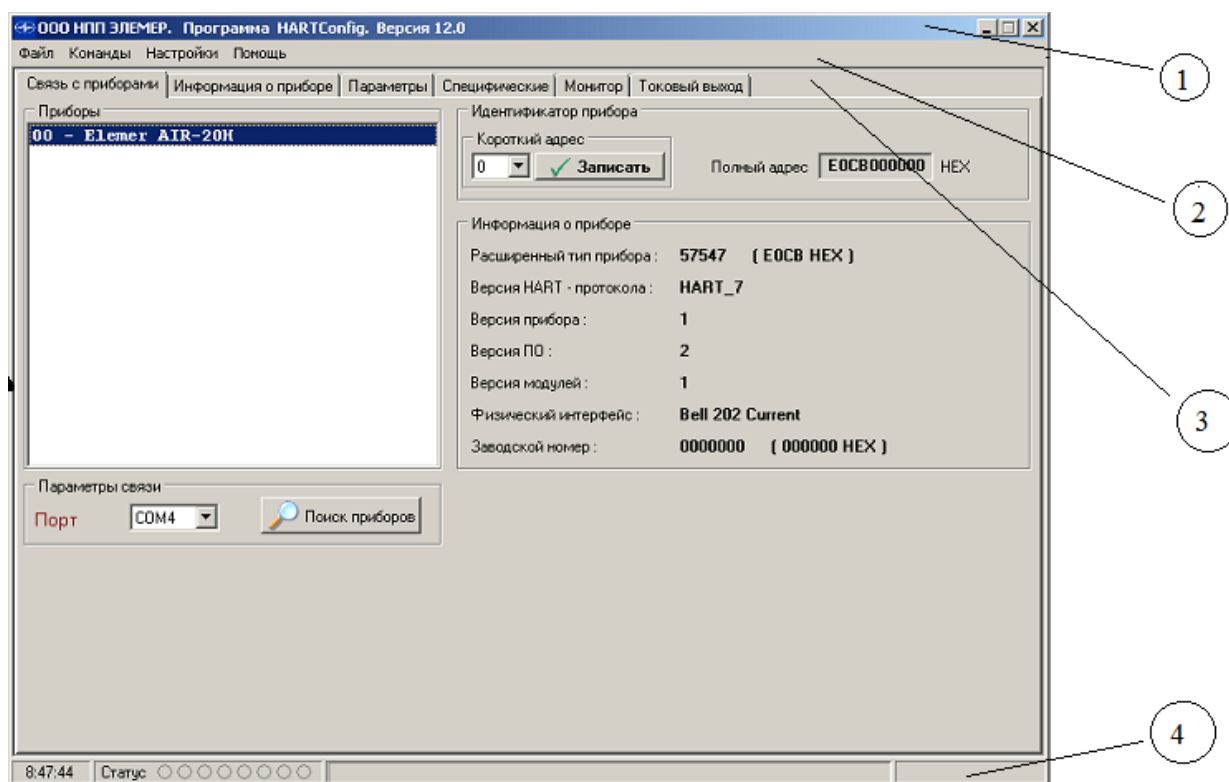


Рисунок 3.1 – Главное окно программы HART Config

3.2 Технические характеристики и требования к аппаратному и программному обеспечению программы HART Config

Программа HART Config предназначена для работы на персональном компьютере под управлением операционной системы семейства Windows98/ME/2000/XP/2003/Vista/7.

Для установки и работы программы требуется:

- не менее 10 мегабайт свободного пространства на жестком диске;
- видеоадаптер, отображающий 256 и более цветов при разрешении монитора не менее 800x600 точек;
- свободный последовательный порт RS 232 (COM-порт);
- HART-модем согласно схеме подключения приборов к ПК.

3.3 Меню Программы

Параметры и функции программы, сходные по значению, объединены в группы, каждая из которых расположена на своей закладке. Всего таких закладок 6: 1 - «Связь с приборами»; 2 - «Информация о приборе»; 3 - «Параметры»; 4 - «Специфические»; 5 - «Монитор»; 6 - «Токовый выход».

Описание меню

Пункт меню «Файл»:

«Открыть рабочую папку программы» – путь в рабочую папку программы;

«Выход» – завершение работы программы.

Пункт меню «Команды»:

«Перезагрузить прибор» – осуществляет перезагрузку прибора;

«Сбросить флаг первичной конфигурации» – сбрасывает флаг первичной конфигурации;

«Дополнительные статусы прибора» – отображает окно с дополнительным статусом прибора (см. описание HART-протокола).

Пункт меню «Настройки»:

«Параметры» – пункт предназначен для изменения параметров работы программы;

«Количество попыток при ошибке обмена» - задает количество повторов послышки команды при возникновении ошибки обмена;

«Автоматически отображать доп. статусы» - отображает дополнительные статусы прибора в соответствующем окне при их возникновении;

«Автоматическое управление потоком» - управление сигналом RTS;

«Автоматическое считывание параметров» - при переходе на закладку производится автоматическое считывание параметров на этой закладке.

Пункт меню «Помощь»:

«Руководство оператора» – открывается руководство оператора;

«О программе» – отображается информация о программе.

Закладка «Связь с приборами»

На рисунке 3.2 приведен вид окна закладки «Связь с приборами».

На закладке «Связь с приборами» есть четыре группы параметров:

- «Параметры связи»;
- «Идентификатор датчика»;
- «Информация о датчике»;
- «Приборы».

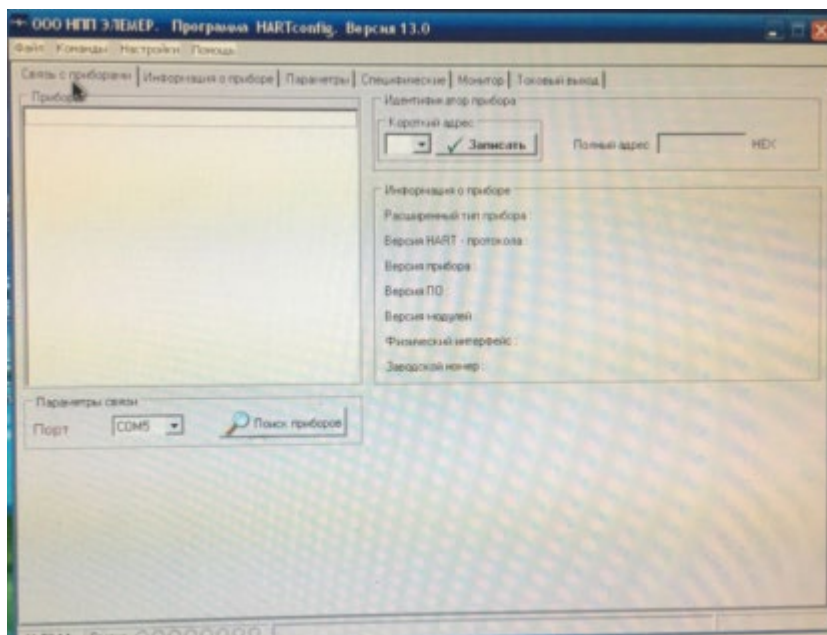


Рисунок 3.2- Вид окна закладки «Связь с приборами»

Группа параметров «Параметры связи»

Из выпадающего списка необходимо выбрать COM-порт, к которому подключен HART-модем. Для начала поиска приборов в сети необходимо нажать кнопку «  Поиск приборов ».

Группа параметров «Приборы»

В этой группе параметров отображается список всех найденных в сети приборов.

Для работы с конкретным прибором его необходимо выбрать в списке.

Группа параметров «Идентификатор датчика»

В подгруппе «Короткий адрес» отображается в выпадающем списке короткий адрес прибора в сети. При необходимости короткий адрес можно изменить, выбрав нужный адрес из списка и нажав кнопку. В поле «Полный адрес» отображается полный адрес прибора в шестнадцатиричном формате.

Группа параметров «Информация о датчике»

В группе отражается основная информация о выбранном датчике. Поле «Расширенный тип прибора» отображается расширенный тип прибора в десятичной (в скобках в шестнадцатиричной форме). В поле «Версия HART – протокола» отображается поддерживаемая прибором версия HART-протокола. Версия прибора отображается в поле «Версия прибора». В поле «Версия ПО» отображается версия программного обеспечения. Версия модулей прибора отображается в поле «Версия модулей». Информация об используемом физическом интерфейсе отображается в поле «Физический интерфейс». В поле «Заводской номер» отображается информация о заводском номере в десятичной (в скобках в шестнадцатиричной форме). Более подробно в описании HART-протокола.

Закладка «Информация о приборе»

На рисунке 3.3 приведен вид окна закладки «Информация о приборе».

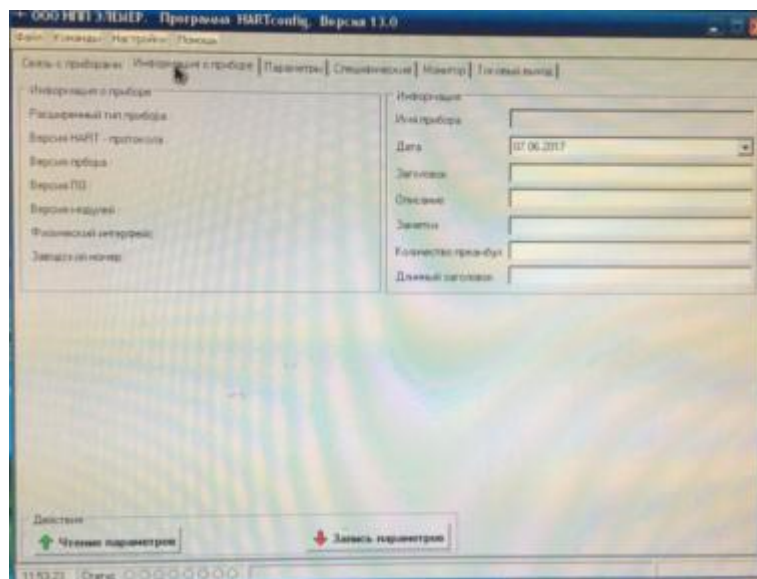


Рисунок 3.3 - Вид окна закладки «Информация о приборе»

Данная закладка содержит три группы параметров:

- «Информация о датчике». Дублирует группу параметров «Информация о датчике» с закладки «Связь с приборами». Поле «Расширенный тип прибора» отображается расширенный тип прибора в десятичной (в скобках в шестнадцатеричной форме). В поле «Версия HART – протокол» отображается поддерживаемая версия HART-протокола. Версия прибора отображается в поле «Версия прибора». В поле «Версия ПО» отображается версия программного обеспечения. Версия модулей прибора отображается в поле «Версия модулей». Информация о физическом интерфейсе отображается в поле «Физический интерфейс». В поле «Заводской номер» отображается информация о заводском номере в десятичной (в скобках в шестнадцатеричной) форме;

- «Информация». Информация о приборе доступная для изменений, за исключением поля «Имя прибора». В поле «Заголовок» отображается заголовок прибора. Длина заголовка не должна превышать 8 символов. Поле «Описание» содержит описание прибора, длина строки описания не должна превышать 16 символов. Поле «Заметки» содержит произвольную информацию. Длина строки не должна превышать 32 символа. В поле «Количество преамбул» отображается количество преамбул, установленных в приборе. Диапазон изменения от 5 до 10 преамбул. Для более быстрого обмена с прибором рекомендуется ставить небольшое число преамбул. В случае если сигнал зашумлен, необходимо поставить большее число преамбул.

- «Действия». Для считывания информации из прибора необходимо нажать на кнопку  Чтение параметров», для записи изменений на кнопку  Запись параметров».

Закладка «Параметры»

На рисунке 3.4 приведен вид окна закладки «Параметры».

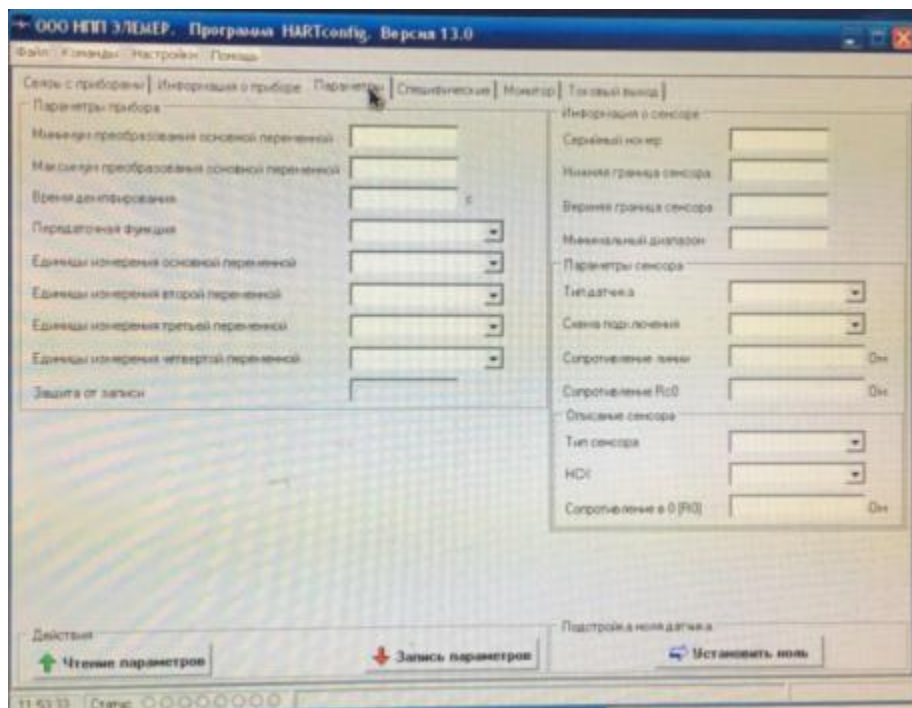


Рисунок 3.4- Вид окна закладки «Параметры»

На закладке «Параметры» содержатся четыре группы параметров:

- «Параметры датчика»;
- «Информация о сенсоре»;
- «Действия»;
- «Подстройка нуля датчика».

Группа параметров «Параметры датчика»

В этой группе отображаются следующие параметры датчика:

- «Минимум преобразования основной переменной»;
- «Максимум преобразования основной переменной»;
- «Время демпфирования»;
- «Передаточная функция»;
- «Единицы измерения основной переменной»;
- «Единицы измерения второй переменной»;
- «Единицы измерения третьей переменной»;

- «Единицы измерения четвертой переменной»;
- «Защита от записи».

Более подробно в описании HART-протокола.

В выпадающем списке «Передаточная функция» доступны следующие позиции для выбора:

- «Линейная»;
- «Корнеизвлекающая».

В выпадающих списках «Единицы измерения основной переменной», «Единицы измерения второй переменной», «Единицы измерения третьей переменной», «Единицы измерения четвертой переменной» доступны следующие позиции для выбора в зависимости от поддерживаемых прибором единиц измерения:

«°C»; «°F»; «°K»; «мм рт. ст.»; «Бар»; «мБар»; «кгс/см²»; «кгс/м²»; «Па»; «кПа»; «Атм»; «МПа»; «мм вод. ст.».

Группа параметров «Информация о сенсоре»

В этой группе отображаются следующие параметры датчика:

- «Серийный номер»;
- «Нижняя граница сенсора»;
- «Верхняя граница сенсора»;
- «Минимальный диапазон».

Для приборов ИПМ 0399/М0-Н (ИРМ 0399/М0-Н), ТПУ 0304/М1-Н (ТПУ 0304/М1-Н), ТПУ 0304/М2-Н (ТПУ 0304/М2-Н) в группе параметров «Информация о сенсоре» доступна подгруппа параметров «Параметры сенсора», в которой отображаются следующие параметры сенсора:

- «Тип датчика»;
- «Схема подключения»;
- «Сопротивление линии»;
- «Сопротивление R_{c0}».

В выпадающем списке «Тип датчика» доступны следующие позиции для выбора:

Группа параметров «Действия»

Для считывания информации из прибора необходимо нажать на кнопку «

 Чтение параметров», для записи изменений — « Запись параметров».

Группа параметров «Подстройка нуля датчика»

Для того что бы произвести подстройку нуля датчика необходимо установить на входе прибора нулевое значение измеряемой величины и нажать на кнопку «  Установить ноль ».

Закладка «Специфические»

На рисунке 3.5 приведен вид окна закладки «Специфические».

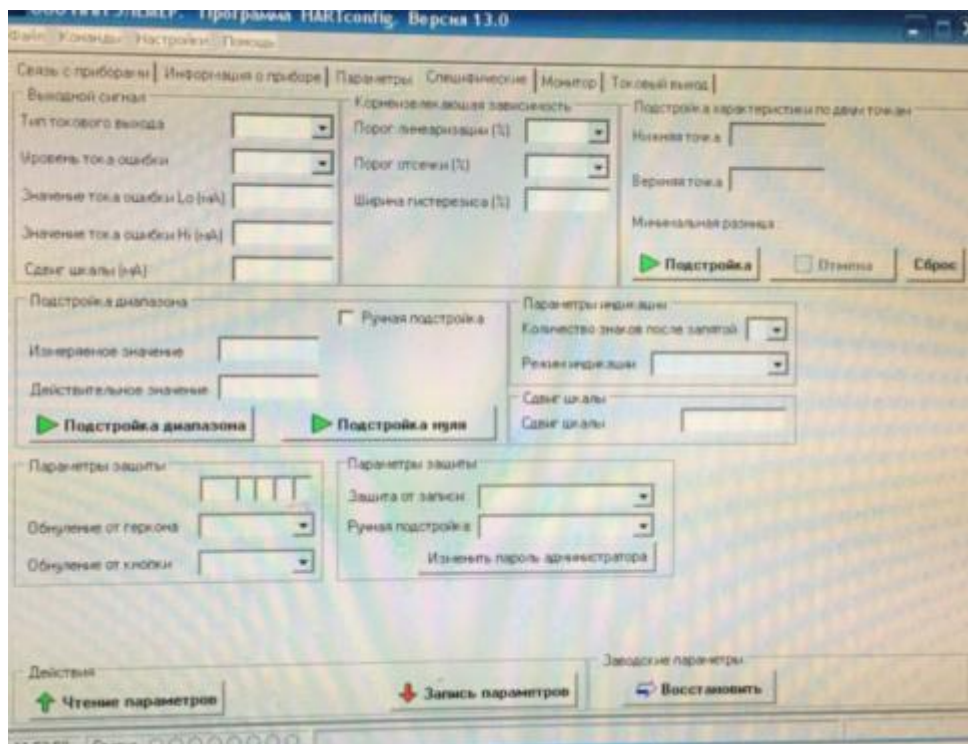


Рисунок 3.5 - Вид окна закладки «Специфические»

В зависимости от выбранного типа прибора количество групп параметров различно.

На закладке отображаются следующие группы параметров:

- «Выходной сигнал».
- «Корнеизвлекающая зависимость».
- «Подстройка характеристики по двум точкам».
- «Действия».
- «Заводские параметры».
- «Параметры индикации» (только для Элемер АИР-20/М2-Н, ЭЛЕМЕР-100, САПФИР-22ЕМ).
- «Сдвиг шкалы» (только для Элемер АИР-20/М2-Н.).
- «Параметры защиты».

Группа параметров «Выходной сигнал»

В этой группе отображаются следующие параметры датчика:

- «Тип токового выхода».
- «Уровень тока ошибки».
- «Значение тока ошибки I_o ».
- «Значение тока ошибки I_i ».

Группа параметров «Корнеизвлекающая зависимость»

- «Порог линеаризации (%)».
- «Порог отсечки (%)».
- «Ширина гистерезиса (%)».

В выпадающем списке «Порог линеаризации (%)» доступны следующие значения:

«0»; «0.5»; «1»; «2»; «3».

В выпадающем списке «Порог отсечки (%)» доступны следующие значения:

«0»; «0.25»; «1»; «2.25»; «4».

В поле «Ширина гистерезиса (%)» задается ширина гистерезиса в процентах.

Группа «Подстройка характеристики по двум точкам»

На любом этапе подстройки имеется возможность прервать процедуру с помощью кнопки «Отмена».

По нажатию кнопки «Подстройка» считывается следующая информация из прибора:

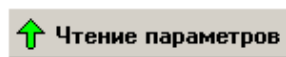
- нижняя и верхняя границы допустимых значений нижней точки подстройки;
- допустимых значений верхней точки подстройки;
- значение минимальной разницы между нижней и верхней точками подстройки;
- единицы измерения для точек подстройки.

Также возникает сообщение, указывающее порядок действий подстройки. Для выполнения процедуры подстройки следуйте действиям, предложенным в сообщении.

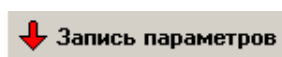
Кнопка «Сброс» возвращает подстройку датчика к заводским значениям.

Группа параметров «Действия»

Для считывания информации из прибора необходимо нажать на кнопку «



», для записи изменений —«



».

Группа параметров «Параметры индикации»

Группа параметров доступна только для приборов Элемер АИР-20/М2-Н, ЭЛЕМЕР-100, САПФИР-22ЕМ.

В этой группе отображаются следующие параметры датчика:

- «Количество знаков после запятой»;
- «Режим индикации».

В выпадающем списке «Количество знаков после запятой» доступны следующие позиции для выбора: «0»; «1»; «2»; «3»; «4» (только для ЭЛЕМЕР-100, САПФИР-22ЕМ).

В выпадающем списке «Режим индикации» доступны следующие позиции для выбора: «давление»; «процент от диапазона»; «мА» (только для ЭЛЕМЕР-100, САПИР-22ЕМ).

Закладка «Монитор»

На рисунке 3.6 приведен вид окна закладки «Монитор».

На закладке «Монитор» содержатся четыре группы параметров:

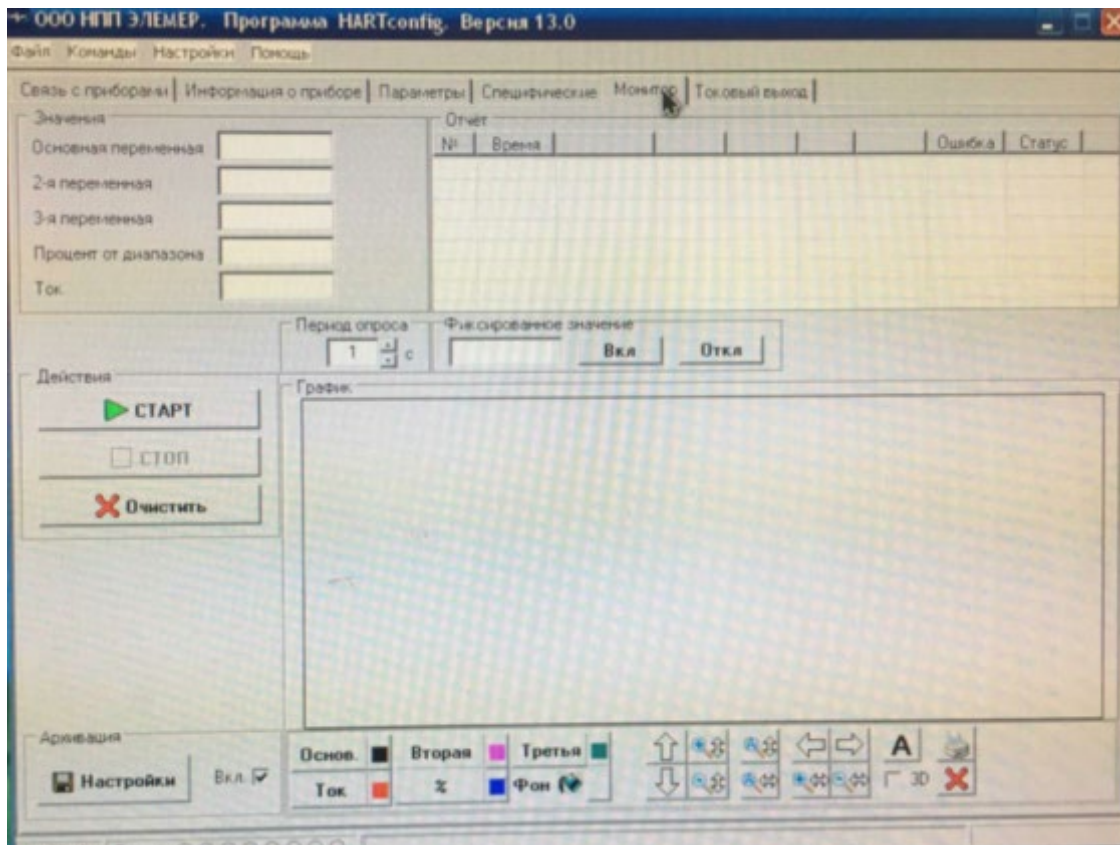


Рисунок 3.6 - Вид окна закладки «Монитор»

- «Значения».
- «Отчёт».
- «Действия».
- «Архивация».
- «График».

Группа параметров «Значения»

В этой группе отображаются значения измеренных параметров основной переменной, второй переменной, третьей переменной, процент от диапазона тока петли, величина тока петли (см. описание HART-протокола).

Группа параметров «Отчет»

«Отчет» предназначен для отображения измеренных значений в табличной форме. В столбце «№» отображаются номер отсчета. В столбце «Время» отображается время, когда был получен этот отсчет. Далее идут пять столбцов, в которых по порядку отображаются значения основной переменной, второй переменной, третьей переменной, процент от диапазона, величина тока петли (заголовок соответствующего столбца принимает значение единицы измерения величины в этом столбце). В столбце «Ошибка» отображаются значения ошибки для каждого отсчета, выдаваемые прибором в шестнадцатеричной форме. В столбце «Статус» отображаются статусы прибора для каждого отсчета в шестнадцатеричной форме.

Группа параметров «Действия»

Для запуска измерений необходимо нажать кнопку « СТАРТ». Для прекращения измерений необходимо нажать кнопку. Для удаления измеренных значений из таблиц отчета и графиков, необходимо нажать кнопку « Очистить». В группе «Период опроса» задается интервал опроса в секундах.

Группа параметров «Архивация»

Архивация в файл позволяет записывать таблицу отчета в файл. Запись новых измеренных данных происходит каждый раз при получении измеренных значений.

Группа параметров «График»

Данная группа параметров позволяет отображать в графическом виде изменения измеряемых величин во времени. Для добавления графика

измеряемой величины необходимо нажать кнопку с соответствующей надписью (например «**Основ.**», «**Вторая**», «**Третья**», «**Ток [мА]**», «**%**»), то кнопка зафиксирована. Для удаления графика необходимо ещё раз нажать на эту кнопку, она вернется в исходное положение. Справа от каждой кнопки добавления графика расположена кнопка выбора цвета соответствующего графика.

Для очистки области графиков нужно нажать кнопку «»

Для имитации трехмерного вида графиков установите флаг «**3D**».

Кнопками со стрелками , , , и  можно смещать область отображения графиков по горизонтали и вертикали соответственно, сохраняя при этом масштаб.

Кнопками с лупами, значками «+»/«-» и вертикальными/горизонтальными стрелками можно увеличивать и уменьшать масштаб по вертикальной/горизонтальной осям (, , , ).

Кнопками  и  можно автоматически масштабировать графики по вертикальной и горизонтальной оси соответственно.

Кнопка  автоматически масштабирует графики по обеим осям.

Кнопка с изображением принтера  позволяет распечатывать графики на принтере.

Закладка «Токовый выход»

На рисунке 3.7 приведен вид окна закладки «Токовый выход».

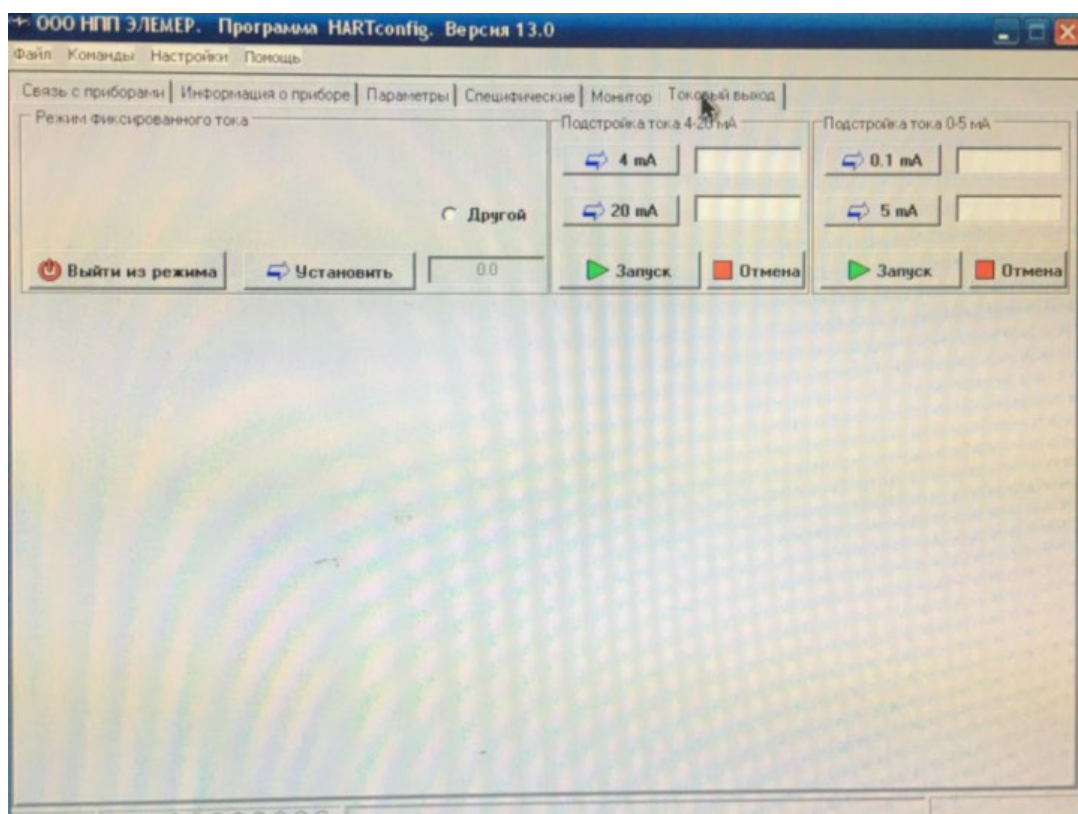


Рисунок 3.7- Вид окна закладки «Токовый выход»

На закладке «Токовый выход» содержатся группа параметров «Режим фиксированного тока».

Группа параметров «Режим фиксированного тока»

В этой группе в зависимости от установленного в приборе типа токового выхода («0-5»/«5-0» или «4-20»/«20-4») доступен для выбора ряд фиксированных токов (для токового выхода «0-5» или «4-20» соответственно). Для выбора необходимого фиксированного тока необходимо установить «». Для задания произвольного значения надо выбрать « Другой» и ввести необходимое значение фиксированного тока в поле ввода. Чтобы установить фиксированный ток в приборе, необходимо нажать на кнопку « Установить». Для выхода из режима фиксированного тока в приборе необходимо нажать на кнопку « Выйти из режима».

Строка состояния окна программы

На рисунке 3.8 приведено строка статуса.

В строке состояния окна программы выводится:

- системное время;
- статус прибора;
- область отображения хода взаимодействия программы с прибором;
- область, которая информирует о режиме работы программы.

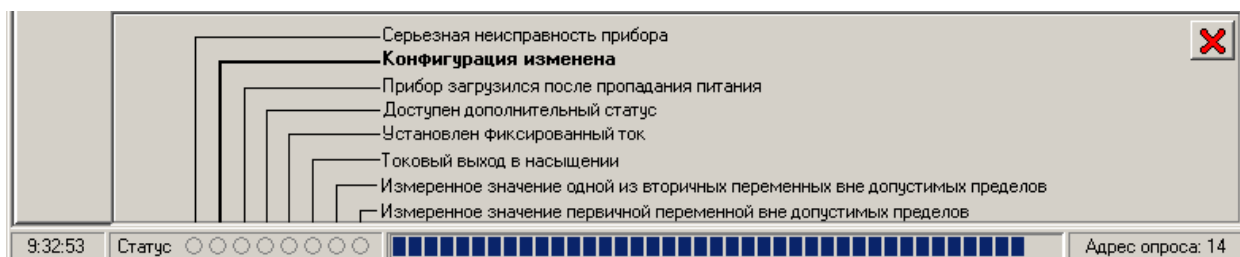


Рисунок 3.8- Строка статуса

Статус прибора

В области строки состояния с надписью «Статус» отображаются индикаторы статуса прибора. При наведении указателя мыши на один из индикаторов статуса и удержании указателя в течение одной секунды появляется окно с русскоязычными расшифровками индикаторов статуса.

4 Программно-методическое обеспечение для выполнения лабораторной работы «Изучение измерительного преобразователя давления Элемер АИР-30»

В результате выполнения бакалаврской работы было разработано программно-методическое обеспечение, которое состоит из методических указаний по выполнению лабораторной работы «Изучение измерительного преобразователя давления Элемер АИР-30» и программы HART Config.

4.1 Методические указания по выполнению лабораторной работы

Разработанное в процессе выполнения бакалаврской работы методическое обеспечение позволяет ознакомиться с составом и техническими характеристиками измерительного преобразователя Элемер АИР-30, регистратора Элемер PMT 29/M1, а также с программой HART Config. Данное методическое обеспечение позволяет студентам приобрести практические навыки в настройке, конфигурировании преобразователя Элемер АИР-30 и регистратора Элемер PMT 29/M1.

В методических указаниях приводится цель работы, состав и технические характеристики измерительного преобразователя Элемер АИР-30, регистратора Элемер PMT 29/M1, описание пользовательского интерфейса программы HART Config, задание на лабораторную работу, методические указания по выполнению лабораторной работы, содержание отчёта и контрольные вопросы.

Полный текст методических указаний представлен в приложении А данной пояснительной записки.

4.2 Программное обеспечение

Программное обеспечение состоит из программы HART config и позволяет:

- определять типы и параметры подключённых к компьютеру приборов (сеть приборов);
- считывать значений каналов приборов;
- визуально просматривать данные в графическом виде;

- сохранять считанные данные в файл;
- задать количество точек для сохранения и отображения;
- сохранять настройки приборов в отдельных файлах для последующего использования;
- считывать и записывать параметры устройств.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В настоящее время перспективность научного исследования определяется главным образом коммерческой ценностью разработки, а не только ее ресурс - эффективностью и высокотехнологичными свойствами, которые в начале разработки продукта бывает достаточно трудно оценить. Высокая коммерческая ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Эти моменты важно учитывать разработчикам, которые должны представлять высокие перспективы проводимых научных исследований.

Таким образом, целью работы является проведение таких научных исследований, тема которых актуальна на сегодняшний день и отвечает современным требованиям в области ресурсосбережения и ресурсоэффективности.

Достижение цели обеспечивается решением ряда задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования;
- планирование научно-исследовательской работы;
- определение возможных альтернатив проведения научного исследования, отвечающих современным требованиям в области ресурсосбережения и ресурсоэффективности.

5.1 Организация и планирование работ

Для выполнения исследований по данной работе создана рабочая группа, состоящая из руководителя и студента. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

Был составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведено распределение исполнителей по видам работ. Порядок составления этапов и работ, а также распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач	НР	НР – 100%
Изучение области исследования по тематике ТЗ	И	И – 100%
Разработка календарного плана	НР, И	НР – 100% И – 10%
Изучение литературы	И	И – 100%
Проведение сравнительного анализа существующих методов измерения	НР, И	НР – 10% И – 100%
Выбор метода измерения	НР, И	НР – 100% И – 70%
Выбор устройства	НР, И	НР – 100% И – 70%
Выбор основания и направления исследований	НР, И	НР – 100% И – 70%
Анализ эффективности разработанного подхода	И	И – 100%
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	И – 100%
Составление презентации	И	И – 100%
Подведение итогов	НР, И	НР – 60% И – 100%

5.1.1 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ осуществим опытно-статическим вероятностным методом, в котором для определения ожидаемого значения продолжительности работ $t_{ож}$ применяется метод двух оценок

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5}, \quad (5.1)$$

где $t_{\min}$ – минимальная трудоемкость работ, чел/дн,

$t_{\max}$ – максимальная трудоемкость работа, чел/дн.

Рассчитаем длительность этапов работ в рабочих и календарных днях по формулам:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}, \quad (5.2)$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ ($K_{ВН} = 1$);

$K_{Д}$ коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсации и согласование работ ($K_{Д} = 1.2$);

$T_{РД}$ – продолжительность выполнения этапа в рабочих днях;

$T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитаем по формуле:

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}}, \quad (5.3)$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 365$);

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 52$);

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 12$).

Следовательно, коэффициент календарности составляет $T_{К} = 1.213$.

Таблица 5.2 - Трудозатраты на выполнение проект

Этапы	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
					$T_{РД}$		$T_{КД}$	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка задачи	НР	2	4	2,8	3,36	–	4,07	–
Изучение области исследования по тематике	И	3	6,5	4,4	-	5,28	-	6,4
Разработка календарного плана	НР, И	1	2	1,4	1,68	0,16	2,03	0,19
Изучение литературы	И	6,5	9	7,5	-	9	-	10,91
Проведение сравнительного анализа существующих методов измерения	НР, И	5	7	5,8	0,69	6,96	0,84	8,44
Выбор метода измерения	НР, И	2	7	5,8	2,88	0,28	3,49	0,34
Выбор устройства	НР, И	15	28	20,2	24,24	16,96	29,40	20,57
Выбор основания и направления исследований	НР, И	2	3	2,4	2,88	2,01	3,49	2,43
Анализ эффективности разработанного подхода	И	2	3	2,4	–	2,88	–	3,49
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	8	12	9,6	–	11,52	–	13,97
Составление презентации	И	3	6	4,2	–	5,04	–	6,11
Подведение итогов	НР, И	1	2	1,4	1	1,68	1,21	2,04
Итого:				64,5	36,73	61,77	44,55	74,92

Таблица 5.3 – Календарный план

Этап	Н	И	Март			Апрель			Май			Июнь	
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
1	4,07	–											
2	–	6,4											
3	2,03	0,19											
4	–	10,91											
5	0,84	8,44											
6	3,5	0,34											
7	29,4	20,57											
8	3,5	2,4											
9	–	3,5											
10	–	13,97											
11	-	6,11											
12	1,21	2,04											

Научный руководитель (НР) -

Инженер (И)-

Таким образом, был оценен объем необходимых работ, составлен календарный план их проведения и распределены обязанности участников проекта: участниками являются 2 человека - научный руководитель и инженер. Научный руководитель участвует в работе в течении 37 дней, инженер - 62 дня.

5.2 Смета затрат на проект

Затраты на выполнения проекта ($K_{пр}$) складываются из следующих составляющих:

$$K_{пр} = K_{ам} + K_{з/пл} + K_{с.о.} + K_{эл} + K_{мат} \quad , \quad (5.4)$$

где $K_{мат}$ - материальные затраты на выполнение проекта;

$K_{ам}$ -амортизация компьютерной техники;

$K_{з/пл}$ -затраты на заработную плату;

$K_{с.о.}$ -затраты на социальные нужды;

$K_{эл}$ -затраты на электроэнергию;

$K_{пр}$ -прочие затраты.

5.2.1 Материальные затраты

Материальные затраты принимаем в размере 2150 рублей на канцелярские товары.

Таблица 5.4 – Расчёт затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Бумага для принтера формата А4	350	1 уп.	350
Картридж для принтера	1800	1 шт.	1800
Итого:			2150

Допустим, что ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны $K_{\text{мат}} = 2150 \cdot 1,05 = 2257$ рублей.

5.2.2 Амортизация компьютерной техники

Рассчитаем амортизацию компьютерной техники $K_{\text{ам}}$:

$$K_{\text{ам}} = \frac{T_{\text{исп.кт}}}{T_{\text{кал}}} \cdot C_{\text{кт}} \cdot \frac{1}{T_{\text{сл}}}, \quad (5.5)$$

где $T_{\text{исп.кт}}$ - время использования компьютерной техники (61,77·0,8);

$T_{\text{кал}}$ - календарное время(365 дней);

$C_{\text{кт}}$ -цена компьютерной техники;

$T_{\text{сл}}$ - срок службы компьютерной техники (2,5 лет).

Затраты и время работы компьютерной техники сведены в таблицу 5.5.

Таблица 5.5 – Стоимость и время работы компьютерного оборудования

Объект	Стоимость, руб.	Время использования, дней.
Компьютер	50000	49,42

Тогда амортизация составит

$$K_{\text{ам.компьютера}} = \frac{T_{\text{исп.кт}}}{T_{\text{кал}}} \cdot C_{\text{кт}} \cdot \frac{1}{T_{\text{сл}}} = \frac{49,42}{298} \cdot 50000 \cdot \frac{1}{2,5} = 3317 \text{ рублей}$$

$$K_{\text{ам}} = K_{\text{ам.компьютера}} = 3317 \text{ рублей}$$

5.2.3 Затраты на заработную плату

Заработная плата рассчитывается для инженера и научного руководителя:

$$K_{\text{з/пл}} = 3\Pi_{\text{инж}} + 3\Pi_{\text{нр}}, \quad (5.6)$$

где $ЗП_{инж}$ – заработная плата инженера;

$ЗП_{нр}$ – заработная плата научного руководителя.

Заработная плата за месяц:

$$ЗП_{мес} = ЗП_0 \cdot k, \quad (5.7)$$

где $ЗП_{мес}$ – месячный оклад, рублей;

k – коэффициент районный, дополнительная зарплата, премия (1,699);

Заработная плата инженера:

$$ЗП_{инж} = ЗП_0 \cdot k = 9489 \cdot 1,699 = 16122 \text{ рублей}$$

Заработная плата научного руководителя:

$$ЗП_{нр} = ЗП_0 \times k = 19052 \cdot 1,699 = 32369 \text{ руб лей}$$

Рассчитаем заработную плату за количество отработанных дней по факту:

$$ЗП_{инж.фак.} = \frac{ЗП_{инж}}{25,083} \cdot n = \frac{16122}{25,083} \cdot 62 = 39850 \text{ рублей},$$

$$ЗП_{нр.фак.} = \frac{ЗП_{нр}}{25,083} \cdot n = \frac{32369}{25,083} \cdot 37 = 47748 \text{ рублей},$$

где n – фактическое число дней работы в проекте.

В итоге затраты на оплату труда руководителя ВКР и инженера составят:

$$K_{з/пл} = ЗП_{инж.фак.} + ЗП_{нр.фак.} = 39850 + 47748 = 87598 \text{ рублей}$$

5.2.4 Затраты на социальные нужды

Затраты на социальные отчисления составляют 30% от $K_{з/пл}$ и равны:

$$K_{с.о.} = K_{з/пл} \cdot 0,3 = 87598 \cdot 0,3 = 26279 \text{ рублей}$$

5.2.5 Затраты на электроэнергию

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об.}} \cdot t_{\text{об.}} \cdot \text{Ц}_{\text{э}}, \quad (5.8)$$

где $P_{\text{об.}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт (0,3);

$\text{Ц}_{\text{э}}$ – тариф на 1 кВт·час (5,748 рублей);

$t_{\text{об.}}$ – время работы оборудования, час (61,77 дней по 6 часов).

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{\text{об.}}$, час	Потребляемая мощность $P_{\text{об.}}$, кВт	Затраты $\text{Э}_{\text{об.}}$, руб.
Персональный компьютер	371	0,3	640

5.2.6 Прочие затраты

Прочие затраты принимаем в размере 10% от суммы материальных и амортизационных затрат, затрат на заработную плату, а также затрат на социальные отчисления:

$$\begin{aligned} K_{\text{пр}} &= (K_{\text{мат}} + K_{\text{ам}} + K_{\text{з/пл}} + K_{\text{с.о.}} + K_{\text{эл}}) \cdot 0,1 \\ &= (2257 + 3317 + 87598 + 26279 + 640) \cdot 0,1 = 12009 \text{ рублей} \end{aligned}$$

Составим итоговую смету затрат на выполнения проекта:

Таблица 5.6 – Смета затрат на проект

Элементы затрат	Стоимость, рублей
Материальные затраты	2257
Амортизационные затраты	3317
Затраты на заработную плату	87598
Социальные отчисления	26279
Расходы на электроэнергию	640
Прочие затраты	12009
Итого:	132100

5.2.7 Расчет НДС

НДС составляет 20% от суммы затрат. В нашем случае получается $132100 \cdot 0,2 = 26420$ рублей.

5.3 Оценка экономической эффективности проекта

Так как данная разработка предназначена для обеспечения учебного процесса в ТПУ по многим дисциплинам, т.е. имеет чисто методическую ценность. Оценка её экономической эффективности невозможна.

5.4 Вывод

В результате выполнения выпускной квалификационной работы проведены исследования настройки датчика давления Элемер АИР 30.

При выполнении ВКР решены следующие задачи:

- разработана схема внешних проводов;
- реализована электрическая схема и система управления на базе протокола HARTCONFIG;
- разработаны алгоритмы калибровки датчика давления;
- разработаны методические указания для проведения калибровки датчика давления.

Для повышения достоверности измерений и устранения аномальных значений в массивах данных использована фильтрация.

Основным результатом является методическое указание калибровки датчика давления Элемер АИР-30.

Предложенные алгоритмы достаточно просты и надёжны.

6 Социальная ответственность

Введение

В данном разделе выпускной квалификационной работы дается характеристика проводимых работ, рабочему месту и рабочей зоны. Проанализированы опасные и вредные факторы труда, а также разработан комплекс мероприятий, снижающий негативное воздействие проектируемой деятельности на работников, общество и окружающую среду.

Научно-технический прогресс внес серьезные изменения в условия производственной деятельности работников умственного труда. Их труд стал более интенсивным, напряженным, требующим значительных затрат умственной, эмоциональной и физической энергии. Это потребовало комплексного решения проблем эргономики, гигиены и организации труда, регламентации режимов труда и отдыха.

С каждым годом возрастает интенсивность применения компьютерной техники в сферах жизнедеятельности человека. При работе с компьютером человек подвергается воздействию ряда опасных и вредных производственных факторов:

- электромагнитных полей;
- радиочастотному, инфракрасному и ионизирующему излучению;
- шуму и вибрации;
- статическому электричеству.

Работа с компьютером характеризуется значительным умственным напряжением, высокой напряженностью зрительной работы и большой нагрузкой на кисти рук при работе с периферийными устройствами ЭВМ.

В рамках выпускной квалификационной работы исследуется датчик давления Элемер АИР-30, регистратор многоканальный Элемер РМТ 29/М1, калибратор давления Метран-515, а также разработка методических указаний калибровки датчика давления. Работа осуществлялась в 113

аудитории с персональными компьютерами, расположенной в 10 корпусе Томского политехнического университета.

6.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Надзор и контроль в организациях различных организационно-правовых форм и форм собственности проводятся уполномоченными на то государственными органами в соответствии с федеральными законами.

Органы, регулирующие соблюдение федерального законодательства и нормативных правовых актов: Федеральная инспекция труда, Государственная экспертиза условий труда Федеральная служба по труду и занятости населения (Минтруда России Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Госгортехнадзор, Госэнергонадзор, Госатомнадзор России) Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Госсанэпиднадзор России)).

Для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в России существует Единая государственная система, положение о которой утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации [12].

6.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

При выполнении выпускной квалификационной работы основная нагрузка приходится на центральную нервную систему, так как происходит умственная работа. При проектировании необходимо организовать комфортные условия для полноценной работы.

По нормам [14] на протяжении рабочего дня должны быть регламентированы перерывы для качественной работы. Время перерывов в течение рабочей смены устанавливается с учетом её длительности, вида и категории трудовой деятельности.

Правильное положение оператора за ПК показано на рисунке 6.1.

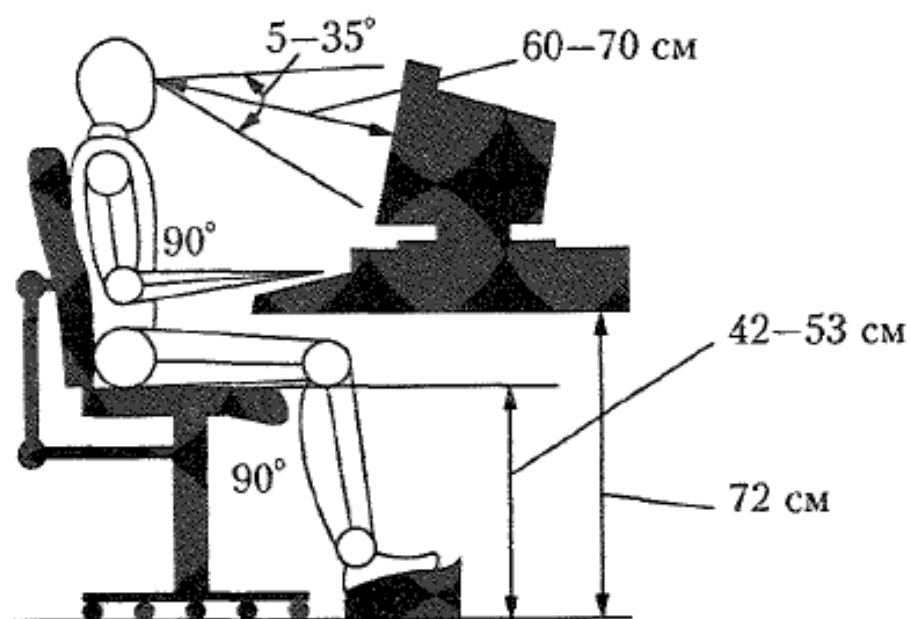


Рисунок 6.1 – Правильная позиция оператора за компьютером

Схема размещения рабочих мест с ПК приведена на рисунке 6.2.

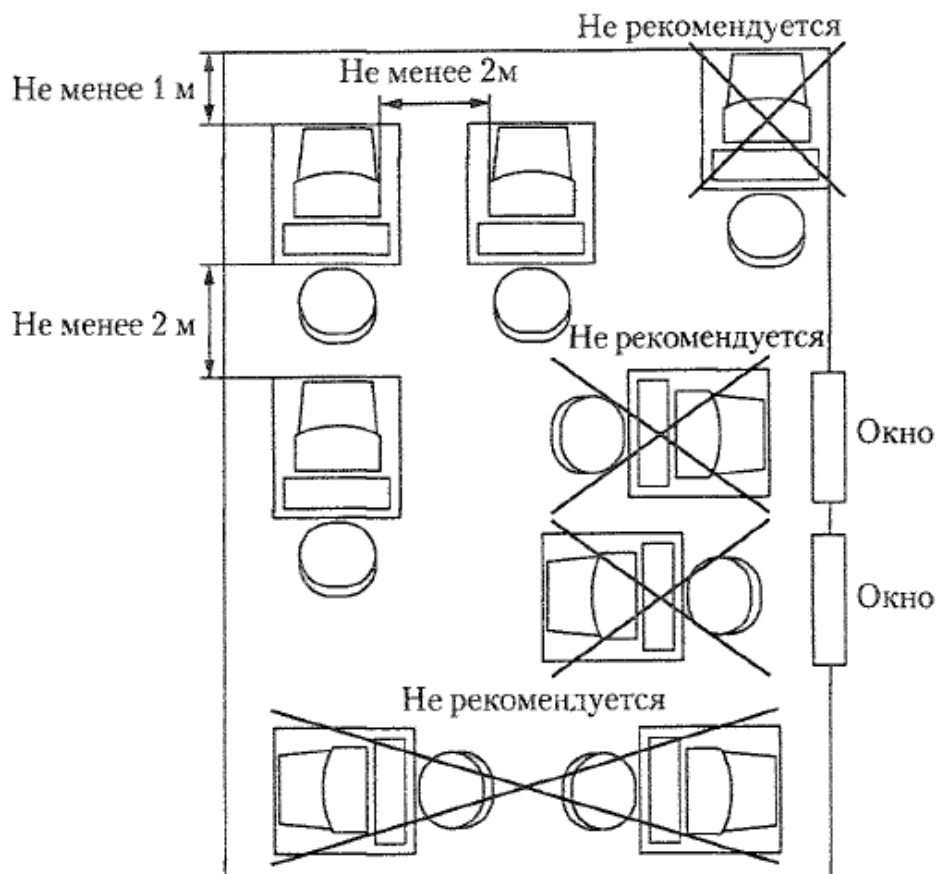


Рисунок 6.2 – Расположение компьютеров в помещении

Мероприятия по организации рабочих мест заключаются в следующем: необходимо вместо стандартных парт установить специальные столы с опорой для левой руки, с местом для размещения текстов и записей в зоне оптимальной досягаемости правой руки, предусматривающие возможность регулировки высоты клавиатуры и экрана монитора.

6.2 Профессиональная социальная ответственность

6.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

Исследование и анализ полученных данных проводится за компьютером. В качестве источника поражения тока может выступать персональный компьютер или оголённые токоведущие линии прибора.

Причинами электрического поражения являются: провода с поврежденной изоляцией, приближение к токоведущим частям, розетки сети без предохранительных кожухов, перегрузка розеток по мощности.

Электрический ток оказывает на организм человека негативное воздействие:

- термическое воздействие (ожоги отдельных участков тела, нагрев до высоких температур кровеносных сосудов);
- электролитическое воздействие (распад молекул крови);
- механическое воздействие (расслоение и разрыв тканей организма);
- биологическое воздействие (судорожное сокращение и нарушение внутренних биоэлектрических процессов).

Согласно [15] для предотвращения поражения электрическим током рекомендуется проводить следующие технические и организационные мероприятия. Технические мероприятия:

- применение устройств (предохранителей, отключающих реле и т. п.) защиты электроустановок и сетей от перегрузок, а также токов коротких замыканий;
- защиту людей от прикосновения к токоведущим частям оборудования посредством изоляции токоведущих частей электрооборудования, установки защитных ограждений;
- защита от поражения электрическим током при переходе напряжения на металлические корпуса электроустановок; устройство защитного заземления;
- применение защитного отключения.

К организационным мероприятиям относится инструктаж по электробезопасности, присвоение 1 группы по электробезопасности. Данный инструктаж является обязательным условием для допуска к работе в

помещении. Также перед началом выполнения работы необходимо проверить, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей. Если обнаружены неисправности, то сообщить об этом ответственному лицу за оборудование. В случае нахождения неисправности прибор отключается от сети. Все приборы должны находиться на своих местах, и иметь защитное заземление с сопротивлением не более 4 Ом.

Повышенный уровень электромагнитных излучений.

Электромагнитные волны представляют собой взаимосвязанные колебания электрических и магнитных полей, составляющих единое электромагнитное поле, распространяющееся в пространстве с конечной скоростью.

Негативное воздействие ЭМП на человека выражается в виде торможения рефлексов, изменения биоэлектроактивности головного мозга, нарушения памяти, развития синдрома хронической депрессии, понижения кровяного давления, замедления сокращений сердца, изменения состава крови в сторону увеличения лейкоцитов и уменьшения эритроцитов, нарушений в печени и селезенке, помутнения хрусталика глаза, выпадения волос, ломкости ногтей. К ЭМП чувствительны также иммунная и репродуктивная системы.

Человеческий организм всегда реагирует на электромагнитное поле. Однако, для того чтобы эта реакция переросла в патологию и привела к заболеванию необходимо совпадение ряда условий – в том числе достаточно высокий уровень поля и продолжительность облучения. Поэтому, при использовании техники с малыми уровнями поля и/или кратковременными, ЭМП не оказывает влияния на здоровье. Потенциальная опасность может грозить лишь людям с повышенной чувствительностью к электромагнитному полю и аллергикам, также зачастую обладающим повышенной

чувствительностью к электромагнитным полям. Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах пользователей, согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [14], представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Временные допустимые уровни ЭМП, которые создают ПЭВМ на рабочих местах

Наименование параметра		ВДУ
Напряжённость 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		15 кВ/м

Критерием безопасности для человека, находящегося в электрическом поле (ЭП) промышленной частоты 50 Гц, принята напряженность этого поля. Пребывание в ЭП напряженностью до 5кВ/м включительно допускается в течение рабочего дня. Пребывание в ЭМП напряженностью от 5 до 20 кВ/м допускается в течение одного часа.

Для уменьшения влияния электромагнитного поля можно использовать мониторы, у которых понижен уровень излучения (MPR-II, TCO-92, TCO-99), также соблюдать перерывы между работой за компьютером.

6.2.2 Анализ вредных факторов, которые могут возникнуть при проведении исследований

Вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть, при исследовании приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разрабо тка	Изготов ление	Эксплу атация	
1.Отклонение показателей микроклимата	-	-	-	Требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[59].
2.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	
3.Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	
4.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. ГОСТ 12.1.030-81.
4.Повышенное значение ЭМП	+	+	+	Требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03

Освещенность рабочей зоны

Правильное освещение помещений и рабочих зон – одно из главных условий создания безопасных и благоприятных условий труда. При недостаточной освещенности развивается утомление зрения, понижается общая работоспособность и производительность труда, возрастает количество брака, повышается опасность производственного травматизма, низкая освещенность способствует развитию близорукости.

По санитарно-гигиеническим нормам рабочее место должно иметь естественное и искусственное освещение. При работе должен быть отчетливо виден процесс деятельности, без напряжения зрения и прямого попадания лучей источника света в глаза.

Работа за компьютером относится к IV разряду зрительной работы средней точности. Наименьший размер объекта различения составляет (0.5 – 1) мм. По нормам [13] рекомендуемая освещенность помещения для данного разряда 400 Лк (таблица 6.3).

Таблица 6.3 – нормы освещенности

Разряд зрительной работы	Характеристика	Подразряд	Освещенность (комбинированная система), Лк	Освещенность (общая система), Лк
IV	Средней точности	Б	500	400

Требования к освещению рабочих мест, оборудованных персональным компьютером, показаны в таблице 6.4 с нормами [13].

Таблица 6.4 – Требования к освещению на рабочих местах

Освещенность на рабочем столе	(300-500) лк
Освещенность на экране ПК	не выше 300 лк
Блики на экране	не выше 40 кд/м ²
Прямая блескость источника света	200 кд/м ²
Показатель ослеплённости	не более 20
Показатель дискомфорта	не более 15
Отношение яркости:	
– между рабочими поверхностями	3:1–5:1
– между поверхностями стен и оборудования	10:1
Коэффициент пульсации:	не более 5%

Искусственное освещение осуществляется с использованием газоразрядных люминесцентных ламп низкого давления типа ЛБ-40, в количестве 9 светильников в каждом по 2 лампы.

6.2.3 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

Перед началом работы нужно проверить исправность оборудования (вилки и подводящих кабелей). Проверить исправность электрической розетки. Протереть поверхность прибора влажной тряпкой от пыли.

Во время работы в лаборатории необходимо соблюдать чистоту, порядок и правила техники безопасности, так как беспорядочность и поспешность в работе могут привести к несчастным случаям с тяжелыми последствиями.

После окончания работ в лаборатории необходимо привести в порядок рабочее место, отключить электрические приборы.

В учебно-научно-исследовательских лабораториях разрешается работать не более 8 часов, при этом каждые (40-50) минут работы необходимо делать перерыв не менее 15 минут и после 4 часов работы обеденный перерыв не менее 1 часа.

Все личные вещи должны находиться в отведенном месте.

Получение травмы при работе с прибором не возможно. В помещении отсутствуют грузоподъемные устройства.

Поражение электрическим током может произойти только при использовании неисправного оборудования, прикосновения к неизолированным контактам электросети, которые находятся под напряжением.

6.3 Экологическая безопасность

6.3.1 Анализ влияния объекта на окружающую среду

При исследовании характеристик прибора не было обнаружено влияний на окружающую среду. По истечении срока службы прибора измерения давления, если он не подлежит дальнейшему ремонту, прибор утилизируется.

Утилизация устройства необходима из-за вторичного использования некоторых компонентов, а так же опасных для окружающей среды веществ. Электронный прибор можно сдать в специальный пункт для утилизации, утилизацию может осуществлять предприятие либо владелец.

В случае необходимости конструктивные узлы устройства могут быть использованы повторно. Повторно может использоваться корпус прибора и электрические платы.

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации относятся к совокупности опасных событий или явлений, приводящих к нарушению безопасности жизнедеятельности. Основными причинами возникновения чрезвычайных ситуаций являются: во-первых – внутренние, к которым относятся сложность технологий, недостаточная квалификация персонала, проектно-конструкторские недоработки, физический и моральный износ оборудования, низкая трудовая и технологическая дисциплина; во-вторых – внешние чрезвычайные ситуации (стихийные бедствия, неожиданное прекращение подачи электроэнергии, воды, технологических продуктов и т.д.).

6.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследования

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией, которая может возникнуть при работе с прибором и ЭВМ является пожар.

Причинами пожара могут быть:

- токи короткого замыкания;
- неисправность электросетей;
- незнание или небрежность обслуживающего персонала;
- курение в неположенных местах.

Пожарная безопасность предусматривает обеспечение безопасности людей и сохранения материальных ценностей предприятия на всех стадиях его жизненного цикла. Основными системами пожарной безопасности являются системы предотвращения пожара и противопожарной защиты, включая организационно-технические мероприятия.

Пожарная профилактика – комплекс организационных и технических мероприятий направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также на создание условий, на успешное тушение пожара. Успех борьбы с пожаром зависит от своевременного обнаружения пожара и быстрого принятия мер по его ликвидации.

Исходя из установленной номенклатуры обозначений зданий по степени пожарной опасности, анализируемое в данной работе помещение относится к категории В [16].

Среди организационных и технических мероприятий, осуществляемых для устранения пожара, необходимо выделять следующие меры:

- использование исправного оборудования, электропроводки;
- проведение инструктажей по пожарной безопасности;
- назначение ответственного за пожарную безопасность в помещениях предприятий, лабораториях учебных корпусов;
- наличие план эвакуации людей, который должен висеть на видном месте;

- курение в строго отведенном месте;
- содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

6.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действий при возникновении ЧС

В лабораторной комнате должны висеть огнетушители (углекислотные), а также силовой щит, который позволяет мгновенно обесточить его.

Всякий работник при обнаружении пожара должен:

- незамедлительно сообщить о возгорании в городскую пожарную охрану по телефону 01 (с мобильного – 010) и оповестить руководство, если не сработала автоматическая система обнаружения пожара;
- принять меры по эвакуации людей, каких-либо материальных ценностей с использованием для этого имеющихся средств и сил;
- отключить электроэнергию,
- прекратить все работы в здании (если это допустимо по технологическому процессу производства), кроме работ, связанных с тушением пожара;
- удалить за пределы опасной зоны всех сотрудников, не участвующих в тушении пожара.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы было разработано программно-методическое обеспечение для выполнения лабораторной работы «Изучение измерительного преобразователя давления Элемер АИР-30» и получения практических навыков по работе с программой HART Config, которое будет использоваться в учебном процессе отделения автоматизации и робототехники ТПУ при изучении курса «Средства автоматизации и управления».

Выполнение лабораторной работы обеспечивает получение студентами практических навыков настройки измерительных преобразователей давления Элемер АИР-30 и регистратора Элемер РМТ 29/М1.

Так же ходе выполнения работы было проведено экономическое обоснование работы. Определены объемы и сроки выполнения работ, продолжительность этапов. Рассчитана смета затрат на разработку. Затраты составляют 132100 рублей.

В работе так же рассмотрен анализ вредных факторов производственной среды, рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии со всеми требованиями производственной санитарии, техники безопасности, пожарной и радиационной безопасности, а так же вопросы защиты окружающей среды.

The conclusion

In this bachelor's work, software and methodical support was developed to perform the laboratory work «Study of the AIR Elemer Pressure Transmitter 30» and gain practical skills in working with the HART Config program, which will be used in the educational process of the automation and robotics department of TPU when studying course "Automation and Control".

The implementation of laboratory work provides students with practical skills in setting up the pressure transmitters Elemer AIR 30 and performing their verification and registrar Elemer RMT 29M / 1.

In the same way, the work was carried out economically. The scope and timing of the work, the duration of the stages have been determined. The estimated cost of development is calculated. The costs are 132100 rubles.

In the same work, the analysis of the harmful factors of the production environment is considered, issues related to the organization of the workplace in accordance with all the requirements of industrial sanitation, safety, fire and radiation safety, as well as issues of environmental protection.

Список использованных источников

1. Элемер АИР-30 – интеллектуальный датчик давления [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.elemer.ru/production/pressure/air_30.php
2. Преобразователи давления измерительные «ЭЛЕМЕР АИР 30» [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.elemer.ru/files/re/re_air_30.pdf
3. Курс лекций по дисциплине «Автоматизированные информационно-управляющие системы», Скороспешкин В.Н.
4. Источники питания постоянного тока серии БП 906 [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.elemer.ru/files/re/re_bp_906_1_2.pdf
5. HART-модемы [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.elemer.ru/files/catalog/glavi/h_m.pdf
6. Куликовский К. Л., Купер В.Я. Методы и средства измерений: Учеб. Пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 448с.
7. Орнатский П. П. Автоматические измерения и приборы аналоговые и цифровые. – Киев: Вища школа, 1980. – 558 с.
8. Фарзане Н. Г., Илясов Л. В., Азим – Заде А.Ю. Технологические измерения и приборы: Учеб. для студ. вузов по спец. «Автоматизация технологических процессов и производства». – М.: Высшая школа, 1989. – 455 с.
9. Андреев Е.Б. Технические средства систем управления техническими процессами нефтяной и газовой промышленности: учебное пособие/ Е.Б Андреев, В.Е. Попадьюко – М.: Нефть и газ, 2005.-270с.
10. СПКГ 1592.000.00 РЭ Калибратор давления портативный Метран-515 Руководство по эксплуатации // Челябинск 2006.
11. НМ-10/U (интерфейс USB)[Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.elemer.ru/production/hart_modems/hm_10_u.php

12. Постановление от 30 декабря 2003 г. N 794 О Единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_159106/

13. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. [Электронный ресурс] – Введ. 2003.04.08. – с измен. 2010.03.15. – Режим доступа: URL: <http://docs.cntd.ru/document/901859404>, свободный.

14. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

15. ГОСТ 12.1.019–85 Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты, 1985.

16. НПБ 105-95. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности, утв. Приказом ГУ ГПС МВД РФ от 31.10.95 № 32.

Приложение А
(рекомендуемое)

Методические указания по выполнению лабораторной работы.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**»

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ОАР
_____ С.В. Леонов
« ____ » _____ 2019 г.

**ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ
ИЗУЧЕНИЯ ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕР
АИР-30**

Методические указания к выполнению лабораторной работы № 5 по
курсу «Средства автоматизации и управления» для студентов,
обучающихся в отделении ОАР ИШИТР

Составитель Ф.Ф. Джуманов

Издательство
Томского политехнического университета
2019

УДК 681.325.5-181.48(076.5)

ББК 32.973.26-04я73

С446

Лабораторный комплекс для изучения датчика давления

С446 **Элемер АИР-30**: методические указания к выполнению лабораторной работы № 5 по курсу «Средства автоматизации и управления» для студентов, обучающихся в отделении ОАР ИШИТР, сост.: Ф. Ф. Джуманов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 64 с.

УДК 681.325.5-181.48(076.5)

ББК 32.973.26-04я73

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию
методическим семинаром ОАР ИШИТР

«__» _____ 2019 г.

Председатель
учебно-методической комиссии

_____ *И.О. Фамилия*

Рецензент

Кандидат технических наук

Доцент ОАР ИШИТР ТПУ

В.П. Казьмин

© Составление. ФГАОУ ВО НИ ТПУ, 2019

© Силаев М.Е., Чертков Ю.Б., составление, 2019

Оглавление

Цель работы	118
1 Назначение и характеристики измерительного преобразователя давления Элемер АИР-30	118
2 Регистратор многоканальный технологический Элемер РМТ 29/М1	121
3 Лабораторный стенд для изучения измерительного преобразователя Элемер АИР-30.....	148
3.1 HART-Модем НМ-10/U	149
3.2 КАЛИБРАТОР ДАВЛЕНИЯ МЕТРАН 515	150
3.3 СХЕМА ВНЕШНИХ СОЕДИНЕНИЙ ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА	154
4. Программа hart config	155
5 Методика проведения поверки	172
5.1 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ	173
5.2 ОПРОБОВАНИЕ РАБОТЫ КАЛИБРАТОРА.....	173
5.3 ПРОВЕРКА ГЕРМЕТИЧНОСТИ.....	175
6 Методические указания и порядок выполнения работы.....	177
7 Задание на лабораторную работу	179

Цель работы

Целью работы является изучение назначения, возможностей и принципа работы измерительного преобразователя давления Элемер АИР 30, программы HART Config, изучение методики поверки измерительного преобразователя Элемер АИР 30 с помощью калибратора давления Метран 515 и получение практических навыков выполнения данной операции.

1 Назначение и характеристики измерительного преобразователя давления Элемер АИР-30

Измерительный преобразователь давления Элемер АИР-30 предназначен для непрерывного преобразования значений абсолютного давления, избыточного давления, избыточного давления-разрежения, разности давлений и гидростатического давления (уровня) жидких и газообразных, в том числе агрессивных сред, включая жидкий и газообразный хлор и хлорсодержащие продукты, газообразный кислород и кислородосодержащие газовые смеси в унифицированный выходной токовый сигнал в цифровой сигнал на базе HART-протокола.

Элемер АИР-30 используются в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами.

Элемер АИР-30 (кроме Элемер АИР-30АЕх, Элемер АИР-30Ех) осуществляют функцию сигнализации и автоматического регулирования контролируемых параметров, с помощью двух типов реле: электромеханических и оптореле.

Взрывозащищенные Элемер АИР-30АЕх, Элемер АИР-30Ех осуществляют функцию сигнализации и автоматического регулирования контролируемых параметров, только с помощью оптореле.

Элемер АИР-30 имеют исполнения, приведенные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Вид исполнения

Вид исполнения	Код исполнения	Код исполнения при заказе
Общепромышленное*	-	-
Атомное повышенной надежности	A	A
Атомное повышенной надежности, взрывозащищенное	AEx	AEx
Взрывозащищенное «искробезопасная электрическая цепь»	Ex	Ex
Взрывозащищенное «взрывонепроницаемая оболочка»	Exd	Exd
Кислородное	-	K
Примечание –* Базовое исполнение.		

В данной лабораторной работе используется общепромышленное интеллектуальное датчик давления Элемер АИР-30 и кодом сенсора S1.

Внешний вид датчика давления Элемер АИР-30 представлен на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Внешний вид датчика давления Элемер АИР 30

Конструкция датчика давления Элемер АИР 30 представлена на рисунке 1.2.

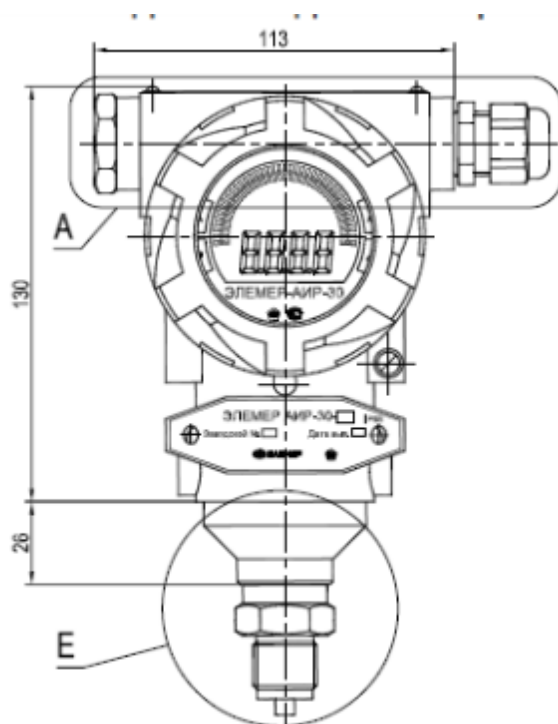


Рисунок 1.2 – Модели с кодом сенсора S1

2 Регистратор многоканальный технологический Элемер РМТ 29/М1

Элемер РМТ 29/М1 предназначены для измерения, регистрации, контроля и регулирования температуры (при использовании в качестве первичных преобразователей термопреобразователей сопротивления с номинальной статической характеристикой преобразования (НСХ) по ГОСТ 6651-2009 или преобразователей термоэлектрических с НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001), а также других неэлектрических величин, преобразованных в электрические сигналы силы и напряжения постоянного тока (по ГОСТ 26.011-80) или активное сопротивление [10].

Выходные сигналы Элемер РМТ 29/М1 (в зависимости от типов установленных модулей):

- унифицированный сигнал постоянного тока;
- дискретный сигнал (релейный);
- цифровой сигнал по интерфейсу RS-485 с протоколом обмена MODBUS RTU;
- цифровой сигнал по интерфейсу Ethernet с протоколом обмена MODBUS TCP.

Элемер РМТ 29/М1 являются микропроцессорными переконфигурируемыми (потребителем) приборами с индикацией текущих значений преобразуемых величин и предназначены для функционирования как в автономном режиме, так и совместно с другими приборами, объединенными в локальную компьютерную сеть. Просмотр и изменение параметров конфигурации Элемер РМТ 29/М1 производится как с сенсорного экрана, так и с помощью внешнего программного обеспечения (ПО).

Принцип действия Элемер РМТ 29/М1 основан на аналого-цифровом преобразовании параметров измеряемых электрических сигналов и передачу

их в микропроцессорный модуль, который обеспечивает управление всеми схемами прибора и осуществляет связь с персональным компьютером через цифровой интерфейс. На сенсорном экране Элемер PMT 29/M1 отображаются результаты измерений в цифровом и графическом видах, а также сведения о режиме работы Элемер PMT 29/M1. В зависимости от значения измеренного сигнала прибор может осуществлять регулирование значения физической величины за счет управления различными исполнительными устройствами.

Элемер PMT 29/M1 имеют модульную конструкцию, состоящую из базового блока с модулем питания и связи, дополнительных модулей ввода/вывода и интерфейсного модуля (при необходимости). Базовый блок содержит:

- главный процессор;
- дисплей с сенсорной панелью;
- модуль питания;
- основные коммуникационные интерфейсы (USB и RS-485);
- три слота для установки модулей ввода/вывода;
- слот для установки интерфейсных модулей (USB Host, RS-485,

RS-485/RS-232 и Ethernet).

В качестве входных модулей могут использоваться:

- 3-канальный модуль аналогового входа;
- 5-канальный модуль аналогового входа;
- модуль из 2-х токовых входов и 2-х токовых входов от

расходомеров;

- модуль из 4-х токовых входов и 4-х токовых входов от

расходомеров.

В качестве выходных модулей могут использоваться:

- 4-канальный модуль реле 5 А/250 В;
- 8-канальный модуль реле 1 А/250 В
- 8-канальный модуль твердотельных реле 500 мА/30 В;
- 4-канальный модуль пассивного токового выхода.

Внешний вид регистратора многоканального технологического Элемер РМТ 29/М1 представлен на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 - Внешний вид регистратора многоканального технологического Элемер РМТ 29/М1

Элемер РМТ 29/М1 имеют общепромышленное исполнение. Конструкция Элемер РМТ 29/М1 обеспечивает установку его в щите, а с соответствующим комплектом крепления – на DIN-рейке 35 мм.

В соответствии с ГОСТ 14254-96 степень защиты от попадания внутрь Элемер РМТ 29 пыли, твердых тел и воды:

- IP 20 (корпус и клеммные колодки);
- IP 54 (лицевая панель, с прозрачной дверцей);
- IP 40 (лицевая панель, стандарт).

По устойчивости к климатическим воздействиям при эксплуатации Элемер РМТ 29/М1 соответствуют виду климатического исполнения ТЗ по ГОСТ 15150-69 при температуре окружающего воздуха от 0 до плюс 50 °С.

По устойчивости к электромагнитным помехам согласно ГОСТ 32137-2013 Элемер РМТ 29/М1 соответствуют группе исполнения III с критерием качества функционирования А.

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности графического представления измерительной информации не более $\pm 0,5 \%$.

Время установления рабочего режима – не более 30 минут.

Пределы допускаемой вариации показаний Элемер РМТ 29/М1 не превышают 0,25 предела допускаемой основной погрешности.

Предел допускаемой дополнительной погрешности Элемер РМТ 29/М1, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной (20 ± 5) °С до любой температуры в пределах рабочих температур на каждые 10 °С изменения температуры, не превышает 0,5 предела допускаемой основной погрешности.

Предел допускаемой дополнительной погрешности Элемер РМТ 29/М1 для конфигурации с ТП, вызванной изменением температуры их свободных концов в диапазоне рабочих температур, не превышает 1 °С.

Предел допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением напряжения питания от номинального 220 В в пределах (85-249) В, не превышает 0,2 предела допускаемой основной погрешности.

Область задания уставок соответствует диапазону измерений.

Предел допускаемой основной погрешности срабатывания сигнализации не превышает предела основной погрешности измеряемых величин.

Предел допускаемой дополнительной погрешности срабатывания сигнализации, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от

нормальной до любой в пределах рабочих температур на каждые 10 °С изменения температуры, не превышает 0,5 предела допускаемой основной погрешности срабатывания сигнализации.

Предел допускаемой дополнительной погрешности срабатывания сигнализации не превышает 0,2 предела допускаемой основной погрешности срабатывания сигнализации.

Сопротивление нагрузки для ПВИ – не более 0,4 кОм для выходного сигнала (4...20) мА.

Предел допускаемой дополнительной погрешности ПВИ, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной до любой в пределах рабочих температур на каждые 10 °С изменения температуры, не превышает 0,5 предела допускаемой основной погрешности ПВИ.

Предел допускаемой дополнительной погрешности ПВИ, вызванной изменением сопротивления нагрузки от 0 до максимального значения не превышает 0,5 предела допускаемой основной погрешности ПВИ.

Время установления выходного сигнала ПВИ (время, в течение которого выходной сигнал ПВИ входит в зону предела допускаемой основной погрешности) не более 5 секунд при скачке входного сигнала от 0 до 100 % и количестве усреднений, равном 1.

Питание Элемер РМТ 29/М1 осуществляется от сети переменного тока с частотой (50÷60) Гц и напряжением от 85 до 249 В при номинальном напряжении 220 В.

Мощность, потребляемая от сети переменного тока при номинальном напряжении сети, не превышает 20 Вт.

Изоляция электрических цепей питания и электрических цепей сигнализации относительно винта заземления выдерживает в течение 1 мин действие испытательного напряжения практически синусоидальной формы частотой от 45 до 65 Гц и действующим значением 1500 В.

Изоляция входных измерительных (аналоговых) и входной дискретной цепи, цепей аналоговых выходов, интерфейсных цепей RS 485 и Ethernet относительно винта заземления выдерживает в течение 1 мин действие испытательного напряжения практически синусоидальной формы частотой от 45 до 65 Гц и действующим значением 500 В.

Электрическое сопротивление изоляции токоведущих цепей Элемер РМТ 29/М1 относительно винта заземления не менее:

- 20 МОм при температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С и относительной влажности от 30 до 80 %;
- 5 МОм при температуре окружающего воздуха (50 ± 3) °С и относительной влажности от 30 до 80 %;
- 1 МОм при относительной влажности (90 ± 3) % и температуре окружающего воздуха (25 ± 3) °С.

Устройство и работа

Пользователь может дать название и настроить любой канал прибора, а также вывести его значение на дисплей в форме:

- числа;
- вертикального или горизонтального графика;
- вертикальной и горизонтальной гистограммы;
- векторной диаграммы;
- стрелочного индикатора.

Любой из логических каналов (как отображаемых на экране, так и неотображаемых) может использоваться для ввода данных одного или более управляющих процессов. Регулирование может осуществляться Элемер РМТ 29/М1 с использованием нескольких методов:

- выше уставки;
- ниже уставки;

- в диапазоне;
- вне диапазона;
- пропорционально-интегрально-дифференциальное управление.

Управление процессом может осуществляться с помощью программируемого гистерезиса. Управляющие процессы могут активировать встроенные физические и виртуальные выходы, которые можно использовать в качестве логических каналов.

Общая структура прибора показана на рисунке 2.2.

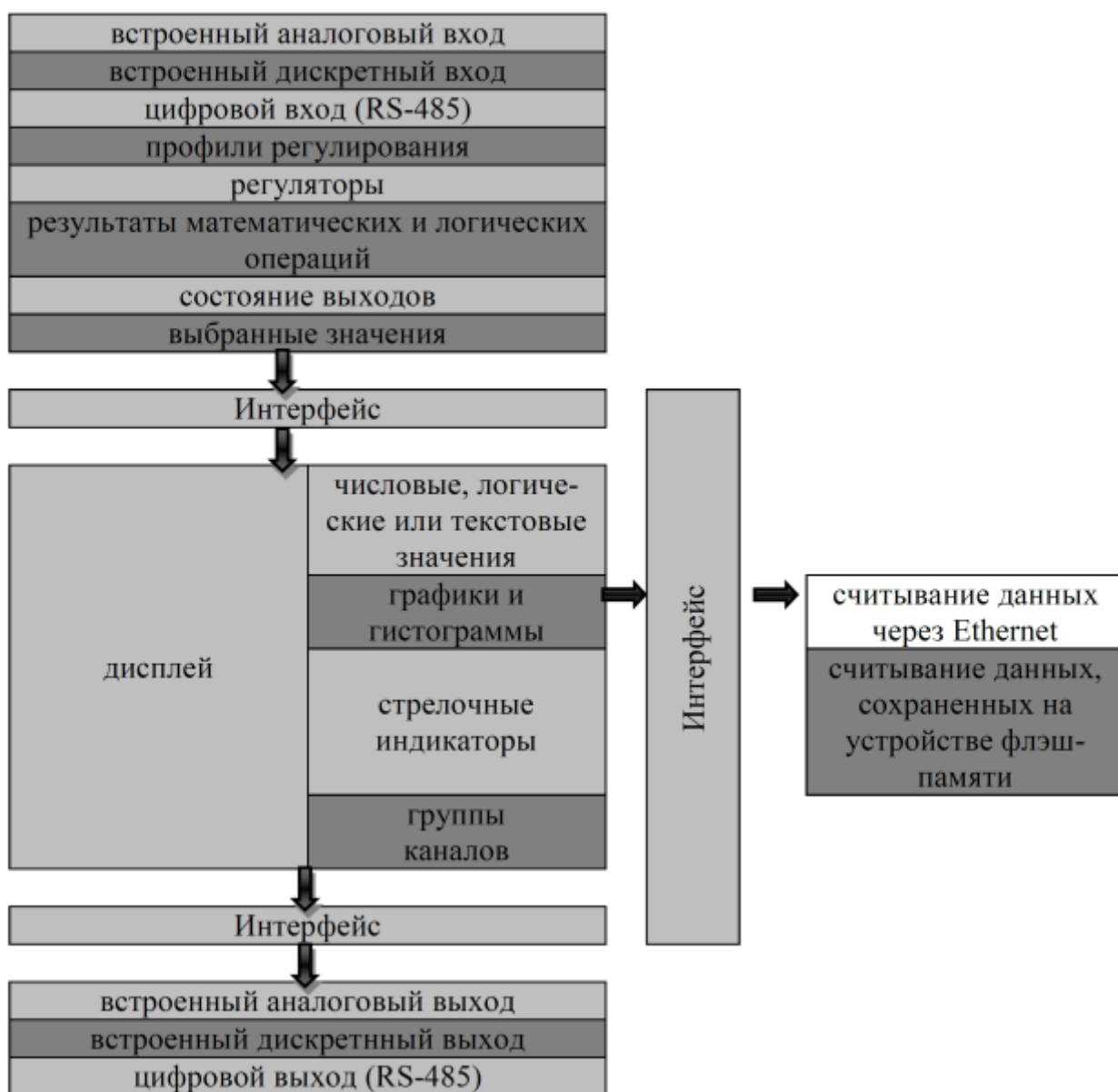


Рисунок 2.2 – Общая структура прибора

Обработка данных в Элемер PMT 29/M1

Регистратор многоканальный технологический Элемер PMT 29/M1 является универсальным многофункциональным устройством, имеющим многоуровневое встроенное программное обеспечение. Прибор работает под управлением операционной системы Linux, способной поддерживать все системы Элемер PMT 29/M1 в состоянии постоянной готовности к использованию и позволяющей выполнять независимо и одновременно несколько процессов (сбор и обмен данными, обработку сигналов, визуализацию и т.д.). Такой подход дает существенные преимущества при работе встроенных приложений высокого уровня, делает их гибкими и динамически настраиваемыми. Кроме того, структуры и потоки данных реализованы в Элемер PMT 29/M1 иначе, чем в некоторых аналогичных приборах. Основным отличием здесь является идеология использования логических каналов в качестве своеобразного «моста», на одной стороне которого – физические входы и выходы, а на другой - визуализация и управление процессами. Такое решение использовано с целью увеличения функциональности прибора и почти полного исключения зависимости программного обеспечения от аппаратного.

Логические каналы

Логический канал или перо – это поток данных, существующий в памяти Элемер PMT 29/M1, имеющий свое собственное название и отображаемый (при желании пользователя) на экране Элемер PMT 29/M1. Каждый логический канал может использоваться в качестве:

- измерительного входа;
- источника данных для контура управления;
- источника управления физическими выходами;
- источника входных данных для других логических каналов;

- источника данных для визуализации и регистрации.

Дисплей

Все данные и пункты меню Элемер РМТ 29/М1 отображаются на цветном TFT-дисплее с сенсорным экраном разрешением 320х240 точек и диагональю 3,5” (модификация «/М1») или 5,7” (модификация «/М2»). Если на экране Элемер РМТ 29/М1 имеется прозрачная защитная пленка, ее рекомендуется удалить перед началом эксплуатации прибора для обеспечения наилучших показателей видимости изображений и чувствительности сенсорного экрана. Во время отображения на экране данных в формате, заданном при конфигурировании прибора, пользователь имеет возможность ручного переключения экранных форм отдельных каналов (групп каналов) и входа в меню. Пользовательский интерфейс прибора позволил сделать общение с прибором простым и интуитивно понятным. Чтобы изменить режим отображения канала, группы или войти в меню, достаточно просто прикоснуться к экрану Элемер РМТ 29/М1 и нажать соответствующую кнопку на панели навигации указанной на рисунке 2.3.

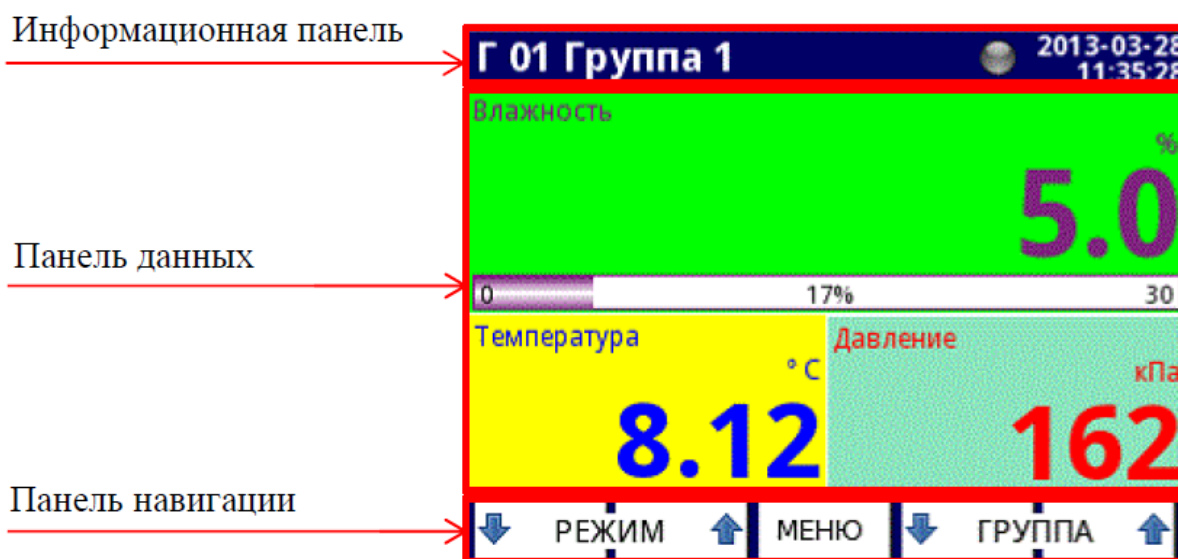


Рисунок 2.3 – Вид экрана после нажатия

Чтобы войти непосредственно в меню конфигурирования выбранного логического канала, прикоснитесь к экрану в месте отображения этого канала на несколько секунд. Чтобы перейти непосредственно к настройке отображаемой группы, прикоснитесь к экрану в месте индикации номера или названия группы в верхней панели информации. В обоих случаях пользователь должен ввести пароль перед входом в режим конфигурирования.

Во всех панелях данных (поз. (4) рисунка 2.4) доступна следующая информация:

- единица измерения (поз. (1));
- значение логического канала (поз. (2));
- в некоторых режимах также отображается индикатор процентного отношения значения измеряемой величины к диапазону (поз. (3));
- название канала (поз. (5)).



Рисунок 2.4 – Вид панели данных

Каждая группа логических каналов может быть представлена в одном из 7-ми режимов:

- в виде числовых значений;

- в виде горизонтальных гистограмм;
- в виде вертикальных гистограмм;
- в виде горизонтальных графиков;
- в виде вертикальных графиков;
- в виде векторных диаграмм;
- в виде стрелочных индикаторов.

Примеры режимов отображения значения представлены на рисунке

2.5.

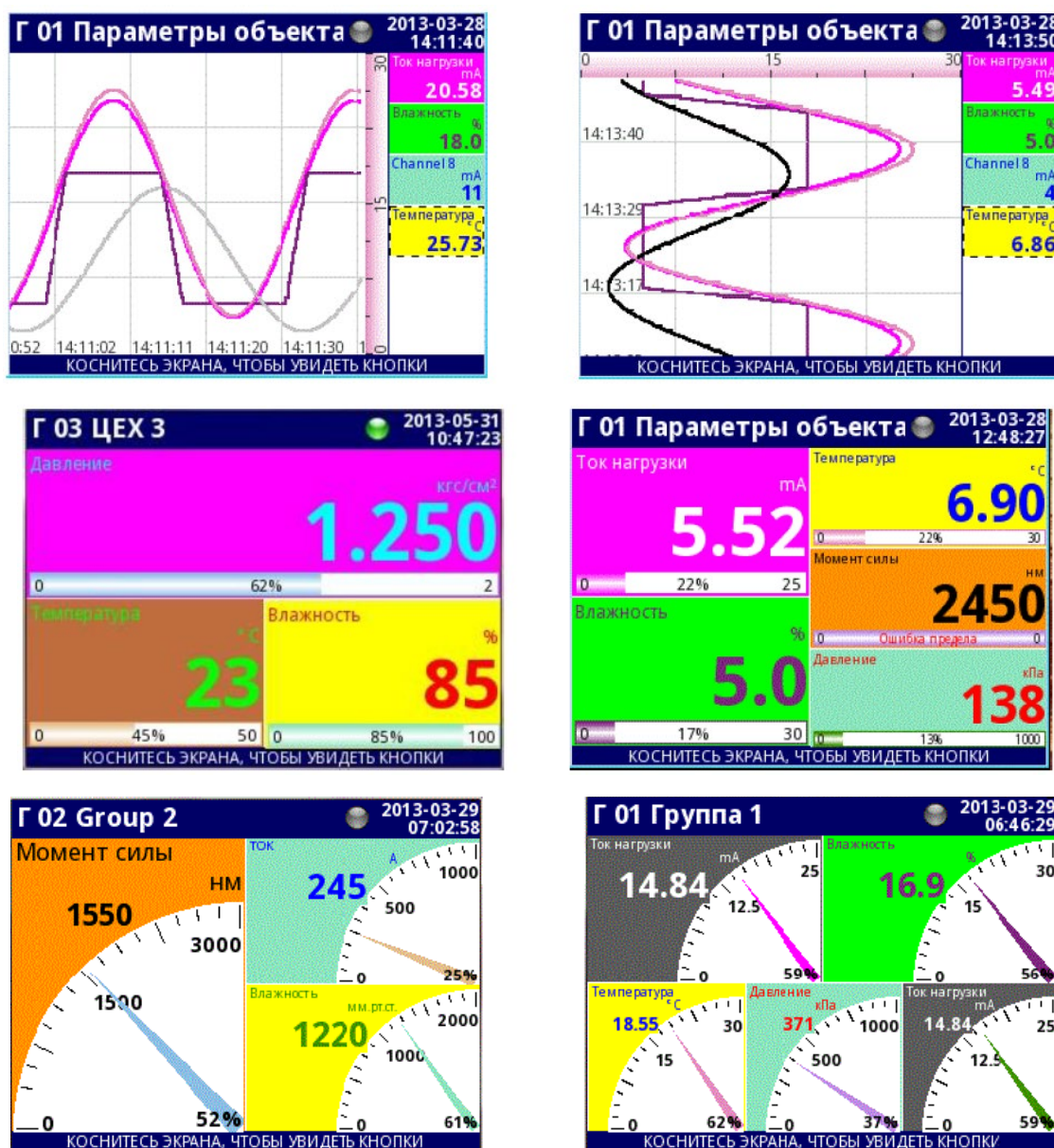


Рисунок 2.5 – Примеры режимов отображения

Экран главного меню

Вход в главное меню прибора осуществляется нажатием кнопки [MENU] на панели навигации. Это меню позволяет пользователю выбрать режим обмена с прибором: «Конфигурирование» – «Управление файлами» – «Информация о приборе» – «Безопасное выключение» (см. рисунок 2.6).

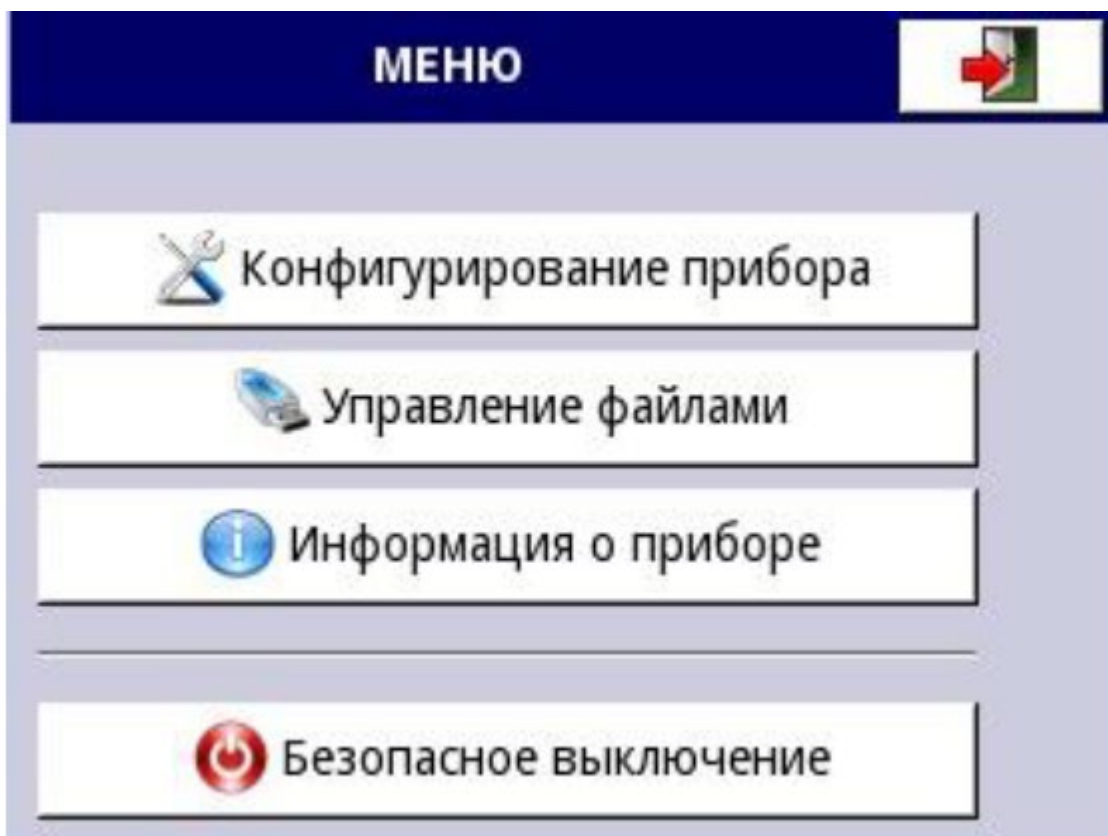


Рисунок 2.6 – Вид главного меню

Кнопка «Безопасное выключение» позволяет выполнить безопасное отключение питания Элемер РМТ 29/М1. После нажатия на кнопку «Безопасное выключение» и утвердительного ответа на запрос системы на экране появляется сообщение «Питание можно отключить». Рекомендуется именно так выключать Элемер РМТ 29/М1, особенно при включенной регистрации данных. Несоблюдение описанной процедуры может привести к потере записываемых данных.

Управление файлами

Нажатие на эту кнопку позволяет войти в меню управления файлами.

После нажатия кнопок МЕНЮ -> Управление файлами пользователь попадает в меню режима управления файлами, который используется для обмена данными между внутренней памятью Элемер РМТ 29/М1 и флэш-накопителем.

Требования к флэш-накопителю:

Максимальный потребляемый ток – 100 мА. Некоторые флэш-накопители большого объема могут не поддерживаться (в таком случае можно использовать внешний USB-хаб с блоком питания). Рекомендуется использовать флэш-накопители объемом 2 Гб.

Флэш-диск должен быть отформатирован для Windows, как «FAT» (ВНИМАНИЕ! Не «FAT32»!).

Файлы обновления, файлы конфигурации и Modbus-шаблоны должны быть расположены в основной папке (корне диска).

Вид меню «Управление файлами» показан на рисунке 2.7.



Рисунок 2.7 – Меню «Управление файлами»

Кнопка «Архивные файлы» открывает меню управления файлами регистрации. Чтобы экспортировать и/или удалить файлы, следует выполнить следующие шаги:

- выбрать файлы с данными регистрации из группы;
- выбрать файлы в других группах (при необходимости);
- экспортировать выбранные файлы на флэш-диск;
- и/или удалить выбранные файлы с данными.

Меню «Архивные файлы» представлено на рисунке 2.8.

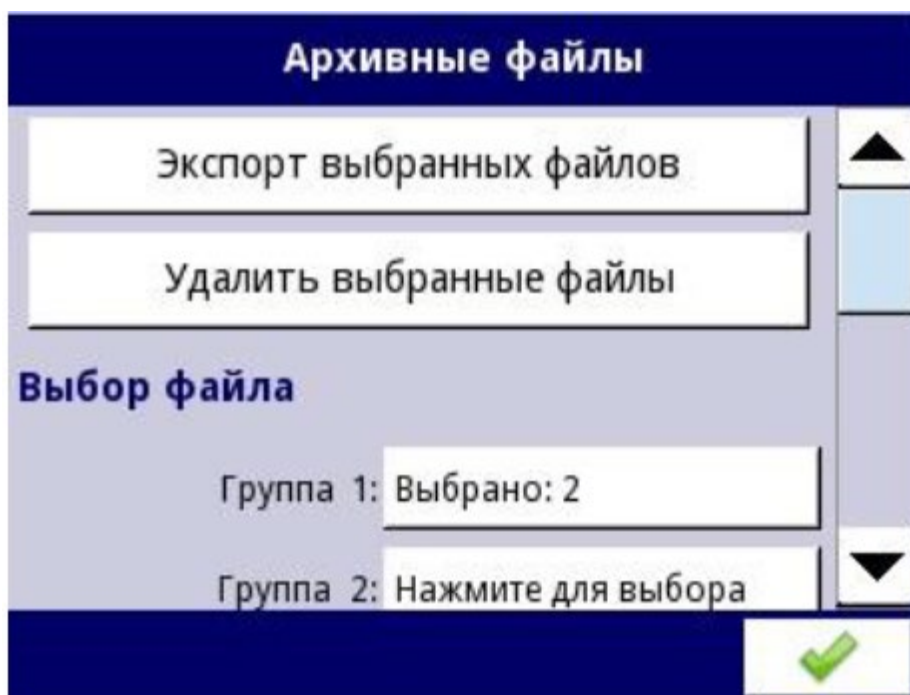


Рисунок 2.8 – Меню «Архивные данные»

Меню «Архивные файлы» состоит из следующих пунктов:

- «Экспорт выбранных файлов» – после нажатия на эту кнопку выбранные файлы с данными регистрации будут экспортированы на флэш-накопитель.
- «Удаление выбранных файлов» – после нажатия на эту кнопку выбранные файлы с данными регистрации будут удалены.

- «Нажмите для выбора» рядом с ярлыком «Поврежденные файлы» - эта кнопка отображается, если хотя бы один поврежденный файл существует. Когда пользователь нажимает на эту кнопку, отображается окно со списком поврежденных файлов (поврежденными являются файлы, содержащие ошибки вследствие некорректного выключения Элемер РМТ 29/М1 во время регистрации данных). Нет никакой гарантии, что эти данные можно будет прочитать.

- «Нажмите для выбора» рядом с ярлыком «Группа N» - если пользователь включил регистрацию определенной группы логических каналов, на экране «Архивные файлы» рядом с ярлыком номера группы появится кнопка "Нажмите для выбора". В зависимости от того, регистрация скольких групп (Элемер РМТ 29/М1 может определить 10 групп) включена (в прошлом или настоящем), столько кнопок «Нажмите для выбора» будут активными.

Пример экранной формы выбранных архивных файлов из Группы 1 представлен на рисунке 2.9.

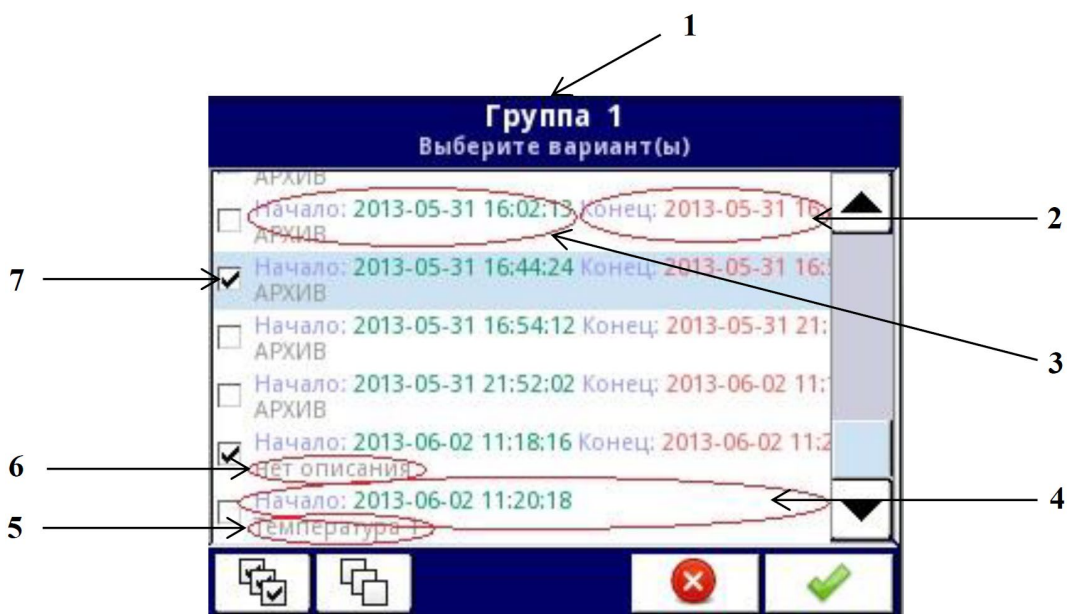


Рисунок 2.9 - Пример экранной формы выбранных архивных файлов из Группы 1

Обозначения к рисунку 2.9:

1 – номер группы; 2 – дата и время окончания записи файла; 3 – дата и время начала записи файла; 4 – дата и время начала записи файла, которая еще не закончилась; 5 – описание, заданное пользователем; 6 – файл без описания; 7 – выбранный файл архива.

Пример экспорта двух архивных файлов из Группы 1 приведен на рисунке 2.10. Вставьте флэш-диск в Элемер РМТ 29/М1.

Шаг (1): нажмите на кнопку «Нажмите для выбора» рядом с ярлыком «Группа 1».

Шаг (2): выберите 2 файла, нажав на их изображение и подтвердив свой выбор:

Файл 1. Название: «АРХИВ», начало: 2013-05-31 16:44:24, конец: 2013-05-31 16:58:17.

Файл 2. Название: «нет описания», начало: 2013-06-02 11:18:16, конец: 2013-06-02 11:39:07.

Шаг (3): нажмите кнопку «Экспорт выбранных файлов» и ждите сообщения об окончании операции экспорта данных на флэш-накопитель.

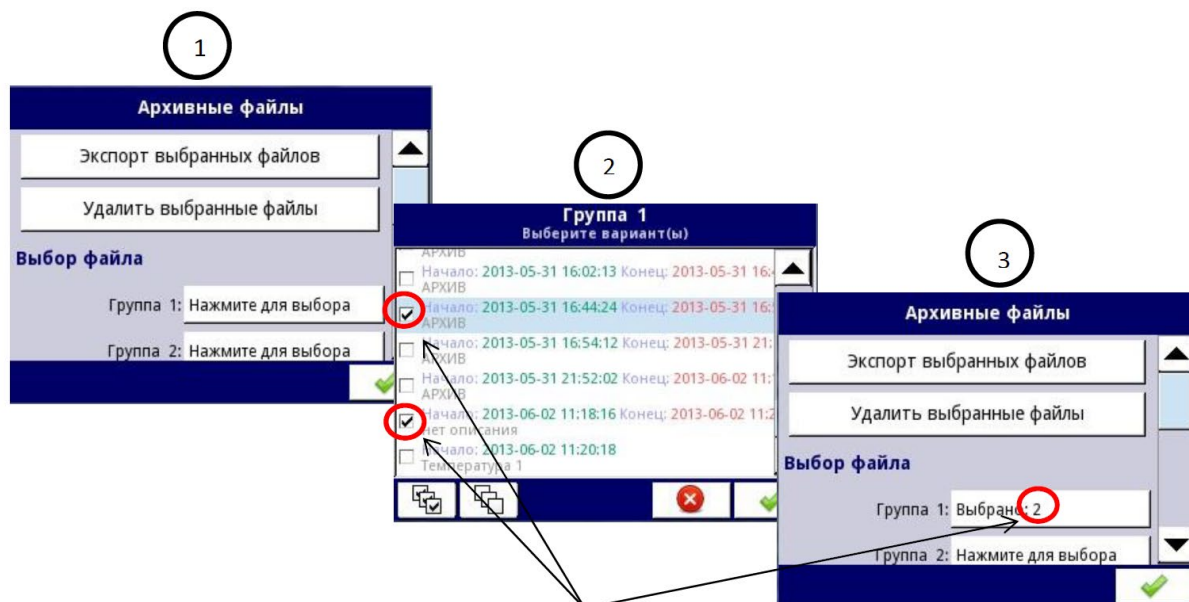


Рисунок 2.10 – Пример экспорта двух архивных файлов из Группы 1

После экспорта файлов на флэш-диске создается папка с тем же именем, что и идентификационный номер продукта, которая включает в себя папку с выбранными файлами.

Удаление файлов с Элемер PMT 29/M1 аналогично экспорту файлов, разница состоит лишь в том, что вместо кнопки «Экспорт выбранных файлов» в шаге (3) (см. рисунок 2.10) нужно нажать кнопку «Удаление выбранных файлов».

Информация о приборе

Меню «Информация о приборе» содержит основные данные о приборе:

- модификацию прибора;
- заводской номер;
- номер версии прошивки;
- объем доступной памяти;
- конфигурацию оборудования (типы модулей, установленных в каждый слот).

Экран с информацией о приборе представлен на рисунке 2.11.



Рисунок 2.11 – Вид меню «Информация о приборе»

Кроме этого, в меню находятся кнопки, позволяющие войти в режимы обновления встроенного ПО, удаленного дисплея, копирования «Руководства по эксплуатации» на флэш-диск, сервисных функций.

Конфигурирование Элемер РМТ 29/М1

Меню «Конфигурирование прибора» – главное меню Элемер РМТ 29/М1, которое позволяет пользователю настроить все логические каналы, входы и выходы прибора для измерения, обработки и регулирования.

После нажатия кнопок «МЕНЮ» далее «Конфигурирование прибора», на экране Элемер РМТ 29/М1 появляется главное меню (см. рисунок 2.12).



Рисунок 2.12 – Вид главного меню

Меню основных настроек позволяет выбрать пользовательские установки дисплея, стартовую экранную форму, параметры просмотра.

Параметры меню «Основные настройки»:

Блок общих параметров – включает в себя дату и время - эти параметры позволяют пользователю установить текущие дату и время.

Блок параметров ЖК-экрана:

«Яркость» – этот параметр позволяет пользователю установить уровень подсветки ЖК-экрана. Доступные уровни: 20 % (минимум), 40 %, 60 %, 80 %, 100 % (максимум).

Блок параметров «Ждущий режим» – эти параметры позволяют снизить яркость экрана (или полностью его погасить), если пользователь не касался сенсорного экрана в течение заданного времени. В этот блок входят два параметра:

«Режим» – этот параметр имеет следующие параметры:

- выключен – опция отключает ждущий режим, яркость экрана в этом случае определяется параметром «Яркость» блока параметров экрана;
- 1 мин, 5 мин, 10 мин, 30 мин.

«Яркость» – этот параметр скрыт, когда «Ждущий режим» выключен, в других режимах («1 мин», «5 мин», «10 мин», «30 мин») этот параметр виден на экране, и пользователь может изменить уровень яркости ЖК-экрана после истечения времени, установленного параметром «Режим». Возможные варианты: 0 % (темный экран), 20 %, 40 %, 60 %.

Блок параметров стартовой экранной формы позволяет пользователю установить экранную форму, отображаемую на экране при включении Элемер РМТ 29/М1. Этот блок включает в себя два параметра:

«Вид» – пользователь может выбрать вид представления данных отображаемой группы.

«Группа» – определяет группу, отображаемую при включении прибора. Если параметр «Вид» определен, как «Группы», параметр «Группа» выбирает первую из пяти следующих групп, отображаемых на экране (в режиме «Группы» в одном окне отображается 5 групп). Например, когда пользователь устанавливает параметр «Группа», равным «Группа 8», на экране будут отображаться следующие группы (слева направо): Группа 8 - Группа 9 - Группа 10 - Группа 1 - Группа 2.

Блок параметров «Смена экранных форм» позволяет пользователю настроить смену экранных форм. Параметры этого блока включают в себя:

«Смена» – этот параметр имеет следующие параметры:

- выключена – заданная экранная форма не меняется. В этом режиме другие параметры в блоке не активны;
- режимов – эта опция позволяет пользователю автоматически изменять режим отображения;
- групп – эта опция позволяет пользователю автоматически изменять отображаемые группы;
- по списку.

«Запуск» – этот параметр может принимать следующие значения:

- по времени – смена экранных форм через фиксированные интервалы времени;
- из логического канала – изменения происходят в соответствии со значением выбранного логического канала. Если значение в этом канале составляет менее 1 - отображается экран номер 1, если значение данного параметра равно или

более 1, но менее 2 - отображается экран номер 2, и так далее. Последний из назначенных экранов не имеет верхнего предела.

«Продолжительность» – этот параметр является видимым в состояниях «Смена режимов» и «Смена групп» и при запуске «по времени». Продолжительность задается в секундах для каждой экранной формы.

«Запуск» – этот параметр является видимым для «Смены режимов», «Смены групп», для режима «Запуск = из логического канала». Пользователь может выбрать логический канал из списка, значение которого будет определять номер отображаемого экрана.

«Тайм-аут» – этот параметр определяет промежуток времени от включения прибора или изменения экранной формы вручную до первой автоматической смены экрана.

«Настройка списка» – эта кнопка видна, когда параметр «Смена» = «по списку».

Блок параметров «Удаленное выключение» позволяет установить автоматическое отключение Элемер РМТ 29/М1. Параметры этого блока включают в себя:

«Режим» – включает и выключает отключение сигналом от логического канала:

- выключено – удаленное выключение отключено;
- из логического канала – удаленное выключение включено.

«Источник» – содержит список логических каналов, один из которых будет выбран источником для удаленного выключения; процедура отключения будет начинаться каждый раз, когда сигнал

выбранного канала будет изменяться от значения «меньше или равно 0» до значения «больше 0».

«Задержка» – устанавливает продолжительность промежутка времени, которое должно пройти до того, как Элемер PMT 29/M1 будет выключен; при этом процедура выключения будет остановлена, если в течение этого времени:

- значение логического канала, определенного как «Источник», уменьшится до 0;
- пользователь нажмет кнопку отмены на экране.

Когда Элемер PMT 29/M1 запускается, или когда в блок параметров «Удаленное выключение» были внесены изменения, и в выбранном канале «Источник» значение больше 0, процедура выключения не будет запущена. Чтобы процедура выключения запустилась, значение в этом канале должно стать равным нулю или меньше нуля, а затем превысить 0.

Параметры меню «Настройка списка»

«Вид» – этот параметр позволяет пользователю выбрать представление данных отображаемой группы.

«Группа» – позволяет пользователю выбрать группу, отображаемую первой. Если выбран режим «Группы», параметр «Группа» выбирает первую из пяти следующих групп, отображаемых на экране (в режиме «Группы» в одном окне отображается 5 групп).

«Продолжительность» – этот параметр становится видимым для режима вызова «По времени», он устанавливает продолжительность отображения (в секундах) выбранной экранной формы.

Кнопка «Добавить экран» – добавляет новую экранную форму в список.

Кнопка «Удалить этот экран» – удаляет выбранную экранную форму из списка.

«Перейти на поз.» – этот параметр позволяет пользователю устанавливать последовательность отображения экранных форм.

Меню «Логические каналы»

Меню «Логические каналы» используется для их настройки. Логические каналы можно рассматривать как исходные данные для используемых выходов, регуляторов или других логических каналов, они могут быть собраны в группы для совместного отображения на экране Элемер PMT 29/M1.

Чтобы войти непосредственно в меню конфигурирования нужного канала, коснитесь стилусом и задержите его на несколько секунд на панели данных этого канала.

Стрелки, размещенные в правом верхнем углу экрана, позволяют переключаться между последовательностью логических каналов. Средняя кнопка позволяет непосредственно выбрать определенный логический канал из списка.

Параметры логического канала зависят от режима его использования.

Логический канал может находиться в одном из режимов:

- Выключен.
- Измерительный вход.
- Контроль выхода.
- Modbus.
- Выбор значения.
- Математическая функция.
- Регулятор.
- Профиль регулирования.
- Счетчик циклов.
- Данные из другого канала.

Пример. Требуется: преобразовать температуру, вычисленную в градусах Цельсия (эта единица измерения используется при градуировке Элемер РМТ 29/М1) в градусы по Фаренгейту. Формула, которая должна быть использована для решения этой задачи, приведена ниже:

$$T_F = \frac{9}{5} \cdot T_C + 32, \quad (2.1)$$

где T_F – температура в градусах Фаренгейта;

T_C – температура в градусах Цельсия;

$\frac{9}{5}$ – наклон характеристики;

32 – смещение.

Предположим, что наш диапазон температур от минус 50 до плюс 85 °С (диапазон выбран произвольно). В этом случае:

- Параметр «Масштабирование» определяем, как «линейное».
- Переходим к «Настройке масштаба»:
- В единицу измерения на выходе записываем « ° F».
- В окно «Входное значение» точки 1 записываем «-50» (нижнее значение диапазона).
- В окно «Выходное значение» точки 1 записываем «-58» (рассчитано по формуле 2.1).
- В окно «Входное значение» точки 2 записываем «85» (верхнее значение диапазона).
- В окно «Выходное значение» точки 2 записываем «185» (рассчитано по формуле 2.1).

Параметры блока «Отображение»

Постоянными параметрами блока «Отображение» являются следующие:

«Формат» – формат данных логического канала – может принимать значения:

- «цифровой»;
- «дискретный», имеет 2 состояния: «низкое» («0») или «высокое» («1»);
- «время».

«Знаков после запятой» – этот параметр предназначен для цифрового формата и определяет количество знаков после запятой, которое будет отображаться в выходном значении. Пользователь может выбрать один из вариантов: «0» (без десятичной точки), «0.0», «0.00», «0.000», «0.0000» (до 4 знаков после запятой). Значение по умолчанию – «0».

«Текст выкл.» определяет текст, который будет отображаться в значении логического канала в режиме «Формат = дискретный» и при входном значении ≤ 0 (по умолчанию «OFF»).

«Текст вкл.» определяет текст, который будет отображаться в значении логического канала в режиме «Формат = дискретный» и входном значении > 0 (по умолчанию «ON»).

Текст для обоих случаев может состоять из символов:

- символов черного цвета;
- цифр и специальных символов;
- цветных символов на цветном фоне;
- пустой строки, когда состояние дискретного сигнала определяется только цветом фона (ширина цветного прямоугольника определяется количеством введенных в поле надписи пробелов).

«Число» – этот параметр предназначен для режима «Формат = цифровой» и позволяет выбрать часть числового значения канала, которая должна отображаться на экране, варианты: «полное» - до пяти цифр и

десятичная точка, «часть 1 из 3-х», «часть 2 из 3-х», «часть 3 из 3-х», «часть 1 из 2-х», «часть 2 из 2-х».

«Диапазон мин.» – минимальное значение канала, которое отображается на экране для графика, гистограммы, стрелочного индикатора.

«Диапазон макс.» – максимальное значение канала, которое отображается на экране для графика, гистограммы, стрелочного индикатора.

«Выделение канала» – блок параметров, которые используются для изменения цвета фона и его режима. Пользователь может установить до трех различных вариантов выделения, в зависимости от важности события, которое должно вызывать выделение этого канала.

В режиме «Выделение канала» пользователь может выбрать значения следующих параметров:

«Режим» – используется для изменения способа отображения: «выключен», «постоянный», «мигание».

«Период» – появляется, когда установлен «мигающий» режим, и определяет период мигания.

«Удержание» – минимальное время, в течение которого выбранный вариант выделения будет сохраняться, даже если сигнал от источника выделения исчезнет.

«Запуск» – с помощью этого параметра пользователь может выбрать логический канал, который будет источником для запуска выделения канала. Когда значение канала-источника ≤ 0 – выделение неактивно, а когда значение > 0 – активно.

«Аварийный уровень» – с помощью этого параметра пользователь может определить, будет ли выбранный вариант выделения активным, когда канал-источник возвращает ошибку:

- без выделения – выбранный вариант выделения не будет активным при состоянии логического канала «Авария»;

- с выделением – выбранный вариант выделения будет активным при состоянии логического канала «Авария».

«Цвет» – выбор цветов шрифта и фона выделения.

Используя стрелки, размещенные в правом верхнем углу экрана, пользователь может выбрать вариант выделения, который он хочет настроить. Средняя кнопка позволяет осуществить прямой выбор конкретного варианта из списка.

Несмотря на то, что отображение измеряемого значения на экране возможно в нескольких режимах (вплоть до режима «4 знака после запятой»), пользователь должен учитывать реальную заявленную погрешность подключенного к Элемер РМТ 29/М1 датчика и погрешность измерительного канала в целом.

Следует обращать внимание на иерархию выделения. Если одновременно создадутся условия для работы двух или трех режимов выделения, отображаться будет вариант с наименьшим порядковым номером.

Шкала времени является общей для всей группы и может быть настроена в меню «Группы».

Способы выделения логических каналов показаны на рисунке 2.13.



Рисунок 2.13 – Способы выделения логических каналов

3 Лабораторный стенд для изучения измерительного преобразователя Элемер АИР-30

Внешний вид лабораторного стенда и его структурная схема представлена на рисунках 3.1 и 3.2.



Рисунок 3.1 – Внешний вид лабораторного комплекса

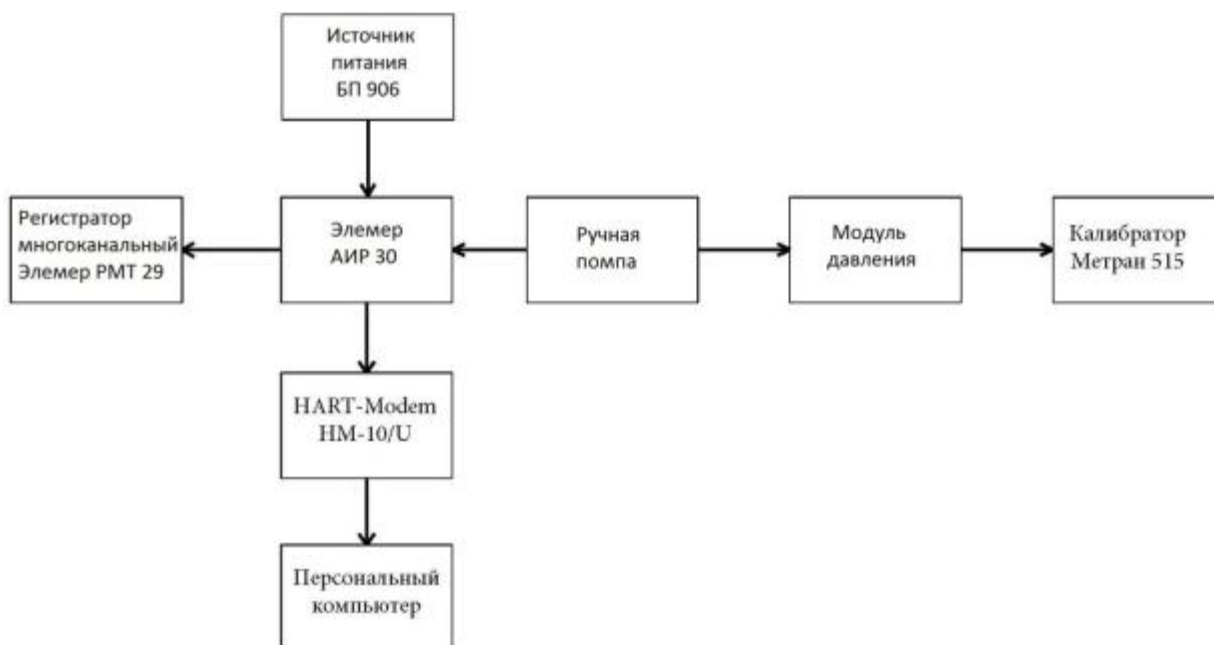


Рисунок 3.2 – Структурная схема лабораторного стенда

Лабораторный стенд состоит из следующих элементов:

- Персональный компьютер.
- Измерительный преобразователь Элемер АИР-30.
- Источник питания БП906/24-2.
- HART-Модем НМ-10/U.
- Ручная помпа.
- Калибратор давления Метран-515.
- Регистратор многоканальный Элемер РМТ 29/М1.

3.1 HART-Модем НМ-10/U

Внешний вид HART-Модем 10/U представлен на рисунке 3.3.



Рисунок 3.3 - Внешний вид HART-Модем 10/U

HART-Модем 10/U предназначен для связи персонального компьютера (ПК) или системных средств АСУ ТП с любым интеллектуальным устройством, поддерживающим HART-протокол (преобразователи давления, температуры, уровня, расхода и т.п.). Модемы применяются в различных технологических процессах в промышленности и энергетике.

Общие технические характеристики HART-Модема НМ-10/U

- Гальваническая развязка от токовой петли.
- Высокая надежность обмена данными.
- Поддержка до 15 приборов одновременно.
- Электромагнитная совместимость (ЭМС) — III-A.
- Совместимость с токовой петлей (4...20) мА при напряжении до 42 В.
- Длина линии связи стандартного режима — до 3000 м, многоточечного режима — до 100 м.
- Варианты исполнения - общепромышленное.

Основные характеристики HART-Модема НМ-10/U

- Связь с ПК — по интерфейсу USB 1.1; 2.0.
- Питание от USB-порта ПК.
- Длина линии связи с ПК — до 5 м.

3.2 Калибратор давления Метран 515

Калибратор предназначен для точного измерения и воспроизведения давления, напряжения и силы постоянного тока. Калибратор применяется в качестве рабочего эталона при поверке и калибровке различных средств измерений давления (СИД), в том числе и преобразователей давления унифицированными выходными электрическими сигналами, измерительных преобразователей и вторичных приборов. Обеспечивает калибровку средств измерений давления в условиях эксплуатации.

Внешний вид калибратор давления Метран 515 представлен на рисунке 3.4.



Рисунок 3.4 - Внешний вид калибратор давления Метран 515

Калибратор Метран 515 выполняет следующие функции;

- включение/отключение калибратора;
- включение/отключение заряда внутреннего аккумулятора;
- включение/отключение подсветки индикатора;
- определение подключенного к калибратору модуля давления;
- выбор 9 различных единиц измерения давления;
- выбор одного из 12 диапазонов измерения давления характерных для подключенного к калибратору модуля давления;
- редактирование (с последующим сохранением в память модуля давления) пользовательских диапазонов (изменение ВПИ и единиц измерения давления);
- ввод номера, ВПИ, единиц измерения поверяемого датчика давления;
- выбор токового выходного сигнала датчика давления;
- определение погрешности измерения давления поверяемого датчика по токовому выходному сигналу;

- определение в процентах ВПИ выбранного диапазона поверяемого датчика величины измеренного давления;
- выбор коэффициента усреднения показаний калибратора (от 1 до 9);
- сигнализацию (звуковой сигнал) 10% перегрузки при превышении измеряемого давления выбранного диапазона;
- фиксацию количества перегрузок модуля перегрузок;
- фиксацию даты и значения давления максимальной перегрузки;
- обнуление (установку нуля) показаний измерения давления, тока и напряжения;
- выбор режима измерения тока или напряжения;
- выбор режима генерации тока или напряжения;
- установку значения генерируемого тока или напряжения;
- архивацию 32 протоколов поверки датчиков давления (с фиксацией даты, времени, показаний калибратора и датчика давления);
- проверку реле давления с фиксацией состояния реле и давления переключения реле;
- проверку герметичности системы со средствами измерения и задания давления.

Диапазон показаний электрических сигналов, измеряемых электронным блоком:

- постоянный ток (0-22) мА
- напряжение постоянного тока (0-1,1) В

Диапазон электрических сигналов, генерируемых электронным блоком:

- постоянный ток (0-22) мА;
- напряжение постоянного тока (0-1,1) В.

Нормируемый диапазон измерений и генерации:

- постоянный ток (0-20) мА;
- напряжение постоянного тока (0-1) В.

Пределы допускаемой основной погрешности калибратора в режиме измерения и генерации, а также число разрядов калибратора приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Пределы допускаемой погрешности и число разрядов калибратора

Наименование Показателя		Предел допускаемой основной погрешности, не более	Число разрядов индикации
В режиме измерения			
Избыточное давление	(0-60) МПа	±0,05 % ВПИ	5 десятичных разрядов
	(0-25) кПа	±0,06 % ВПИ	
	(0-6) кПа	±0,1 % ВПИ	
Разряжение	(0-25) кПа (0-100) кПа	±0,06 % ВПИ	
Ток	(0-20) мА	±0,02 % ИВ, +0,001мА	6 десятичных разрядов
Напряжение	(0-1) В	±0,02 % ИВ, +0,0002 В	
В режиме генерации			
Ток	(0-20)мА	±0,04 % ИВ, +0,001 мА	6 десятичных разрядов
Напряжение	(0-1) В	±0,04 % ИВ, +0,0002 В	
Примечания: 1 ИВ - значение измеряемой (в режиме генерации - генерируемой) величины. 2 ВПИ – верхний предел измерений поддиапазона модуля давления. 3Основная погрешность измерений давления включает нелинейность, гистерезис и повторяемость. 4 При установки значения ВПИ поддиапазона, отличающегося от указанных в таблице 1.1, погрешность измерения давления принимается равной погрешности от ВПИ, ближайшего верхнего поддиапазона.			

Предел допускаемой дополнительной погрешности измерения давления, измерений и генерации постоянного тока и напряжения постоянного тока при изменении температуры окружающего воздуха от 0 до 50 °С не должен превышать половины предела допускаемой основной погрешности на каждые 10с от температуры (20±2)°С.

Электрическое питание калибратора осуществляется от поставляемого сетевого блока питания Метран 515 или от внутреннего аккумулятора.

3.3 Схема внешних соединений лабораторного комплекса

Для работы лабораторного комплекса необходимо к входам блока питания БП 906 и регистратора Элемер РМТ 29/М1 подключить переменный ток напряжением 220 В. Блок питания БП 906 преобразует переменное напряжение 220 В в постоянное, напряжением 12 В. Выход 1 блока питания БП 906 подключить к входу 1 интеллектуального датчика Элемер АИР-30. Выход 2 блока питания БП 906 подключить к выходу 1 регистратора Элемер РМТ 29/М1, параллельно подключив вход 1 HART модема. Выход 2 регистратора подключить к входу 2 интеллектуального датчика Элемер АИР-30, параллельно подключив вход 2 HART модема.

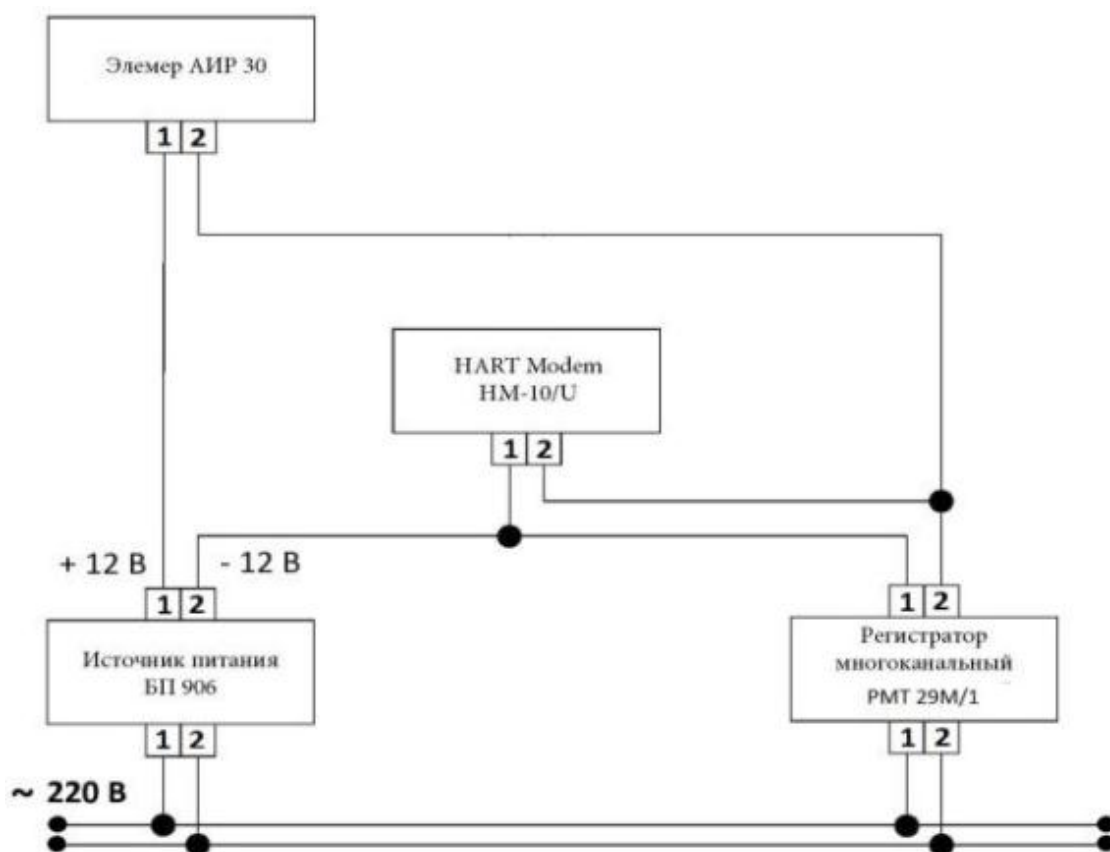


Рисунок 3.5- Схема внешних соединений

4. Программа HART Config

Программа используется для настройки и контроля приборов, поддерживающих HART-протокол. В силу универсальности протокола есть возможность работать с любыми HART-приборами, однако достоверная идентификация и максимальный набор функций возможен только для известных программе устройств.

Использование программы позволяет упростить и ускорить процесс конфигурирования приборов и сбора информации.

В рамках данной программы возможно:

- определение типов и параметров подключённых к компьютеру приборов (сеть приборов);
- считывание значений каналов приборов;
- визуальный просмотр данных в графическом виде;
- сохранение считанных данных в файл;
- задание количества точек для сохранения и отображения;
- сохранение настроек приборов в отдельных файлах для последующего использования;
- считывание и запись параметров устройств.

На рисунке 4.1 приведено главное окно программы HART Config. На рисунке введены обозначения: 1 – заголовок программы; 2 – меню программы; 3 – закладки; 4 – строка состояния.

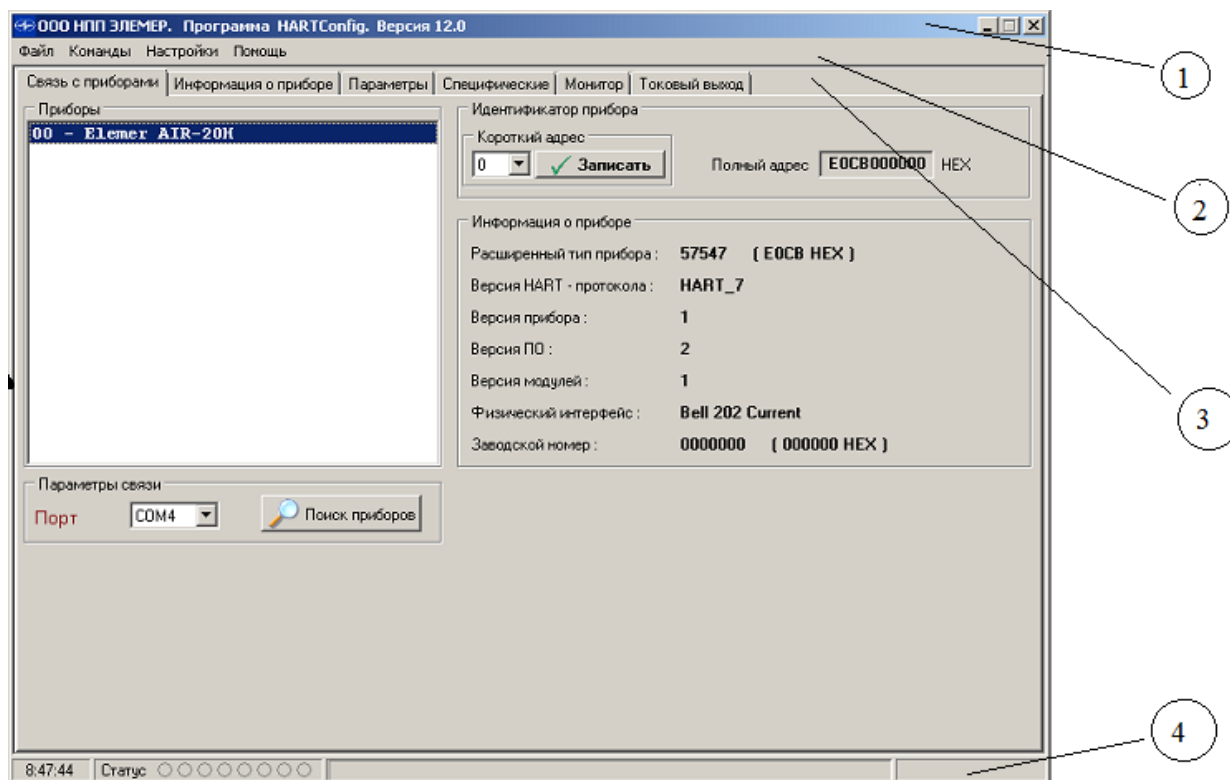


Рисунок 4.1 – Главное окно программы HART Config

Параметры и функции программы, сходные по значению, объединены в группы, каждая из которых расположена на своей закладке. Всего таких закладок 6:

- «Связь с приборами».
- «Информация о приборе».
- «Параметры».
- «Специфические».
- «Монитор».
- «Токовый выход».

Описание меню

Пункт меню «Файл»:

- «Открыть рабочую папку программы» – путь в рабочую папку программы.
- «Выход» – завершение работы программы.

Пункт меню «Команды»:

- «Перезагрузить прибор» – осуществляет перезагрузку прибора.
- «Сбросить флаг первичной конфигурации» – сбрасывает флаг первичной конфигурации.
- «Дополнительные статусы прибора» – отображает окно с дополнительным статусом прибора (см. описание HART-протокола).

Пункт меню «Настройки»:

- «Параметры» – пункт предназначен для изменения параметров работы программы.
- «Количество попыток при ошибке обмена» - задает количество повторов послыки команды при возникновении ошибки обмена.
- «Автоматически отображать доп. статусы» - отображает дополнительные статусы прибора в соответствующем окне при их возникновении.
- «Автоматическое управление потоком» - управление сигналом RTS.
- «Автоматическое считывание параметров» - при переходе на закладку производится автоматическое считывание параметров на этой закладке.

Пункт меню «Помощь»:

- «Руководство оператора» – открывается руководство оператора.
- «О программе» – отображается информация о программе.

Закладка «Связь с приборами»

На рисунке 4.2 приведен вид окна закладки «Связь с приборами».

На закладке «Связь с приборами» есть четыре группы параметров:

- «Параметры связи»;
- «Идентификатор датчика»;

- «Информация о датчике»;
- «Приборы».

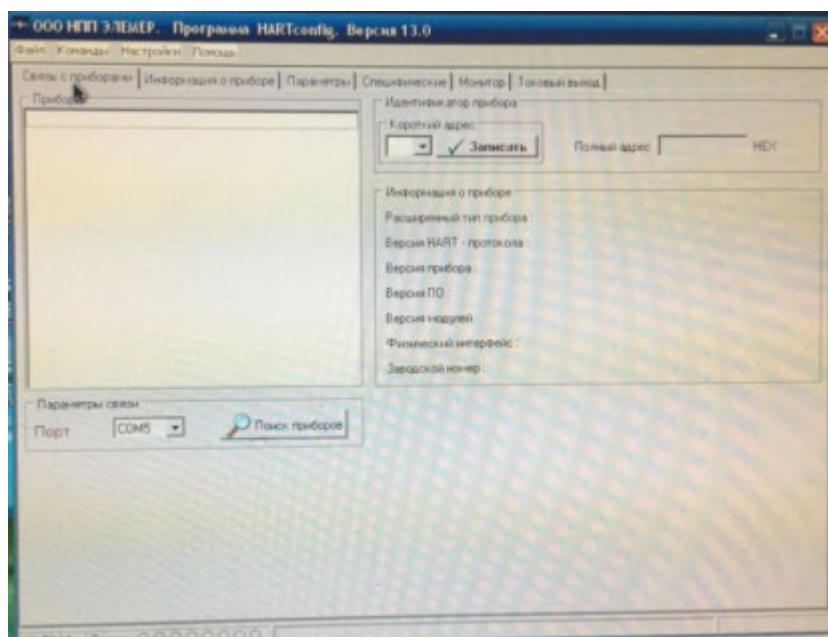


Рисунок 4.2 - Вид окна закладки «Связь с приборами»

Группа параметров «Параметры связи»

Из выпадающего списка необходимо выбрать COM-порт, к которому подключен HART-модем. Для начала поиска приборов в сети необходимо нажать кнопку «  Поиск приборов ».

Группа параметров «Приборы»

В этой группе параметров отображается список всех найденных в сети приборов.

Для работы с конкретным прибором его необходимо выбрать в списке.

Группа параметров «Идентификатор датчика»

В подгруппе «Короткий адрес» отображается в выпадающем списке короткий адрес прибора в сети. При необходимости короткий адрес можно

изменить, выбрав нужный адрес из списка и нажав кнопку. В поле «Полный адрес» отображается полный адрес прибора в шестнадцатиричном формате .

Группа параметров «Информация о датчике»

В группе отражается основная информация о выбранном датчике.

Поле «Расширенный тип прибора» отображается расширенный тип прибора в десятичной (в скобках в шестнадцатиричной форме). В поле «Версия HART – протокола» отображается поддерживаемая прибором версия HART-протокола. Версия прибора отображается в поле «Версия прибора». В поле «Версия ПО» отображается версия программного обеспечения. Версия модулей прибора отображается в поле «Версия модулей». Информация об используемом физическом интерфейсе отображается в поле «Физический интерфейс». В поле «Заводской номер» отображается информация о заводском номере в десятичной (в скобках в шестнадцатиричной форме). Более подробно в описании HART-протокола.

Закладка «Информация о приборе»

На рисунке 4.3 приведен вид окна закладки «Информация о приборе».

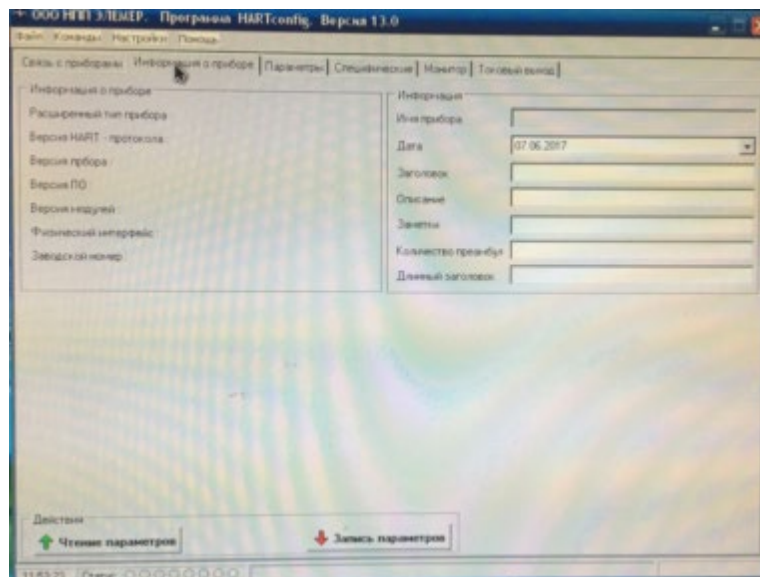


Рисунок 4.3 - Вид окна закладки «Информация о приборе»

Данная закладка содержит три группы параметров:

- «Информация о датчике».

Дублирует группу параметров «Информация о датчике» с закладки «Связь с приборами». Поле «Расширенный тип прибора» отображается расширенный тип прибора в десятичной (в скобках в шестнадцатичной форме). В поле «Версия HART – протокол» отображается поддерживаемая версия HART-протокола. Версия прибора отображается в поле «Версия прибора». В поле «Версия ПО» отображается версия программного обеспечения. Версия модулей прибора отображается в поле «Версия модулей». Информация о физическом интерфейсе отображается в поле «Физический интерфейс». В поле «Заводской номер» отображается информация о заводском номере в десятичной (в скобках в шестнадцатичной форме).

- «Информация».

Информация о приборе доступна для изменений, за исключением поля «Имя прибора».

В поле «Заголовок» отображается заголовок прибора. Длина заголовка не должна превышать 8 символов. Поле «Описание» содержит описание прибора, длина строки описания не должна превышать 16 символов. Поле «Заметки» содержит произвольную информацию. Длина строки не должна превышать 32 символа.

В поле «Количество преамбул» отображается количество преамбул установленных в приборе. Диапазон изменения от 5 до 10 преамбул. Для более быстрого обмена с прибором рекомендуется ставить небольшое число преамбул. В случае если сигнал зашумлен, необходимо поставить большее число преамбул.

- «Действия».

Для считывания информации из прибора необходимо нажать на кнопку « Чтение параметров», для записи изменений – « Запись параметров».

Закладка «Параметры»

На рисунке 4.4 приведен вид окна закладки «Параметры».

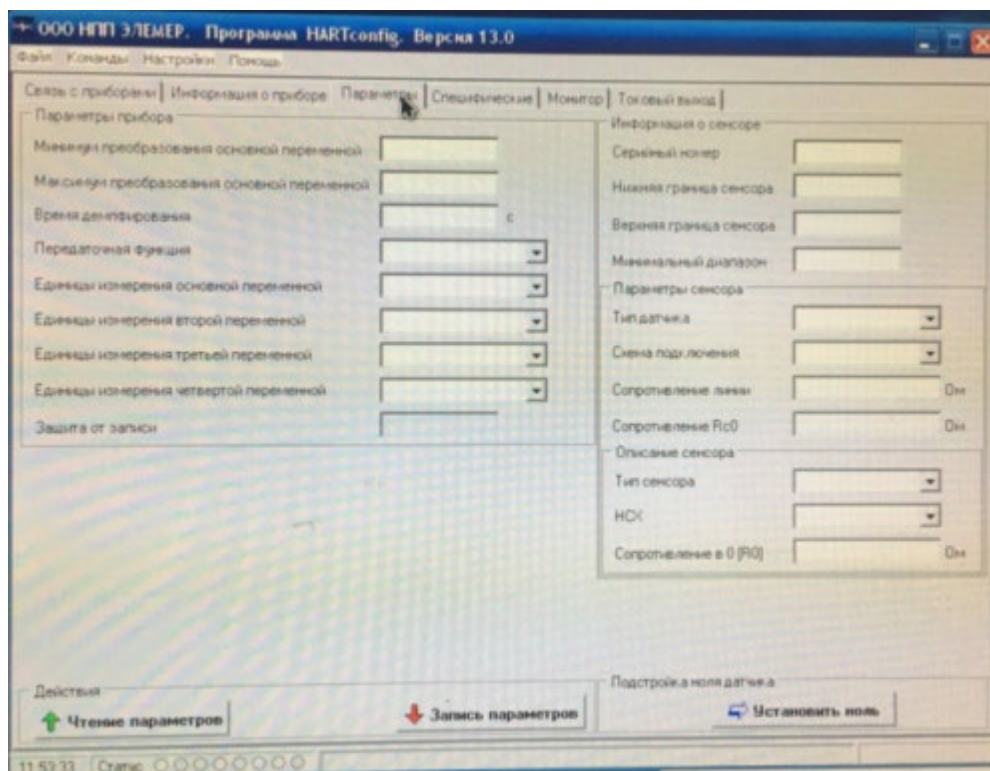


Рисунок 4.4 - Вид окна закладки «Параметры»

На закладке «Параметры» содержатся четыре группы параметров:

- «Параметры датчика»;
- «Информация о сенсоре»;
- «Действия»;
- «Подстройка нуля датчика».

Группа параметров «Параметры датчика»

В этой группе отображаются следующие параметры датчика:

- «Минимум преобразования основной переменной».
- «Максимум преобразования основной переменной».

- «Время демпфирования».
- «Передаточная функция».
- «Единицы измерения основной переменной».
- «Единицы измерения второй переменной».
- «Единицы измерения третьей переменной».
- «Единицы измерения четвертой переменной».
- «Защита от записи».

Более подробно в описании HART-протокола.

В выпадающем списке «Передаточная функция» доступны следующие позиции для выбора:

- «Линейная»;
- «Корнеизвлекающая».

В выпадающих списках «Единицы измерения основной переменной», «Единицы измерения второй переменной», «Единицы измерения третьей переменной», «Единицы измерения четвертой переменной» доступны следующие позиции для выбора в зависимости от поддерживаемых прибором единиц измерения:

«°C»; «°F»; «°K»; «мм рт. ст.»; «Бар»; «мБар»; «кгс/см²»; «кгс/м²»; «Па»; «кПа»; «Атм»; «МПа»; «мм вод. ст.».

Группа параметров «Информация о сенсоре»

В этой группе отображаются следующие параметры датчика:

- «Серийный номер».
- «Нижняя граница сенсора».
- «Верхняя граница сенсора».
- «Минимальный диапазон».

Для приборов ИПМ 0399/М0-Н (ИРМ 0399/М0-Н), ТПУ 0304/М1-Н

(ТПУ 0304/М1-Н), ТПУ 0304/М2-Н (ТПУ 0304/М2-Н) в группе параметров «Информация о сенсоре» доступны подгруппа параметров «Параметры сенсора», в которой отображаются следующие параметры сенсора:

- «Тип датчика».
- «Схема подключения».
- «Сопротивление линии».
- «Сопротивление Rс0».

В выпадающем списке «Тип датчика» доступны следующие позиции для выбора:

Группа параметров «Действия»

Для считывания информации из прибора необходимо нажать на кнопку « Чтение параметров», для записи изменений – « Запись параметров».

Группа параметров «Подстройка нуля датчика»

Для того что бы произвести подстройку нуля датчика необходимо установить на входе прибора нулевое значение измеряемой величины и нажать на кнопку « Установить ноль».

Закладка «Специфические»

На рисунке 4.5 приведен вид окна закладки «Специфические».

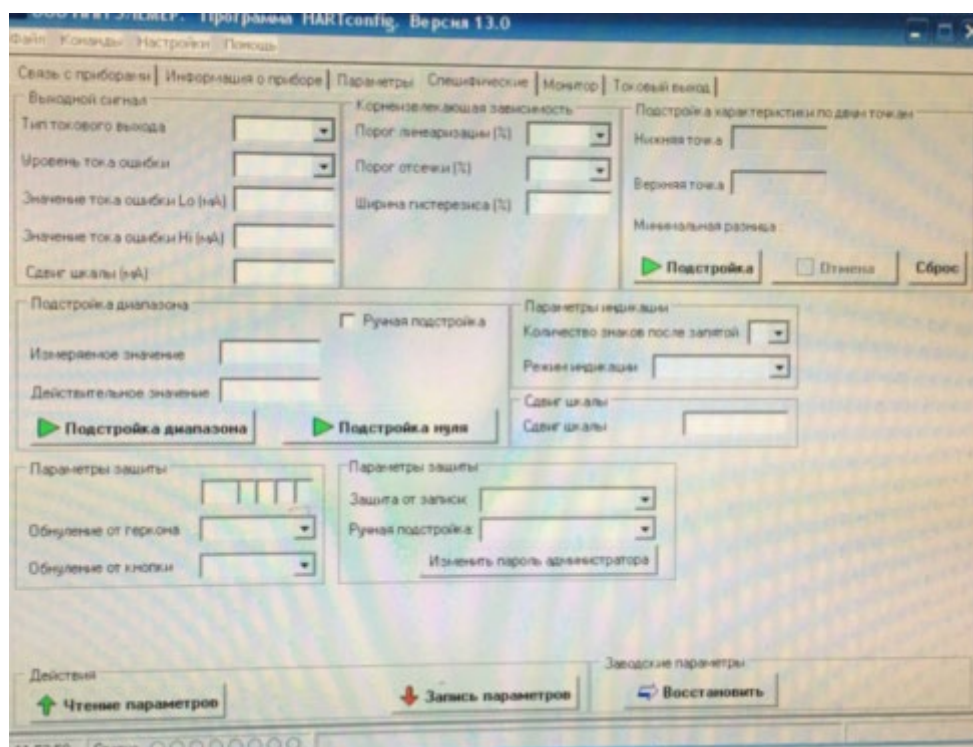


Рисунок 4.5 - Вид окна закладки «Специфические»

В зависимости от выбранного типа прибора количество групп параметров различно.

На закладке отображаются следующие группы параметров:

- «Выходной сигнал».
- «Корнеизвлекающая зависимость».
- «Подстройка характеристики по двум точкам».
- «Действия».
- «Заводские параметры».
- «Параметры индикации» (только для Элемер АИР-20/М2-Н, Элемер-100, Сапфир-22ЕМ);
- «Сдвиг шкалы» (только для Элемер АИР-20/М2-Н.);
- «Параметры защиты».

Группа параметров «Выходной сигнал»

В этой группе отображаются следующие параметры датчика:

- «Тип токового выхода».

- «Уровень тока ошибки».
- «Значение тока ошибки I_0 ».
- «Значение тока ошибки I_i ».

Группа параметров «Корнеизвлекающая зависимость»

- «Порог линеаризации (%)».
- «Порог отсечки (%)».
- «Ширина гистерезиса (%)».

В выпадающем списке «Порог линеаризации (%)» доступны следующие значения:

«0»; «0.5»; «1»; «2»; «3».

В выпадающем списке «Порог отсечки (%)» доступны следующие значения:

«0»; «0.25»; «1»; «2.25»; «4».

В поле «Ширина гистерезиса (%)» задается ширина гистерезиса в процентах.

Группа «Подстройка характеристики по двум точкам»

На любом этапе подстройки имеется возможность прервать процедуру с помощью кнопки «Отмена».

По нажатию кнопки «Подстройка» считывается следующая информация из прибора:

- нижняя и верхняя границы допустимых значений нижней точки подстройки;
- допустимых значений верхней точки подстройки;
- значение минимальной разницы между нижней и верхней точками подстройки;
- единицы измерения для точек подстройки.

Также возникает сообщение, указывающее порядок действий подстройки. Для выполнения процедуры подстройки следуйте действиям, предложенным в сообщении.

Кнопка «Сброс» возвращает подстройку датчика к заводским значениям.

Группа параметров «Действия»

Для считывания информации из прибора необходимо нажать на кнопку «  Чтение параметров », для записи изменений – «  Запись параметров ».

Группа параметров «Параметры индикации»

Группа параметров доступна только для приборов Элемер АИР-20/М2-Н, ЭЛЕМЕР-100, САПФИР-22ЕМ.

В этой группе отображаются следующие параметры датчика:

- «Количество знаков после запятой».
- «Режим индикации».

В выпадающем списке «Количество знаков после запятой» доступны следующие позиции для выбора:

«0»; «1»; «2»; «3»; «4» (только для ЭЛЕМЕР-100, САПФИР-22ЕМ).

В выпадающем списке «Режим индикации» доступны следующие позиции для выбора:

«давление»; «% от диапазона»; «мА» (только для ЭЛЕМЕР-100, САПФИР-22ЕМ).

Закладка «Монитор»

На рисунке 4.6 приведен вид окна закладки «Монитор».

На закладке «Монитор» содержатся четыре группы параметров:

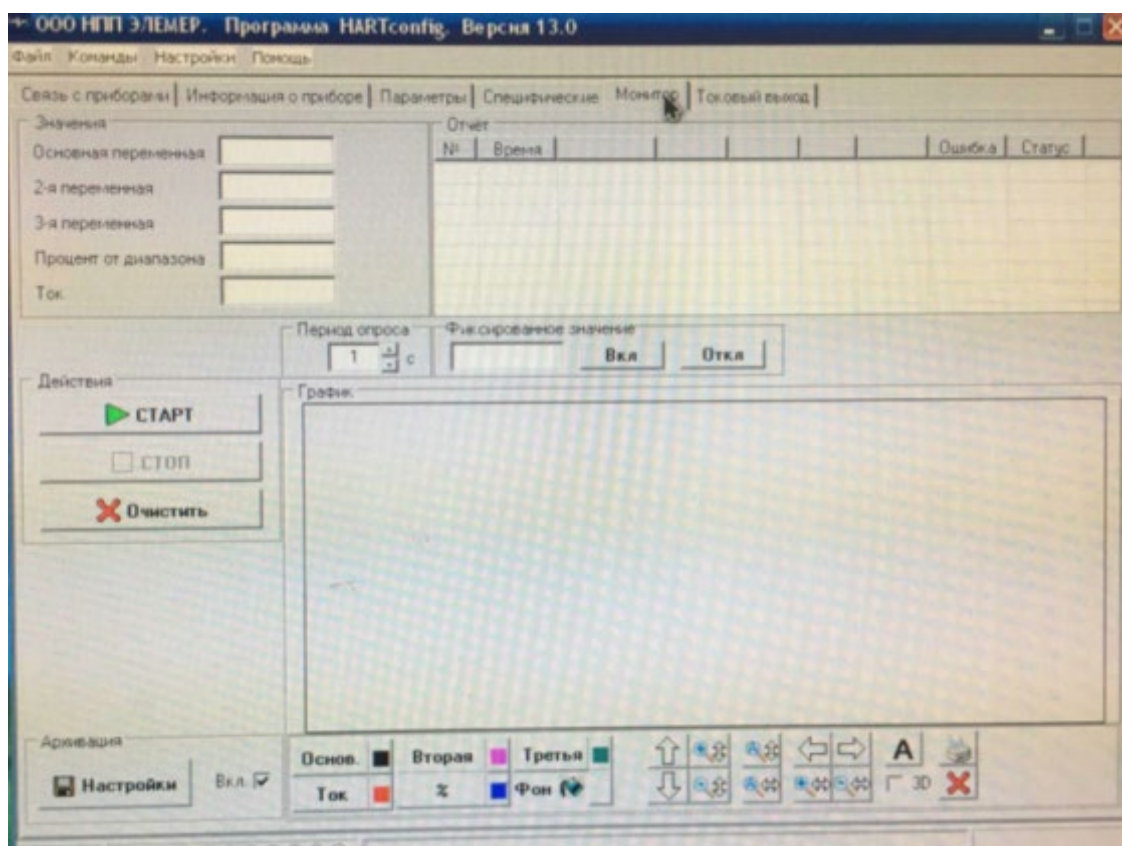


Рисунок 4.6 - Вид окна закладки «Монитор»

- «Значения».
- «Отчёт».
- «Действия».
- «Архивация».
- «График».

Группа параметров «Значения»

В этой группе отображаются значения измеренных параметров основной переменной, второй переменной, третьей переменной, процент от диапазона тока петли, величина тока петли (см. описание HART-протокола).

Группа параметров «Отчет»

«Отчет» предназначен для отображения измеренных значений в табличной форме.

В столбце « № » отображаются номер отсчета. В столбце «Время» отображается время, когда был получен этот отсчет. Далее идут пять столбцов, в которых по порядку отображаются значения основной переменной, второй переменной, третьей переменной, процент от диапазона, величина тока петли (заголовок соответствующего столбца принимает значение единицы измерения величины в этом столбце). В столбце «Ошибка» отображаются значения ошибки для каждого отсчета, выдаваемые прибором в шестнадцатеричной форме. В столбце «Статус» отображаются статусы прибора для каждого отсчета в шестнадцатеричной форме.

Группа параметров « Действия »

Для запуска измерений необходимо нажать кнопку «  СТАРТ ».

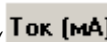
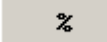
Для прекращения измерений необходимо нажать кнопку. Для удаления измеренных значений из таблиц отчета и графиков, необходимо нажать кнопку «  Очистить ».

В группе «Период опроса» задается интервал опроса в секундах.

Группа параметров « Архивация »

Архивация в файл позволяет записывать таблицу отчета в файл. Запись новых измеренных данных происходит каждый раз при получении измеренных значений.

Группа параметров « График »

Данная группа параметров позволяет отображать в графическом виде изменения измеряемых величин во времени. Для добавления графика измеряемой величины необходимо нажать кнопку с соответствующей надписью (например «  Основ. », «  Вторая », «  Третья », «  Ток [мА] », «  % »), то кнопка зафиксируется. Для удаления графика – ещё раз нажать на эту

кнопку – она вернется в исходное положение. Справа от каждой кнопки добавления графика расположена кнопка выбора цвета соответствующего графика.

Для очистки области графиков нужно нажать кнопку .

Для имитации трехмерного вида графиков установите флаг «**3D**».

Кнопками со стрелками , , , и  можно смещать область отображения графиков по горизонтали и вертикали соответственно, сохраняя при этом масштаб.

Кнопками с лупами, значками «+»/«-» и вертикальными/горизонтальными стрелками можно увеличивать и уменьшать масштаб по вертикальной/горизонтальной осям (, , , ).

Кнопками  и  можно автоматически масштабировать графики по вертикальной и горизонтальной оси соответственно.

Кнопка  автоматически масштабирует графики по обеим осям.

Кнопка с изображением принтера  позволяет распечатывать графики на принтере.

Закладка «Токовый выход»

На рисунке 4.7 приведен вид окна закладки «Токовый выход».

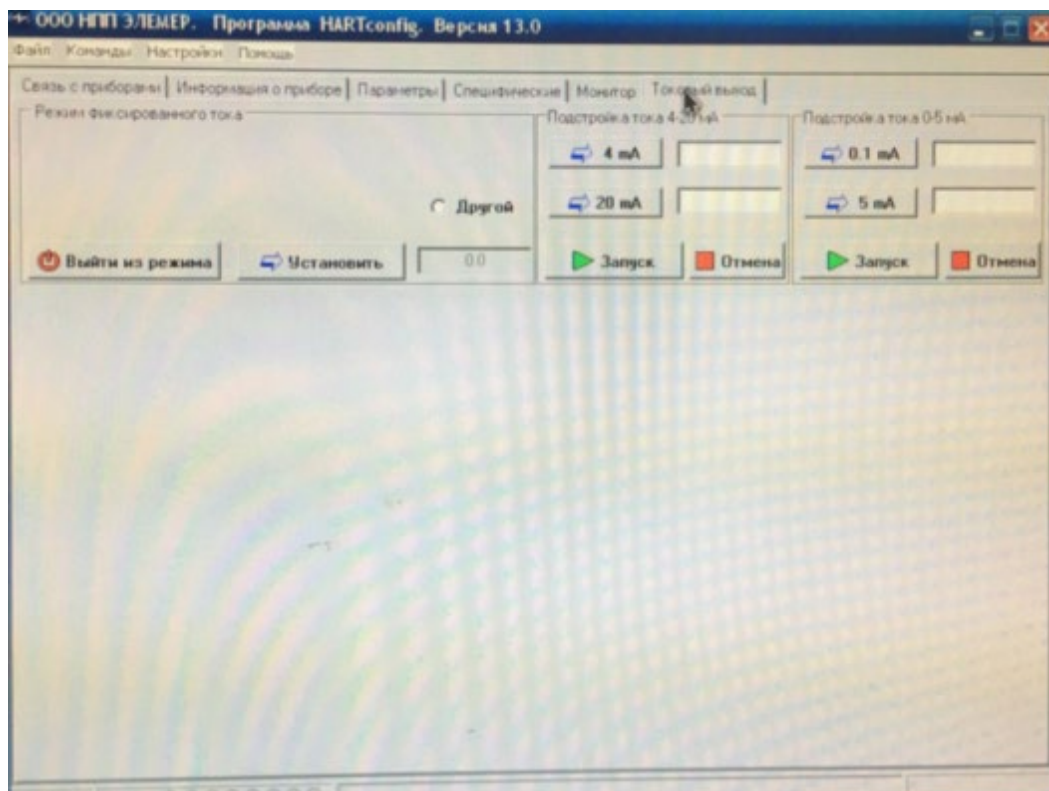


Рисунок 4.7 - Вид окна закладки «Токовый выход»

На закладке « **Токовый выход**» содержатся группа параметров «Режим фиксированного тока».

Группа параметров «Режим фиксированного тока».

В этой группе в зависимости от установленного в приборе типа токового выхода («0-5»/«5-0» или «4-20»/«20-4») доступен для выбора ряд фиксированных токов (для токового выхода «0-5» или «4-20» соответственно). Для выбора необходимого фиксированного тока надо установить «». Для задания произвольного значения надо выбрать « **Другой**» и ввести необходимое значение фиксированного тока в поле ввода. Чтобы установить фиксированный ток в приборе, необходимо нажать на кнопку « **Установить**». Для выхода из режима фиксированного тока в приборе необходимо нажать на кнопку « **Выйти из режима**».

Строка состояния окна программы

На рисунке 4.8 приведено строка статуса.

В строке состояния окна программы выводится:

- системное время;
- статус прибора;
- область отображения хода взаимодействия программы с прибором;
- область, которая информирует о режиме работы программы.

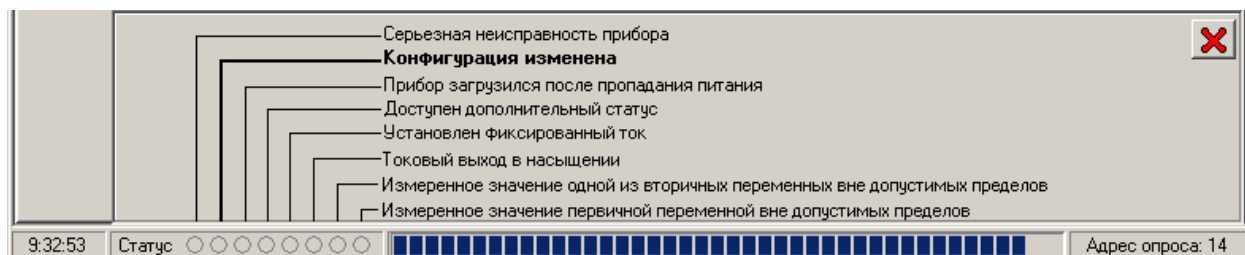


Рисунок 4.8 - Строка статуса

Статус прибора

В области строки состояния с надписью «Статус» отображаются индикаторы статуса прибора. При наведении указателя мыши на один из индикаторов статуса и удержании указателя в течение одной секунды появляется окно с русскоязычными расшифровками индикаторов статуса.

5 Методика проведения поверки

Методика поверки, поставляемая производителем, совместно с калибраторами Метран 515 и с датчиками давления, предусматривает следующие условия ее проведения:

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха должна быть в пределах $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$;
- барометрическое давление должно быть в пределах (680-780) мм рт. ст.;
- относительная влажность окружающего воздуха должна быть в пределах (30-80)%;
- рабочая среда для модулей калибраторов с ВПИ до 2,5 МПа – воздух с возможным использованием разделителя сред, свыше 2,5 МПа – жидкость;
- тряска, вибрация, удары не допускаются;
- электрическое питание калибратора производить от сети переменного тока напряжением 220В и частотой 50 Гц.

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- калибратор должен быть выдержан в условиях поверки не менее 2-х часов;
- модуль давления должен быть подключен к устройству создания давления и установлен на рабочем месте в произвольном положении, положение модуля должно сохраняться неизменным в течение всей поверки;
- разъем модуля давления калибратора должен быть подключен к электронному блоку;

- определение метрологических характеристик калибратора проводить не менее чем через 15 минут после его включения.

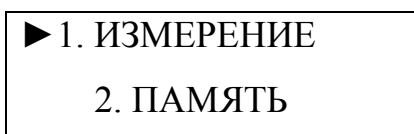
5.1 Проведение поверки датчика давления

Перед проведением поверки датчика давления необходимо провести опробование работы калибратора и проверить герметичность пневмосистемы.

5.2 Опробование работы калибратора

При опробовании работы калибратора необходимо присоединить модуль давления к источнику давления (ИД), подключить выходы калибратора измерения электрических сигналов.

Включение калибратора производить нажатием клавиши «Питание/подсветка» на 1 секунду при этом на ЖКИ калибратора появляется основное меню:



Где символ курсора «▶» означает выбор текущего пункта меню. При нажатии клавиши «Вниз» курсор «▶» сместиться вниз. При нажатии клавиш «Вниз» или «Вверх» будут циклически предлагаться следующие пункты меню:

- ИЗМЕРЕНИЕ
- ПАМЯТЬ
- ТЕСТ РЕЛЕ
- ГЕРМЕТИЧНОСТЬ
- ГЕНЕРАЦИЯ
- АККУМУЛЯТОР
- ОПЦИИ

- ЕД. ИЗМЕРЕНИЯ
- AV-МЕТР

Для быстрого перехода к необходимому режиму следует нажать цифровую клавишу, соответствующую номеру режима в основном меню.

Для входа в меню или выбранный режим нажимают клавишу «Вперед». Для возврата в предыдущее меню или для выхода из режима необходимо нажать клавишу «Назад».

Необходимо установить давление на входе модуля равное атмосферному, установить курсор в основное меню клавишами «Вверх», «Вниз» напротив пункта «ИЗМЕРЕНИЕ»:

▶ 1. ИЗМЕРЕНИЕ
2. ПАМЯТЬ

и нажать клавишу «Вперед». На ЖКИ появится информация о максимальном давлении подключенного модуля (ВПИ):

МАКС. ДАВЛЕНИЕ:
кПа
160.00

Для продолжения работы следует нажать клавишу «Вперед». В появившемся меню выбора диапазона измерений давления следует установить диапазон измерений давления, соответствующий ВПИ подключенного модуля,

ВЫБОР ВПИ:
1
▶ кПа
160.00

и нажать клавишу «Вперед» два раза (диапазон такого сигнала выбирается по умолчанию).

кПа	0.01
► 4-20mA	
0.0000	

Установка нуля является обязательной операцией перед измерением (поверкой) и осуществляется выбором пункта ОБНУЛИТЬ Р в режиме измерения давления.

Для обнуления показаний давления на калибраторе следует установить курсор на пункте «ОБНУЛИТЬ Р» (при помощи клавиш «Вниз» или «Вверх»)

кПа	0.01
► ОБНУЛИТЬ	
Р	

и нажать клавишу «Вперед». При этом смещение давления («ноль» давления) заносится в энергонезависимую память и будет учитываться при сеансах работы калибратора.

5.3 Проверка герметичности

Проверку герметичности модуля давления (разрежения с верхними пределами менее 100 кПа) калибратора и системы, подавляющее давление, проводить при значениях давления (разрежения), равных ВПИ модуля.

Проверку герметичности модуля разрежения ВПИ 100 кПа и системы следует проводить при разрежении равном 0,9-0,95 значения атмосферного давления.

Необходимо создать давление (разрежение) в системе, соответствующее ВПИ модуля давления, с помощью одного из средств создания давления (разрежения), входящих в комплект калибратора.

Выдержать модуль и систему при данном давлении (разрежении) 5 минут (для стабилизации термодинамических процессов).

В основном меню установить курсор напротив пункта «4. ГЕРМЕТИЧНОСТЬ»:

► 4. ГЕРМЕТИЧНОСТЬ
5. ГЕНЕРАЦИЯ

и нажать клавишу «Вперед», при этом на ЖКИ появится режим выбора продолжительности теста:

кПа	160.00
► ПРОДОЛЖИТ: 5 мин	

Для установки продолжительности теста нажать клавишу «Вперед», изменить число минут цифровыми клавишами «Вниз» и «Вверх», и нажать клавишу «Ввод» (для сохранения выбранного времени теста). Рекомендуемое значение продолжительности теста составляет 2 минуты.

Выбрать команду «НАЧАТЬ ТЕСТ» и нажать клавишу «Вперед».

kPa	159.98
► kPa	F 160.00

По окончании теста на герметичность зафиксировать показания с калибратора.

РЕЗУЛЬТАТ/	1 мин
0.02	кПа

Модуль давления (разрежения) калибратора и система, подводящая давление, считается герметичной, если изменение давление по показаниям калибратора не превышает 0,1 % от ВПИ в минуту.

Проверку герметичности следует проводить на всех модулях калибратора, входящих в его комплект.

6 Методические указания и порядок выполнения работы

Порядок выполнения работы следующий:

Для проведения поверки используется схема, представленная на рисунке 3.5.

Для сбора данной схемы достаточно соединить силиконовой трубкой вход датчика и помпу и произвести электрическое соединение калибратора и модуля давления, находящегося на помпе.

ВНИМАНИЕ!

Помпа может создавать большое давление, которое намного превышает предел измерения датчика и при большом давлении датчик может выйти из строя. Перемещать шток помпы следует медленно и на небольшую величину. Выполнение этого пункта задания необходимо в присутствии преподавателя.

Создаваемое ручной помпой давление подается на поверяемый датчик и модуль давления калибратора. Воспринимаемое датчиком давление отображается на жидкокристаллическом индикаторе датчика. Модуль давления вырабатывает токовый сигнал, характеризующий величину давления, который поступает на вход калибратора. На основании этого сигнала в калибраторе определяется величина давления. Сравнение показаний калибратора и датчика позволяет определить погрешность датчика по показаниям. Используемый датчик кроме токового сигнала имеет цифровой. Цифровой сигнал модулируется и накладывается на токовый. Для ввода цифрового сигнала в компьютер используется HART-модем. Данный стенд предназначен для выполнения ряда работ. При выполнении настоящей работы, компьютер и HART-модем не используется.

Приведенная погрешность в каждой точке определяется как отношение разности показаний калибратора и датчика к верхнему пределу измерения.

Датчик признают годным, если на всех поверяемых точках модуль основной погрешности γ_D , выраженной в процентах диапазона измерения выходного сигнала, не превышает пределов допускаемых значений в соответствии с условием:

$$|\gamma_D| \leq \gamma_K \cdot |\gamma|, \quad (5.1)$$

где $|\gamma_D|$ – модуль основной погрешности на всех поверяемых точках, в процентах;

γ_K – абсолютное значение отношения контрольного допуска к пределу допускаемой основной погрешности в процентах;

γ – предел допускаемой основной погрешности поверяемого датчика в процентах;

$P_{\max}$ – верхний предел измерений поверяемого датчика, (кПа);

P_0 – нижний предел измерений поверяемого датчика, (кПа);

$P_{\text{ном}}$ – номинальное значение измеряемой величины при номинальном значении.

7 Задание на лабораторную работу

В программе HART-config необходимо определить датчик по HART протоколу, затем установить тип сенсора и пределы измерений. На регистраторе Элемер PMT 29/M1 задать логическому каналу различные отображения показаний. После этого необходимо провести поверку прибора и определить его погрешность.

Поверка датчика давления

Для поверки необходимо:

- Собрать схему, необходимую для поверки датчика.
- Определить значение приведенной погрешности датчика в следующих точках: 0 кПа; 10 кПа; 20 кПа.
- Сделать вывод о годности датчика для проведения измерения давления.

Отчет должен содержать:

- цель работы;
- задание на лабораторную работу;
- структурную схему лабораторного стенда;
- схему поверки датчика и результаты проведенной поверки
- ответы на контрольные вопросы;
- выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Укажите класс точности поверяемого преобразователя.
2. Укажите класс точности поверяемого калибратора.
3. Приведите условие, используемое для признания преобразователя годным для измерения.
4. Перечислите функции, выполняемые программой HART config.
5. Для каких целей используется меню «Конфигурация»
6. Сколько устройств может находиться в сети.

Лабораторный комплекс для изучения датчика давления Элемер АИР-30

Методические указания к выполнению лабораторной работы № 5 по
курсу «Средства автоматизации и управления» для студентов,
обучающихся в отделении ОАР ИШИТР

Составитель
Джуманов Фархат Фаритович

**Отпечатано в Издательстве ТПУ в полном соответствии
с качеством предоставленного оригинал-макета**

Подписано к печати 00.00.2018. Формат 60х84/16. Бумага «Снегурочка».

Печать CANON. Усл. печ. л. 0,00. Уч.-изд. л. 0,00.

Заказ 000-18. Тираж 100 экз.



Издательство

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ