УТВЕРЖДЕН
RU.46584667.62.01.29.000.09.04-01-ЛУ

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ЭЛЕКТРОЛИЗНОЙ СИСТЕМЫ 20 - 30 НМ^3/Ч ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ «ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ЭЛЕКТРОЛИЗНОЙ СИСТЕМЫ 20 - 30 НМ^3/Ч»

Описание функциональных характеристик

RU.46584667.62.01.29.000.09.04-01 95

Листов 21

г. Москва
2026

Подп. и дата	
Инв.№ дубл.	
Взам.инв.№	
Подп. и дата	
Инв.№ подл.	

Аннотация

Настоящий документ содержит описание назначения, решаемых задач и функций программного обеспечения (далее – ПО) «Программное обеспечение автоматизированной системы управления технологическими процессами электролизной системы 20 - 30 нм³/ч RU.46584667.62.01.29.000.09.04-01 (далее - Программа).

В разделе 1, 2 приведено описание назначения, решаемых задач.

В разделе 3 приведен перечень основных функций.

В разделе 4 приведено описание этих основных функций.

Подробное описание работы Программы и описание функций приведено в «Руководстве оператора» RU.46584667.62.01.29.000.09.04-01 34.

Перечень принятых сокращений и обозначений

В настоящем документе применяются следующие определения и сокращения:

HMI – Human-Machine Interface (человеко-машинный интерфейс)

SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition

БД – база данных

ПО – программное обеспечение

Содержание

1 Назначение Программы 5
2 Решаемые задачи 5
3 Функциональные характеристики программного обеспечения 5
4 Описание основных функций 6
5 Условия работы 14
6 Вводная-выводная информация 14

1 Назначение Программы

1.1 Программа предназначена для автоматизированного управления, контроля и регулирования технологических процессов производства водорода на электролизных установках производительностью 20–30 нм³/ч.

1.2 Программа обеспечивает сбор данных, визуализацию процессов и выдачу управляющих воздействий для безопасной эксплуатации оборудования и поддержания требуемого качества продукта.

2 Решаемые задачи

2.1 Программа предназначена для решения задач систем диспетчерского управления и сбора данных (SCADA):

– автоматическое управление режимами работы электролизера (пуск, останов, регулирование производительности) и вспомогательных систем (осушка, охлаждение);

– поддержание заданных параметров процесса: силы тока, напряжения, давления водорода/кислорода, температуры и уровня электролита;

– непрерывный контроль концентрации газов и реализацию алгоритмов противоаварийной защиты и технологических блокировок;

– визуализацию технологического процесса на мнемосхемах (HMI) в реальном времени;

– архивацию трендов, ведение журналов аварийных и системных событий, формирование сменных отчетов.

3 Функциональные характеристики программного обеспечения

3.1 Программа выполняет следующие основные функции:

– сбор данных с датчиков;

– выдача управляющих воздействий на исполнительные

механизмы в реальном масштабе времени;

– реализация алгоритмов автоматического регулирования параметров технологических процессов;

– сохранение исторических трендов параметров в базу данных (далее – БД);

– формирование журналов событий, системных сообщений и технологических тревог включая аварийные отклонения по чистоте газов, а также действий оператора;

– представление данных средствами человеко-машинного интерфейса.

4 4. Описание основных функций

4.1 Сбор данных с датчиков

4.1.1 Программа обеспечивает сбора и первичную обработку информации с датчиков давления, температуры, уровня и газоанализ, и позволяет:

– производить масштабирование полученных первичных сигналов;

– осуществлять фильтрацию (сглаживание) значений параметров;

– контролировать значения параметров относительно регламентных и аварийных уставок (границ).

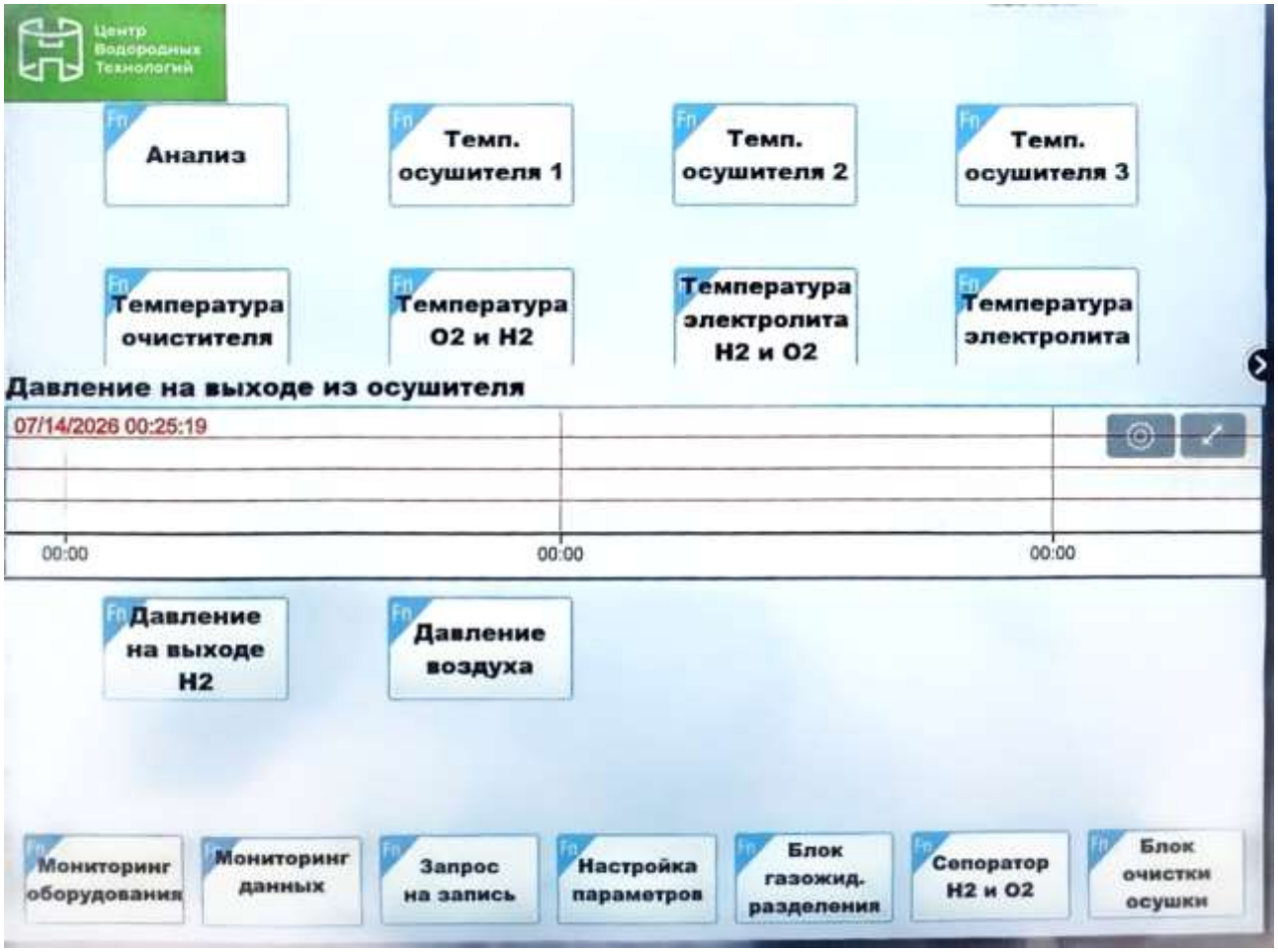


Рисунок 1 – Пример экранной формы отображения на АРМ данных с датчика давления на выходе осушителя

4.2 Выдача управляющих воздействий на исполнительные механизмы

4.2.1 Программа позволяет оператору посредством управления состоянием запорной арматуры (задвижки, клапаны), насосными агрегатами и регулятором тока регулировать перепады давления водород/кислород и температуру электролита и параметры тока.

4.2.2 В окне управления исполнительным механизмом отображаются:

– текущий режим управления (Автоматический / Дистанционный / Местный).

– текущее состояние (Открыто / Закрыто / Включено / Выключено).

– кнопки управления («ОТКРЫТЬ», «ЗАКРЫТЬ», «СТОП»,

«ПУСК»).

– статистика работы электролизной системы (время наработки).



Рисунок 2 – Пример экранной формы отображения на АРМ панели управления исполнительными механизмами

4.3 Реализация алгоритмов автоматического регулирования

4.3.1 Программа обеспечивает автоматическое управление перепадом давления водород/кислород и температурой электролита и позволяет:

– производить дистанционное управление запорной и регулирующей арматурой;

– производить регулирование и стабилизацию технологических параметров (ПИД-регулирование или позиционное).

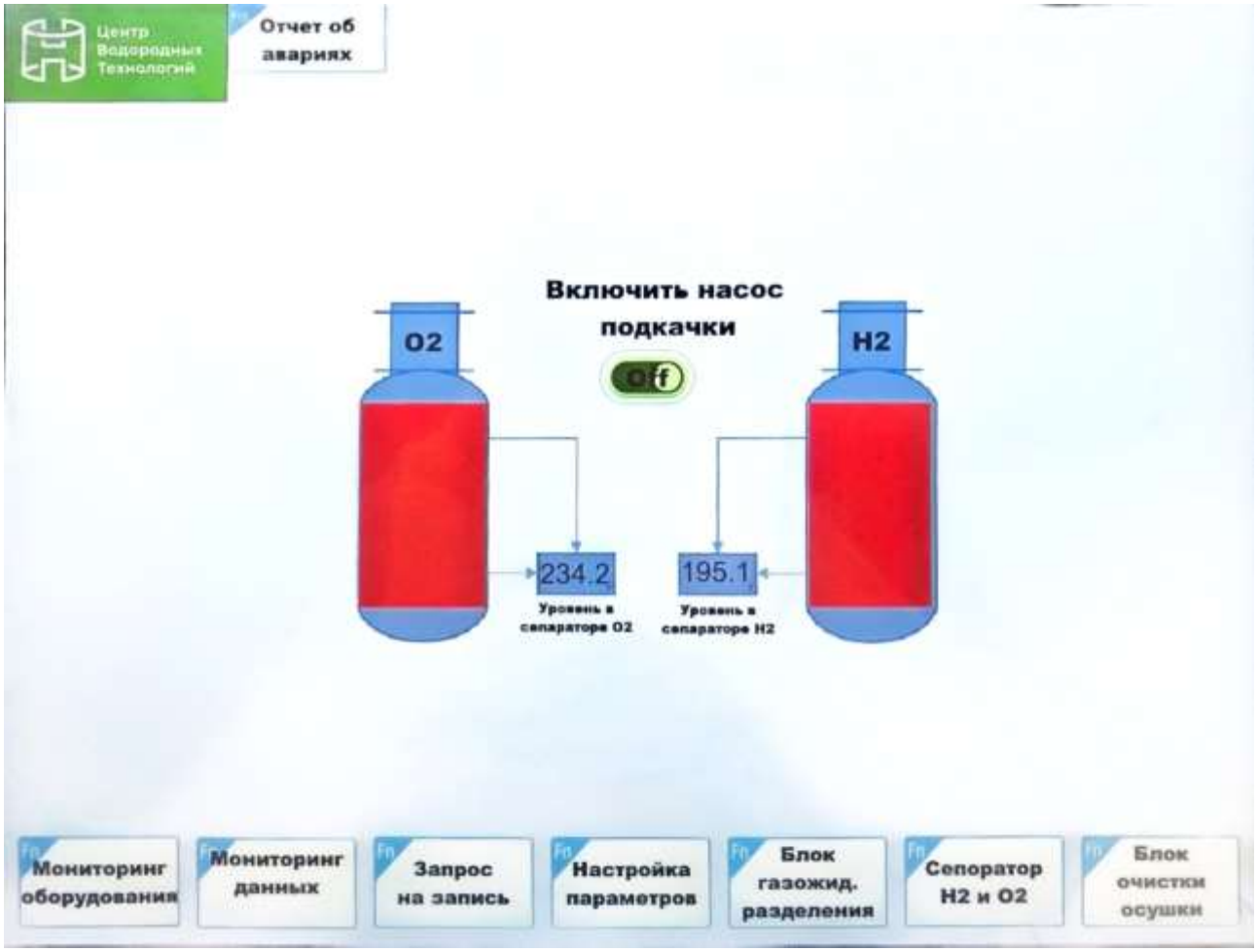


Рисунок 3 – Пример экранной формы отображения на АРМ алгоритма автоматического регулирования

4.4 Сохранение исторических трендов параметров технологических процессов

4.4.1 Программа обеспечивает настройку и сохранение параметров технологических процессов для каждого канала измерения.

4.4.2 Инструментарий позволяет:

– устанавливать границы предупредительных и аварийных уставок (Верхняя аварийная, Верхняя предупредительная, Нижняя предупредительная, Нижняя аварийная);

– включать или отключать влияние уставки на световую сигнализацию и генерацию тревог;

– квитировать (подтверждать) возникшие тревоги.



Рисунок 4 – Пример экранной формы отображения на АРМ данных исторических трендов

4.5 Формирование журналов событий, системных сообщений, технологических тревог и действий оператора в БД

4.5.1 Программа обеспечивает автоматическое сохранение оперативных данных и журнала событий в встроенной БД WinCC Historian (Microsoft SQL Server Express) с возможностью долговременного хранения.

4.5.2 Чтение данных для построения графиков и отчетов реализовано средствами WinCC Report.

4.5.3 Программа ведет три основных типа журналов для ретроспективного анализа:

– журнал событий – фиксирует все изменения состояний системы управления технологическими процессами (смена режимов,

автоматические переключения);

– журнал действий оператора – фиксирует действия операторов по управлению Программой;

– журнал тревог – фиксирует факты выхода параметров объекта автоматизации за уставки и аварийные ситуации с оборудованием.

4.5.4 Интерфейс журналов позволяет:

– фильтровать записи по дате/времени.

– фильтровать по типу события или источнику.

– экспортировать данные в форматы [PDF, Excel, CSV] или выводить на печать.

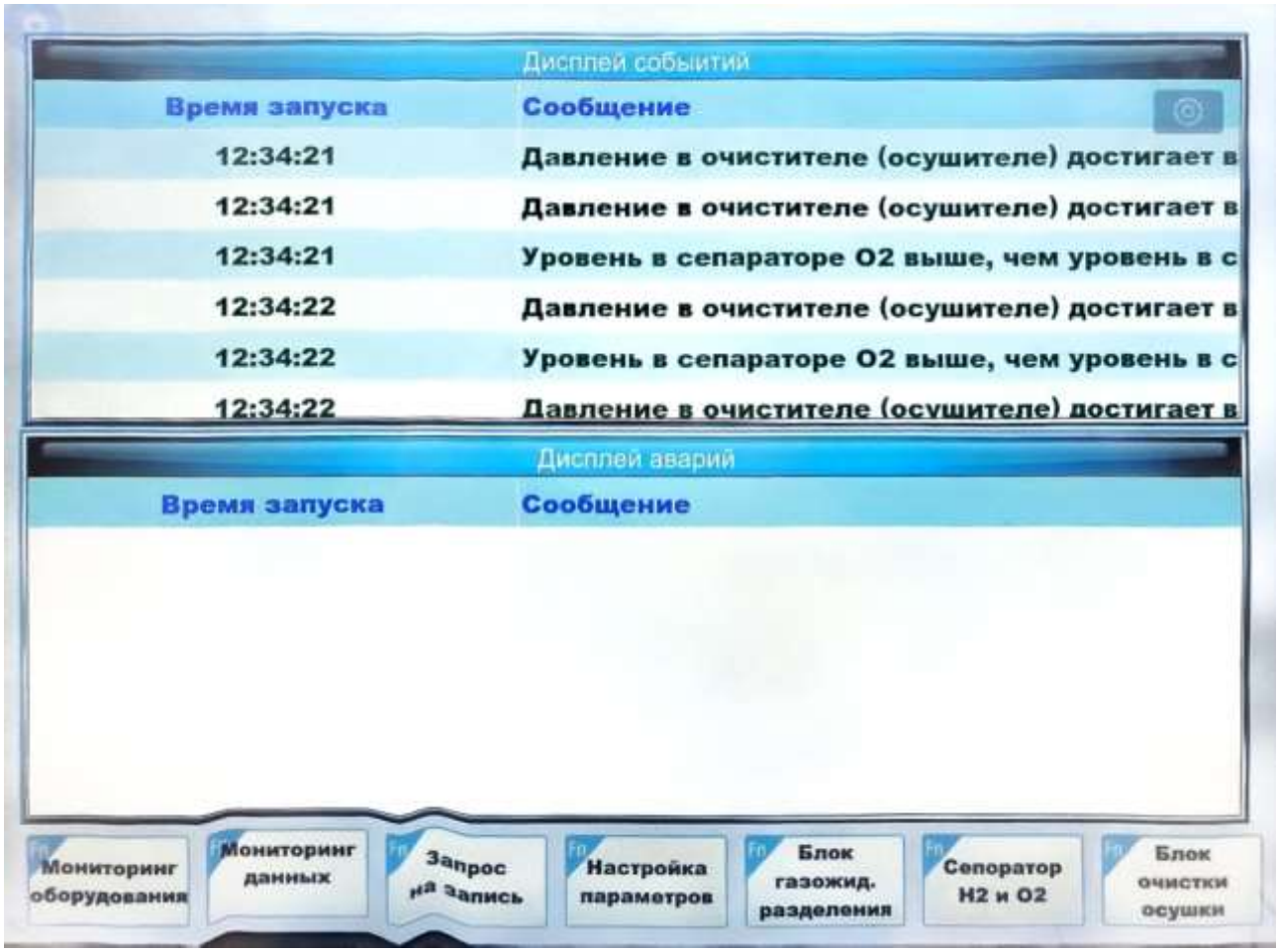


Рисунок 5 – Пример экранной формы отображения на АРМ журналов событий

4.6 Представление данных средствами человеко-машинного интерфейса

4.6.1 Программа обеспечивает представление данных средствами человеко-машинного интерфейса (HMI):

- в виде динамических мнемосхемы электролизера;
- в виде индикаторов состояния оборудования;
- в виде графиков процессов;
- в виде отчетов о выработке и энергопотреблении.

4.6.2 Цветовая индикация для отображения параметров используется унифицированная цветовая схема:

- Зеленый – Норма / Работа / Открыто.
- Желтый – Предупреждение / Переходный процесс.
- Красный – Авария / Ошибка.
- Серый – Неактивно / Отключено / Отсутствие связи.
- Синий/Голубой – Режим имитации или ремонта.

4.6.3 Основным экраном оператора является технологическая мнемосхема, наглядно отображающая структуру объекта, трубопроводы, соединения и текущие значения датчиков. Активные элементы мнемосхемы являются кнопками вызова окон управления.

4.6.4 Модуль отчетов позволяет формировать сводные ведомости за смену, сутки или произвольный период. Отчеты могут содержать агрегированные данные (минимум, максимум, среднее, сумма, время наработки).

4.6.5 Подготовленные шаблоны отчетов позволяют:

- просматривать готовый документ перед печатью.
- сохранять отчет в архив.
- экспортировать документ во внешние форматы.

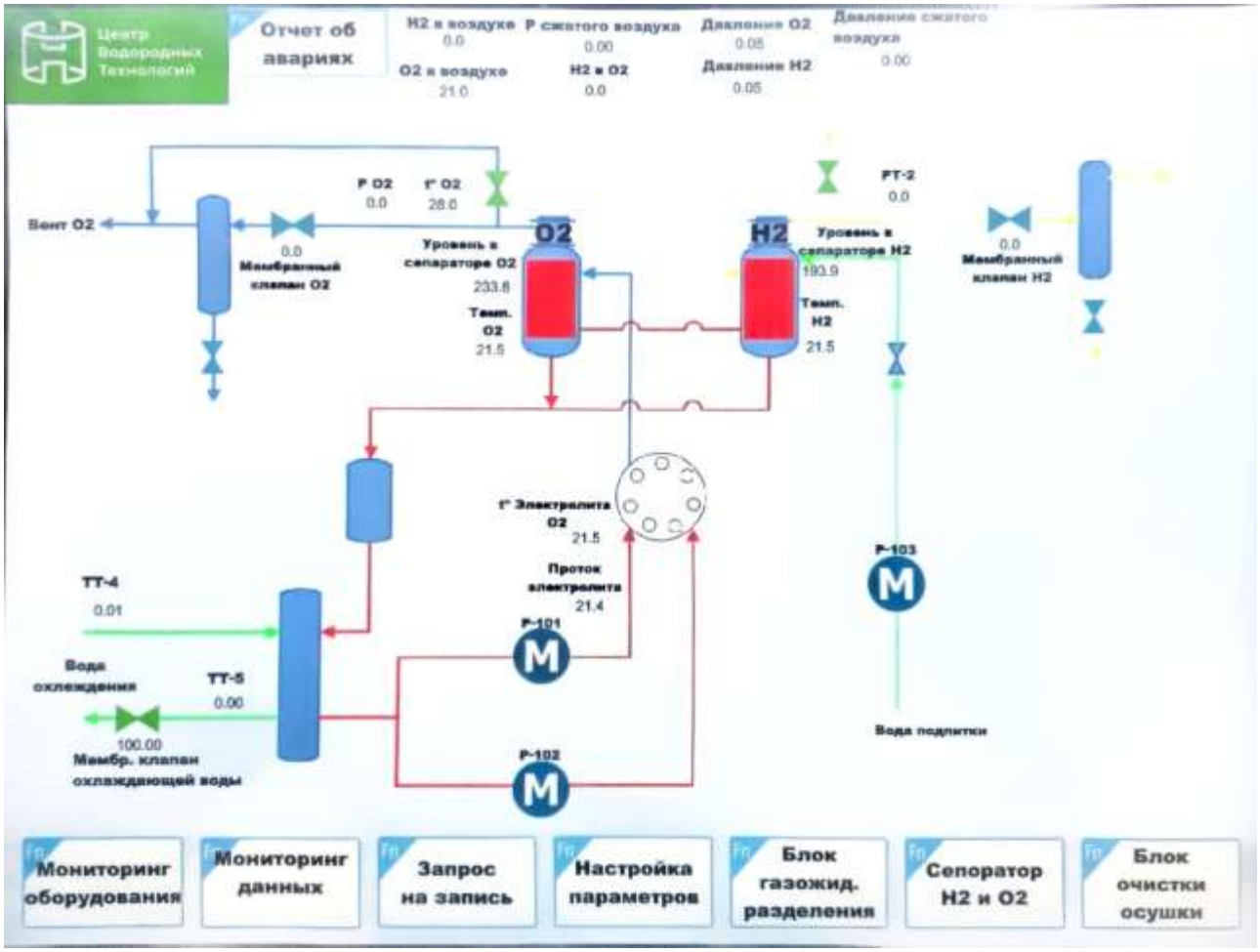


Рисунок 6 – Пример экранной формы отображения на АРМ технологической мнемосхемы

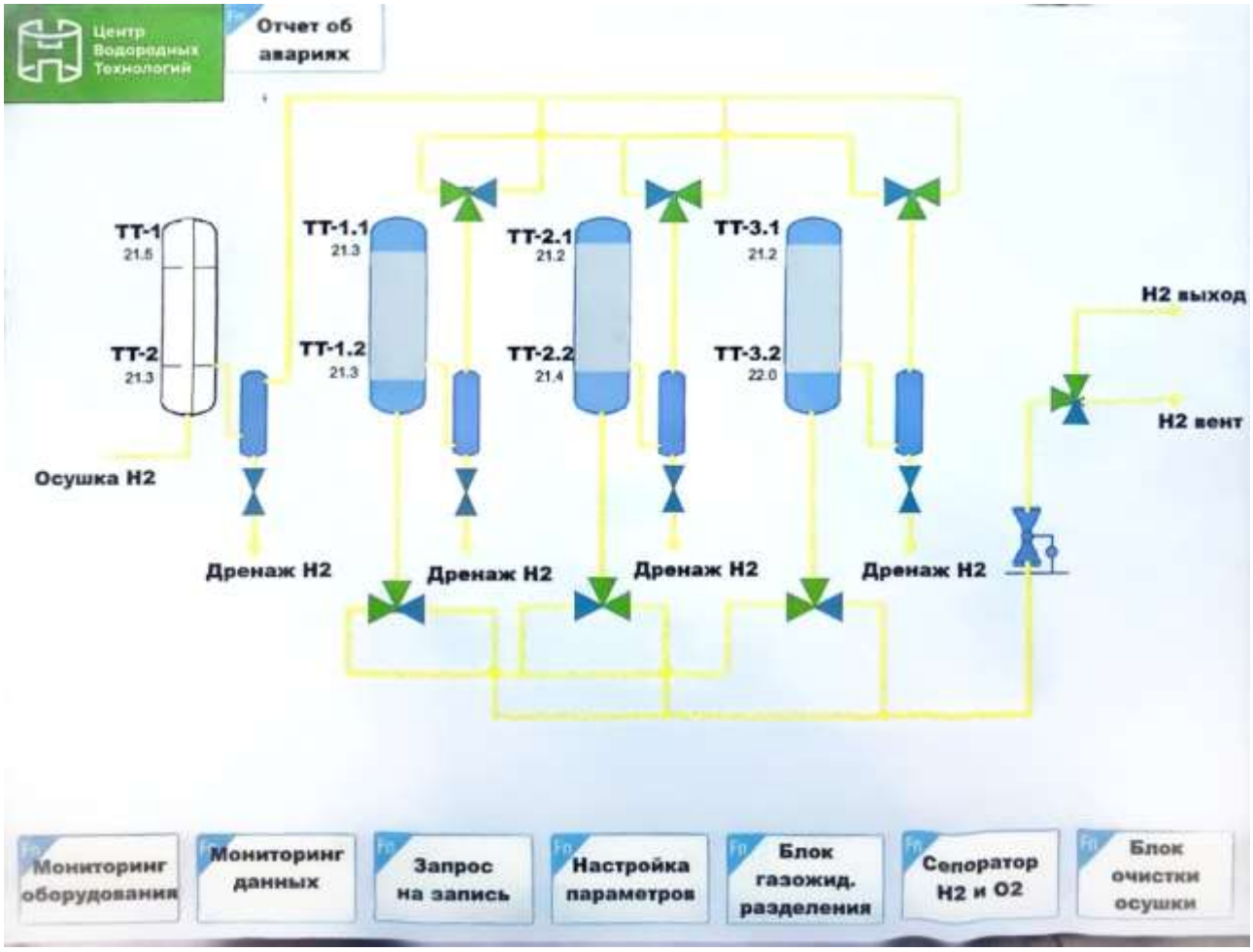


Рисунок 7 – Пример экранной формы отображения на АРМ технологической мнемосхемы

5 Условия работы

5.1 Работа Программы осуществляется на операционной системе Windows (серверная часть WinCC – Windows Server / Windows 10/11 IoT, операторские станции – Windows 10/11).

5.2 Контроллерное ПО (логика PLC) исполняется на промышленных контроллерах Siemens серии S7-1500 / S7-1200.

6 Вводная-выводная информация

6.1 Дискретные сигналы представлены в таблице 1.

6.2 Аналоговые сигналы представлены в таблице 2

Таблица 1 – Дискретные сигналы

Наименование	Тип	Адрес	№ канала	Мин. знач	Макс. знач	Чтение /запись	Модуль	Тип модуля	№ слота	Комментарий
E_Stop	Bool	%I0.0	a0	false	true	Read	PLC_1	CPU 1215C DC/DC/DC	1	Emergency stop/Аварийная остановка
Feed Pump 1 Thermal Relay	Bool	%I0.1	a1	false	true	Read	PLC_1	CPU 1215C DC/DC/DC	1	Replenishing water pump 1 hot relay/Питательный насос 1 горячее реле
Circulation Pump 1 Thermal Relay	Bool	%I0.2	a2	false	true	Read	PLC_1	CPU 1215C DC/DC/DC	1	Circulating pump 1 heat relay/Насос электролита 1 тепловое реле
Circulation Pump 2 Thermal Relay	Bool	%I0.3	a3	false	true	Read	PLC_1	CPU 1215C DC/DC/DC	1	Circulating pump 2 heat relay/Насос электролита 2 тепловое реле
	Bool	%I0.4	a4	false	true	Read	PLC_1	CPU 1215C DC/DC/DC	1	
Phase Sequence	Bool	%I0.5	a5	false	true	Read	PLC_1	CPU 1215C DC/DC/DC	1	Phase Sequence
Hydrogen Side Electrical Contact	Bool	%I0.6	a6	false	true	Read	PLC_1	CPU 1215C DC/DC/DC	1	Hydrogen side electric contact/Электрический контакт на стороне водорода
Oxygen Side Electrical Contact	Bool	%I0.7	a7	false	true	Read	PLC_1	CPU 1215C DC/DC/DC	1	Oxygen side electrical contact/Электрический контакт со стороны кислорода
Make-up Water Pump 1	Bool	%Q0.0	a0	false	true	Write	PLC_1	CPU 1215C DC/DC/DC	1	Replenishment pump 1/Питательный насос 1
Circulation Pump 1	Bool	%Q0.1	a1	false	true	Write	PLC_1	CPU 1215C DC/DC/DC	1	Circulating pump 1/Насос электролита 1
Circulation Pump 2	Bool	%Q0.2	a2	false	true	Write	PLC_1	CPU 1215C DC/DC/DC	1	Circulating pump 2/Насос электролита 2
Alarm (1)	Bool	%Q0.3	a3	false	true	Write	PLC_1	CPU 1215C DC/DC/DC	1	Alarm
Hydrogen Bypass Valve	Bool	%Q0.4	a4	false	true	Write	PLC_1	CPU 1215C DC/DC/DC	1	Hydrogen bypass valve/Перепускной клапан водорода
Oxygen Bypass Valve	Bool	%Q0.5	a5	false	true	Write	PLC_1	CPU 1215C DC/DC/DC	1	Oxygen bypass valve/Перепускной клапан кислорода
Qualified Valve	Bool	%Q0.6	a6	false	true	Write	PLC_1	CPU 1215C DC/DC/DC	1	Qualified Valve/Квалифицированный клапан
Three-Way Valve 1	Bool	%Q0.7	a7	false	true	Write	PLC_1	CPU 1215C DC/DC/DC	1	Three-way valve 1/Трехходовой клапан 1

Наименование	Тип	Адрес	№ канала	Мин. знач	Макс. знач	Чтение /запись	Модуль	Тип модуля	№ слота	Комментарий
Oxygen-Nitrogen Valve	Bool	%Q1.0	b0	false	true	Write	PLC_1	CPU 1215C DC/DC/DC	1	Oxygen-Nitrogen Valve/O2-Азот
Hydrogen-Nitrogen Valve	Bool	%Q1.1	b1	false	true	Write	PLC_1	CPU 1215C DC/DC/DC	1	Hydrogen-Nitrogen Valve/H2-Азот
Three-Way Valve 2	Bool	%Q8.0	a0	false	true	Write	DQ 16x24VDC_1	SM 1222 DQ16 x 24VDC	2	Three-way valve 2/Трехходовой клапан 2
Three-Way Valve 3	Bool	%Q8.1	a1	false	true	Write	DQ 16x24VDC_1	SM 1222 DQ16 x 24VDC	2	Three-way valve 3/Трехходовой клапан 3
Three-Way Valve 4	Bool	%Q8.2	a2	false	true	Write	DQ 16x24VDC_1	SM 1222 DQ16 x 24VDC	2	Three-way valve 4/Трехходовой клапан 4
Three-Way Valve 5	Bool	%Q8.3	a3	false	true	Write	DQ 16x24VDC_1	SM 1222 DQ16 x 24VDC	2	Three-way valve 5/Трехходовой клапан 5
Three-Way Valve 6	Bool	%Q8.4	a4	false	true	Write	DQ 16x24VDC_1	SM 1222 DQ16 x 24VDC	2	Three-way valve 6/Трехходовой клапан 6
Drain Valve 1	Bool	%Q8.5	a5	false	true	Write	DQ 16x24VDC_1	SM 1222 DQ16 x 24VDC	2	Drain valve 1/Сливной клапан 1
Drain Valve 2	Bool	%Q8.6	a6	false	true	Write	DQ 16x24VDC_1	SM 1222 DQ16 x 24VDC	2	Drain valve 2/Сливной клапан 2
Drain Valve 3	Bool	%Q8.7	a7	false	true	Write	DQ 16x24VDC_1	SM 1222 DQ16 x 24VDC	2	Drain valve 3/Сливной клапан 3
Drain Valve 4	Bool	%Q9.0	b0	false	true	Write	DQ 16x24VDC_1	SM 1222 DQ16 x 24VDC	2	Drain valve 4/Сливной клапан 4
Drain Valve 5	Bool	%Q9.1	b1	false	true	Write	DQ 16x24VDC_1	SM 1222 DQ16 x 24VDC	2	Drain valve 5/Сливной клапан 5
Drain Valve 6	Bool	%Q9.2	b2	false	true	Write	DQ 16x24VDC_1	SM 1222 DQ16 x 24VDC	2	Drain valve 6/Сливной клапан 6

Наименование	Тип	Адрес	№ канала	Мин. знач	Макс. знач	Чтение /запись	Модуль	Тип модуля	№ слота	Комментарий
Dryer 1	Bool	%Q9.3	b3	false	true	Write	DQ 16x24VDC_1	SM 1222 DQ16 x 24VDC	2	Dryer 1/Осушитель 1
Dryer 2	Bool	%Q9.4	b4	false	true	Write	DQ 16x24VDC_1	SM 1222 DQ16 x 24VDC	2	Dryer 2/Осушитель 2
Drying 3	Bool	%Q9.5	b5	false	true	Write	DQ 16x24VDC_1	SM 1222 DQ16 x 24VDC	2	Dryer 3/Осушитель 3
Purification	Bool	%Q9.6	b6	false	true	Write	DQ 16x24VDC_1	SM 1222 DQ16 x 24VDC	2	Purification/Очиститель

Таблица 2 – Аналоговые сигналы

Наименование	Тип	Адрес	№ канала	Диапазон	Мин. знач	Макс. знач	Ед. изм.	Чтение / запись	Модуль	Тип модуля	№ слота	Комментарий
dry1_upper_ part_temperature	Int	%IW128	0	0…20 mA	0	400	℃	Read	AI 8x13BIT_1	SM 1231 AI8	4	The temperature of the upper part of the dryer 1/Температура верхней части осушителя 1
dry1_lower_ part_temperature	Int	%IW130	1	0…20 mA	0	400	℃	Read	AI 8x13BIT_1	SM 1231 AI8	4	Temperature of the bottom of the dryer 1/Температура нижней части осушителя 1
dry2_upper_ part_temperature	Int	%IW132	2	0…20 mA	0	400	℃	Read	AI 8x13BIT_1	SM 1231 AI8	4	The temperature of the upper part of the dryer 2/Температура верхней части осушителя 2
dry2_lower_ part_temperature	Int	%IW134	3	0…20 mA	0	400	℃	Read	AI 8x13BIT_1	SM 1231 AI8	4	Temperature of the bottom of the dryer 2/Температура нижней части осушителя 2
dry3_upper_ part_temperature	Int	%IW136	4	0…20 mA	0	400	℃	Read	AI 8x13BIT_1	SM 1231 AI8	4	The temperature of the upper part of the dryer 3/Температура верхней части осушителя 3

Наименование	Тип	Адрес	№ канала	Диапазон	Мин. знач	Макс. знач	Ед. изм.	Чтение / запись	Модуль	Тип модуля	№ слота	Комментарий
dry3_lower_ part_temperature	Int	%IW138	5	0…20 mA	0	400	℃	Read	AI 8x13BIT_1	SM 1231 AI8	4	Temperature of the bottom of the dryer 3/Температура нижней части осушителя 3
purification_ top_temperature	Int	%IW140	6	0…20 mA	0	400	℃	Read	AI 8x13BIT_1	SM 1231 AI8	4	Purification top temperature/Максимальная температура очистки
purification_ temperature	Int	%IW142	7	0…20 mA	0	400	℃	Read	AI 8x13BIT_1	SM 1231 AI8	4	Purification temperature/Температура очистки
Hydrogen Side Temperature	Int	%IW144	0	0…20 mA	0	400	℃	Read	AI 8x13BIT_2	SM 1231 AI8	5	Hydrogen side temperature/Температура на стороне водорода
Oxygen Side Temperature	Int	%IW146	1	0…20 mA	0	400	℃	Read	AI 8x13BIT_2	SM 1231 AI8	5	Oxygen side temperature/Температура на стороне кислорода
Nitrogen Pressure	Int	%IW148	2	0…20 mA	0	400	℃	Read	AI 8x13BIT_2	SM 1231 AI8	5	Nitrogen Pressure/Давление азота
Hydrogen Liquid Level Value	Int	%IW150	3	0…20 mA	0	400	℃	Read	AI 8x13BIT_2	SM 1231 AI8	5	Hydrogen Liquid Level Value/Уровень водорода
Oxygen Liquid Level Value	Int	%IW152	4	0…20 mA	0	400	℃	Read	AI 8x13BIT_2	SM 1231 AI8	5	Oxygen Liquid Level Value/Уровень кислорода
Alkali Cooling Water Inlet Pressure	Int	%IW154	5	0…20 mA	0	100	℃	Read	AI 8x13BIT_2	SM 1231 AI8	5	Alkali Cooling Water Inlet Pressure/Давление охлаждающей жидкости на входе
Alkali Cooling Water Inlet Temperature	Int	%IW156	6	0…20 mA	0	700	МПа	Read	AI 8x13BIT_2	SM 1231 AI8	5	Alkali Cooling Water Inlet Temperature/Температура охлаждающей жидкости на входе
Air Source Pressure	Int	%IW158	7	0…20 mA	0	700	МПа	Read	AI 8x13BIT_2	SM 1231 AI8	5	Air Source Pressure/Давление воздуха
Oxygen Outlet Pressure	Int	%IW160	0	0…20 mA	0	100	℃	Read	AI 8x13BIT_3	SM 1231 AI8	6	Oxygen Outlet Pressure/Давленое кислорода на выходе

Наименование	Тип	Адрес	№ канала	Диапазон	Мин. знач	Макс. знач	Ед. изм.	Чтение / запись	Модуль	Тип модуля	№ слота	Комментарий
Hydrogen Outlet Pressure	Int	%IW162	1	0…20 mA	0	100	МПа	Read	AI 8x13BIT_3	SM 1231 AI8	6	Hydrogen Outlet Pressure/Давление водорода на выходе
Purifier Pressure	Int	%IW164	2	0…20 mA	0	1	МПа	Read	AI 8x13BIT_3	SM 1231 AI8	6	Purifier Pressure/Давление очистки
Trace O2	Int	%IW166	3	0…20 mA	0	4	МПа	Read	AI 8x13BIT_3	SM 1231 AI8	6	Trace O2/След кислорода
Trace H2	Int	%IW168	4	0…20 mA	0	4	МПа	Read	AI 8x13BIT_3	SM 1231 AI8	6	Trace H2/След H2
Water Tank Liquid Level	Int	%IW170	5	0…20 mA	0	4	МПа	Read	AI 8x13BIT_3	SM 1231 AI8	6	Water Tank Liquid Level/Уровень жидкости
Alkali Solution Flow Rate	Int	%IW172	6	4…20 mA	0	100	%	Read	AI 8x13BIT_3	SM 1231 AI8	6	Alkali Solution Flow Rate/Расход электролита
Hydrogen Outlet Flow Rate	Int	%IW174	7	4…20 mA	-70	-50		Read	AI 8x13BIT_3	SM 1231 AI8	6	Hydrogen Outlet Flow Rate/Расход водорода
Hydrogen Concentration in Air	Int	%IW176	0	0…20 mA	0	4		Read	AI 8x13BIT_4	SM 1231 AI8	7	Hydrogen Concentration in Air/Водород в воздухе
Oxygen Concentration in Air	Int	%IW178	1	0…20 mA	0	1000		Read	AI 8x13BIT_4	SM 1231 AI8	7	Oxygen Concentration in Air/Кислород в воздухе
Hydrogen Temperature	Int	%IW180	2	0…20 mA	0	18		Read	AI 8x13BIT_4	SM 1231 AI8	7	Hydrogen Temperature/Температура водорода
Oxygen Temperature	Int	%IW182	3	0…20 mA	0	120		Read	AI 8x13BIT_4	SM 1231 AI8	7	Oxygen Temperature/Температура кислорода
Alkali Solution Temperature	Int	%IW184	4	0…20 mA	0	4		Read	AI 8x13BIT_4	SM 1231 AI8	7	Alkali Solution Temperature/Температура электролита

Наименование	Тип	Адрес	№ канала	Диапазон	Мин. знач	Макс. знач	Ед. изм.	Чтение / запись	Модуль	Тип модуля	№ слота	Комментарий
Qualified Outlet Pressure	Int	%IW186	5	0…20 mA	0	21,2		Read	AI 8x13BIT_4	SM 1231 AI8	7	Qualified Outlet Pressure/Квалифицированное давление
Hydrogen Oxygen Content	Int	%IW188	6	0…20 mA	0	1	МПа	Read	AI 8x13BIT_4	SM 1231 AI8	7	Hydrogen Oxygen Content/Водород в кислороде
Dew Point	Int	%IW190	7	0…20 mA	0			Read	AI 8x13BIT_4	SM 1231 AI8	7	Oxygen hydrogen content/Кислород в водороде
H2_membrane_valve	Int	%QW192	0	+/- 10 V	0	100	%	Write	AQ 4x14BIT_1	SM 1232 AQ4	8	Hydrogen memdrane valve/Водородный мембранный клапан
O2_membrane_valve	Int	%QW194	1	+/- 10 V	0	100	%	Write	AQ 4x14BIT_1	SM 1232 AQ4	8	Oxygen memdrane valve/Кислородный мембранный клапан
cold_water_membrane_valve	Int	%QW196	2	+/- 10 V	0	100	%	Write	AQ 4x14BIT_1	SM 1232 AQ4	8	Cold water membrane valve/Мембранный клапан холодной воды

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Входящий номер сопроводительного докум. и дата	Подпись	Дата
	изменённы	заменённых	новых	аннулированных					