

# **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СТЕНДОМ ИСПЫТАТЕЛЬНЫМ ГИДРОБАРИЧЕСКИМ**

**Симоновский Даниил, группа 5130901/10101**

**Руководитель - Лавров Алексей Александрович**

**Работа выполняется на базе АО «НПО «Прибор»**

# АКТУАЛЬНОСТЬ

- Необходимость тестировать оборудование, работающее под высоким давлением.
- Отсутствие автоматизированных решений на территории СПб.
- Избыточность существующих решений на рынке.
- Работа выполняется для компании АО «НПО «Прибор».



# ЧТО ТАКОЕ СИГ

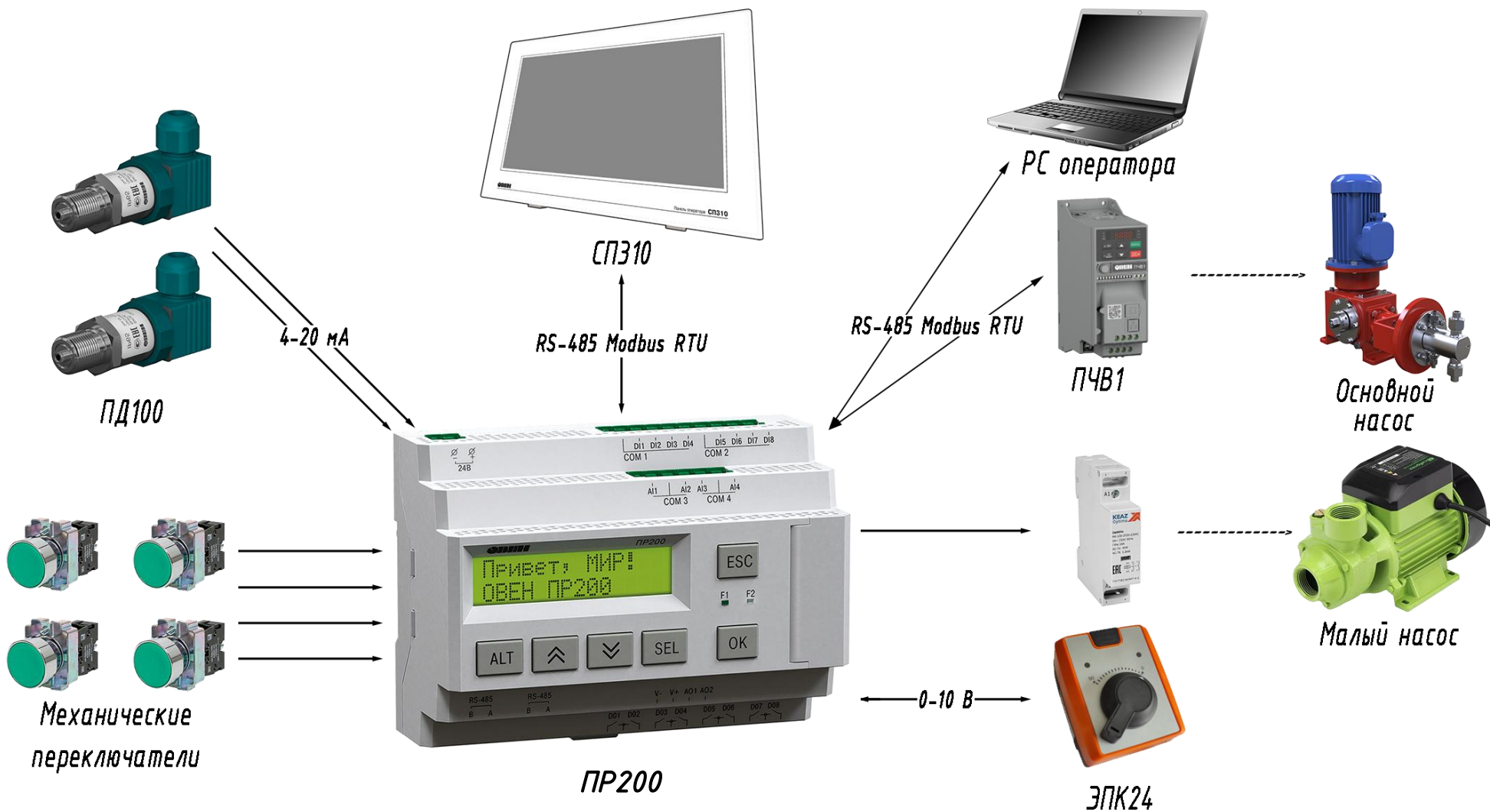


Гидробак



Система кранов

# СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЙ СИГ



# ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Целью выпускной квалификационной работы является:

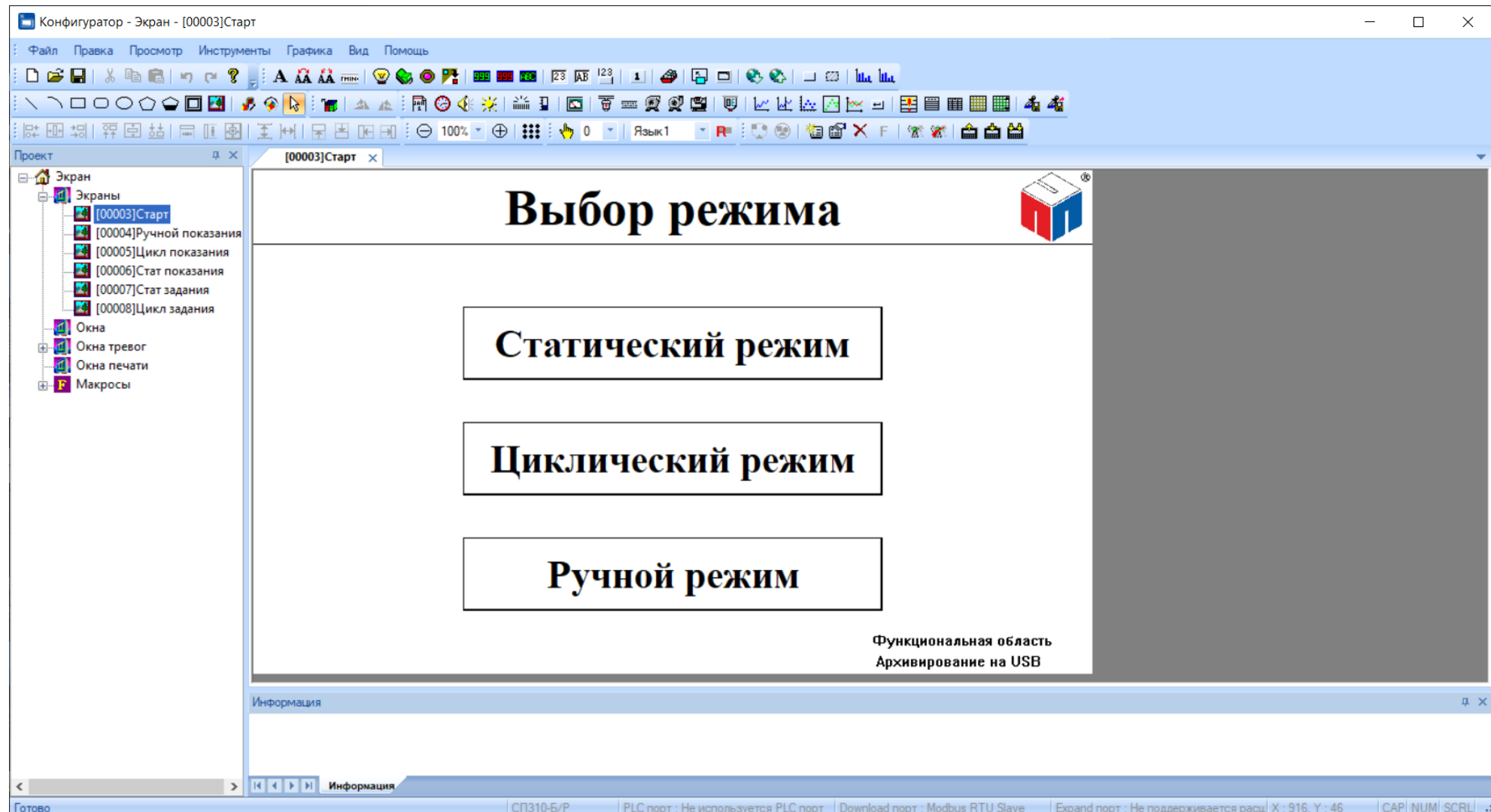
- Разработка программного обеспечения для СИГ.

Задачи:

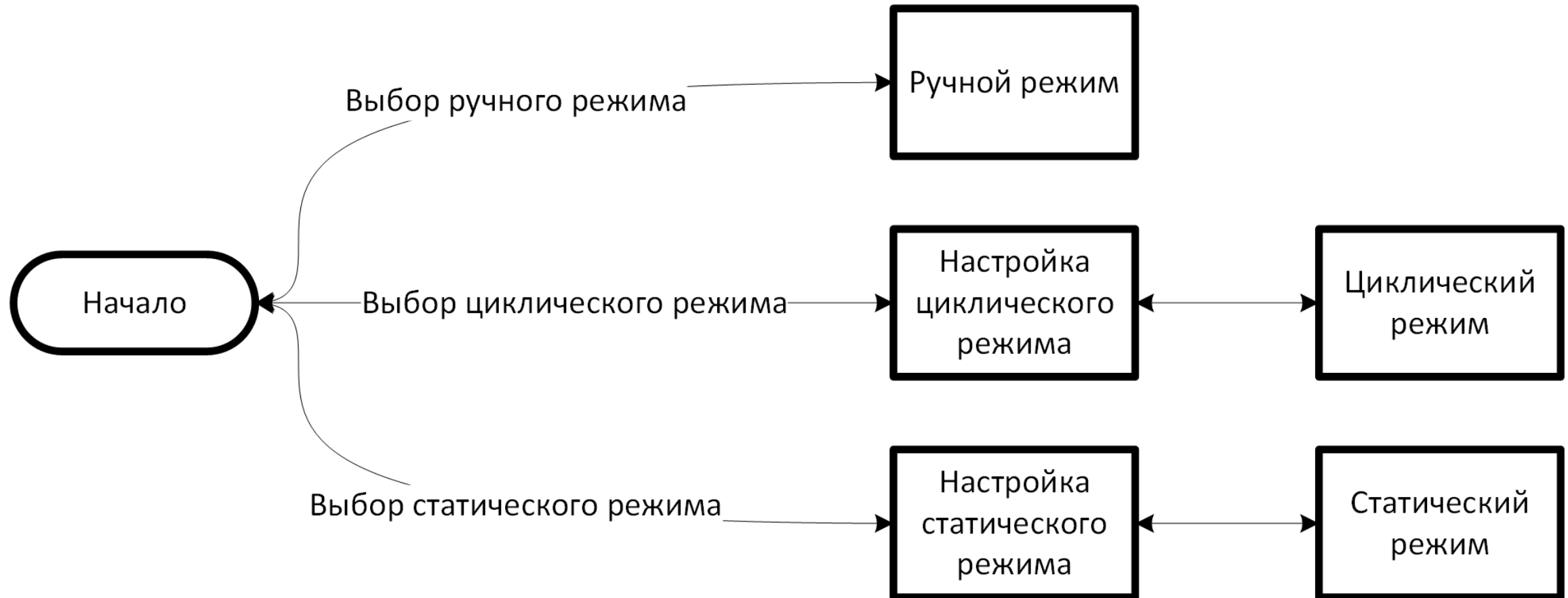
- Разработка ПО для панели оператора СПЗ10.
- Разработка ПО для контроллера ПР200.
- Разработка ПО для дублирующего интерфейса оператора.
- Разработка программы для визуализации процесса испытаний по сохраненным данным.



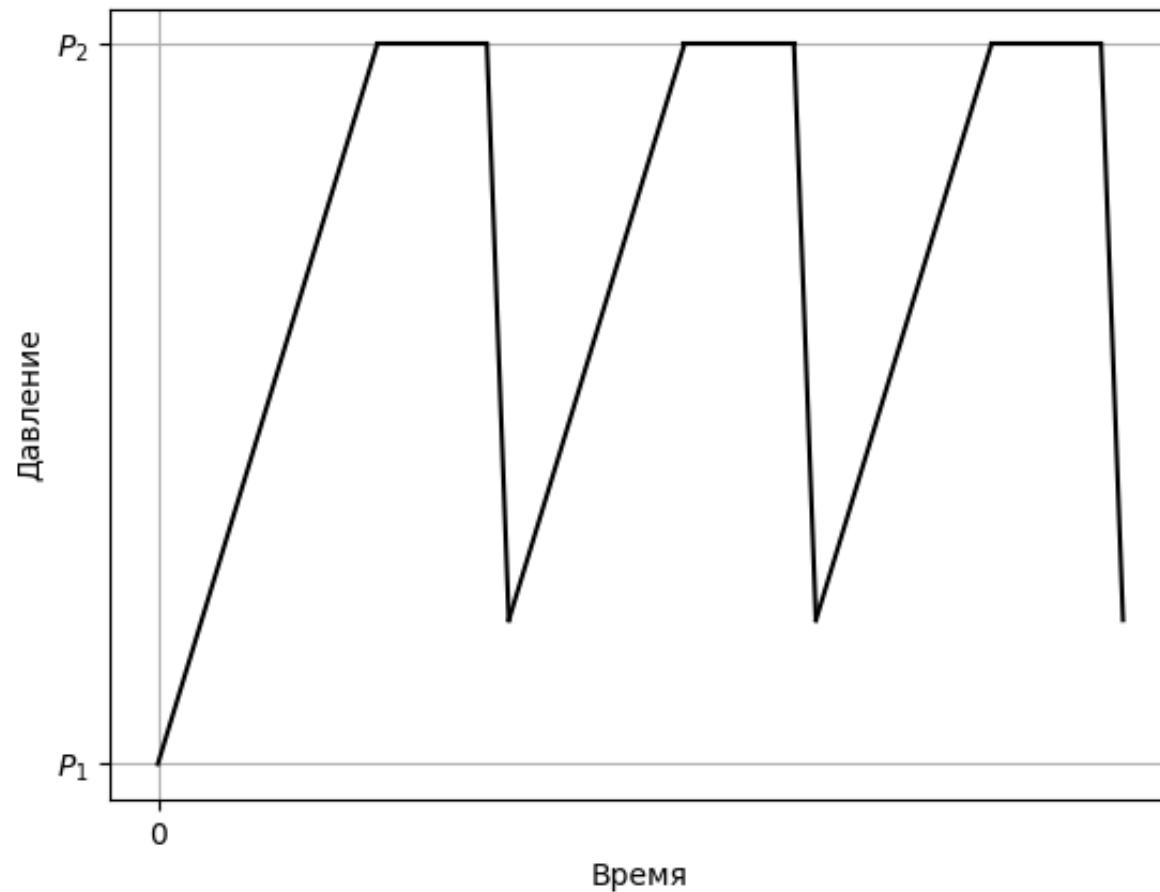
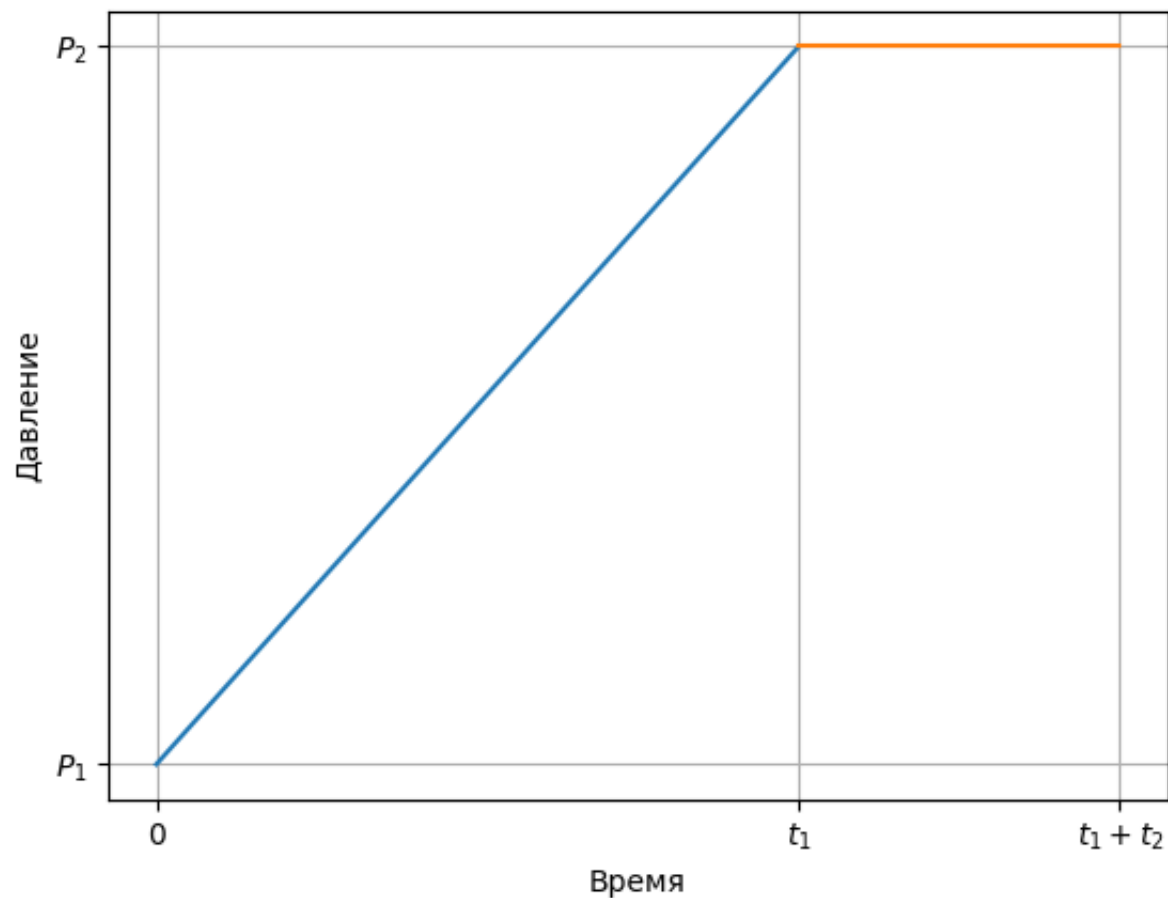
# ИНТЕРФЕЙС СРЕДЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ СПЗ10



# МЕНЮ ДЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

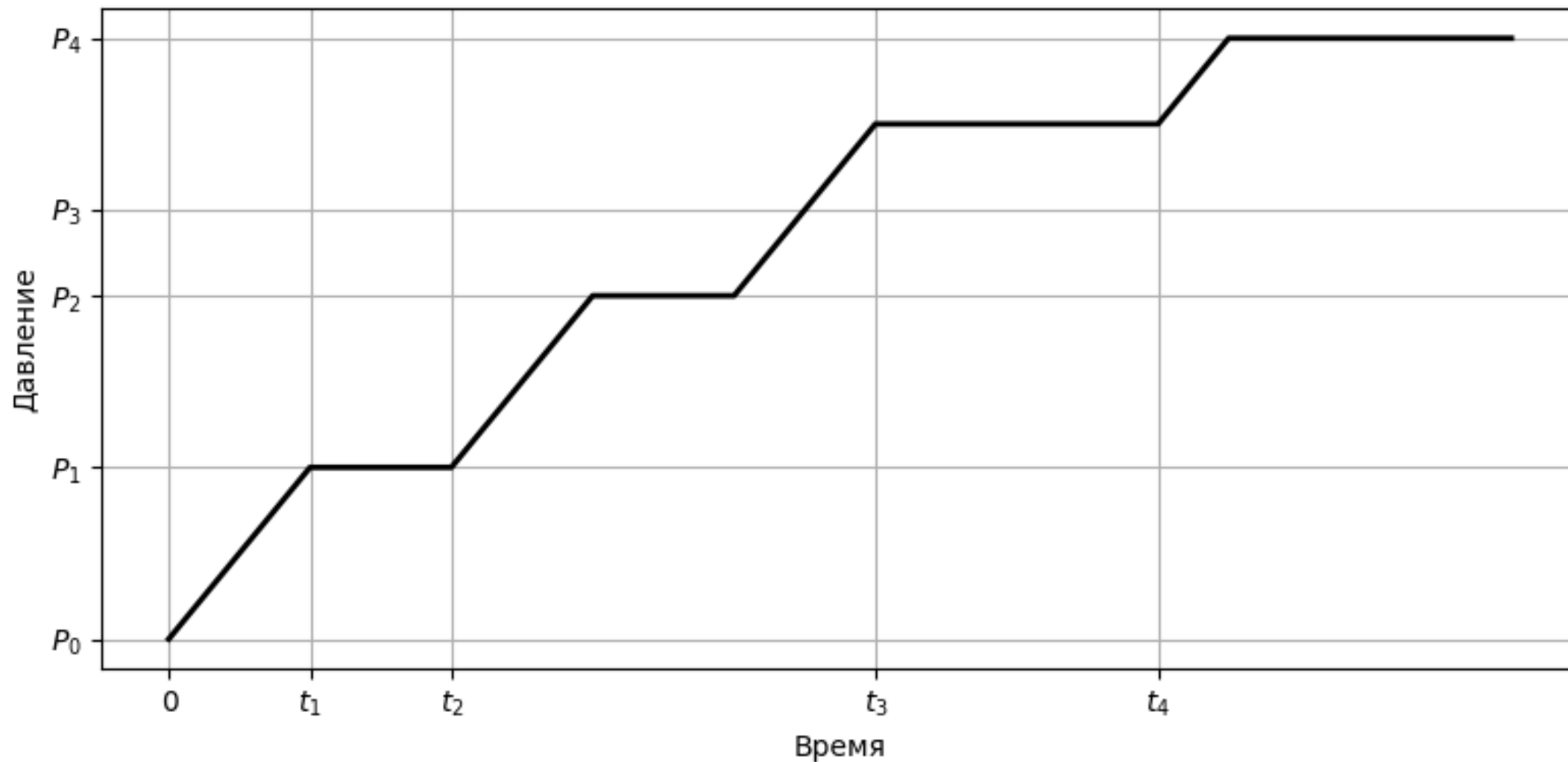


# ЦИКЛИЧЕСКИЙ РЕЖИМ



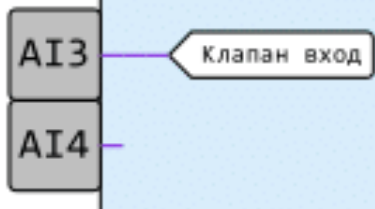
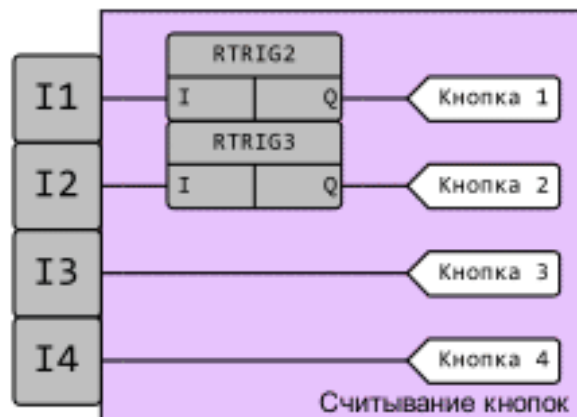


# СТАТИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

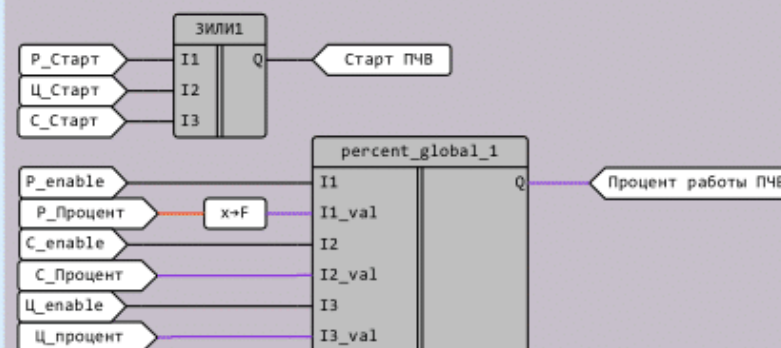


# КОД КОНТРОЛЛЕРА ПР200

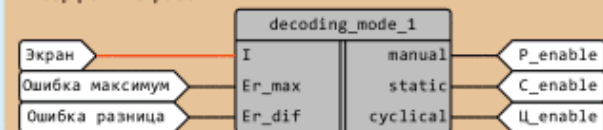
## ОБЩИЕ ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ РЕЖИМОВ



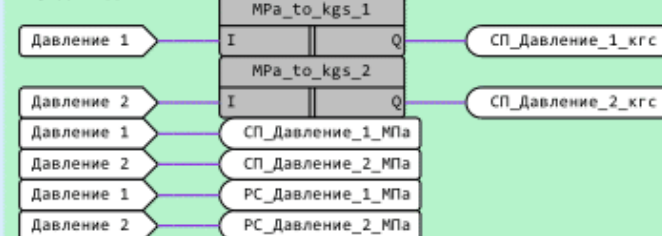
### Сбор данных с режимов



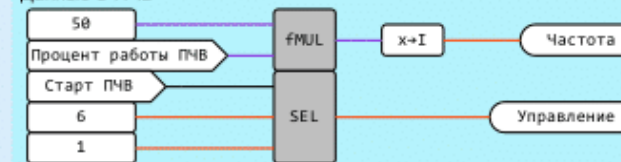
### Выбор режима работы



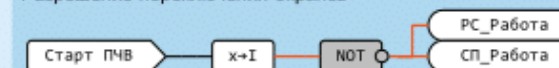
### Передача давления



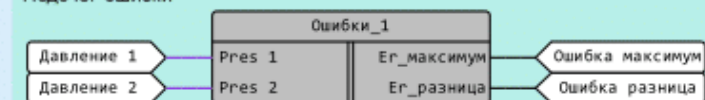
### Данные в ПЧВ



### Разрешение переключения экранов



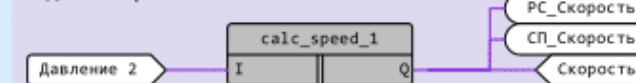
### Подсчет ошибки



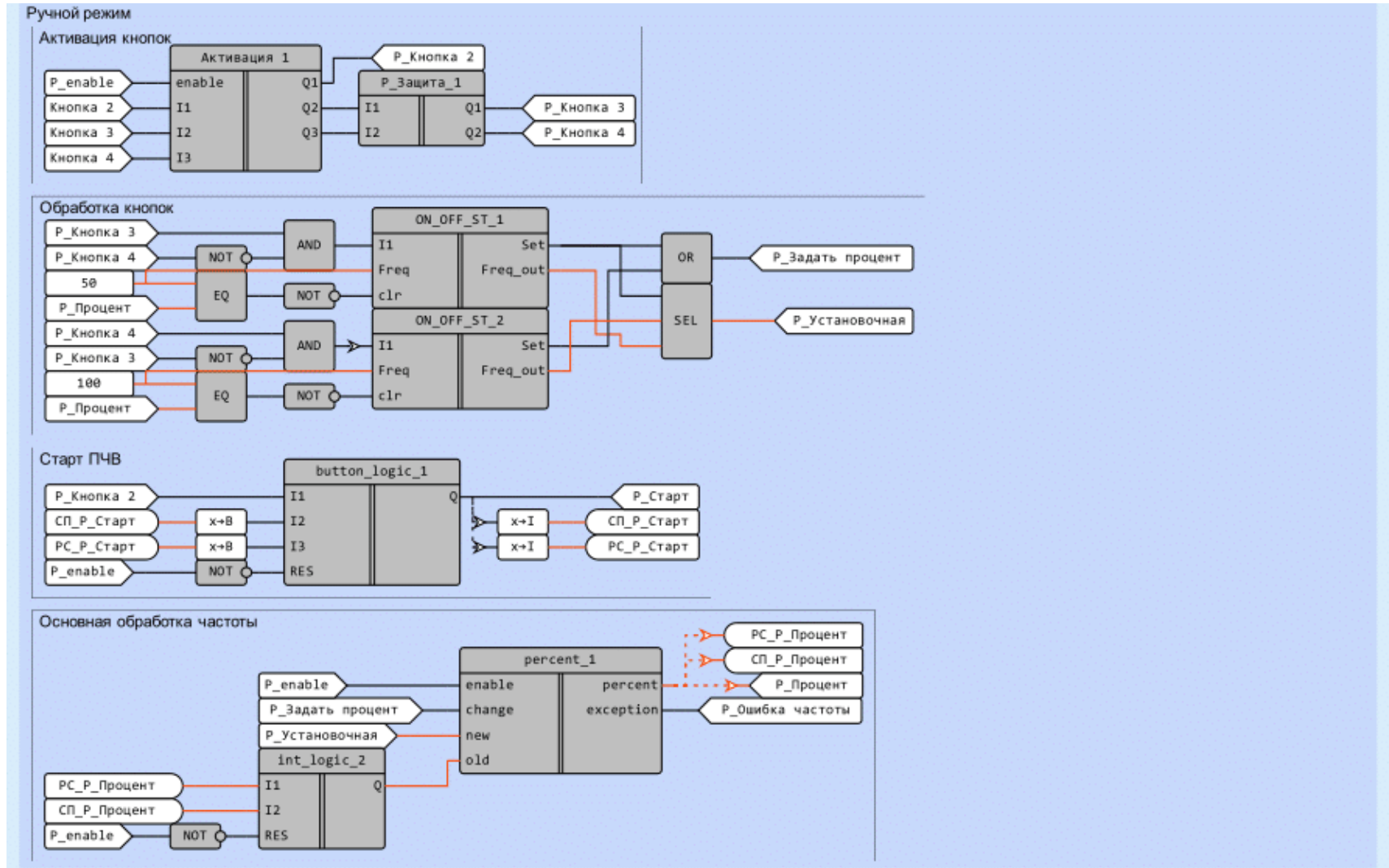
### Экраны



### Подсчет скорости

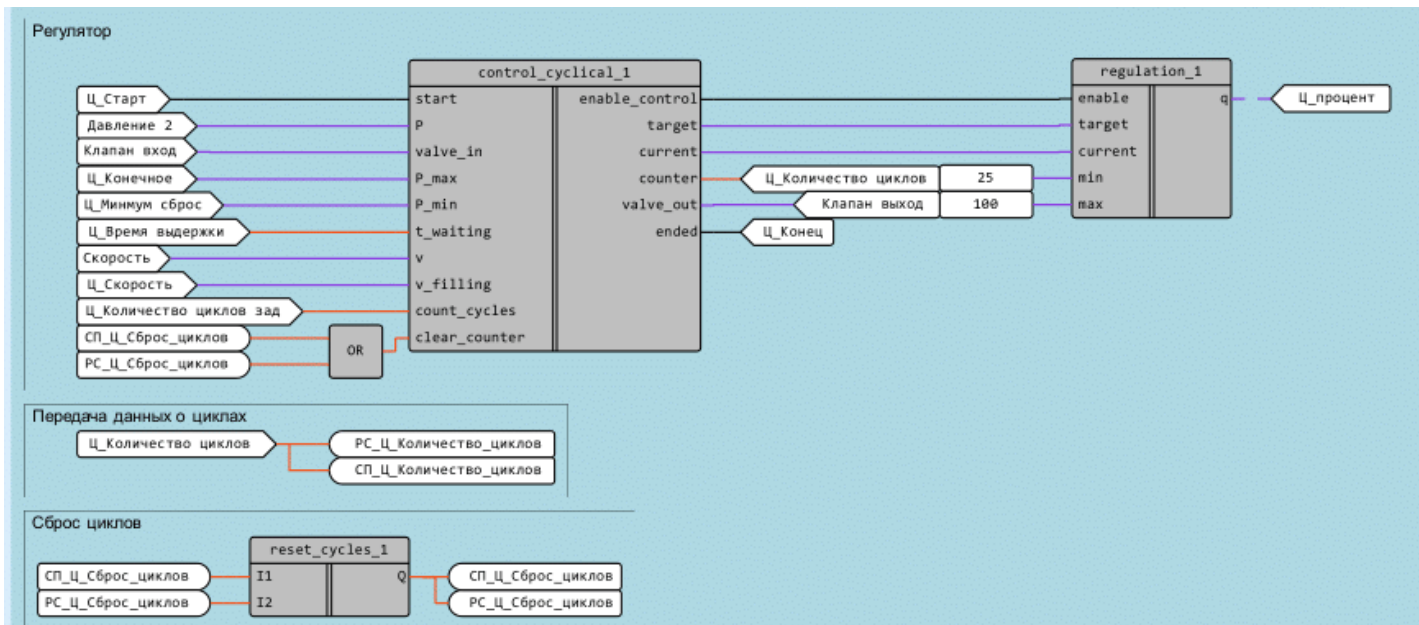
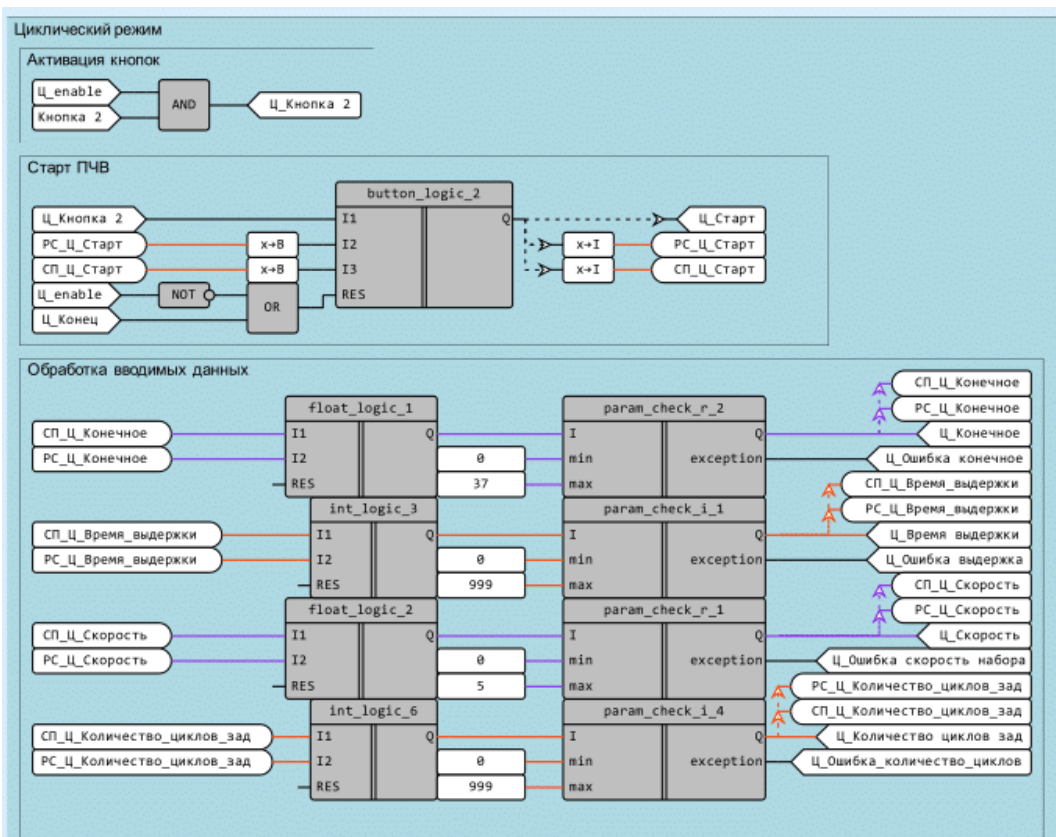


# КОД ПР200. РУЧНОЙ РЕЖИМ

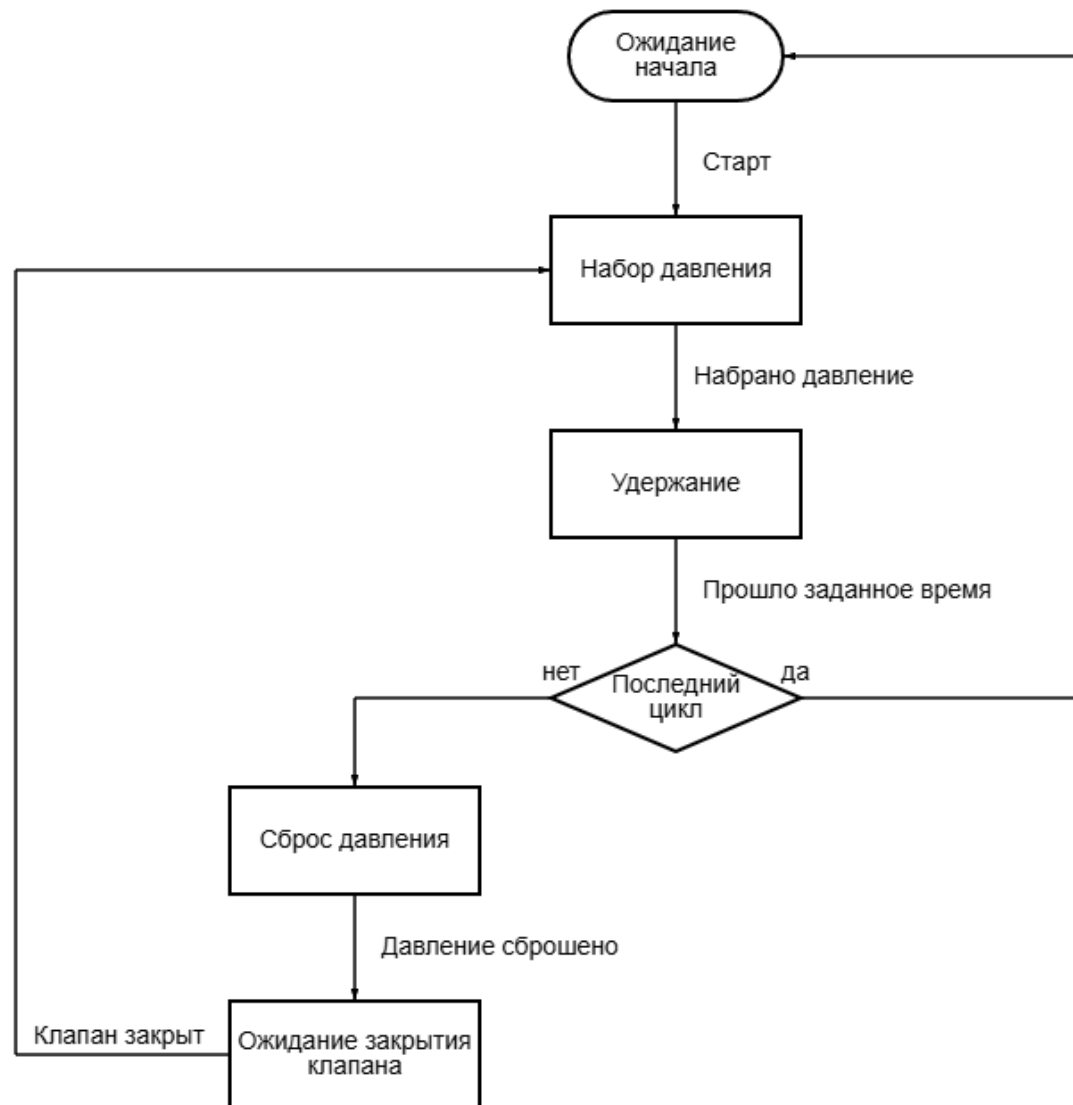


# КОД ПР200.

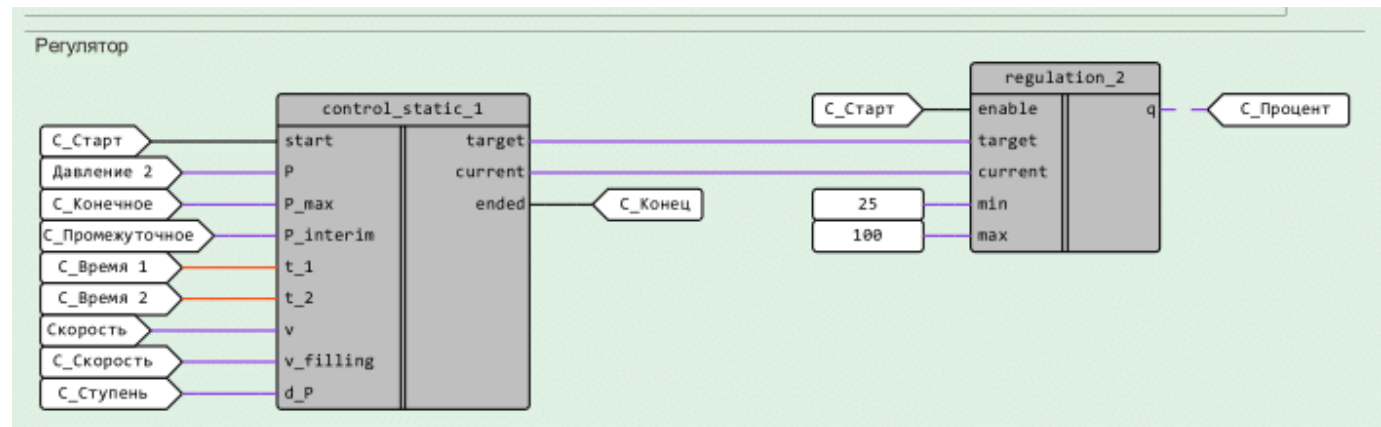
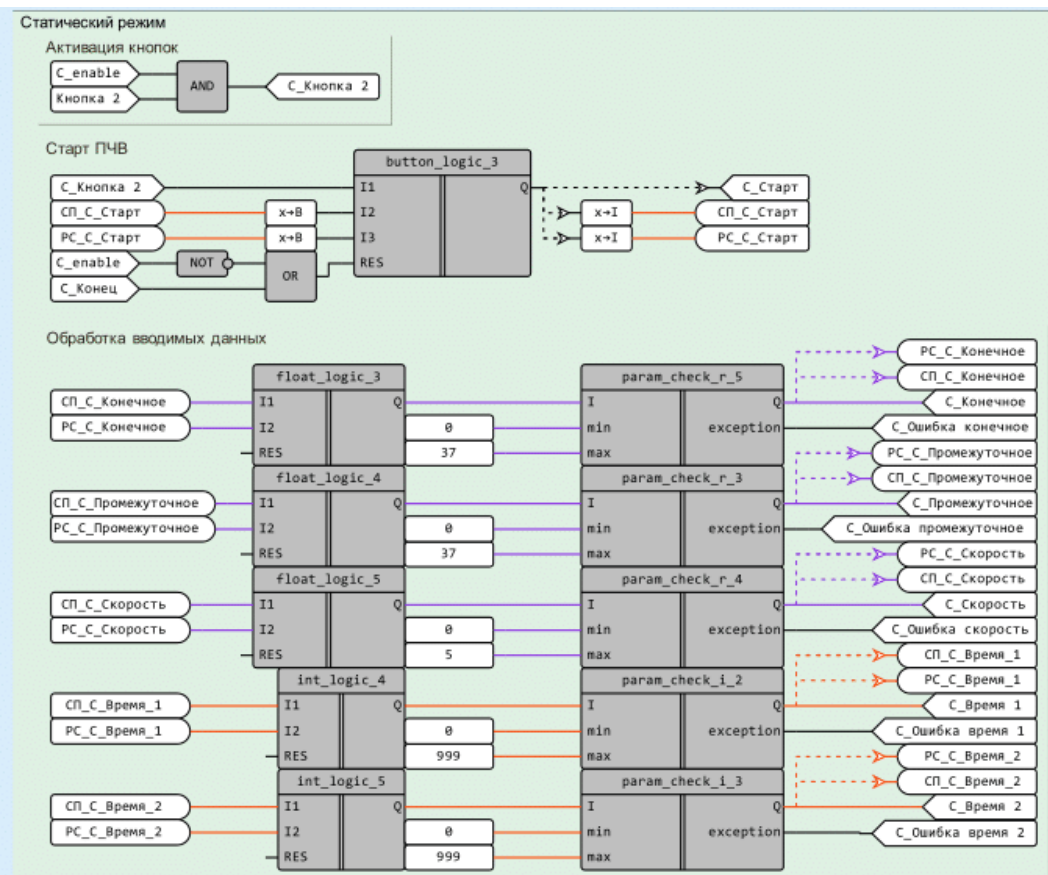
## ЦИКЛИЧЕСКИЙ РЕЖИМ



# КОД ПР200. ЦИКЛИЧЕСКИЙ РЕЖИМ



# КОД ПР200. СТАТИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

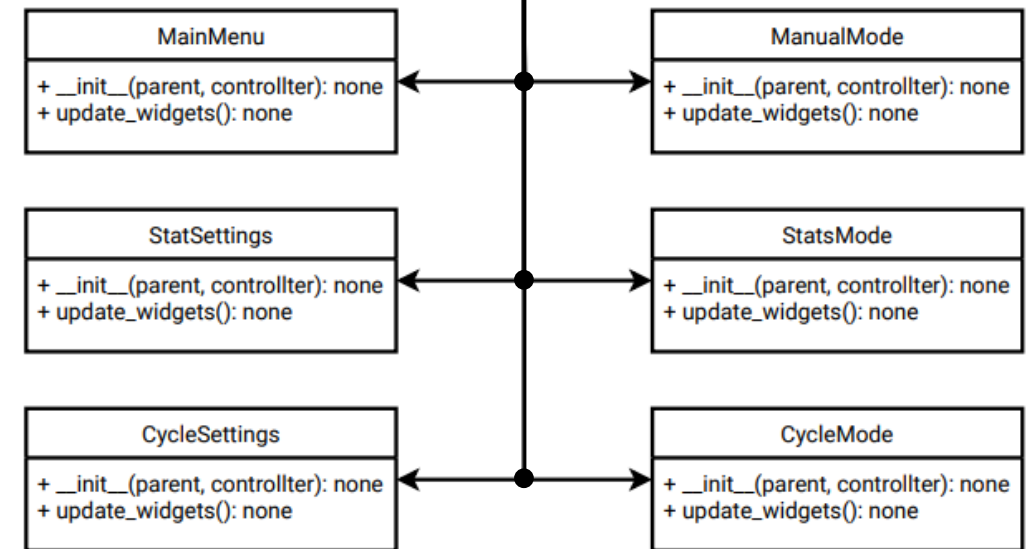
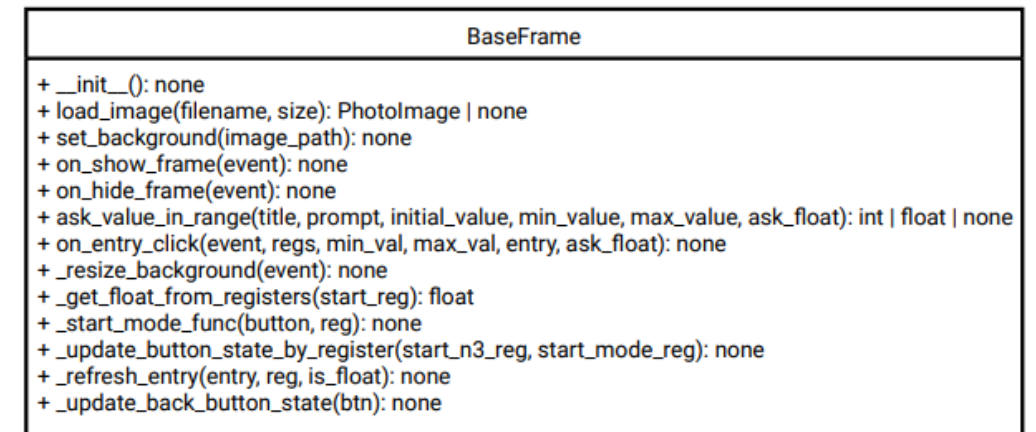
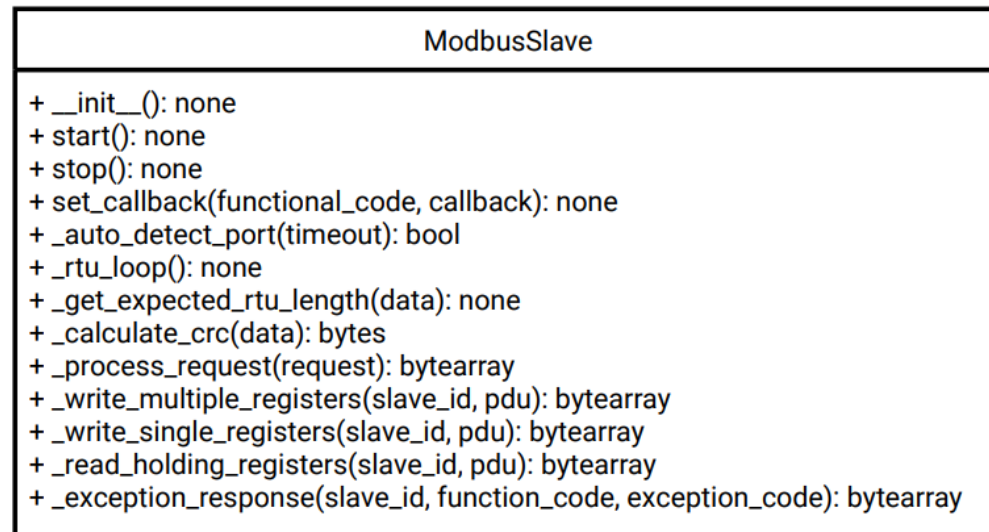
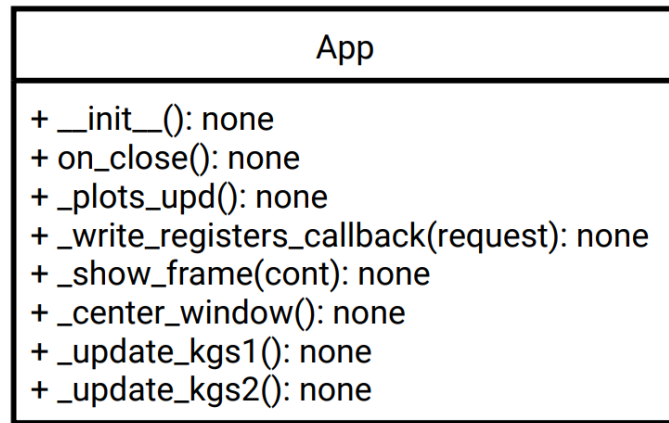


# КОД ПР200. СТАТИЧЕСКИЙ РЕЖИМ






# КОД УДАЛЁННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ОПЕРАТОРА



# ПРОГРАММА ДЛЯ ОТРИСОВКИ ГРАФИКОВ

СИГ генератор графиков



**АО «НПО «Прибор»**

**Генератор графиков**

Введите название испытания:

Укажите путь до данных SIG:

Выбранный файл: Файл не выбран

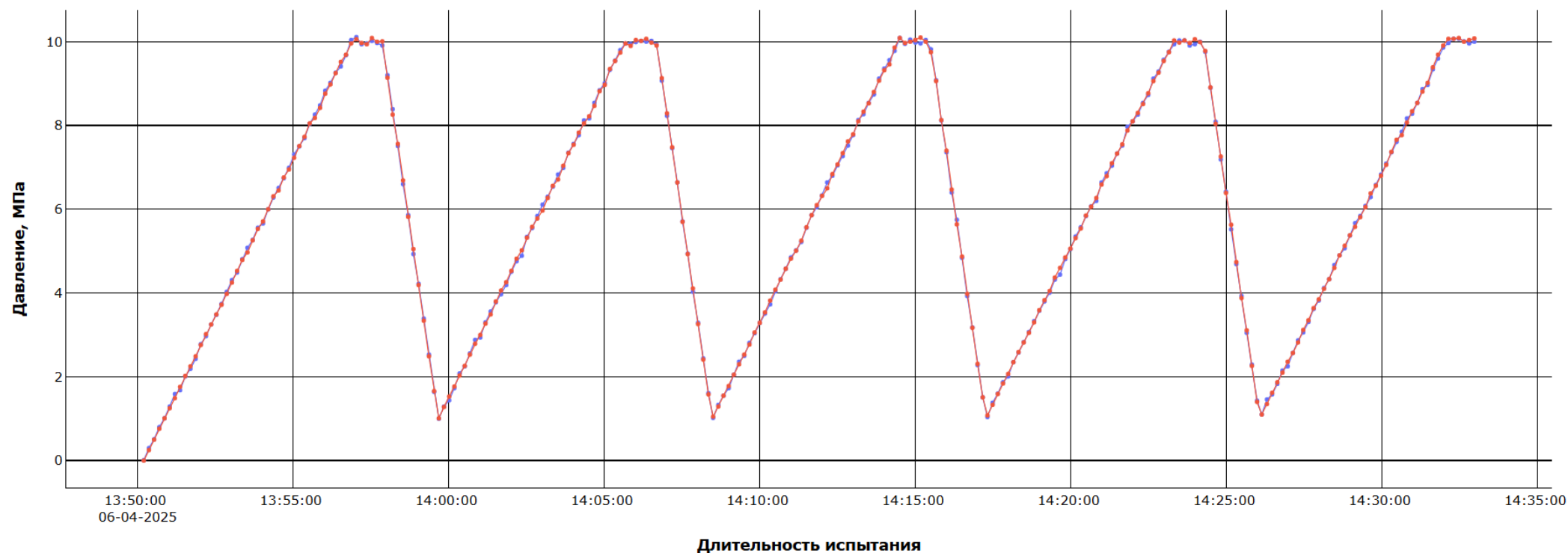
## SIGPlotterApp

```
+ __init__: none
+ _configure_window: none
+ _init_fonts: none
+ _init_styles: none
+ _build_ui: none
+ _create_logo_section: none
+ _create_subtitle: none
+ _create_name_entry: none
+ _create_file_selector: none
+ _create_plot_button: none
+ _on_browse: none
+ _on_plot: none
```

# ПРОГРАММА ДЛЯ ОТРИСОВКИ ГРАФИКОВ



Испытание



—●— Давление в гидробаке (ПД100) Д2 —●— Давление в гидробаке (ПД100) Д1

# ВЫВОДЫ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы было разработано программное обеспечение для СИГ, а также дополнительное приложение, для отрисовки графиков.

Разработка была внедрена в работу в АО «НПО «Прибор»



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ  
«ПРИБОР»

УТВЕРЖДАЮ



Генеральный директор  
АО «НПО «Прибор»

Ганкратов А.Е.

«\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ г.

## АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Настоящий акт составлен о том, что результат выпускной квалификационной работы студента СПбПУ «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» группы 5130901/10101 очной формы обучения Симоновского Д. Л. на тему «Разработка программного обеспечения для системы управления стендом испытательным гидробарическим» внедрен в стенд испытательный гидробарический. Результат выпускной квалификационной работы предоставил возможность эффективного управления стендом в автоматическом режиме, существенно сократив участие человека в процессе проведения испытаний, увеличив безопасность и скорость работы установки.

СОГЛАСОВАНО:

Генеральный конструктор

Елизаров Б.А.

ЗГД по научно-техническому развитию

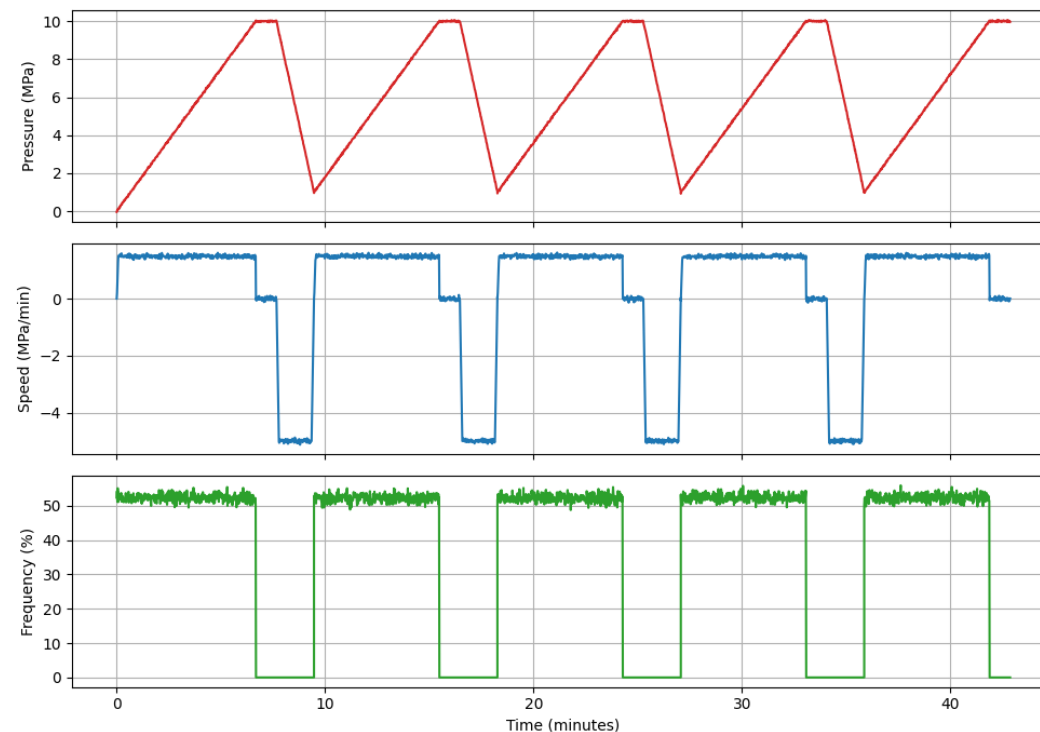
Татти Д.О.

Начальник отделения ТО-5

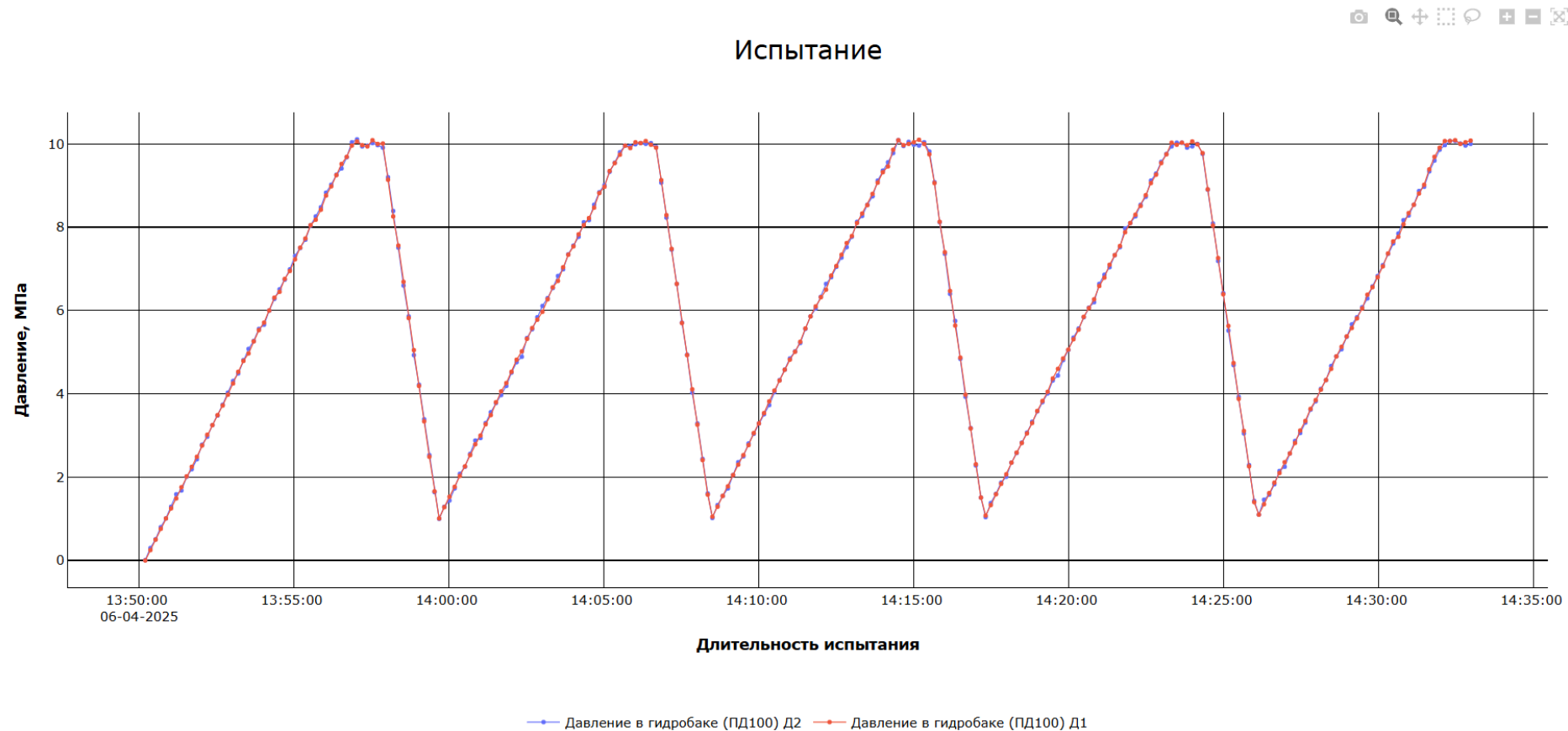
Петров В.А.

# ТЕСТ ЦИКЛИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ

Выбор режима	<b>Циклический режим</b>	Запуск режима	
Давление конечное	<b>10.0</b>	МПа	
Скорость набора давления	<b>1.5</b>	МПа/мин	
Время выдержки	<b>1</b>	мин	
Количество циклов:	<b>5</b>		
Сброс циклов:	<b>Сбросить</b>		

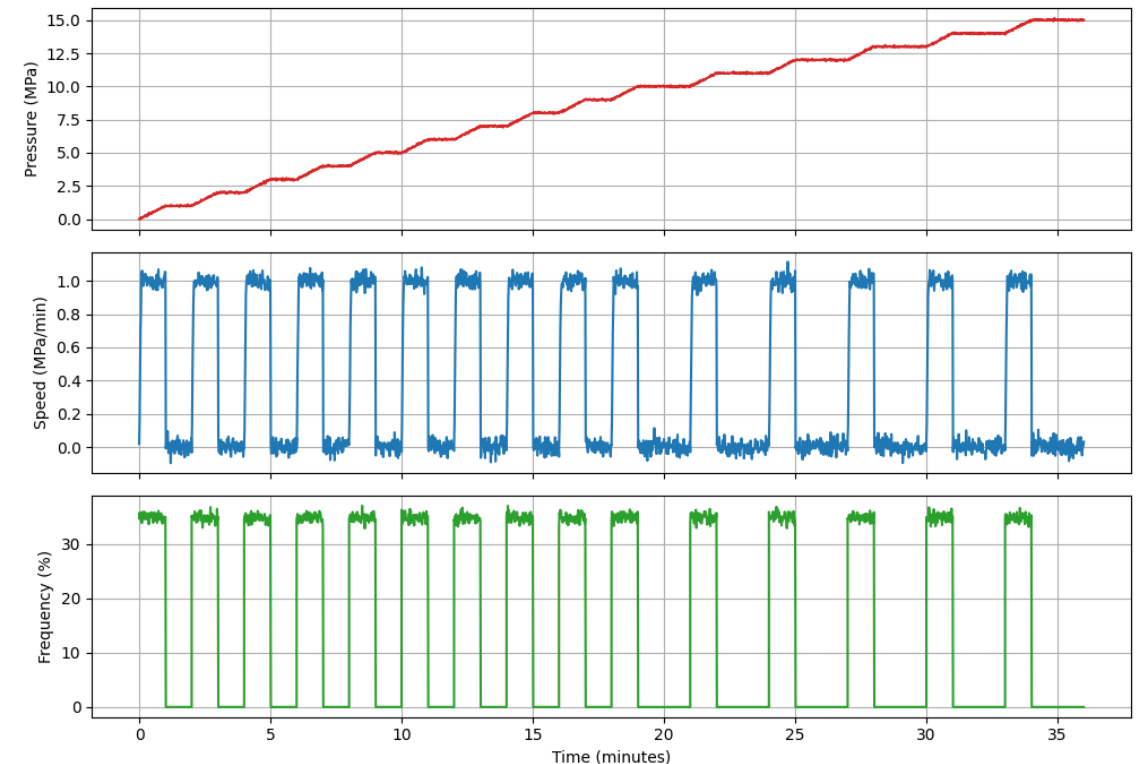


# ТЕСТ ЦИКЛИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ



# ТЕСТ СТАТИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ

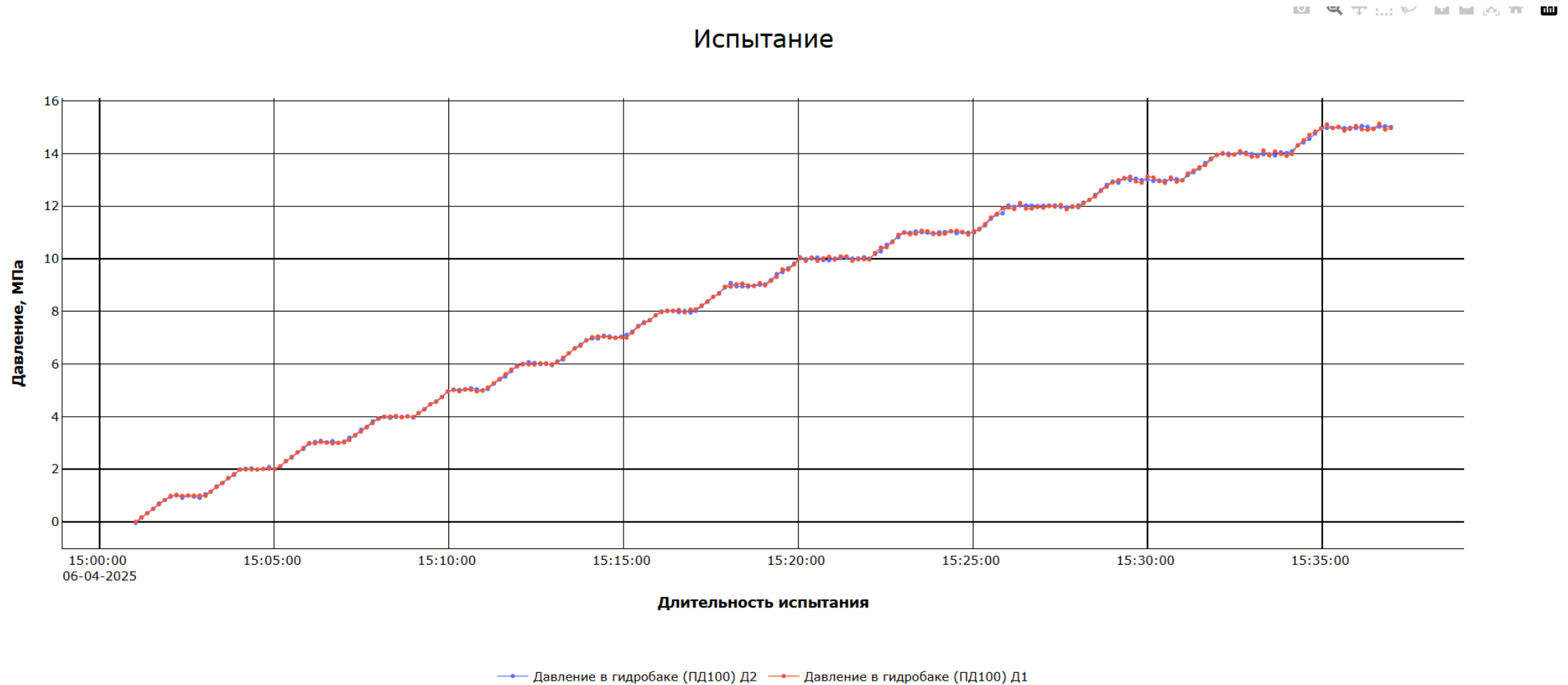
Выбор режима	<b>Статический режим</b>	Запуск режима	
Давление конечное	<b>15.0</b>	МПа	
Давление промежуточное	<b>10.0</b>	МПа	
Скорость набора давления	<b>1.0</b>	МПа/мин	
Время выдержки 1	<b>1</b>	мин	
Время выдержки 2	<b>2</b>	мин	





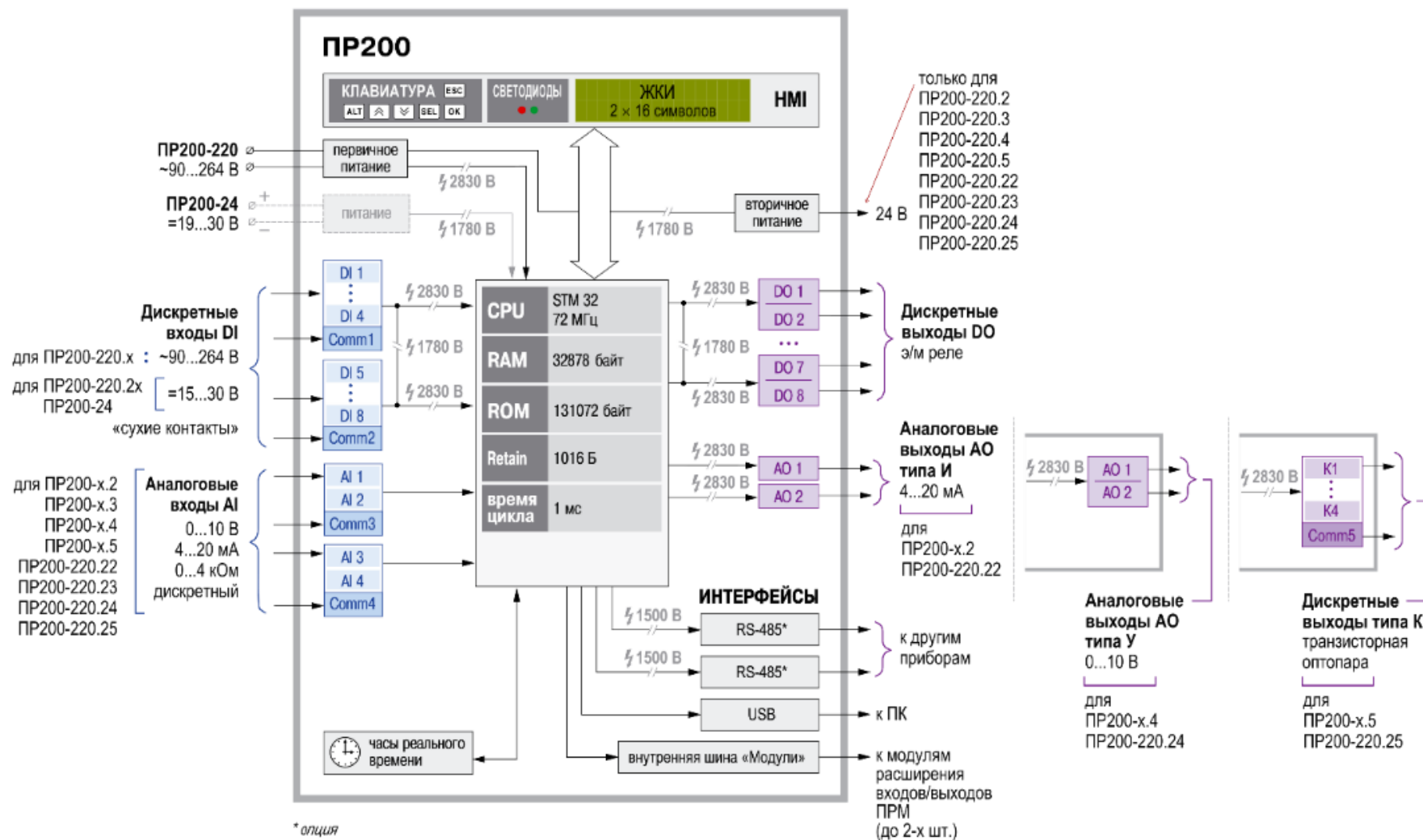
# ТЕСТ

# СТАТИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ

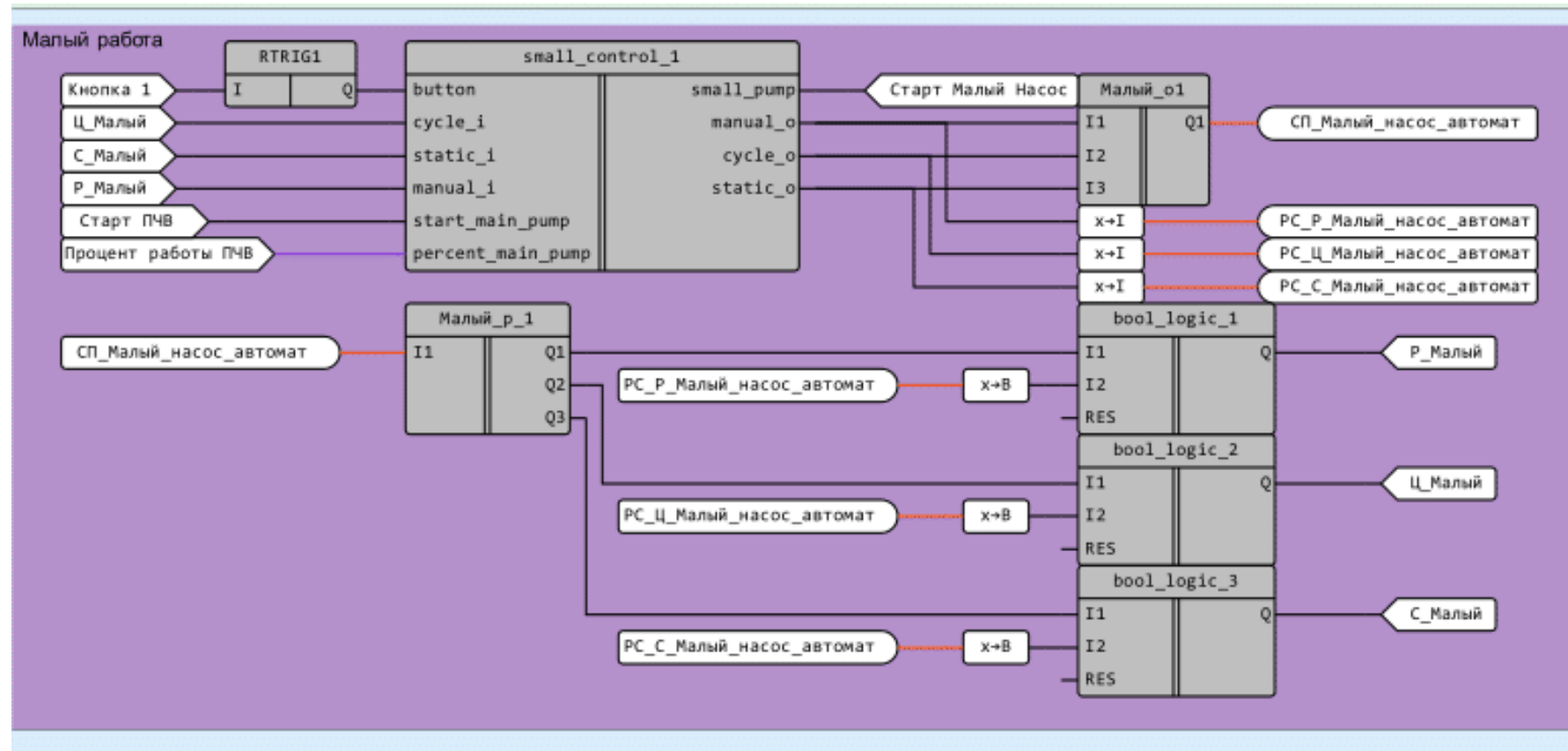


# ПР200

## ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА



# МАЛЫЙ НАСОС



# ВЫБОР РЕЖИМА

## Выбор режима

---



**Статический режим**

**Циклический режим**


**Ручной режим**

Функциональная область  
Архивирование на USB

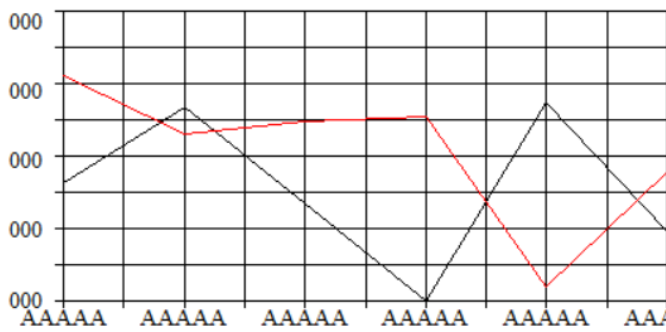
# РУЧНОЙ РЕЖИМ

Выбор режима

Ручной режим




МН 1	<input type="text" value="00.0"/>	МПа	<input type="text" value="000.0"/>	$\frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$	Частота:	<input type="text" value="000"/>	%
МН 2	<input type="text" value="00.0"/>	МПа	<input type="text" value="000.0"/>	$\frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$	Скорость:	<input type="text" value="00.0"/>	$\frac{\text{МПа}}{\text{мин}}$




Сброс позиции  
< >

Запуск насоса Н3




Запуск насоса Н1



Сброс давления

архивирование на USB

# ЦИКЛИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

Выбор режима	<b>Циклический режим</b>	Запуск режима	
Давление конечное	<input type="text" value="00.0"/>	МПа	
Скорость набора давления	<input type="text" value="00.0"/>	МПа/мин	
Время выдержки	<input type="text" value="000"/>	мин	
Количество циклов:	<input type="text" value="000"/>		
Сброс циклов:	<input type="button" value="Сбросить"/>		

архивирование на USB

# ЦИКЛИЧЕСКИЙ РЕЖИМ





# СТАТИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

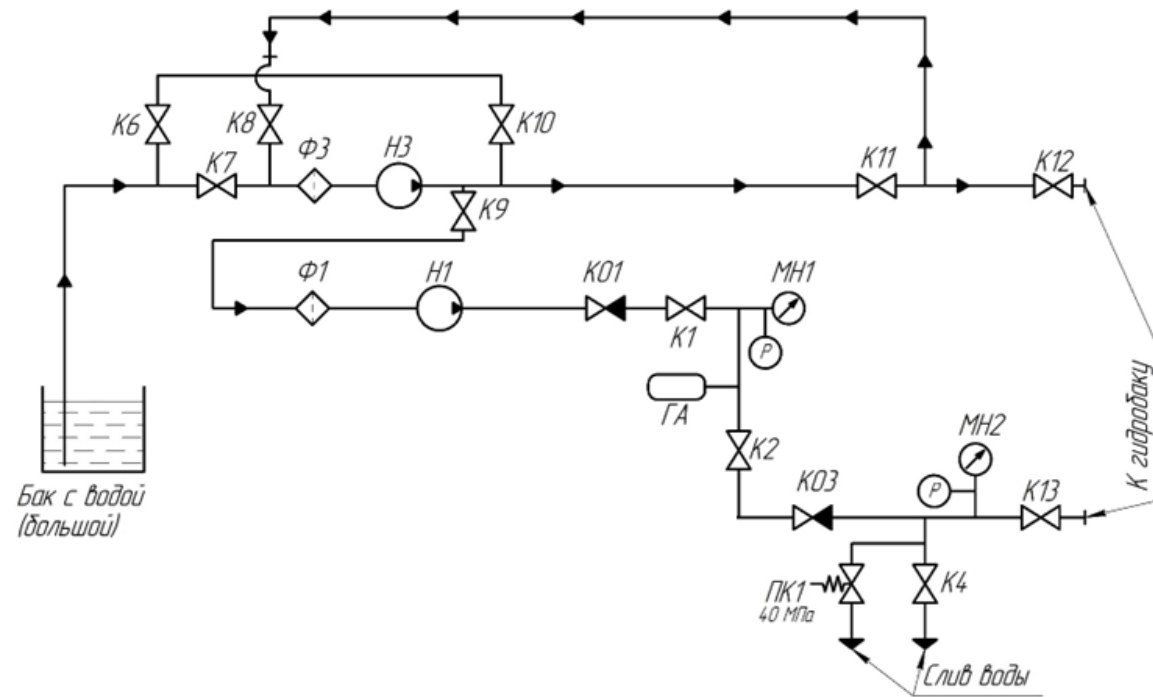
Выбор режима	<b>Статический режим</b>		Запуск режима	
Давление конечное	00.0	МПа		
Давление промежуточное	00.0	МПа		
Скорость набора давления	00.0	МПа/мин		
Время выдержки 1	000	мин		
Время выдержки 2	000	мин		

архивирование на USB

# СТАТИЧЕСКИЙ РЕЖИМ



# ПНЕВМОГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СХЕМА СИГ



# ПОДСЧЕТ СКОРОСТИ ФИЛЬТР САВИЦКОГО-ГОЛЕЯ

**Общий вид:**  $\hat{y}_i = \sum_{j=-M}^M c_j y_{i+j},$        $\hat{y}_i$  – значение или оценка производной;  
 $y_{i+j}$  – значения измеренной величины;  
 $c_j$  – коэффициенты фильтра.

**Для получения 1 производной и аппроксимации 1 степени:**

$$c_j^{(1)} = \frac{j}{h \sum_{j=-M}^M j^2} = \frac{j}{h * \frac{2M(M+1)(2M+1)}{6}}$$

**В проекте M = 4, h=200 ms.**

# П-РЕГУЛЯТОР С СИГМА АДАПТАЦИЕЙ

Скорость от процента ПЧВ на пустом баке:  $y = 0.02865982 * x$

Формула П-регулятора:  $u[k] = K_{\pi}e[k]$

Подстройка (сигма адаптация):  $K_{\pi}[k + 1] = K_{\pi}[k] + \gamma e[k] - \sigma K_{\pi}[k]$

$\gamma$  – скорость (коэффициент) адаптации;

$\sigma$  – коэффициент утечки, ограничивающий рост  $K_{\pi}[k]$ .