

УТВЕРЖДАЮ:

Начальник отдела развития ЭЛС

_____ Петровский В. А.

« _____ » _____ 2020 г.

Программа управления автоматизированным электронно- лучевым технологическим комплексом

Руководство оператора

Страниц 91

НОРМОКОНТРОЛЬ

_____ Орлова Т. Л.

« _____ » _____ 2020 г.

РАЗРАБОТАЛ

Руководитель группы ПО

_____ Смирнов С. А.

« _____ » _____ 2020 г.

ИЖЕВСК
2020

Введение.....	4
1 Запуск системы управления.....	5
2 Общие элементы системы управления.....	8
2.1 Панель ввода.....	8
2.2 Штурвалы.....	10
2.3 Диалог сообщения о критических ситуациях.....	11
3 Программа управления.....	12
3.1 Механическая система.....	14
3.1.1 Условия включения приводов.....	15
3.1.2 Панель управления механической осью.....	17
3.1.3 Фиксированные перемещения.....	19
3.1.4 Окно информации о приводе.....	20
3.1.5 Управление механической осью.....	24
3.2 Контур и управляющая программа.....	25
3.2.1 Окно «Контур».....	26
3.2.2 Окно «Технология».....	29
3.2.3 Окна отображения управляющей программы.....	33
3.3 Вакуумная система.....	36
3.3.1 Общие свойства элементов ВС.....	36
3.3.1.1 Клапаны и затворы.....	36
3.3.1.2 Насосы.....	37
3.3.1.3 Элементы трубопровода.....	38
3.3.1.4 Окна показаний датчиков давления.....	38
3.3.1.5 Окна показаний датчика температуры.....	39
3.3.1.6 Датчики протока и температуры воды.....	39
3.3.1.7 Компрессор.....	40
3.3.1.8 Станция охлаждения.....	40
3.3.2 Части вакуумной системы.....	41
3.3.2.1 Вакуумная камера.....	41
3.3.2.2 Магистраль откачки и напуска в камеру.....	42
3.3.2.3 Панель выбора режима работы ВС.....	43
3.3.3 Ручные режимы работы.....	44
3.3.4 Автоматические режимы работы.....	46
3.4 Управление параметрами энергоблока.....	49
3.5 Управление видеонаблюдением на вторичных электронах и технологическими развертками.....	52
3.5.1 Панель «Видео по ДВЭ».....	53
3.5.2 Панель «Технологические развертки».....	55
3.5.3 Панель «Настройки».....	57
3.6 Параметры системы.....	59
3.7 Окно «Координаты точки».....	61
3.8 Управление пользователями.....	63
3.9 Сообщения системы управления.....	65
4 Выключение установки.....	66
Приложение А.....	67
Таблица блокировок вакуумной системы.....	67
Приложение Б.....	69
Таблица значений параметров ЭЛА и ДВЭ.....	69
Приложение В.....	70
Таблица параметров системы.....	70
Приложение Г.....	74
Список файлов и директорий, используемых программой.....	74

Приложение Д.....	75
Пример построения программы сварки линейного шва.....	75
Приложение Е.....	82
Пример построения программы сварки кругового шва.....	82
Приложение Ж.....	85
Пример построения программы сварки кольцевого шва.....	85

Введение

Настоящее руководство оператора содержит описание работы программы управления автоматизированным электронно-лучевым технологическим комплексом (далее АЭЛТК) и сведения, необходимые для ее правильной эксплуатации.

1 Запуск системы управления

Программа управления АЭЛТК выполняется на компьютере с операционной системой семейства Linux. Программа управления и её все её вспомогательные файлы и папки должны располагаться в домашнем каталоге операционной системы, в папке «bin» (например, если имя пользователя в системе – oreg, то рабочей папкой для программы управления АЭЛТК должна быть папка «/home/oreg/bin»).

После загрузки операционной системы система управления загружается автоматически. Если по какой-то причине программа не запустилась, необходимо запустить на рабочем столе ярлык «**Программа оператора**».

При запуске программы управления АЭЛТК появляется окно регистрации пользователя в системе (рисунок 3.1). Необходимо ввести логин пользователя и пароль, после чего нажать кнопку **Войти**, или клавишу «Enter» на клавиатуре. Если логин и пароль верные, будет выполнен вход в программу оператора, а также запуск программ управления энергоблоком и видеонаблюдением.

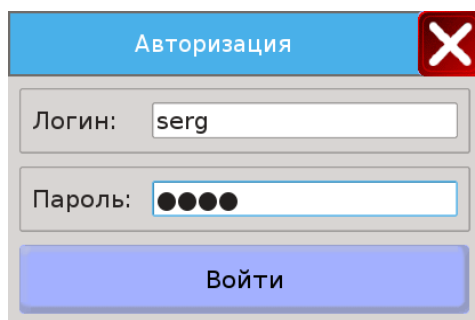


Рисунок 1.1 – Окно авторизации пользователя

Примечание – логин состоит только из английских букв, длина его от 4 до 20 символов, без цифр, пробелов или иных знаков. Пароль состоит только из цифр от 0 до 9, длина пароля – от 4 до 10 цифр.

Внешний вид программы оператора показан на рисунке 1.2.

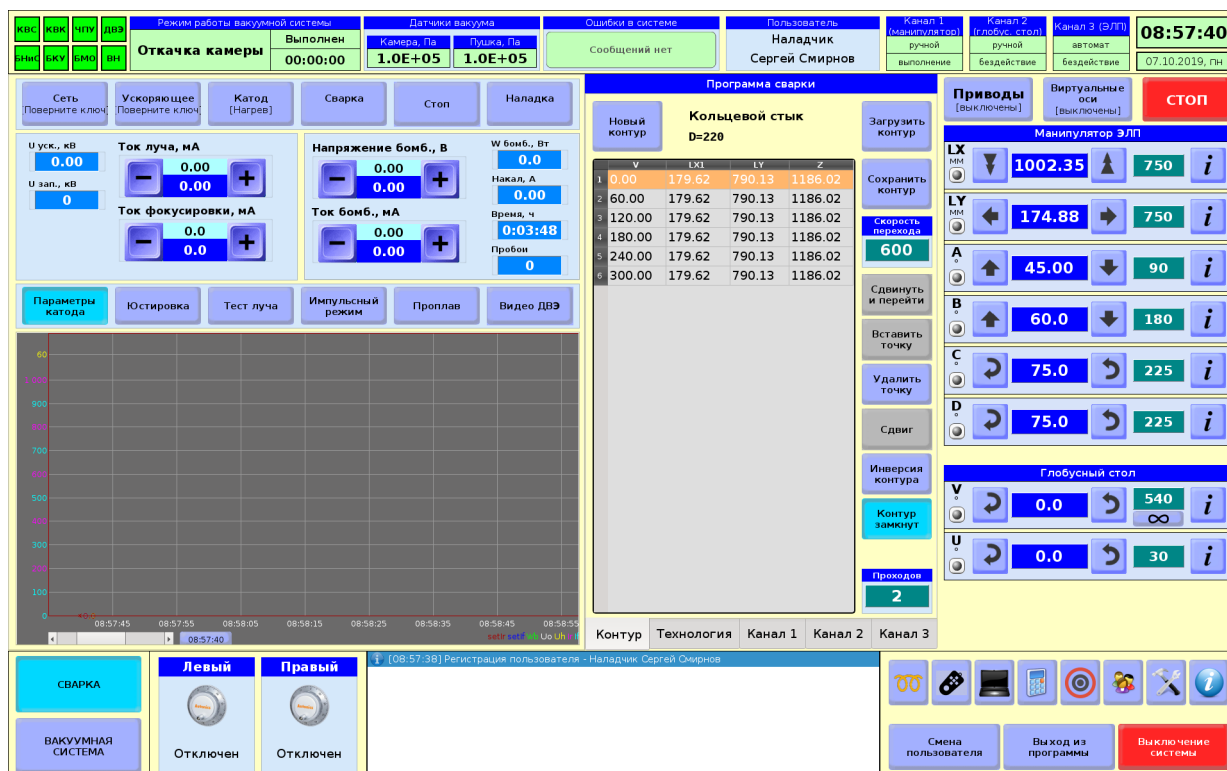


Рисунок 1.2 – Внешний вид программы управления

Программу оператора можно условно разделить на следующие области:

- панель индикации основных параметров установки (верхняя часть программы);
- панель регистрации сообщений и вызова дополнительных функций (нижняя часть программы);
- рабочая панель (средняя часть программы).

Рабочая панель разделена на две вкладки, переключение между которыми осуществляется кнопками **Сварка** и **Вакуумная система** на нижней панели. Вкладка «Сварка» содержит:

- панель управления энергоблоком;
- панель дополнительного управления;
- панель контура и управляющей программы;
- панель приводов.

На вкладке «Вакуумная система» отображается мнемосхема вакуумной системы установки в реальном времени (рисунок 1.3).

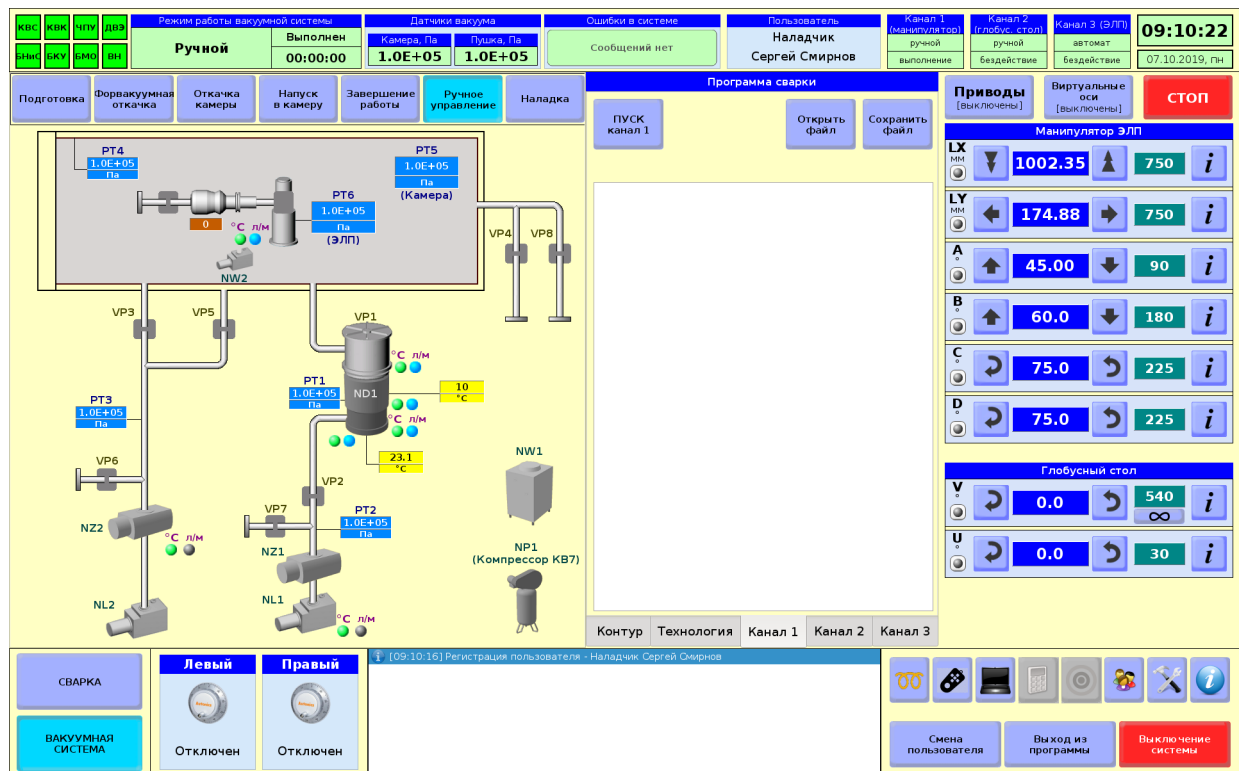






Рисунок 1.3 – Внешний вид мнемосхемы вакуумной системы

2 Общие элементы системы управления

2.1 Панель ввода

Все значения параметров комплекса отображаются в программе оператора в полях вывода. Эти поля различаются по цвету:

- Светло-синие () поля используются для вывода измеренных значений и состояний устройств, их редактирование невозможно;
- Тёмно-зелёные () поля используются для вывода значений, которые могут быть изменены оператором;
- Тёмно-синие () поля в сочетании с голубыми () используются для вывода значений и уставок параметров соответственно, они также могут быть изменены оператором;

Панель ввода служит для ввода числовых значений. Данная панель возникает при нажатии на любое поле вывода, значение которого можно редактировать. Внешний вид панели ввода показан на рисунке 2.1.

Панель ввода состоит из:

- панели параметра;
- кнопок с цифрами;
- кнопок редактирования вводимого значения;
- кнопки **Ввод**.

Панель параметра содержит значение редактируемого параметра.

Кнопки с цифрами служат для ввода значения.

Часть кнопок панели ввода служит для редактирования вводимого значения.

Кнопка **Ввод** устанавливает отредактированное значение в необходимое поле ввода.

***Примечание** – панель ввода используется, в том числе, для ввода паролей, в таком случае часть кнопок становятся неактивными, а введённые данные выводятся в панели параметра в виде скрытых символов.*



Рисунок 2.1 – Панель ввода

После открытия панели ввода числовое значение может быть введено с клавиатуры:

- кнопки «**0-9**» используются для ввода чисел;
- кнопки «**.**» и «**,**» – для ввода разделителя;
- кнопка «**-**» – для изменения значения с положительного на отрицательное и наоборот;
- кнопка «**Del**» – для обнуления значения;
- кнопка «**←**» – для удаления последнего введённого символа;
- кнопка «**Enter**» – для подтверждения введённого значения;
- кнопка «**Esc**» – для закрытия окна ввода без изменения значения.

2.2 Штурвалы

Штурвалы используются для ручного задания параметров энергоблока и точного ручного перемещения по механическим осям. На пульте оператора расположено два штурвала. В системе управления они обозначены как «левый» и «правый» (рисунок 2.2).



Рисунок 5.2 – Окна настройки штурвалов

На штурвал может быть назначено управление механической осью (LX, LY, A, B, C, D, U, V) или параметром энергоблока (ток фокуса, ток луча, ток отклонения по X, ток отклонения по Y). Для назначения элемента управления на штурвал нужно нажать на изображение выбранного штурвала и выбрать название оси или параметра энергоблока в выпадающем списке. После назначения оси или параметра энергоблока штурвалу, можно выбрать дискретность шага (инкремент) штурвала. Для этого также нужно нажать на изображение штурвала. Чтобы отключить штурвал, выбрать в выпадающем списке «не использовать».

Для механических осей вращение штурвала по часовой стрелке выполняет перемещение в положительном направлении данной оси, вращение против часовой стрелки – в отрицательном. Для параметров энергоблока вращение штурвала по часовой стрелке выполняет увеличение параметра на выбранный инкремент, вращение против часовой – уменьшение.

Внимание! Перемещение по выбранной механической оси осуществляется со скоростью, выбранной для этой оси на панели приводов. Быстрое вращение штурвалов при малой выбранной скорости может привести к тому, что ось продолжит выполнять движение после прекращения вращение штурвала, до выработки заложенного перемещения.

2.3 Диалог сообщения о критических ситуациях

В случае возникновения критических для работы установки ситуаций (пропадание, питания, нажатие аварийной кнопки и др.) на экране программы управления отобразится диалог оповещения с описанием аварийной ситуации (рисунок 2.3). Для закрытия диалога необходимо нажать иконку «X» в верхней правой части диалога.

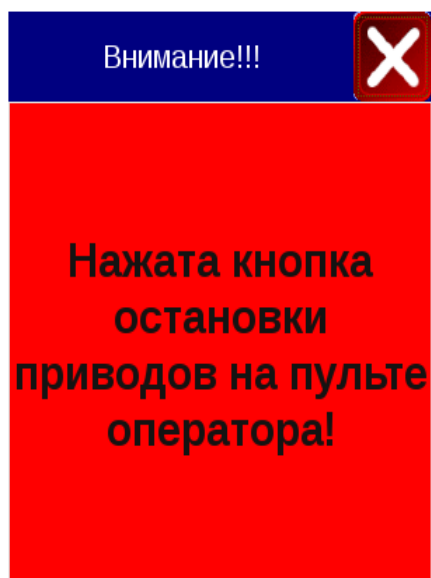


Рисунок 2.3 – Диалог сообщения о критических ситуациях

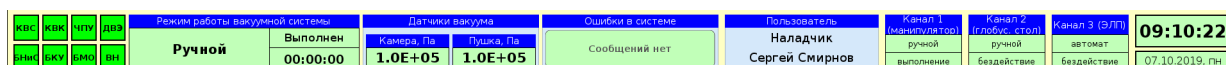
3 Программа управления

Программа управления (ПУ) предназначена для управления всеми системами АЭЛТК. Под системой понимается совокупность элементов, предназначенных для управления тем или иным процессом на установке.

Выделяются следующие системы:

- механическая система;
- контур и управляющая программа;
- вакуумная система.

Верхняя панель программы оператора служит для отображения основных параметров установки. Панель со всеми элементами показана на рисунке 6.1.



KVK	KBC	CPU	BKU	BMO	BNIS	Режим работы вакуумной системы		Датчики вакуума		Ошибки в системе	Пользователь	Канал 1	Канал 2	Канал 3	09:10:22
Выполнен	Выполнен	Выполнен	Выполнен	Выполнен	Выполнен	Ручной	Выполнен	Камера, Па	Пушка, Па	Сообщений нет	Наладчик Сергей Смирнов	ручной	ручной	автомат	07.10.2019, ГЧ
						00:00:00		1.0E+05	1.0E+05			выполнение	бездействия	бездействия	

Рисунок 6.1 – Панель индикации основных параметров установки

На панели расположены индикаторы наличия связи ПО с системами установки. К этим системам относятся:

- **КВК** (контроллер вакуумной камеры) – промышленный контроллер фирмы Lenze, осуществляет управление элементами вакуумной системы, относящимися непосредственно к вакуумной камере;
- **КВС** (контроллер вакуумной системы) – промышленный контроллер фирмы Lenze, осуществляет управление всеми насосами вакуумной системой установки;
- **ЧПУ** (контроллер ЧПУ) – промышленный контроллер фирмы Bosch Rexroth.
- **БКУ** (блок контроля-управления) – управляющая плата, осуществляет управление периферией электронно-лучевой пушки;
- **БМО** (блок магнитной оптики) – управляющая плата, осуществляет управление катушками электронно-лучевой пушки;
- **БНИС** (блок накала и смещения) – управляющая плата, осуществляет управление параметрами электронного пучка;
- **ВИП** (высоковольтный источник питания) – источник фирмы Spellmann;
- **ДВЭ** (датчик вторичных электронов) – подразумевается компьютер системы видеонаблюдения на вторичных электронах и управления технологическими

развёртками; представляет собой промышленный компьютер с собственным программным обеспечением.

Связь программы оператора со всеми системами осуществляется по сети Ethernet.

Индикатор каждой подсистемы может иметь одно из двух состояний:

- красный – нет связи ПО с подсистемой;
- зеленый – связь между ПО и подсистемой установлена.

Далее расположено поле вывода текущего режима вакуумной системы, его состояния и времени выполнения. Подробнее о режимах вакуумной системы см. пункт 3.3.2.3.

В окнах «Камера» и «Пушка» выводятся показания соответствующих датчиков вакуума.

На панели «Ошибки в системе» выводятся сообщения о неисправностях работы установки. Эти сообщения выводятся до тех пор, пока вызвавшая их причина не будет устранена.

На панели «Пользователь» показано имя и права пользователя, зарегистрированного в системе.

Состояния каналов управления контроллера ЧПУ отображаются на соответствующих панелях состояния. Эти панели используются для диагностики неисправностей системы ЧПУ. Подробное описание каналов и их состояний см. в пункте 3.1.1.

Также на панели индикации расположены поля вывода текущего времени и даты.

3.1 Механическая система

Механическая система состоит из манипулятора электронно-лучевой пушки (ЭЛП), глобусного стола, модуля перемещения загрузочной платформы, модуля перемещения стола по платформе и модуля перемещения двери. Управление манипулятором ЭЛП и глобусным столом осуществляется с панели приводов, управление загрузочной платформой, столом и дверью – с панели дополнительного управления.

На глобусном столе осуществляется наклон детали на угол от -45 до 90 градусов (ось U) и ее вращение (ось V). Манипулятор ЭЛП содержит шесть механических осей (LX , LY , A , B , C , D). Оси LX и LY служат для продольного и поперечного перемещения ЭЛП соответственно. Оси A , B и C позволяют выполнить поворот ЭЛП по трем звеньям, а также служат для организации работы трёх «виртуальных» осей X , Z и RH (поворот ЭЛП в плоскости XZ). Виртуальные оси обеспечивают перемещение ЭЛП в продольном и в вертикальном направлениях путем одновременной работы трех осей (A , B , C). Ось D обеспечивает поворот ЭЛП в плоскости YZ .

Расположение осей механической системы приведено на рисунке 3.2.

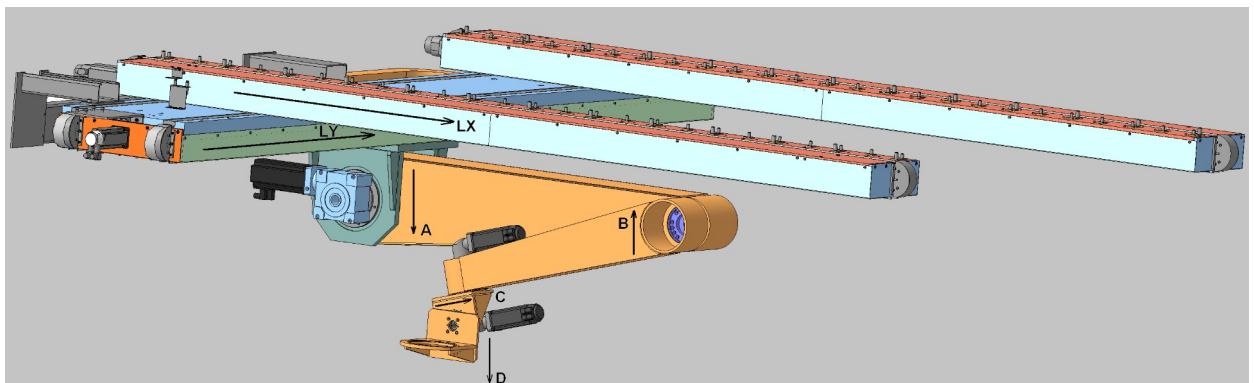


Рисунок 3.2 – Расположение осей механической системы

3.1.1 Условия включения приводов

Включение питания приводов возможно в одном из следующих состояний:

- дверь камеры открыта (датчик открытия двери сработал);
- дверь камеры закрыта (датчик закрытия двери сработал) и достигнут рабочий вакуум в камере по датчику РТ5.

При работе приводов в камере с рабочим вакуумом действует блокировка: как только показание давления по датчику вакуума камеры РТ5 превысит заданное давление (по умолчанию 0,05 Па), то питание приводов будет выключено.

Панель включения приводов (рисунок 3.3) содержит:

- кнопку включения/выключения приводов;
- кнопку включения/выключения виртуальных осей;
- кнопку остановки приводов **Стоп**.

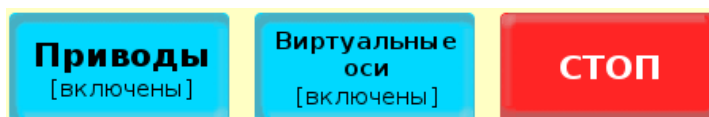


Рисунок 3.3 – Панель включения приводов

Для включения питания приводов необходимо нажать кнопку **Приводы [выключены]**. В случае успешного включения приводов эта кнопка сменится на кнопку **Приводы [включены]**, при нажатии на которую произойдет выключение питания приводов.

Кнопка **Виртуальные оси** позволяет задействовать виртуальные механические оси X, Z и RNI, при этом управление по осям A, B и C будет заблокировано. Кнопка доступна только при включенном питании приводов, при выключении приводов управление виртуальными осями отключается.

Кнопка **СТОП** используется для остановки любого движения по механическим осям и для отмены выполнения программ ЧПУ по всем каналам (см. ниже).

Контроллер ЧПУ предназначен для программируемого управления системой механических перемещений ЭЛП и глобусного стола, а также для плавного изменения параметров энергоблока в процессе сварки. Помимо перечисленных выше механических осей, система ЧПУ включает в себя четыре виртуальные оси, которые используются для изменения параметров энергоблока. К ним относятся ток луча (**ось IR**), ток фокусировки (**ось IW**), ток отклонения по оси X (**ось IX**), ток отклонения по оси Y (**ось IY**).

Контроллер ЧПУ позволяет разносить механические и виртуальные оси в разные каналы, для независимого управления ими. В системе управления все механические оси перемещения ЭЛП вынесены в канал 1, оси перемещения детали в канал 2, все параметры энергоблока – в канал 3. Состояния каналов отображаются на соответствующих панелях состояния на панели индикации параметров. Эти панели используются для диагностики неисправностей системы ЧПУ.

Канал ЧПУ может находиться в следующих состояниях:

- **бездействие** – управление механическими осями осуществляется вручную.
- **выполнение** – выполняется фиксированное перемещение по оси или перемещение по программе ЧПУ, ручное управление осями невозможно.
- **готов к старту** – в контроллер загружена управляющая программа, механическая система находится в ожидании запуска; в этом состоянии возможен как запуск управляющей программы по кнопке «ПУСК», так и ручное управление осями.
- **ошибка ЧПУ** – при возникновении этого состояния необходима перезагрузка контроллера ЧПУ (выполняется кратковременным нажатием кнопки «Reset» на передней панели контроллера).

Также панели каналов содержат информацию о текущем режиме работы канала. Режим работы канала определяет поведение осей и возможность управления осями, выбранными в канал. Используется три режима работы:

- **ручной** – управление осями осуществляется путём задания прямой команды на перемещение (например, по нажатию кнопки ручного перемещения).
- **автомат** – управление осями осуществляется по программе ЧПУ.
- **WCS** – ручное перемещение по виртуальным осям (X, Z, PHI).

3.1.2 Панель управления механической осью.

Каждой механической оси соответствует своя панель управления, которая содержит:

- наименование оси;
- размерность оси;
- индикатор состояния питания;
- кнопки управления;
- поле отображения текущего положения;
- поле отображения уставки скорости;
- кнопка вызова информационной панели.

Внешний вид панели управления механической осью представлено на рисунке 3.4.



Рисунок 3.4 – Панель управления осью

Индикатор состояния питания привода показывает, в каком состоянии находится привод:

- серый – привод выключен или запаркован;
- желтый – привод выдает предупреждение;
- зеленый – привод включен и находится в рабочем состоянии;
- красный – привод в ошибке.

Поле отображения текущего положения содержит текущую координату привода с точностью 0,01.

Поле отображения уставки скорости (см. рисунок 3.5) отображает установленную скорость привода. При нажатии на это поле, пользователю будет предложено выбрать одну из шести уставок или задать произвольную скорость. Шестая уставка равна максимально допустимой скорости для данной оси. В случае задания произвольной скорости, превышающей максимально допустимую, движение по оси будет совершаться с максимальной скоростью. Единицы задания скорости зависят от размерности данной оси, для осей LX, LY, X и Z скорость задается в миллиметрах в минуту, для осей A, B, C, D, U, V и PH1 – в градусах в минуту.

24	120
240	720
1200	2400
Произвольная скорость	

Рисунок 3.5 – Панель задания скорости по оси

Ручное перемещение по оси осуществляется нажатием на соответствующую кнопку управления. При удержании кнопки осуществляется движение по оси со скоростью, указанной в поле отображения скорости. При отпускании кнопки движение по оси останавливается.

Внимание! Если при движении по оси произошёл наезд на конечный выключатель, произошла перегрузка двигателя по тока или другая ошибка, движение по оси будет остановлено.

По нажатию на кнопку «Информация о приводе» будет открыто окно информации о приводе (см. п. 3.1.4).

3.1.3 Фиксированные перемещения

Окно фиксированных перемещений (см. рисунок 3.6) предназначено для осуществления перемещения привода на определенное расстояние или в определенную точку. В заголовке окна отображается индекс оси, по которой будет производиться фиксированное перемещение. Перед началом движения необходимо задать:

- тип перемещения (относительное или абсолютное);
- величину перемещения или конечную точку (в зависимости от типа перемещения);

Начальной точкой перемещения всегда является текущее положение привода. В случае абсолютного перемещения в поле ввода задается конечная точка, а в случае относительного перемещения – величина перемещения.



Рисунок 3.6 – Окно «Фиксированные перемещения»

Для запуска перемещения необходимо нажать кнопку **ПУСК**. После этого диалог закрывается и начнется перемещение. Для отмены фиксированного перемещения необходимо нажать кнопку **СТОП** на панели приводов.

Внимание! Фиксированные перемещения по механическим осям осуществляются по программе ЧПУ в канале, соответствующем выбранной оси. Поэтому нельзя задать новое фиксированное перемещение до того, как будет выполнено предыдущее, или во время выполнения программы ЧПУ.

3.1.4 Окно информации о приводе

Окно информации о приводе (рисунок 3.7) отображает состояния основных элементов выбранного привода.

Ось LX		
Состояние		
a0012 Готовность привода и силовой части		
<button>Сброс ошибки</button>		
Конечники	Скорость	Координата
	1500.00	2640.00
Парковка	Программные конечники	
Ось LX [распаркована]	Минимум	Максимум
	-80.0	5000.0
<button>Показать допол. ось</button>	Референцирование	
	0.0	<button>Выполнить</button>

Рисунок 3.7 – Окно информации о приводе

В заголовке окна указывается, по какой оси идет отображение параметров.

В панели «Состояние» указывается код состояния привода и его описание. Данный код используется для диагностики состояния привода. Полное описание кодов состояний приводов содержится в руководстве производителя – «Rexroth IndraDrive MPx-17 Diagnostics Messages». Первый символ кода (число в 16-ричном формате) обозначает:

- **A** – сообщения о состоянии привода; состояние с таким индексом, как правило, сигнализирует о нормальной работе привода;
- **C** – сообщения о выполнении приводом команд;
- **E** – сообщения о неисправности привода; при возникновении такого состояния привод может продолжать работу, но рекомендуется предварительно выяснить и устранить возникшую неисправность;

- **F** – сообщения об ошибке привода; при возникновении такого состояния необходимо его проанализировать и принять рекомендованные производителем меры по устранению неисправности; для возобновления работы необходимо перезагрузить питание привода.

Панели «**Координата**» и «**Скорость**» отображают текущую координату и уставку скорости перемещения привода.

Панель «**Конечники**» служит для визуального отображения состояния конечных выключателей при помощи цветowych индикаторов: левый – отрицательного конечного выключателя, правый – положительного конечного выключателя. Индикаторы могут быть двух цветов:

- серый – конечный выключатель не замкнут;
- красный – конечный выключатель замкнут.

Панель **Парковка** служит для обеспечения так называемой парковки осей. При необходимости физического отключения от механической системы одного из двигателей необходимо:

- 1) Выключить питание приводов.
- 2) Выбрать паркуемую ось и открыть диалог информации о приводе.
- 3) Нажать кнопку парковки оси.
- 4) Дождаться парковки оси (состояние привода – C1600).
- 5) Отключить двигатель от разъемов и извлечь двигатель из системы.

После выполнения данной последовательности система будет работоспособна при отключенном двигателе запаркованной оси.

Для подключения двигателя к системе и его распарковки необходимо проделать следующую последовательность действий:

- 1) Выключить питание приводов.
- 2) Подключить разъемы привода к соответствующему двигателю.
- 3) Выбрать распарковываемую ось и открыть диалог информации о приводе.
- 4) Нажать кнопку парковки оси.
- 5) Дождаться распарковки оси (состояние привода – A0012).
- 6) Включить питание приводов и проверить работоспособность двигателя.

Внимание! При отключении разъемов от двигателя незапаркованной оси будет выдана ошибка по этой оси. Для продолжения работы необходимо будет перегрузить питание приводов.

Управление запаркованной осью невозможно, поэтому панель управления для запаркованной оси будет недоступной (рисунок 3.8).



Рисунок 3.8 – Панель управления запаркованной оси

***Примечание** – Глобусный стол может быть отключен от механической системы, если его использование не требуется, поэтому оси U и V при включении комплекса всегда находятся в запаркованном состоянии.*

Панель «**Программные конечники**» служит для установки программных конечников для текущей координаты. Программные конечники работают также, как и аппаратные – блокируют движение по оси дальше разрешенных значений. Для установки положительного (или отрицательного) программного конечника необходимо нажать на соответствующее поле, после чего будет открыто окно ввода, в котором будет установлена текущая координата оси. Для задания произвольной координаты необходимо ввести в окне ввода требуемое значение и нажать кнопку **Ввод**.

Внимание! Для осей LX , LY , A и U программные конечники служат опцией, позволяющей ограничить движение дальше определенных значений. Реальной защитой от аварийных ситуаций для этих осей служат аппаратные конечники. Для осей же B , C и D программные конечники являются единственной мерой защиты, так как аппаратные конечники для них не используются, поэтому к установке программных конечников для этих осей нужно подходить с особым вниманием.

Перемещение по двум осям (LX и U) реализуется с помощью не одного, а двух двигателей. Для управления каждым двигателем служит свой привод, которому назначена своя механическая ось в системе ЧПУ. Таким образом, в системе ЧПУ присутствуют ещё две оси – $LX2$ и $U2$. Один из приводов является ведущим, ручное и автоматическое управление осью осуществляется через этот привод. Второй привод является ведомым и прямое управление им запрещено. Но для контроля состояния привода и его координаты, панель этого привода можно отобразить в программе оператора. Для этого служит кнопка

Показать/Скрыть дополнительную ось. Соответственно, эта кнопка доступна только для приводов LX и U.

Панель «**Референцирование**» служит для обнуления координаты выбранной оси, или для задания ей нового произвольного значения. Эта функция защищена паролем для всех осей, кроме вращательной оси V. Чтобы задать новую координату оси, нужно ввести её значение в окно ввода и нажать кнопку **Выполнить**.

3.1.5 Управление механической осью

Управление механической осью осуществляется следующими способами:

- с панели управления механической осью;
- с помощью штурвалов.

Кнопки управления **Влево** и **Вправо** предназначены для движения по выбранной координате с заданной скоростью в отрицательном и положительном направлениях соответственно.

Если для механической оси добавлено дополнительное управление посредством штурвала (см. пункт 2.2), то при вращении штурвала будет выполняться движение по оси в соответствующем направлении. Скорость по оси будет определяться скоростью, заданной на панели приводов. При этом необходимо учитывать, что при недостаточно высокой установленной скорости, ось может не успевать отрабатывать заданную штурвалом уставку перемещения. В таком случае при прекращении вращения штурвала движение будет продолжаться до выработки заложенного перемещения. Для остановки перемещения от штурвала можно воспользоваться кнопкой **Стоп** панели приводов.

Также управление механическими осями возможно с переносного пульта (см. пункт 3.3). Для активации переносного пульта необходимо нажать кнопку с символом «



» на кнопочной панели в нижней части программы оператора. Панель приводов в программе оператора при этом заблокируется.

3.2 Контур и управляющая программа

Для перемещения электронно-лучевой пушки (ЭЛП) по стыку используется шестиосевой манипулятор. Для вращения изделия вокруг своей оси используются планшайба глобусного стола. Для того чтобы обеспечить точную траекторию движения луча по стыку с заданной скоростью, а также плавное нарастание и спад параметров энергоблока, таких как ток луча и ток фокусировки, сварка изделия выполняется по программе ЧПУ. Для автоматического построения программы ЧПУ используется система **«Контур»**.

В системе управления установкой реализованы восемь механических и четыре виртуальных оси. Механические оси привязаны к двигателям перемещения ЭЛП или изделия. Виртуальными осями являются параметры энергоблока, которые можно изменять по программе ЧПУ. Они перечислены в пункте 3.1.

Система **«Контур»** представляет собой инструмент, позволяющий получить на выходе одну или несколько программ ЧПУ, использующих все имеющиеся механические и виртуальные оси, и позволяющую выполнять сварку даже самых сложных изделий. Также с ее помощью можно выполнять специальные технологические процедуры, такие как тестовый проход с малым током луча по стыку, сварка прихваток на изделии, сварка косметического шва.

3.2.1 Окно «Контур»

Для создания траектории сварки используется окно «Контур» (рисунок 3.9). Для открытия окна нужно открыть вкладку «Контур». Окно содержит следующие элементы:

- кнопки для работы с файлами контура;
- поле отображения типа контура;
- кнопки работы с контуром;
- таблицу контура.

	V	LX1	LY	Z
1	0.00	179.62	790.13	1186.02
2	60.00	179.62	790.13	1186.02
3	120.00	179.62	790.13	1186.02
4	180.00	179.62	790.13	1186.02
5	240.00	179.62	790.13	1186.02
6	300.00	179.62	790.13	1186.02

Рисунок 3.9 – Вкладка «Контур»

Для построения нового контура нажать кнопку **Новый контур** и выбрать в выпадающем списке одну из предустановленных схем сварки. Схема сварки содержит информацию о виде сварного шва и механических осях, используемых для сварки. Доступны следующие схемы:

- смешанная интерполяция (использует оси LX, LY и Z);
- круговая интерполяция (использует оси LX, LY и Z);
- кольцевой стык (использует оси V, LX, LY и Z).

После выбора схемы сварки «Кольцевой стык», необходимо задать диаметр изделия в появившемся окне ввода. Тип выбранной схемы будет выведен в поле отображения типа контура, в таблице контура будут добавлены столбцы с необходимыми осями.

Далее необходимо задать опорные точки на предполагаемой сварочной траектории. Для кольцевых стыков опорные точки задаются автоматически при выборе схемы сварки. Для остальных стыков нужно выставить манипулятор ЭЛП на первую точку шва и нажать кнопку **Вставить точку**. Координаты точки отобразятся в таблице контура. Затем переместить ЭЛП далее по траектории стыка и добавить следующую точку. Количество опорных точек определяется сложностью траектории. Для простого линейного шва может быть достаточно двух точек, для сложных швов рекомендуется задавать большее число опорных точек.

После задания всех точек нужно перейти в начальную точку контура. Для этого нужно нажать на первую строку в таблице контура. Скорость перехода задается в окне ввода скорости. Так же осуществляется навигация и по другим точкам контура.

Коррекция точек контура выполняется с помощью кнопки **Сдвиг**. Если необходимо скорректировать координаты какой-либо одной точки, нужно переместить манипулятор ЭЛП в эту точку, выполнить смещение по одной или нескольким задействованным в контуре осям, нажать кнопку **Сдвиг** и в выпадающем списке выбрать «...текущей точки». Если необходимо сместить весь контур, то необходимо перейти в любую точку контура, выполнить смещение по одной или нескольким осям на необходимую величину, нажать кнопку **Сдвиг** и в выпадающем списке выбрать «...всего контура».

Когда в контуре много точек, процесс его корректировки может занимать много времени. Для коррекции одной точки и перехода к следующей нужно выполнить три операции (Сдвиг → текущей точки → переход к следующей). Для упрощения коррекции контура существует кнопка **Сдвинуть и перейти**, при нажатии на которую координаты точки будут перезаписаны и выполнится переход к следующей точке.

Если введенная точка не нужна, ее можно убрать из контура. Для этого нажать кнопку **Удалить точку**.

Также можно поменять точки контура местами, для этого нажать кнопку **Инверсия контура**. Эта функция может применяться, когда направление сварки не имеет значения и нет необходимости переходить в первую точку контура.

Для контура с круговой интерполяцией или для кольцевого стыка необязательно задавать точку конца траектории. Достаточно задать три точки, нажать кнопку **Замкнуть контур**. Таким образом, последняя точка контура напрямую замкнется с первой. Замыкание контура практически всегда используется для круговых и кольцевых швов, также при необходимости, его можно применить к линейному шву. Если необходимо выполнить более одного прохода по траектории, задать число проходов в соответствующем окне ввода.

Кнопка **Сохранить контур** служит для сохранения траектории, а также технологической таблицы в отдельном файле. Ранее сохраненный контур может быть восстановлен с помощью кнопки **Загрузить контур**. Имя контура выводится в заголовке окна.

***Примечание** – при выборе нового контура ему присваивается имя «Программа сварки». Это имя в дальнейшем используется в названии паспорта сварки, который формируется каждый раз при нажатии кнопки **ПУСК**. К имени паспорта прибавляется дата и время запуска программы, сформированной из контура. Таким образом, если не давать контурам уникальные имена, то все паспорта сварки будут иметь похожие имена, такие как «Программа сварки 2020-09-04 14-43-56», «Программа сварки 2020-09-04 15-43-09» и т. д., и найти нужный файл среди них будет затруднительно. Поэтому рекомендуется сохранять контур под именем, которое описывает свариваемую деталь и по которому в дальнейшем легко найти необходимый паспорт сварки.*

Порядок построения траектории подробно описан в приложениях Д (для смешанного стыка), Е (для кругового стыка) и Ж (для кольцевого стыка).

3.2.2 Окно «Технология»

Для задания параметров энергоблока в процессе сварки используется окно «Технология» (рисунок 3.10). Для открытия окна нужно открыть вкладку «Технология». Окно содержит следующие элементы:

- поля отображения и изменения основных параметров сварки;
- кнопки работы с технологической таблицей;
- кнопку автоматической генерации и запуска программ;
- технологическую таблицу.

Программа сварки					
Длина прохода, мм		Число точек		Скорость сварки, мм/мин	
691.15		6		360.0	
	Путь, мм	Ток, мА	Фокус, мА	Скорость, мм/мин	Техн. разв.
1	0.00	0.0	700	360.0	
2	Сварка				
3	0.00	0.0	700	360.0	
4	28.80	50.0	700	360.0	
5	729.55	50.0	700	360.0	
6	844.74	0.0	700	600.0	
7	1382.30	0.0	700	360.0	

Рисунок 3.10 – Вкладка «Технология»

После задания всех точек контура, на вкладке «Технология» отображается общая длина траектории сварки. Она показана в последней строке технологической таблицы. Длина одного прохода по траектории отображается в окне «Длина прохода, мм». Вся

траектория может разбиваться на необходимое число участков, на которых можно задавать разные значения тока сварки, тока фокусировки, токов отклонения по X и по Y, скорости сварки и режимы технологической развертки. В начале в таблице отображаются две строки – начало и конец траектории, т. е. необходимая длина стыка детали, на котором следует выполнить сварку. Если необходимо задать участки нарастания и спада тока, или менять токи в процессе сварки, нужно добавить точки в технологической таблице. Для этого нажать кнопку **Вставить точку**. Для редактирования значений в технологической таблице произвести клик по необходимой ячейке. Для удаления точки использовать кнопку **Удалить точку**.

Часто возникает необходимость, чтобы режим сварки менялся непосредственно в опорных точках контура. Для того, чтобы добавить в технологическую таблицу точку, соответствующую точке на траектории, нужно нажать кнопку **Добавить точку из контура**. При нажатии этой кнопки появится окно выбора номера точки (рисунок 3.11). Необходимо в соответствующем поле ввода задать номер точки из таблицы контура, и указать, на каком проходе (или обороте) находится нужная точка. При необходимости, можно добавить в технологическую таблицу все точки контура, для этого установить соответствующую галочку.

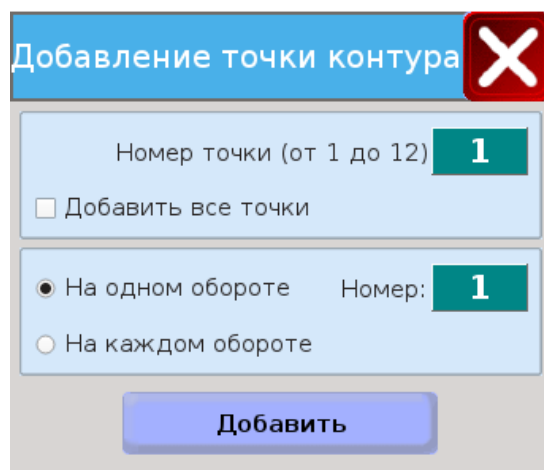


Рисунок 3.11 – Окно «Добавление точки из контура»

Также заполнить технологическую таблицу можно по шаблону. В системе управления реализовано два шаблона: прихватки и сварка. Для использования шаблона нажать кнопку **Шаблон** и в выпадающем списке выбрать «Прихватки» или «Сварка». Шаблон «Прихватки» используется для выполнения прихваток. Шаблон «Сварка» используется для создания циклов сварки, наложения косметического шва, выполнения локальной термообработки электронным лучом сварного соединения и т.д. При

применении шаблона в технологическую таблицу записывается заголовок шаблона и все необходимые дополнительные точки.

Кроме того существует шаблон «Технологический останов», при выборе его в таблицу вставляется строка «Технологический останов». В этой точке произойдет приостановка управляющей программы по всем каналам, после чего оператор может перемещать ЭЛП, чтобы проконтролировать качество выполнения шва, после чего либо продолжить процесс сварки дальше по таблице (для этого повторно нажать кнопку **ПУСК**), либо прервать сварку в случае неудовлетворительного результата (для этого нажать кнопку **СТОП** на панели включения приводов).

В столбце «Скорость сварки, мм/мин» задается скорость сварки, она может быть разной на разных участках или при отработке разных режимов в одном контуре. Скорость **всегда** задается в мм/мин, даже в случае сварки по окружности.

Подробно использование шаблонов описано в приложениях Д (для линейного стыка) и Ж (для кольцевого стыка).

Клик по ячейке в столбце «Техн. разв.» открывает панель задания параметров технологической развертки (рисунок 3.12). В этом окне выбирается вид технологической развертки, ее параметры, а также действие, которое нужно выполнить с технологической разверткой – включить, выключить или оставить без изменений. Указанные данные отобразятся в технологической таблице.

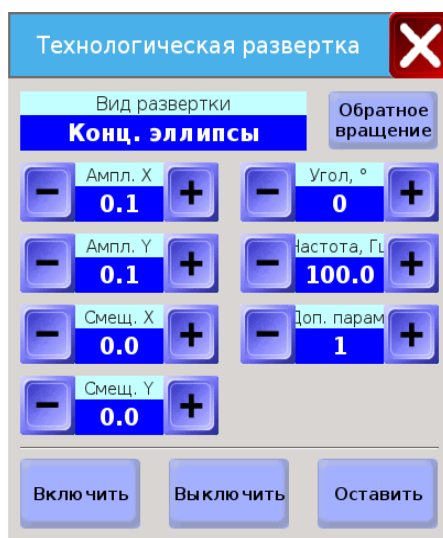


Рисунок 3.12 – Окно «Технологическая развертка»

При выборе такой развертки в технологическую таблицу заносится строка: «**Конц. эллипсы 0.1x0.1; 0.0x0.0; 0; 100; 1; 0**», где «Конц. окружности» - вид технологической развертки, «0.1x0.1» - амплитуда развертки по осям X и Y, «0.0x0.0» - смещение развертки

по осям X и Y, «0» – угол поворота развертки, «100» – частота обновления развертки, «1» – дополнительный параметр для данной развертки, «0» - вращение развертки по часовой стрелке (1 – в случае включения опции «Обратное вращение»).

После того, как задана траектория контура и технологические параметры, необходимо перейти в начальную точку контура. После этого кнопка **ПУСК** станет активной. При нажатии на нее произойдет автоматическое построение и запуск двух (или трёх, в зависимости от выбранной схемы сварки) управляющих программ для двух (или трёх) каналов ЧПУ.

Во время выполнения сварки по управляющей программе, уставки параметров энергоблока, их измеренные значения, давление в камере и в пушке, скорость сварки и пройденный путь фиксируются в паспорте сварки. Все паспорта сохраняются на жестком диске компьютера в директории **/home/oper/bin/passports**.

3.2.3 Окна отображения управляющей программы

Окна «Канал #1», «Канал #2» и «Канал #3» служат для отображения выполняемых программ по соответствующим каналам ЧПУ, а также для ручной работы с файлами управляющих программ (УП). Для открытия окна нужно открыть вкладку, соответствующую номеру канала. Для трех каналов окна отображения управляющей программы идентичны (рисунок 3.13).

Каждое окно отображения управляющей программы содержит:

- окно представления текста программы;
- кнопки для работы с файлами УП;
- кнопку запуска УП.

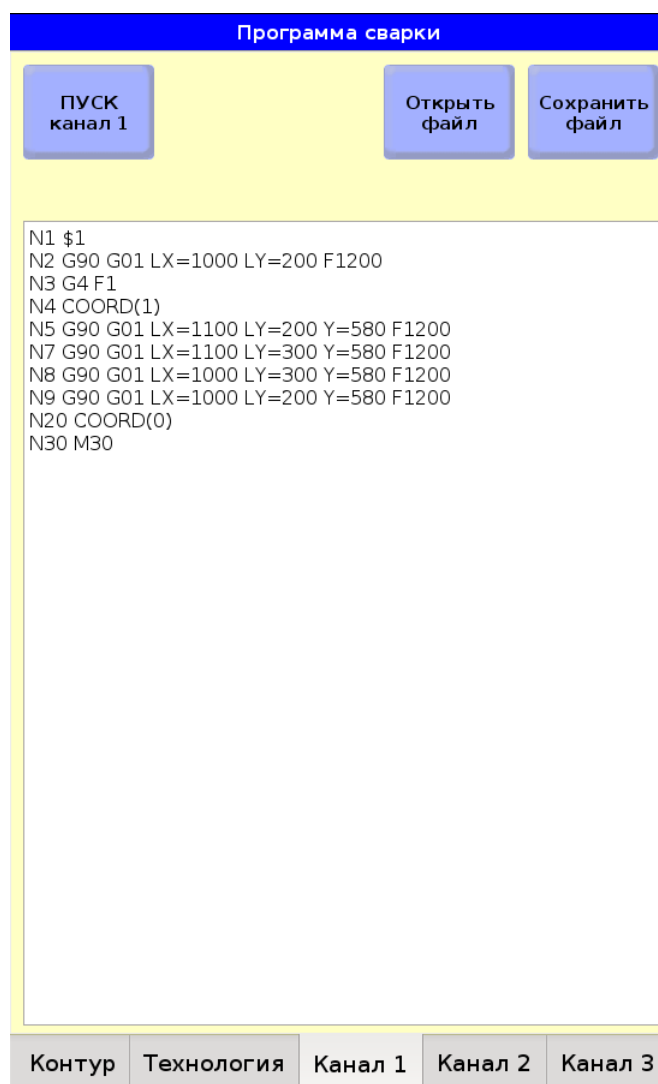


Рисунок 3.13 – Окно «Управляющая программа»

В окне представления текста управляющей программы отображается текст программы ЧПУ в G-кодах. Название загруженной программы отображается над этим окном. При использовании системы «Контур» текст программ генерируется автоматически и вносить в него изменения не требуется. В таком случае окно служит только для отображения текущей программы. Кроме того, текст программы может быть введен вручную. Для этого нужно установить курсор мыши в окно отображения текста программы и производить ввод с клавиатуры.

Внимание! Для ручного ввода программы ЧПУ необходимо обладать базовыми знаниями G-кодов для контроллера ЧПУ Bosch Rexroth.

Файлы УП хранятся на жестком диске компьютера. Для сохранения УП нажать кнопку **Сохранить файл**, после чего будет открыто окно работы с файлами УП (рисунок 3.14). Это окно содержит:

- список УП для данного канала ЧПУ;
- кнопки для работы с файлами УП.

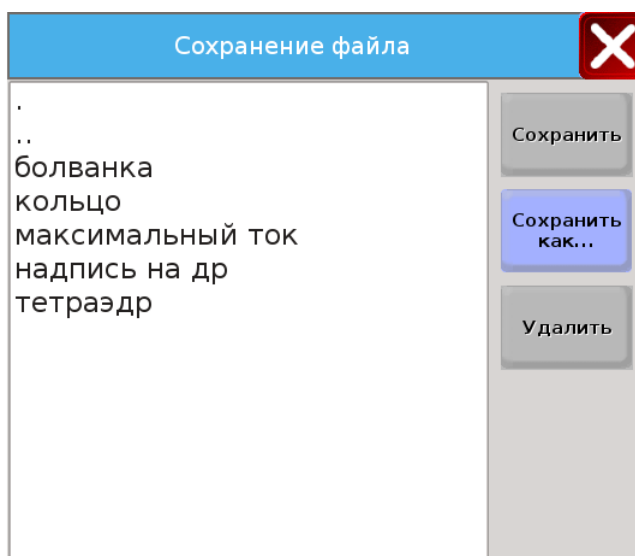


Рисунок 3.14 – Окно работы с файлами УП

Для сохранения программы под существующим именем нажать кнопку **Сохранить**, после чего подтвердить перезапись файла. Для сохранения программы под новым именем нажать кнопку «**Сохранить как...**» и ввести в появившейся строке новое имя файла. Для удаления файла выделить строку с именем файла и нажать кнопку

«Удалить». Для сохранения и удаления программы необходимо подтвердить действие нажатием кнопки «Да» в окне подтверждения (рисунок 3.15).

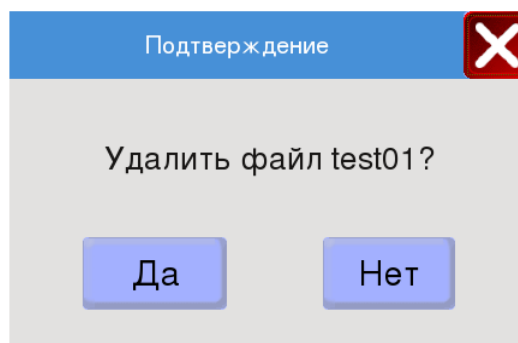


Рисунок 3.15 – Окно подтверждения

Для загрузки программы из файла нажать кнопку **Открыть файл**, после чего будет открыто окно работы с файлами УП. Это окно практически не отличается от окна сохранения файла, вместо кнопок «Сохранить» и «Сохранить как...» оно содержит кнопку **Загрузить**, при нажатии на которую текст УП будет выведен в окно представления текста программы.

Необходимо отметить, что файлы УП для разных каналов хранятся в разных директориях. Для работы с файлами УП канала 1 используется директория «/programs/ch1», для канала 2 – «/programs/ch2», для канала 3 – «/programs/ch3». Служебные УП и УП, генерируемые системой управления хранятся в директории «/programs», ручное изменение этих программ запрещено.

Кнопка **ПУСК** служит для запуска УП по соответствующему каналу.

Для остановки выполнения всех программ необходимо использовать кнопку «СТОП» на панели включения приводов.

Внимание! В первом кадре программы указывается номер канала, по которому выполняется эта программа. Если в окно программы канала 1 загружена программа для канала 2 или наоборот, то при попытке запустить такую программу будет выдана ошибка!

3.3 Вакуумная система

Мнемосхема вакуумной системы (ВС) служит для отображения текущего состояния всех её элементов, а также для управления ими. Для перехода к мнемосхеме нажать кнопку **Вакуумная система** в нижней части программы.

3.3.1 Общие свойства элементов ВС

Составляющими компонентами мнемосхемы ВС являются:

- клапаны и затворы;
- насосы;
- элементы трубопровода;
- окна показаний датчиков давления;
- окна показаний датчиков температуры;
- датчики протока и температуры воды;
- компрессор;
- станция охлаждения;
- панель режима работы ВС.

Все клапаны, затворы, насосы, окна показаний датчиков давления и температуры сопровождаются обозначениями, взятыми из структурной схемы вакуумной системы.

3.3.1.1 Клапаны и затворы

Клапаны и затворы изображены схематически в виде прямоугольников с закругленными углами (рисунок 3.16):

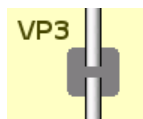


Рисунок 3.16 – Изображение клапана на мнемосхеме ВС

Исключением является высоковакуумный затвор ЗВП-1000, из-за своих размеров и особого назначения он изображен в виде, приближенном к реальному (рисунок 3.17).

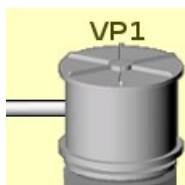


Рисунок 3.17 – Изображение затвора ЗВП-1000 на мнемосхеме ВС

Состояние всех затворов и клапанов индицируется следующими цветами:

- серый – клапан/затвор закрыт;
- желтый – клапан/затвор открывается/закрывается;
- синий – клапан/затвор открыт;
- красный – клапан/затвор в ошибке.

Примечание – состояние клапана «ошибка» может быть достигнуто в случае, если клапан не выполнил команду оператора (например, не открылся) за отведенное ему время. В таком случае, необходимо выявить причину не срабатывания клапана. Чаще всего это может быть недостаточное давление воздуха в пневмосети (проверьте компрессор) или изменение положения датчика открытия под воздействием внешних факторов (проверьте датчики).

3.3.1.2 Насосы

В вакуумной системе установки используются четыре разных типа насосов. Их изображения на мнемосхеме отличаются друг от друга и приближены к реальному виду насосов. Один из вариантов отрисовки насосов на мнемосхеме представлен на рисунке 3.18.

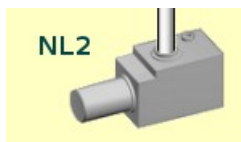


Рисунок 3.18 – Изображение форвакуумного насоса на мнемосхеме ВС

Состояние всех насосов (а также компрессора и станции охлаждения) индицируется следующими цветами:

- серый – насос выключен;

- желтый – насос включается/выключается;
- зеленый – насос включен;
- красный – ошибка насоса.

3.3.1.3 Элементы трубопровода

Элементы трубопровода изображены схематично в виде прямоугольников (иногда с элементами кривизны), являющихся изображениями труб в разрезе (см. рисунок 6.19).

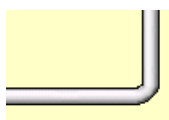


Рисунок 3.19 – Изображение элемента трубопровода на мнемосхеме ВС

Состояние всех элементов трубопровода индицируется следующими цветами:

- серый – на данном участке трубопровода нет движения воздуха;
- голубой – на данном участке трубопровода происходит откачка или напуск воздуха.

3.3.1.4 Окна показаний датчиков давления

Окно показаний датчика давления (см. рисунок 6.20) разделено на 2 части: в верхней отображаются показания датчика, в нижней – выбранная размерность давления. Черта указывает на магистраль, в которой данный датчик меряет давление.

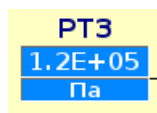


Рисунок 3.20 – Окно показаний датчика давления на мнемосхеме ВС

Для смены единиц измерения давления с паскалей на мм.рт.ст. и обратно, оператор может нажать на окно любого датчика давления. При этом изменятся единицы измерения всех датчиков давления на мнемосхеме.

3.3.1.5 Окна показаний датчика температуры

Для контроля температуры масла и корпуса диффузионного насоса на мнемосхеме ВС выведены окна показаний датчиков температуры (см. рисунок 3.21).

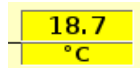


Рисунок 3.21 – Окно показаний датчика температуры на мнемосхеме ВС

Рабочая температура масла диффузионного насоса может колебаться от 250 до 280°C, в зависимости от уровня масла, уровня протока воды и климатических условий. Температура выше 290°C является опасной, при такой температуре произойдет автоматическое отключение насоса.

Температура корпуса работающего насоса не должна превышать 50°C, при достижении такой температуры произойдет автоматическое отключение насоса.

3.3.1.6 Датчики протока и температуры воды

Датчики протока и температуры воды схематично изображены в виде небольших кругов. Эти датчики всегда изображаются парами, слева находится датчик температуры, справа – датчик протока воды. Также рядом с датчиками показана их размерность – градусы по Цельсию и литры в минуту (см. рисунок 3.22).



Рисунок 3.22 – Изображение датчиков протока и температуры воды на мнемосхеме ВС

Состояние всех датчиков протока индицируется следующими цветами:

- серый – проток воды ниже нормы;
- голубой – проток воды в норме;

Состояние всех датчиков температуры воды индицируется следующими цветами:

- зеленый – температура воды в норме – рабочий режим;
- желтый – температура воды превышает норму – опасный режим;
- красный – температура воды достигла критического значения – критический режим.

3.3.1.7 Компрессор

Изображение компрессора (рисунок 3.23) индицируется следующими цветами:

- зеленый – компрессор включен, давление воздуха в норме;
- желтый – компрессор включен, недостаточное давление воздуха;
- серый – компрессор выключен.



Рисунок 3.23 – Изображение компрессора на мнемосхеме ВС

При первом включении компрессора он работает до создания необходимого давления в пневмосети. Рабочее давление устанавливается на реле давления и составляет 5-6 атмосфер. Если компрессор не создаёт рабочее давление в течении 5-6 минут, необходимо проверить пневмосистему на наличие утечек воздуха.

3.3.1.8 Станция охлаждения

Изображение станции охлаждения (рисунок 3.24) выглядит следующим образом, ее состояние также индицируется аналогичными цветами:

- зеленый – станция охлаждения включена;
- серый – станция охлаждения выключена;
- желтый – станция охлаждения включается/выключается.

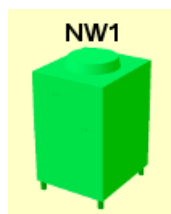


Рисунок 3.24 – Изображение станций охлаждения на мнемосхеме ВС

3.3.2 Части вакуумной системы

Мнемосхема вакуумной системы условно разделена на 3 части:

- вакуумная камера;
- магистрали откачки и напуска в камеру;
- панель выбора режима работы ВС.

3.3.2.1 Вакуумная камера

Данная часть мнемосхемы ВС содержит схематичное изображение электронно-оптической колонны (ЭОК). В состав ЭОК входят:

- электронно-лучевая пушка (ЭЛП);
- шибер (VE1);
- турбомолекулярный насос (ТМН);
- датчики давления в камере, ЭЛП и межстенном пространстве;
- поле вывода времени до остановки ТМН;
- клапан отсечки ТМН (VPT);
- повысительный циркуляционный насос (NW2).

Также на вакуумной камере изображены дверь камеры и межстенное пространство камеры (см. рисунок 3.25).

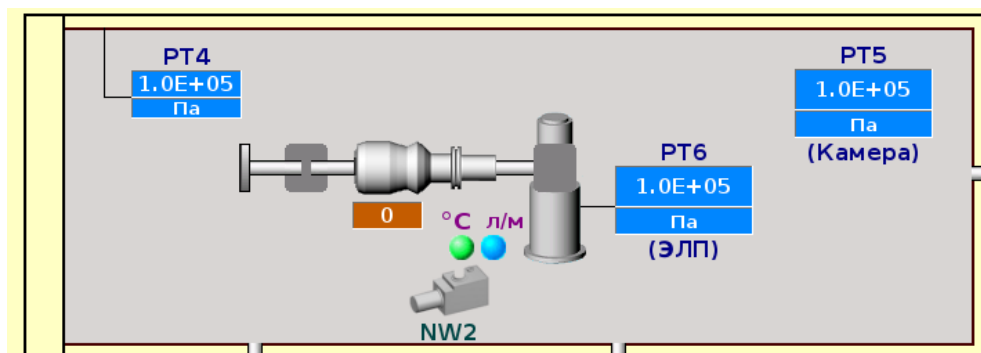


Рисунок 3.25 – Изображение вакуумной камеры на мнемосхеме ВС

3.3.2.2 Магистраль отдачи и напуска в камеру

Данная часть мнемосхемы ВС показана на рисунке 3.26 и содержит схематичное изображение магистралей отдачи и клапанов напуска воздуха в камеру. Все элементы мнемосхемы уже были рассмотрены ранее.

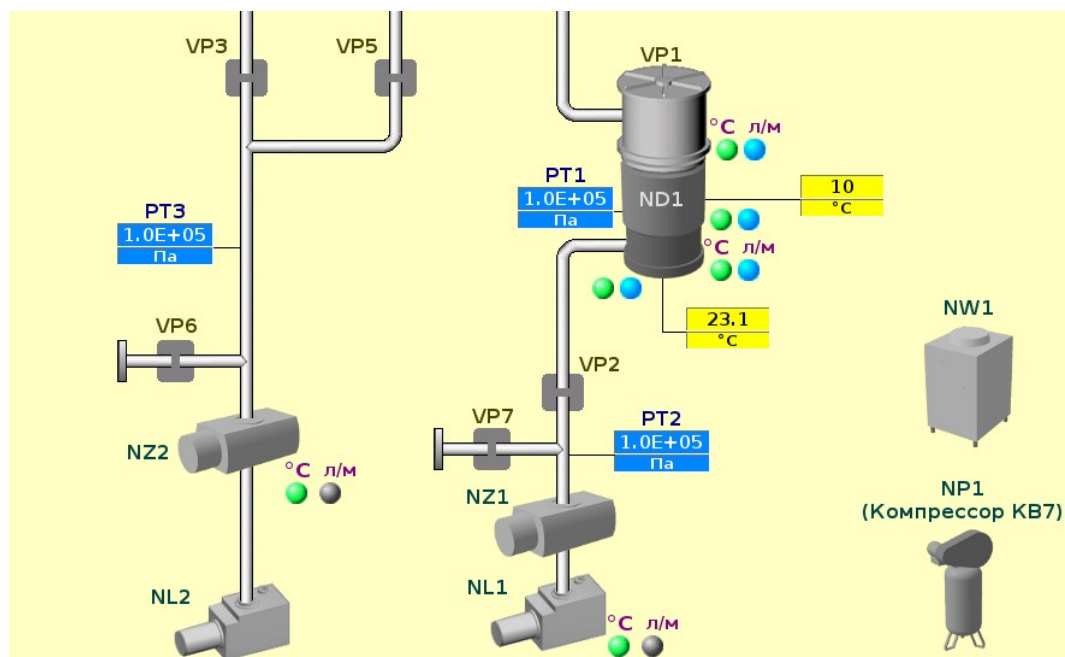


Рисунок 3.26 – Магистраль отдачи и напуска на мнемосхеме ВС

Вакуумная система состоит из высоковакуумной ветки с диффузионным насосом и из форвакуумной ветки. В нормальном режиме работают все насосы.

3.3.2.3 Панель выбора режима работы ВС

Режимы работы вакуумной системы подразделяются на ручные и автоматические. В ручных режимах все действия выполняются оператором. Реализовано два ручных режима – режим без блокировок и непосредственно ручной режим. В автоматическом режиме оператор только выбирает режим, после чего контроллер выполняет необходимую последовательность действий. Автоматические режимы работы рассмотрены в пункте 6.3.4.

Внимание! Автоматические режимы включают в себя взаимодействие с вакуумной системой ЭЛП, поэтому при запуске автоматического режима нужно убедиться в наличии связи с БКУ. Если связи нет, то автоматический алгоритм может выполняться не до конца или некорректно.

Для отображения текущего режима работы ВС используется панель режима работы ВС (см. рисунок 3.27). Она содержит:

- панель названия текущего режима;
- панель времени выполнения режима;
- панель состояния текущего режима.

Режим работы вакуумной системы	
Откачка камеры	Выполнен
	00:00:00

Рисунок 3.27 – Панель «Режим работы вакуумной системы»

Панель названия содержит название текущего алгоритма работы ВС. После окончания выполнения автоматического алгоритма, ВС переходит ручной режим. Режим работы, предшествовавший текущему, показан в соответствующей панели.

Окно времени выполнения режима показывает время выполнения текущего режима работы ВС. В случае неавтоматического режима в окне отображается время «00:00:00».

3.3.3 Ручные режимы работы

В программе оператора реализовано два ручных режима работы с ВС: без блокировок (наладка) и с блокировками (ручное управление). Ручной режим подразумевает открытие/закрытие клапанов и затворов и включение/выключение насосов без применения автоматических алгоритмов.

При нажатии на клапан или насос на мнемосхеме ВС появится окно состояния данного элемента.

Это окно содержит:

- обозначение элемента на мнемосхеме;
- его полное название;
- строку состояния элемента;
- таблицу показаний датчиков (для насосов);
- кнопку управления элементом;
- кнопку закрытия данного окна.

Различные варианты окон состояния элементов вакуумной системы показано на рисунке 6.28.

VP52	ND2	NP1																																
Клапан пневмоэлектрический AVBS-ISO-63-P2-E	Диффузионный насос НД-1000	Компрессор К-В-7																																
[закрыт]	[выключен]	[готов]																																
Открыть Скрыть	<table border="1"><thead><tr><th>Величина</th><th>Значение</th></tr></thead><tbody><tr><td>Питание</td><td>Вкл.</td></tr><tr><td>Перегрев</td><td>Выкл.</td></tr><tr><td>Реле контроля тока</td><td>Выкл.</td></tr><tr><td>Температура</td><td>18.9</td></tr><tr><td>Проток верхний, л/мин</td><td>0.0</td></tr><tr><td>Температура проток...</td><td>18.3</td></tr><tr><td>Проток нижний, л/мин</td><td>0.0</td></tr><tr><td>Температура проток...</td><td>18.6</td></tr><tr><td>Проток ловушки, л/мин</td><td>0.0</td></tr><tr><td>Температура проток...</td><td>17.1</td></tr><tr><td>Время работы (ч)</td><td>26.5</td></tr></tbody></table>	Величина	Значение	Питание	Вкл.	Перегрев	Выкл.	Реле контроля тока	Выкл.	Температура	18.9	Проток верхний, л/мин	0.0	Температура проток...	18.3	Проток нижний, л/мин	0.0	Температура проток...	18.6	Проток ловушки, л/мин	0.0	Температура проток...	17.1	Время работы (ч)	26.5	<table border="1"><thead><tr><th>Величина</th><th>Значение</th></tr></thead><tbody><tr><td>Готовность</td><td>Вкл.</td></tr><tr><td>Питание</td><td>Вкл.</td></tr><tr><td>Перегрев</td><td>Выкл.</td></tr></tbody></table>	Величина	Значение	Готовность	Вкл.	Питание	Вкл.	Перегрев	Выкл.
Величина	Значение																																	
Питание	Вкл.																																	
Перегрев	Выкл.																																	
Реле контроля тока	Выкл.																																	
Температура	18.9																																	
Проток верхний, л/мин	0.0																																	
Температура проток...	18.3																																	
Проток нижний, л/мин	0.0																																	
Температура проток...	18.6																																	
Проток ловушки, л/мин	0.0																																	
Температура проток...	17.1																																	
Время работы (ч)	26.5																																	
Величина	Значение																																	
Готовность	Вкл.																																	
Питание	Вкл.																																	
Перегрев	Выкл.																																	
VP13																																		
Клапан пневмоэлектрический AVBS-KF-25-P-E																																		
[открыт]																																		
Закрыть Скрыть																																		
	Включить Скрыть																																	

Рисунок 3.28 – Окна состояния элементов ВС

Таблица показаний датчиков содержит значения датчиков, связанных с выбранным насосом. В случае отсутствия связи с датчиком текущее показание будет окрашено в розовый цвет.

Кнопка управления элементом предназначена для открытия/закрытия клапанов и затворов и включения/выключения насосов. После нажатия кнопки начнется выполнение того действия, название которого написано на кнопке: **Открыть/Закрыть** или

Включить/Выключить. Если на данный элемент установлена блокировка, то кнопка управления будет неактивной. Список блокировок прилагается в приложении А.

При попытке перехода в режим «Наладка» будет показана панель ввода для введения пароля. По-умолчанию, пароль установлен в значение «124816».

3.3.4 Автоматические режимы работы

В автоматическом режиме вся необходимая последовательность действий выполняется самостоятельно контроллером. Оператору необходимо выбрать необходимый алгоритм, нажав соответствующую кнопку на кнопочной панели (см. рисунок 3.29), и подтвердить его выполнение.

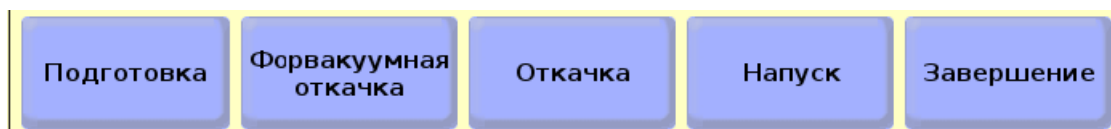


Рисунок 3.29 – Кнопки запуска автоматических режимов ВС

Оператор имеет возможность запустить один из следующих автоматических режимов работы:

- Алгоритм **«Подготовка»**.

Этот алгоритм служит для подготовки к работе диффузионного насоса ND1. После запуска этого алгоритма будут закрыты клапаны VP2, VP7. Далее выполняется включение форвакуумного насоса NL1 и откачка магистрали насоса до заданного давления по датчику PT2. После этого выполняется проверка давления в диффузионном насосе по датчику PT1. Если оно выше предустановленного значения, тогда выполняется открытие клапана VP2 и откачка насоса до необходимого давления; после этого выполняется включение насоса NZ1. Если давление в диффузионном насосе ниже предустановленного значения, то сначала выполняется включение NZ1, а затем открытие клапана VP2. После понижения давления в диффузионном насосе ND1 по датчику PT1 до значения форвакуума, происходит его включение. После прогрева масла в диффузионном насосе до заданного значения, алгоритм «Подготовка» считается завершенным.

- Алгоритм **«Форвакуумная откачка»**.

Этот алгоритм служит для создания в камере промежуточного вакуума и выполняется без прогрева и подключения к камере диффузионного насоса. Для выполнения этого алгоритма необходимо чтобы дверь камеры была закрыта и прижата. В начале выполнения алгоритма происходит закрытие клапанов напуска в камеру (VP4, VP8), а также клапанов VP3, VP5 и VP6. После этого проверяется давление в камере. Если в камере атмосферное

давление, тогда открывается затвор VP3, после чего включается насос NL2. Если в камере промежуточное давление, тогда сначала включается насос NL2; затем, после откачки магистрали до давления, близкому к давлению в камере, открывается затвор VP3. После снижения давления в камере ниже значения включения насоса Рутса NZ2, выполняется его включение. При достижении в камере давления ниже значения форвакуума, алгоритм считается завершенным.

– Алгоритм **«Откачка»**.

Для выполнения этого алгоритма необходимо чтобы дверь камеры была закрыта и прижата. После запуска алгоритма будет выполнено включение диффузионных насосов (если они не включены), в порядке, описанном в алгоритме «Подготовка». Затем выполняется форвакуумная откачка камеры, включающая в себя те же действия что и в алгоритме «Форвакуумная откачка». После завершения форвакуумной откачки система ожидает нагрева диффузионного насоса до заданной температуры. По достижении этой температуры выполняется открывание затвора VP1. Далее следует совместная откачка камеры форвакуумной и высоковакуумной магистралями до достижения вакуума в камере ниже заданного значения. После этого происходит закрывание затвора VP3 и последовательное выключение насосов NZ2 и NL2. После достижения в камере рабочего вакуума алгоритм «Откачка» считается выполненным.

– Алгоритм **«Напуск»**.

Для выполнения алгоритма «Напуск» необходимо чтобы ускоряющее напряжение было выключено, шиберный затвор пушки (VE1) и клапан ТМН (VPT) закрыты. После запуска данного алгоритма выполняется отключение приводов, спиралей, диска видеосистемы и закрытие затворов VP1 и VP3. Выполняется открытие клапана напуска в камеру VP8 на небольшой интервал времени, для проверки герметичности шибера и затвора диффузионного насоса. Если один из затворов негерметичен, то алгоритм «Напуск» завершается с выдачей предупреждения об ошибке. Если через заданный интервал времени давление в диффузионном насосе и в пушке не изменяется, то выполняется открытие клапана напуска VP4, а по истечении заданного времени, его закрытие. После этого алгоритм «Напуск» считается выполненным.

– Алгоритм **«Завершение работы»**

Для выполнения алгоритма «Завершение работы» необходимо чтобы ускоряющее напряжение было выключено, шиберный затвор пушки (VE1) и клапан ТМН (VPT) закрыты. После запуска данного алгоритма происходит закрытие затворов VP1 и VP3. После этого выполняется выключение насосов ND1 и NZ2. После остановки ротора насоса NZ2, происходит открытие клапана напуска VP6 и выключение насоса NL2. По истечении времени напуска, клапан VP6 закрывается. После остывания насоса ND1 до установленной температуры, закрывается затвор VP2, выключается насос NZ1. Затем выполняется выключение форвакуумного насоса NL1 и напуск воздуха в его магистраль. По истечении времени напуска, выполняется закрытие клапана напуска VP7. Затем выключаются станция охлаждения NW1 и компрессор NP1, алгоритм «Завершение работы» выполнен.

Все действия системы при работе автоматического алгоритма заносятся в лог программы и могут быть просмотрены оператором.

В случае невозможности выполнения какого-либо этапа автоматического алгоритма произойдет остановка выполнения этого алгоритма с выдачей сообщения об ошибке и переход в ручной режим.

Установленные значения, используемые системой при автоматических алгоритмах, можно просматривать и редактировать (см. раздел 3.6).

3.4 Управление параметрами энергоблока

Элементы управления параметрами энергоблока ЭЛА-60И расположены в левой верхней части экрана (см. рисунок 3.30).

Наличие связи ПО с контроллером ЭЛА-60И индицируется лампочкой «ЭЛА» на панели «Связь с подсистемами». Связь между устройствами осуществляется по сети Ethernet.

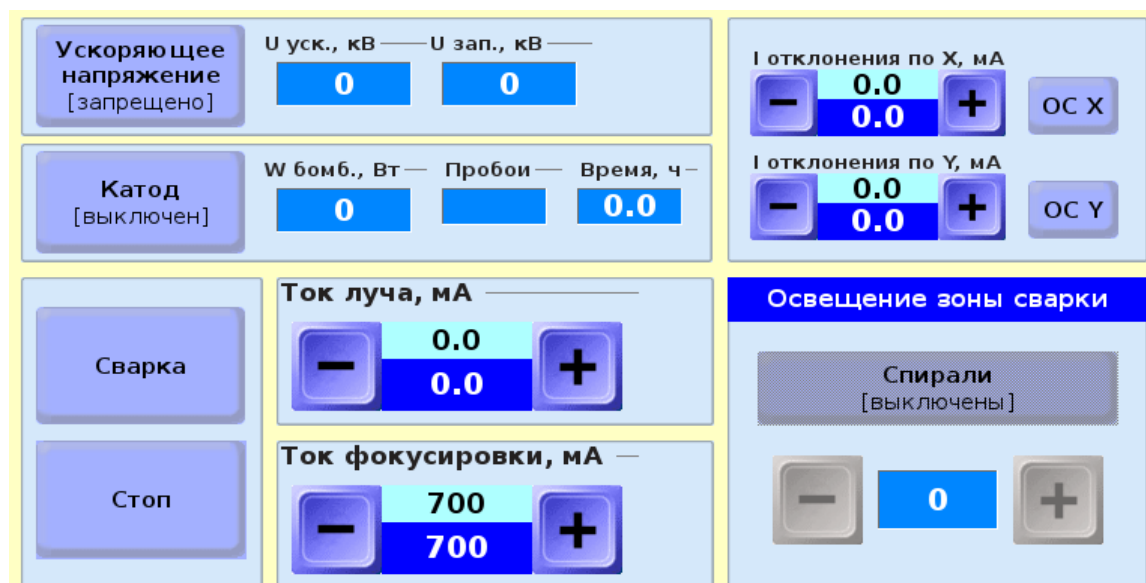


Рисунок 3.30 – Элементы управления параметрами энергоблока

Каждый параметр имеет поле вывода тёмно-синего цвета, в котором с установленной точностью отображается его текущее значение. В поле голубого цвета отображается текущая уставка данного параметра. Изменять можно только уставку параметра, для этого необходимо нажать на соответствующее поле, после чего появится панель ввода.

Параметры «Ток луча, мА», «Ток фокусировки, мА», «Ток отклонения по X, мА», «Ток отклонения по Y, мА» имеют кнопки уменьшения («-») и увеличения («+») значения параметра. При нажатии на соответствующую кнопку происходит изменение величины уставки параметра на предустановленное приращение. Величины приращений, а также максимальные и минимальные значения всех параметров приведены в приложении Б.

Для включения питания блоков отклоняющих систем ЭОК используются кнопки **ОС X** и **ОС Y** соответственно. Для разрешения включения ускоряющего напряжения и для включения катода используются кнопки **Ускоряющее напряжение** и **Катод**

соответственно. Включение ускоряющего напряжения производится со стойки энергоблока. Кнопки **Сварка** используется для включения соответствующего режима. Для мгновенного выключения луча служит кнопка **Стоп**.

Если выполняемое действие недопустимо, кнопки управления будут заблокированы. Для того чтобы просмотреть блокировки нужно нажать на соответствующую кнопку, после чего появится выпадающий список всех блокировок. Действующие блокировки отмечены красным цветом. После устранения блокировок кнопка управления станет доступной.

Панель управления освещением зоны сварки используется для управления освещением зоны сварки при помощи вольфрамовых спиралей. Для включения и выключения спиралей используется кнопка **Спираль**. Включение и выключение спиралей возможно только при рабочем вакууме. Для управления яркостью свечения спиралей используются кнопки «+» и «-». Каждое нажатие этих кнопок увеличивает или уменьшает напряжение управления спиралью на 1 вольт. Максимальной яркости соответствует напряжение 10 вольт.


При включении ЭЛА-60И большая часть действий выполняется из программы оператора, но некоторые действия должны быть выполнены с кнопочной панели стойки ЭЛА-60И. Типовой порядок включения ЭЛА-60И следующий:

- 1) В камере необходимо создать давление ниже 0,05Па. Станция охлаждения при этом должна быть включена.
- 2) Последовательно открыть клапан ТМН, шибер, включить насос ТМН, для этого использовать элементы на мнемосхеме вакуумной камеры.
- 3) На панели управления ЭЛА вставить ключ доступа, повернуть его в положение «1» для включения ВИП.
- 4) На сенсорном мониторе стойки ЭЛА нажать кнопку **Разрешить включение сети**, в окне подтверждения нажать **Да**.
- 5) Нажать кнопку **Сеть** на кнопочной панели управления энергоблока.
- 6) Включить питание отклоняющих катушек, для этого использовать кнопки **ОС X**, **ОС Y**.
- 7) Убедиться, что в программе оператора установлен ток фокусировки выше 700 мА, если ток ниже – задать значение 700 мА.
- 8) Включить катод кнопкой **Катод**.

- 9) Задать необходимые значения параметра «Мощность бомбардировки». Дождаться, когда мощность бомбардировки достигнет заданного значения.
- 10) Установить разрешение включения ускоряющего напряжения кнопкой **Ускоряющее напряжение**.
- 11) Включить ускоряющее напряжение на кнопочной панели управления энергоблока.

Подробное описание программы энергоблока ЭЛА-60И, исполнительных элементов программы, порядок работы с оборудованием и т. д., содержится в разделе 7 данного руководства.

3.5 Управление видеонаблюдением на вторичных электронах и технологическими развертками

Изображение видео на вторичных электронах выводится непосредственно в программу оператора при нажатии кнопки «». Панель управления параметрами видео и развёрток осуществляется с панели дополнительного управления. Она разделена на три вкладки:

- видео по датчику вторичных электронов;
- технологические развертки;
- настройки.

3.5.1 Панель «Видео по ДВЭ»

Видеонаблюдение на вторичных электронах применяется для точного позиционирования ЭЛП на сварочный стык. Панель управления видеонаблюдением (см. рисунок 3.31) на вторичных электронах используется для дистанционного управления программой контроллера видеонаблюдения на вторичных электронах. Для перехода к панели нужно открыть вкладку «Видео ДВЭ», затем выбрать вкладку «Видео».

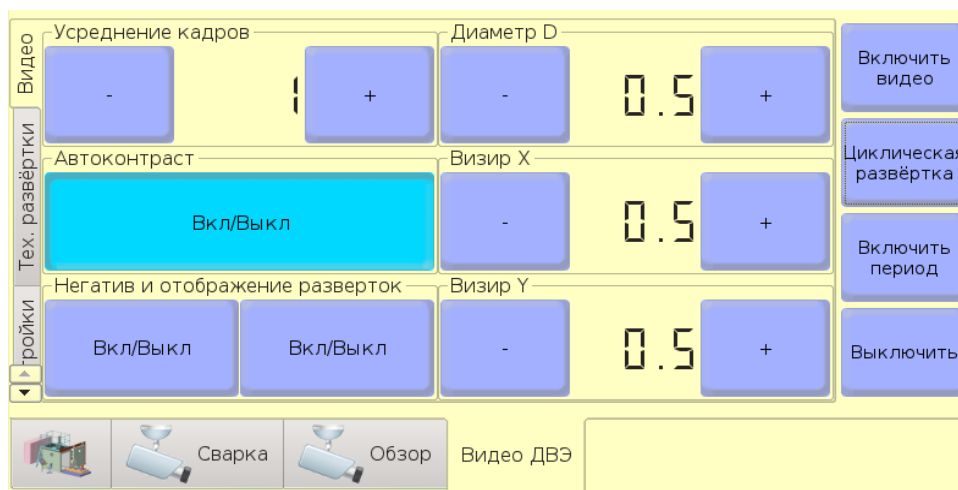


Рисунок 3.31 – Панель управления видеонаблюдением на вторичных электронах

На панели находятся кнопки задания параметров и кнопки управления настройками контроллера видео ДВЭ. Задание параметров происходит аналогично заданию параметров энергоблока. Кнопки **+** и **-** увеличивают и уменьшают значение параметра на заданный инкремент, нажатие на окно отображения значения параметра открывает панель ввода. Величины приращений, а также максимальные и минимальные значения всех параметров приведены в приложении Б.

Усреднение кадров – опция, предназначенная для улучшения качества изображения путём отображения усреднённого (по указанному числу кадров) изображения. Рекомендуется использовать значение от 1 до 5.

Автоконтраст - опция, позволяющая получить наиболее чёткое изображение. При задействовании автоконтраста максимальный уровень сигнала, поступающего с датчика вторичных электронов, отображается максимально ярким или тёмным (в зависимости от задействия опции «Негатив»). Рекомендуется задействовать данную опцию постоянно и лишь в случае необходимости (резкое изменение яркости) отключать. Для включения автоконтрастности нажать кнопку **Вкл/Выкл** на панели «Автоконтраст».

Кнопка **Вкл/Выкл** на панели «Негатив» служит для включения отображения негатива или позитива сигнала, поступающего с датчика вторичных электронов. Использование данной опции позволяет выбрать предпочитаемое зрительное восприятие изображения.

Отображение развёрток – опция, позволяющая визуализировать расположение развёрток на видеоизображении.

Визир предназначен для выделения определённой точки на видеоизображении. Как правило, визиром указывают положение неотклонённого электронного луча (на ровной поверхности небольшим током прожигают точку, после позиционируют визир). Позиционирование визира осуществляется кнопками **+** и **-** на панелях «Визир X» и «Визир Y». Указывается число от 0 до 1 с шагом 0.01, где 0 по X и по Y соответствует левому верхнему положению визира, 1 по X и по Y соответствует правому нижнему положению визира. Размер визира задаётся на панели «Диаметр».

Кнопка **Включить видео** в правой части панели служит для включения изображения по ДВЭ, кнопка **Выключить** – для его отключения.

3.5.2 Панель «Технологические развертки»

Панель управления технологическими развертками (см. рисунок 3.32) используется для дистанционного задания параметров технологических разверток. Для перехода к панели нужно открыть вкладку «Видео ДВЭ», затем выбрать вкладку «Тех. развертки».

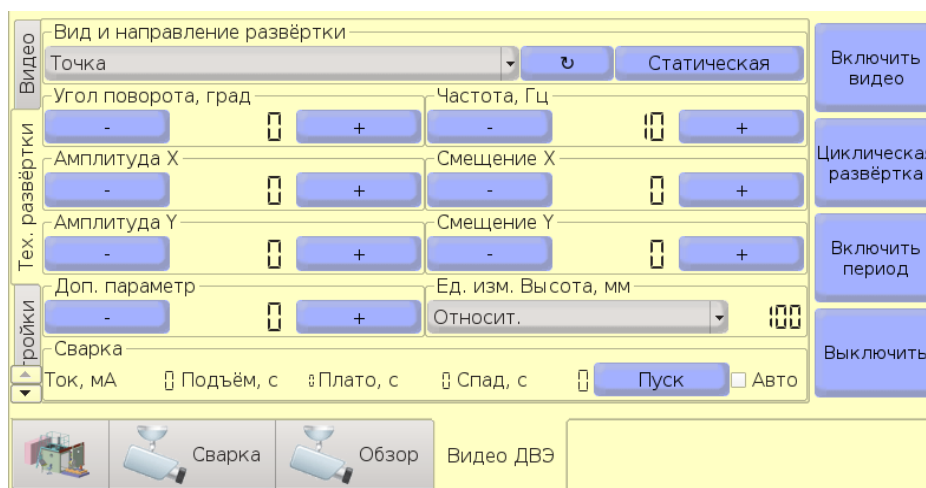


Рисунок 3.32 – Панель управления технологическими развертками

На панели находятся кнопки задания параметров и кнопки управления настройками технологических разверток. Параметр «Вид развертки» позволяет выбрать геометрическую форму развертки. Доступны следующие виды развертки – «Точка», «Концентрические эллипсы», «Концентрические окружности», «Синус», «Восьмёрка», «Прямоугольник», «Прямая», «Ромб», «Пила», «Расщепление», «Треугольник», «Звезда», «Спираль» и другие. Большинство названий не нуждаются в комментариях, визуально оценить формы развёрток проще всего по движению луча по заранее подготовленной поверхности.

Задание параметров происходит аналогично заданию параметров энергоблока. Кнопки и увеличивают и уменьшают значение параметра на заданный инкремент, нажатие на окно отображения значения параметра открывает панель ввода. Величины приращений, а также максимальные и минимальные значения всех параметров приведены в приложении Б.

Кнопка позволяет выбрать режим работы технологической развертки. В статическом режиме развертка работает с заранее заданными параметрами, в динамическом режиме все параметры, а также вид развертки могут быть изменены «на ходу» (без выключения).

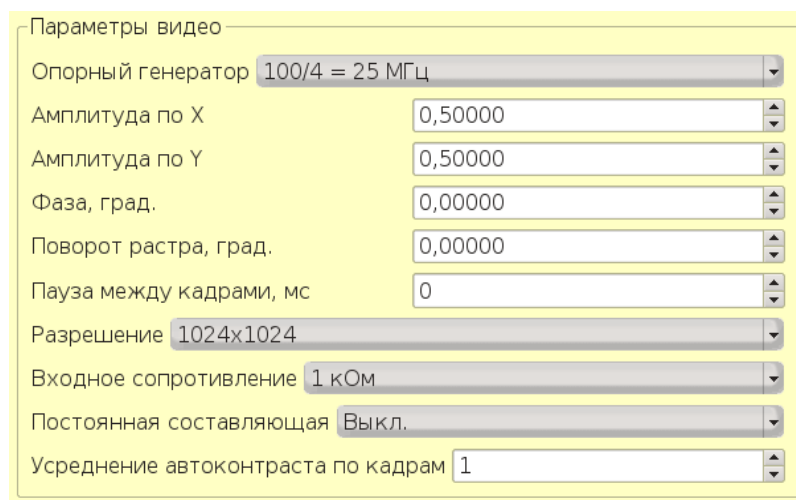
Кнопка **Вращение по часовой** служит для выбора направления вращения луча при использовании технологической развертки. Когда кнопка отжата перемещение луча при включенной развертке осуществляется против часовой стрелки.

На панели «Сварка» можно задать и воспроизвести режим нарастания и спада тока луча. Кнопка «Ток» служит для задания сварочного тока, кнопка «Подъём» - для задания времени нарастания тока луча от нуля до указанного тока сварки, кнопка «Плато» - для задания времени постоянного тока луча, Кнопка «Спад» - для задания времени спада тока от значения сварочного до нуля. После настройки всех параметров по нажатию кнопки **Пуск** заданный режим будет воспроизведён. Чтобы включить режим нарастания/спада тока с развёрткой, необходимо установить галочку «Авто», затем включить развёртку. Настроенный режим будет воспроизведён с заданными параметрами развёртки луча.

Кнопка **Циклическая развёртка** в правой части панели служит для включения технологическую развертку с настроенными параметрами в циклическом режиме, то есть с постоянными повторениями формы. Кнопка **Включить период** служит для одноразового воспроизведения выбранной развёртки. Кнопка **Выключить** используется для выключения развёртки.

3.5.3 Панель «Настройки»

На панель «Настройка» (рисунок 3.33) выведены параметры видео ДВЭ авторегулировки сигнала, цифровой фильтрации и т. д., изменение которых обычно не требуется во время работы. Задание параметров осуществляется либо с клавиатуры (для подтверждения параметра необходимо нажать «Enter»), либо нажатием на кнопки соответствующего поля. Для перехода к панели нужно открыть вкладку «Видео ДВЭ», затем выбрать вкладку «Настройки».



Параметры видео	
Опорный генератор	100/4 = 25 МГц
Амплитуда по X	0,50000
Амплитуда по Y	0,50000
Фаза, град.	0,00000
Поворот раstra, град.	0,00000
Пауза между кадрами, мс	0
Разрешение	1024x1024
Входное сопротивление	1 кОм
Постоянная составляющая	Выкл.
Усреднение автоконтраста по кадрам	1

Рисунок 3.33 – Панель управления технологическими развертками (параметры видео)


К настройкам видео ДВЭ относятся:

- Амплитуда по X (в относительных единицах) – задает амплитуду по координате X. Чем больше данное значение, тем больше область сканирования изображения. Для настройки рекомендуется подобрать параметр таким образом, чтобы обеспечить подходящий масштаб изображения. Значение равное 1.0 указывает на максимально возможный угол сканирования. При значениях меньших 1.0 угол сканирования уменьшается, а масштаб изображения возрастает.
- Амплитуда по Y (в относительных единицах) – задает амплитуду по координате Y. Чем больше данное значение, тем больше область сканирования изображения. Настройка осуществляется также, как и настройка амплитуды X.
- Фаза (в градусах) – фазовый сдвиг сигнала, поступающего на датчик вторичных электронов. Значение этого параметра определяется экспериментально. Для этого необходимо неотклоненным лучом прожечь точку, затем подбирать фазу

таким образом, чтобы прожженная неотклоненным лучом точка находилась в центре экрана по координате X (положение визира по координате X – 0,5).

- Поворот раstra (в градусах) – позволяет повернуть сканирующий растр в плоскости перпендикулярной оси пушки. Рекомендуемое значение – 0, 90, 180 и 270 градусов.
- Разрешение – позволяет изменять разрешение изображения. Можно выбрать одно из трех разрешений видео: высокое (1024×1024), среднее (512×512), низкое (256×256).
- Пауза между кадрами (в миллисекундах) – задает время между кадрами в покадровом режиме; значение 0 задает непрерывное сканирование.

6.6 Параметры системы

Окно «Параметры системы» (см. рисунок 3.34) служит для просмотра и редактирования предустановленных значений пульта оператора, контроллера вакуумной системы и энергоблока. Для доступа к этому окну необходимо нажать кнопку «» на нижней панели программы оператора.

Параметры системы		
ID	Описание	Значение
KBC:0001	Таймаут откачки магистрали до форвакуума, с	120
KBC:0002	Таймаут откачки магистрали до включения NZ3, с	900
KBC:0003	Таймаут откачки камеры до форвакуума, с	1200
KBC:0004	Таймаут откачки камеры до рабочего вакуума, с	1800
KBC:0005	Время тестового напуска в камеру, с	0.2
KBC:0006	Время ожидания после тестового напуска, с	10
KBC:0007	Время ожидания после напуска в камеру, с	60
KBC:0008	Таймаут совместной откачки камеры форвакуумной и диффузионной магистра...	150
KBC:0009	Время ожидания открытия/закрытия шиберы пушки, с	10
KBC:0010	Форвакуум, Па	6.5
KBC:0011	Атмосфера, Па	98000
KBC:0012	Максимально допустимая разница давлений для открытия соединительного кл...	1000
KBC:0013	Целевое давление совместной откачки, Па	1.5
KBC:0014	Рабочий вакуум, Па	0.065
KBC:0015	Давление в магистрали для начала откачки ND, Па	18
KBC:0016	Таймаут ожидания необходимого давления в пневмосети, с	300
KBC:0017	Таймаут ожидания выключения компрессора, с	5
KBC:0018	Таймаут включения/выключения NW1, с	5
KBC:0019	Рабочая температура ND1	250
KBC:0020	Температура остывшего ND1	120
KBC:0021	Таймаут включения/выключения ND1, с	5
KBC:0022	Время нагрева ND1 до рабочей температуры, с	3600
KBC:0023		3300

Изменить


Рисунок 3.34 – Окно «Параметры системы»

Внимание! Функция редактирования параметров системы защищена паролем. Выполнять изменение разрешается только квалифицированным специалистам, понимающим степень ответственности. Рекомендуется выполнять изменение параметров после согласования с производителем оборудования.

Для изменения параметра выбрать в таблице строку с соответствующим параметром и нажать кнопку **Изменить**. В появившемся окне ввода сначала ввести новое значение параметра, затем пароль, подтверждающий изменение параметра.

Названия и значения по умолчанию всех параметров приведено в приложении В.

3.7 Окно «Координаты точки»

Кнопка «» на нижней панели программы оператора служит для открытия окна «Координаты точки» (рисунок 3.35). Окно служит для сохранения текущего положения механической системы, а также для возврата в ранее сохраненное положение. Сохранение положения механической системы может потребоваться в случае, если для двух или более контуров изменяется ориентация ЭЛП или положение глобусного стола. В этом случае перед сваркой необходимо переместить механическую систему в сохраненное положение.

Окно «Координаты точки» содержит:

- название файла положения механической системы;
- таблицу координат данного положения;
- кнопки управления.

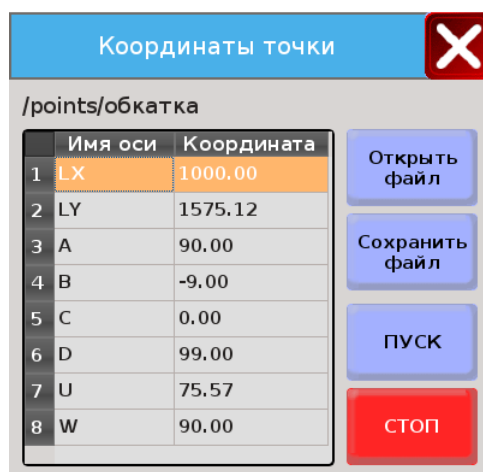


Рисунок 3.35 – Окно «Координаты точки»

При открытии окна в таблице координат отображаются текущие координаты по механическим осям. Для сохранения этого положения нажать кнопку **Сохранить файл**, в открывшемся окне ввести имя файла. Для загрузки ранее сохранённого положения механической системы, нажать кнопку **Открыть файл**, в открывшемся окне выбрать необходимый файл из списка. Окно работы с файлами координат аналогичны окнам работы с файлами УП (рисунок 3.14).

Для перемещения в выбранную точку по данной механической оси необходимо выделить строку с названием оси в таблице координат и нажать кнопку **ПУСК**. Кнопка **СТОП** служит для остановки запущенного перемещения. Перемещение к точке аналогично фиксированным перемещениям по осям.

Файлы координат сохраняются на жестком диске компьютера в директории «/points».

***Примечание** – до того, как завершится перемещение по указанной оси, запуск перемещения по другой оси заблокирован.*

6.8 Управление пользователями

При запуске программы оператора необходимо выполнить регистрацию пользователя в системе (см. раздел 3). Имя пользователя отображается на панели индикации, записывается в лог-файл программы и в паспорт сварки.

Существует два уровня доступа пользователей – наладчик и оператор. Наладчик обладает всеми функциями оператора, кроме того он может работать в режиме «Наладка» (без блокировок), добавлять и удалять пользователей и редактировать параметры системы. Для оператора эти функции программы недоступны.


Для открытия панели управления пользователями (рисунок 3.36) необходимо нажать кнопку «» на нижней панели программы оператора.



Рисунок 3.36 – Панель управления пользователями

Для удаления пользователя необходимо выбрать соответствующую строку таблицы и нажать кнопку **Удалить**. Пользователь «Администратор» является служебным и не может быть удалён. Также нельзя удалить пользователя, под которым был выполнен вход в систему.

Для добавления нового пользователя необходимо нажать кнопку **Добавить**. При этом будет открыто окно добавления пользователя (рисунок 3.37).

Добавление пользователя

Отображаемое имя: Иван Иванов

Логин: vanya

Пароль: ●●●●

Подтверждение пароля: ●●●●

Уровень доступа: Наладчик

Добавить

Рисунок 3.37 – Панель добавления пользователя

Для добавления пользователя нужно ввести с клавиатуры его имя, логин и пароль для входа в систему (дважды), а также задать для него уровень доступа. После ввода всех данных нажать кнопку **Добавить**.

Внимание! Данные всех пользователей содержатся в зашифрованном виде в файле `users.bin`. В случае повреждения или удаления этого файла, вход в программу оператора можно осуществить только под учётной записью Администратора. Логин для неё – `su`, пароль – `11235813`. После входа в программу оператора можно заново создать учётные записи всех пользователей.

3.9 Сообщения системы управления

Окно лог-файла служит для наблюдения за сообщениями, возникающими в ходе функционирования системы управления. Данное окно расположено на нижней панели программы оператора (рисунок 3.38).

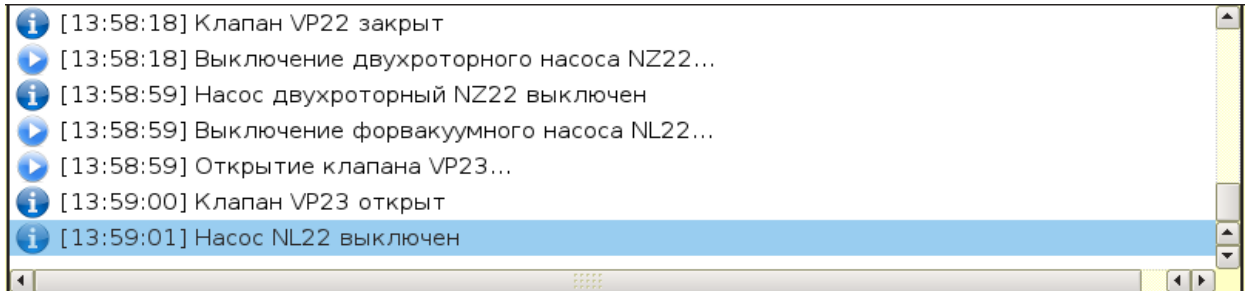


Рисунок 3.38 – Окно «Лог-файл»






В нем выводятся диагностические сообщения от всех систем установки.

Время появления сообщения выводится в формате «[чч:мм:сс]».

Текст сообщения содержит информацию, необходимую оператору для понимания происходящего на установке и принятия решения при аварийных ситуациях.

При завершении работы программы лог-файл сохраняется на жестком диске компьютера в директории «/log».

Сообщения выделяются пиктограммой по своему назначению:

-  – информационное сообщение;
-  – сообщение о выполнении системой команды;
-  – предупреждающее сообщение;
-  – сообщение об ошибке в системе;
-  – рекомендация оператору по выполнению необходимых действий.

4 Выключение установки

Для выключения всех систем установки необходимо в управляющей программе нажать кнопку **Выключение системы**. Эта кнопка доступна, когда выключены все насосы вакуумной системы, станция охлаждения и компрессор. При нажатии кнопки и подтверждения выхода в окне подтверждения, произойдет завершение работы программы оператора и выключение всех компьютеров комплекса. После завершения работы компьютера пульта оператора нажать кнопку **ИБП ВКЛ/ВЫК**, и удерживать ее до отключения индикатора ИБП. Повернуть ключ «Доступ» в положение «0» и извлечь его. Далее выключить вводной автомат на боковой стенке РУ.

Для выхода из программы оператора без выключения компьютеров, используется кнопка **Выход из программы** или комбинация клавиш на клавиатуре Ctrl + Q.

Приложение А
Таблица блокировок вакуумной системы

Элемент ВС	Действие	Блокировки
Станция охлаждения NW1	Включение	<i>Отсутствуют</i>
	Выключение	<i>Отсутствуют</i>
Повысительный насос NW2	Включение	<i>Отсутствуют</i>
	Выключение	<ul style="list-style-type: none"> • Высокое напряжение не выключено.
Компрессор NP1	Включение	<i>Отсутствуют</i>
	Выключение	<i>Отсутствуют</i>
Насос NL1	Включение	<ul style="list-style-type: none"> • Клапан VP7 не закрыт; • высокая температура охлаждающей жидкости; • недостаточный проток охлаждающей жидкости.
	Выключение	<ul style="list-style-type: none"> • Насос NZ1 не выключен; • клапан VP2 не закрыт.
Насос NL2	Включение	<ul style="list-style-type: none"> • Клапан VP6 не закрыт.
	Выключение	<ul style="list-style-type: none"> • Клапан VP3 не закрыт; • клапан VP5 не закрыт; • насос NZ2 не остановлен.
Насос NZ1	Включение	<ul style="list-style-type: none"> • Насос NL1 не включен; • недостаточное давление PT2.
	Выключение	<ul style="list-style-type: none"> • Клапан VP2 не закрыт.
Насос NZ2	Включение	<ul style="list-style-type: none"> • Насос NL2 не включен; • недостаточное давление PT3; • высокая температура охлаждающей жидкости; • недостаточный проток охлаждающей жидкости.
	Выключение	<ul style="list-style-type: none"> • Клапан VP3 не закрыт; • клапан VP5 не закрыт.
Насос ND1	Включение	<ul style="list-style-type: none"> • Клапан VP2 не открыт; • насос NL1 не включен; • недостаточный вакуум PT1; • высокая температура охлаждающей жидкости; • недостаточный проток охлаждающей жидкости.
	Выключение	<ul style="list-style-type: none"> • Затвор VP1 не закрыт.
Клапан VP2	Открывание	<ul style="list-style-type: none"> • Насос NL1 не включен;

		<ul style="list-style-type: none"> • недостаточный вакуум РТ2.
	Закрывание	<ul style="list-style-type: none"> • Насос ND1 не выключен.
Затвор VP1	Открывание	<ul style="list-style-type: none"> • Недостаточный вакуум в камере РТ5; • недостаточный вакуум в насосе РТ1; • насос ND1 включен.
	Закрывание	<i>отсутствуют</i>
Затвор VP3	Открывание	<ul style="list-style-type: none"> • Недопустимая разность давлений РТ3-РТ5; • клапан VP5 не закрыт; • клапан VP6 не закрыт; • клапаны напуска в камеру не закрыты.
	Закрывание	<i>отсутствуют</i>
Клапан VP7	Открывание	<ul style="list-style-type: none"> • Клапан VP2 не закрыт; • насос NZ1 не остановлен.
	Закрывание	<i>Отсутствуют</i>
Клапан VP6	Открывание	<ul style="list-style-type: none"> • Клапан VP5 не закрыт; • затвор VP3 не закрыт; • насос NZ2 не остановлен.
	Закрывание	<i>отсутствуют</i>
Клапан VP5	Открывание	<ul style="list-style-type: none"> • Недопустимая разность давлений РТ3-РТ4; • затвор VP3 не закрыт; • клапан VP6 не закрыт.
	Закрывание	<i>отсутствуют</i>
Клапаны напуска	Открывание	<ul style="list-style-type: none"> • Затвор VP1 не закрыт; • затвор VP3 не закрыт.
	Закрывание	<i>отсутствуют</i>

Приложение Б
Таблица значений параметров ЭЛА и ДВЭ

Параметр	Инкремент	Минимальное значение	Максимальное значение
Ток луча, мА	0,1	0	650
Ток фокусировки, мА	1	450	1000
Мощность бомбардировки, Вт	0,1	0	60
Ток отклонения по X, мА	0,1	-600	600
Ток отклонения по Y, мА	0,1	-600	600
Фильтр, ед.	1	1	100
Визир X, ед.	0,01	0	1
Визир Y, ед.	0,01	0	1
Диаметр визира, ед.	0,01	0	1
Амплитуда развертки X, ед.	0,001	0	1
Амплитуда развертки Y, ед.	0,001	0	1
Угол развертки, град.	1	-360	360
Частота развертки, Гц	1	1	10000
Высота, мм	1	1	500
Яркость спирали, В	1	0	10

Приложение В
Таблица параметров системы

Код параметра	Описание параметра	Значение по умолчанию
KBC:0001	Таймаут откачки магистрали до форвакуума, с	120
KBC:0002	Таймаут откачки магистрали до включения насосов Рутса NZ11, NZ21, NZ31, с	900
KBC:0003	Таймаут откачки камеры до форвакуума, с	1200
KBC:0004	Таймаут откачки камеры до рабочего вакуума, с	1800
KBC:0005	Таймаут прогрева диффузионных насосов в автоматическом режиме, с	4800
KBC:0006	Таймаут остывания диффузионных насосов в автоматическом режиме, с	7200
KBC:0007	Время тестового напуска, с	0,2
KBC:0008	Время ожидания после тестового напуска, с	10
KBC:0009	Время ожидания после напуска в камеру, с	180
KBC:0010	Таймаут совместной откачки камеры форвакуумной и диффузионными магистралями, с	500
KBC:0011	Время ожидания открытия/закрытия шиберы пушки, с	20
KBC:0012	Время ожидания откачки форвакуумных насосов перед подключением к диффузионному, с	20
KBC:0013	Пауза перед отключением форвакуумной группы от диффузионного насоса, с	1
KBC:0014	Форвакуум, Па	6,5
KBC:0015	Атмосфера, Па	98000
KBC:0016	Максимально допустимая разница давлений для открытия соединительного клапана, Па	1000
KBC:0017	Целевое давление совместной откачки, Па	1,5
KBC:0018	Рабочий вакуум, Па	0,01197
KBC:0019	Давление в магистрали для начала откачки ND, Па	18
KBC:0020	Давление включения насосов Рутса NZ11, NZ21, NZ31, Па	6000
KBC:0021	Максимально-допустимое давление в рубашке, Па	500
KBC:0022	Таймаут ожидания необходимого давления в пневмосети, с	300
KBC:0023	Таймаут ожидания выключения компрессора, с	5
KBC:0024	Таймаут ожидания включения NW1, с	60
KBC:0025	Таймаут ожидания выключения NW1, с	5
KBC:0026	Рабочая температура ND1, °C	250
KBC:0027	Критическая температура ND1, °C	290
KBC:0028	Температура остывшего ND1, °C	120

KBC:0029	Таймаут включения/выключения ND1, с	5
KBC:0030	Таймаут нагрева ND1 до рабочей температуры, с	3600
KBC:0031	Таймаут остывания ND1, с	7200
KBC:0032	Время откачки форвакуума в ND1, с	300
KBC:0033	Давление в ND1 при котором автоматически выключать нагрев, Па	80
KBC:0034	Максимально-возможная температура ND1, °C	330
KBC:0035	Минимально-возможная температура ND1, °C	0
KBC:0036	Рабочая температура ND2, °C	250
KBC:0037	Критическая температура ND2, °C	290
KBC:0038	Температура остывшего ND2, °C	120
KBC:0039	Таймаут включения/выключения ND2, с	5
KBC:0040	Таймаут нагрева ND2 до рабочей температуры, с	3600
KBC:0041	Таймаут остывания ND2, с	7200
KBC:0042	Время откачки форвакуума в ND2, с	300
KBC:0043	Давление в ND2 при котором автоматически выключать нагрев, Па	80
KBC:0044	Максимально-возможная температура ND2, °C	330
KBC:0045	Минимально-возможная температура ND2, °C	0
KBC:0046	Рабочая температура ND3, °C	250
KBC:0047	Критическая температура ND3, °C	290
KBC:0048	Температура остывшего ND3, °C	120
KBC:0049	Таймаут включения/выключения ND3, с	5
KBC:0050	Таймаут нагрева ND3 до рабочей температуры, с	3600
KBC:0051	Таймаут остывания ND3, с	7200
KBC:0052	Время откачки форвакуума в ND3, с	300
KBC:0053	Давление в ND3 при котором автоматически выключать нагрев, Па	80
KBC:0054	Максимально-возможная температура ND3, °C	330
KBC:0055	Минимально-возможная температура ND3, °C	0
KBC:0056	Рабочая температура ND4, °C	250
KBC:0057	Критическая температура ND4, °C	290
KBC:0058	Температура остывшего ND4, °C	120
KBC:0059	Таймаут включения/выключения ND4, с	5
KBC:0060	Таймаут нагрева ND4 до рабочей температуры, с	3600
KBC:0061	Таймаут остывания ND4, с	7200
KBC:0062	Время откачки форвакуума в ND4, с	300
KBC:0063	Давление в ND4 при котором автоматически выключать нагрев, Па	80

KBC:0064	Максимально-возможная температураND4, °C	330
KBC:0065	Минимально-возможная температура ND4, °C	0
KBC:0066	Таймаут включения/выключения NL12, с	5
KBC:0067	Таймаут включения/выключения NL22, с	5
KBC:0068	Таймаут включения/выключения NL32, с	5
KBC:0069	Таймаут включения/выключения NL42, с	5
KBC:0070	Давление включения насоса Рутса NZ12, Па	6000
KBC:0071	Время выбега насоса Рутса NZ12, с	40
KBC:0072	Таймаут включения/выключения NZ12, с	5
KBC:0073	Давление включения насоса Рутса NZ22, Па	6000
KBC:0074	Время выбега насоса Рутса NZ22, с	40
KBC:0075	Таймаут включения/выключения NZ22, с	5
KBC:0076	Давление включения насоса Рутса NZ32, Па	6000
KBC:0077	Время выбега насоса Рутса NZ32, с	40
KBC:0078	Таймаут включения/выключения NZ32, с	5
KBC:0079	Давление включения насоса Рутса NZ42, Па	6000
KBC:0080	Время выбега насоса Рутса NZ42, с	40
KBC:0081	Таймаут включения/выключения NZ42, с	5
KBC:0082	Таймаут включения/выключения NL11, с	5
KBC:0083	Таймаут включения/выключения NL21, с	5
KBC:0084	Таймаут включения/выключения NL31, с	5
KBC:0085	Давление включения насоса Рутса NZ11, Па	6000
KBC:0086	Время выбега насоса Рутса NZ11, с	40
KBC:0087	Таймаут включения/выключения NZ11, с	5
KBC:0088	Давление включения насоса Рутса NZ21, Па	6000
KBC:0089	Время выбега насоса Рутса NZ21, с	40
KBC:0090	Таймаут включения/выключения NZ21, с	5
KBC:0091	Давление включения насоса Рутса NZ31, Па	6000
KBC:0092	Время выбега насоса Рутса NZ31, с	40
KBC:0093	Таймаут включения/выключения NZ31, с	5
KBC:0094	Таймаут открытия/закрытия VP11, с	45
KBC:0095	Таймаут открытия/закрытия VP21, с	45
KBC:0096	Таймаут открытия/закрытия VP31, с	45
KBC:0097	Таймаут открытия/закрытия VP41, с	45
KBC:0098	Таймаут открытия/закрытия VP51, с	5
KBC:0099	Таймаут открытия/закрытия VP61, с	5
KBC:0100	Таймаут открытия/закрытия VP71, с	5
KBC:0101	Таймаут открытия/закрытия VP12, с	5
KBC:0102	Таймаут открытия/закрытия VP22, с	5
KBC:0103	Таймаут открытия/закрытия VP32, с	5

KBC:0104	Таймаут открытия/закрытия VP42, с	5
KBC:0105	Таймаут открытия/закрытия VP14, с	5
KBC:0106	Таймаут открытия/закрытия VP24, с	5
KBC:0107	Таймаут открытия/закрытия VP34, с	5
KBC:0108	Таймаут открытия/закрытия VP13, с	5
KBC:0109	Время напуска через VP13, с	20
KBC:0110	Дополнительное время напуска через VP13, с	5
KBC:0111	Таймаут открытия/закрытия VP23, с	5
KBC:0112	Время напуска через VP23, с	20
KBC:0113	Дополнительное время напуска через VP23, с	5
KBC:0114	Таймаут открытия/закрытия VP33, с	5
KBC:0115	Время напуска через VP33, с	20
KBC:0116	Дополнительное время напуска через VP33, с	5
KBC:0117	Таймаут открытия/закрытия VP43, с	5
KBC:0118	Время напуска через VP43, с	20
KBC:0119	Дополнительное время напуска через VP43, с	5
KBC:0120	Таймаут открытия/закрытия VP53, с	5
KBC:0121	Время напуска через VP53, с	20
KBC:0122	Дополнительное время напуска через VP53, с	5
KBC:0123	Таймаут открытия/закрытия VP63, с	5
KBC:0124	Время напуска через VP63, с	20
KBC:0125	Дополнительное время напуска через VP63, с	5
KBC:0126	Таймаут открытия/закрытия VP73, с	5
KBC:0127	Время напуска через VP73, с	20
KBC:0128	Дополнительное время напуска через VP73, с	5
KBC:0129	Время напуска через VP52, с	20
KBC:0130	Дополнительное время напуска через VP52, с	5
KBC:0131	Таймаут открытия/закрытия VP52, с	5
KBC:0132	Время напуска через VP62, с	20
KBC:0133	Дополнительное время напуска через VP62, с	5
KBC:0134	Таймаут открытия/закрытия VP62, с	5
KBC:0135	Время напуска через VP72, с	20
KBC:0136	Дополнительное время напуска через VP72, с	5
KBC:0137	Таймаут открытия/закрытия VP72, с	5
KBC:0138	Таймаут открытия/закрытия клапанов напуска, с	5
KBC:0139	Минимальный проток по датчику протока ВС, л/мин	3
KBC:0140	Минимальный проток по датчику протока ЭЛП, л/мин	0,5
KBC:0141	Порог предупреждения температуры протока, °C	30
KBC:0142	Порог ошибки температуры протока, °C	50
KBC:0143	Таймаут прижатия/отжатия двери, с	10

Приложение Г

Список файлов и директорий, используемых программой

Программа оператора выполняется на компьютере с операционной системой Linux (Fedora 23). Для работы программы используются следующие директории и файлы:

- /home/oper/bin – директория содержит исполняемый файл программы оператора, а также файлы и директории, необходимые для её функционирования:
 - poAELTK – исполняемый файл программы оператора;
 - /log – директория, в которую записывается лог-файл контроллера пульта оператора со всеми текущими параметрами;
 - /contours – директория, в которой находятся файлы контуров сварки (с расширением «save»);
 - /passports – директория, куда сохраняются паспорта сварки (с расширением «csv»).
- /programs – директория, в которой находятся управляющие программы контроллера ЧПУ (файлы с расширением «prg»);
- /points – директория, в которой находятся файлы точек (с расширением «point»);
- /log – директория, в которой находятся лог-файлы программы оператора (с расширением «log»); лог-файлы за каждый день находятся в отдельных директориях с соответствующей датой.

Приложение Д

Пример построения программы сварки линейного шва

Для сварки линейного шва используются оси LX, LY и Z, все остальные оси являются настроечными и не участвуют в программе автоматической сварки. Далее рассмотрена последовательность действий оператора на примере сварки линейного шва.

***Примечание** – линейный шов может находиться как в горизонтальной плоскости, так и в вертикальной. Шов может быть замкнутым или перекрывающимся. Движение ЭЛП может производиться как по одной оси, так и по всем трём сразу. Движение между точками контура осуществляется по прямой.*

- 1 На атмосфере выставить ЭЛП на необходимое фокусное расстояние от свариваемой поверхности. Убедиться, что расположение детали позволяет выполнить перемещение ЭЛП по всей траектории сварки, без наезда на ограничительные датчики.
- 2 Убедиться, что видеосистема зоны сварки и, при необходимости, обзорные видеосистемы, обеспечивают эффективный обзор зоны сварки.
- 3 Выключить питание приводов, закрыть дверь камеры, выключить видеосистемы, откачать камеру до рабочего вакуума.
- 4 Подготовить к работе энергоблок ЭЛА-40И согласно руководству по эксплуатации ЭЛА-40И. Включить режим «Сварка» с небольшим током луча (0,5-1 мА).
- 5 Включить видеосистемы и питание приводов. Включить виртуальные оси.
- 6 Выбрать вкладку «Контур». Нажать кнопку **Новый контур** и в выпадающем списке выбрать «Линейная интерполяция».
- 7 Используя кнопки ручных перемещений по координатам LX, LY и Z установить луч в начальной точке сварки. Нажать кнопку **Вставить точку** для того, чтобы запомнить координаты точки.
- 8 Таким же способом задать вторую и, если требуется, последующие точки контура. Для прямолинейного стыка может быть достаточно двух точек, однако, если в процессе движения луч отклоняется от стыка, может потребоваться задать больше точек. В рассматриваемом примере задано 4 точки, основное перемещение выполняется по координате LX, коррекция по координате LY (рисунок 1).

Программа сварки

Новый контур

Линейная интерполяция

Загрузить контур

Сохранить контур

	LX	LY	Z
1	1200.00	1501.00	2000.00
2	1350.00	1503.72	2000.00
3	1500.00	1506.09	2000.00
4	1650.00	1508.47	2000.00

Скорость перехода

1200

Сдвинуть и перейти

Вставить точку

Удалить точку

Сдвиг

Инверсия контура

Замкнуть контур

Проходов

2

Контур

Технология

Канал 1

Канал 2

Канал 3

Рисунок 1 – Вкладка «Контур» для линейного стыка

- 9 В поле «Скорость перехода» на этой вкладке задается скорость перехода между точками контура (не путать со сварочной скоростью!). Скорость перехода может быть выше сварочной для ускорения перемещения между точками. Для задания скорости перехода нажать на поле со значением скорости и ввести новое значение в появившемся окне ввода.
- 10 После задания точек можно перемещать ЭЛП между ними простым нажатием на строку таблицы с выбранной точкой. Переместить пушку в первую точку для проверки правильности заданной траектории (луч должен двигаться строго по стыку).
- 11 После построения траектории необходимо задать технологическую таблицу, в которой задаются параметры сварки шва. Для этого выбрать вкладку «Технология». Изначально технологическая таблица содержит две точки, определяющие начало и конец траектории. В поле «Длина шва» выводится длина траектории, это значение редактировать нельзя. В поле «Число точек»

показано число заданных на траектории точек, в поле «Скорость сварки» - сварочная скорость в мм/мин (рисунок 2).

Программа сварки

Длина шва, мм	Число точек	Скорость сварки, мм/мин	Загрузить контур	Сохранить контур
450.06	4	720.0		

	Путь, мм	Ток, мА	Фокус, мА	Скорость, мм/мин	Техн. разв.
1	0.00	0.0	780	720.0	
2	450.06	0.0	780	720.0	

Шаблон

Добавить точку из контура

Вставить точку

Удалить точку

Настройки

ПУСК

Контур
Технология
Канал 1
Канал 2
Канал 3

Рисунок 2 – Вкладка «Технология» для линейного шва

- 12 Для редактирования параметров таблицы нужно выполнить клик левой кнопкой мыши по выбранной ячейке. Для того чтобы запрограммировать нарастание и спад тока луча, в таблицу нужно добавить новые точки, для этого нажать кнопку **Вставить точку**. Новая точка вставляется перед выбранной строкой таблицы, поэтому если выбрана первая строка, то вставить точку нельзя! В рассматриваемом примере задано две дополнительные точки: на участке 1-2 длиной 30 мм выполняется плавный подъем тока луча от 0 до 80 мА, на участке 2-3 выполняется сварка с постоянным током 80 мА, на участке 3-4 длиной 30 мм выполняется плавный спад тока с 80 до 0 мА. Ток фокуса на всем протяжении шва постоянный – 780 мА, скорость сварки постоянная, в начале сварки включается технологическая развертка, в конце она отключается (рисунок 3).

	Путь, мм	Ток, мА	Фокус, мм	Скорость мм/мин	Техн. разв.
1	0.00	0.0	780	720.0	Восьмёрка; 0.1x0.2; 30; 100; 0.0x0.0; 1; 0
2	30.00	80.0	780	720.0	
3	420.00	80.0	780	720.0	
4	450.06	0.0	780	720.0	ВЫКЛ

Рисунок 3 – Фрагмент технологической таблицы

Вышеописанных действий достаточно для проведения сварки. После редактирования технологической таблицы нажать кнопку **ПУСК**, система сгенерирует и запустит на выполнение две программы ЧПУ.

Кроме того существуют шаблоны сварки, упрощающие заполнение технологической таблицы и позволяющие производить сварку прихваток. Для доступа к ним нажать кнопку **Шаблон** и выбрать в выпадающем списке один из шаблонов «Прихватки» или «Сварка». Перед использованием шаблона необходимо удалить из технологической таблицы все точки, кроме первой и последней. Рассмотрим сначала шаблон «Прихватки» (рисунок 4).

Рисунок 4 – Окно «Линейные прихватки»

В поле «Заголовок» записывается обозначение процесса, которое заносится в таблицу в качестве разделителя. Необходимо задать количество прихваток, ток луча для сварки прихваток, сварочную скорость и скорость перехода между прихватами. Период

прихваток это длина участка, в центре которого будет расположена прихватка, этот параметр рассчитывается из длины шва и количества прихваток. Длина прихватки складывается из значений трех параметров: подъем (участок нарастания луча от 0 до X мА), пик (участок с постоянным током луча) и спад (участок спада тока луча с X до 0 мА). Сумма значений этих параметров не должна превышать период прихватки, в противном случае при нажатии кнопки **Сгенерировать** будет выдано сообщение об ошибке.

Ниже всех полей ввода расположено окно задания порядка следования прихваток. Прихватка номер «0» располагается ближе всех к началу контура. По-умолчанию порядок следования прихваток генерируется программой по заданному алгоритму. Так как технология сварки часто требует расположения прихваток не подряд, а в определённом порядке, то порядок расстановки прихваток можно редактировать. Для этого установить курсор мыши в поле ввода, перечислить необходимый порядок через запятую.

Если все параметры заданы правильно, то при нажатии кнопки **Сгенерировать** окно «Линейные прихватки» будет закрыто, а в технологическую таблицу запишутся данные для сварки прихваток (рисунок 5).

	Путь, мм	Ток, мА	Фокус, мм	Скорость мм/мин	Техн. разв.
1	0.00	0.0	780	720.0	Восьмёрка; 0.1х0.2; 30; 100; 0.0х0.0; 1; 0
2	Прихватки				
3	202.53	0.0	780	720.0	
4	212.53	40.0	780	720.0	
5	237.53	40.0	780	720.0	
6	247.53	0.0	780	1200.0	
7	52.51	0.0	780	720.0	
8	62.51	40.0	780	720.0	
9	87.51	40.0	780	720.0	
10	97.51	0.0	780	1200.0	
11	352.55	0.0	780	720.0	
12	362.55	40.0	780	720.0	
13	387.55	40.0	780	720.0	
14	397.55	0.0	780	1200.0	
15	450.06	0.0	780	720.0	ВЫКЛ

Рисунок 5 – Фрагмент технологической таблицы с данными для сварки прихваток

Для сварки прихваток достаточно нажать кнопку **ПУСК**.

Рассмотрим шаблон «Сварка». Для доступа к нему нажать кнопку **Шаблон** и в выпадающем списке выбрать «Сварка» (рисунок 6).

Рисунок 6 – Окно «Линейная сварка»

В поле «Заголовок» записывается обозначение процесса, которое заносится в таблицу в качестве разделителя. Также необходимо задать ток луча для сварки шва, сварочную скорость и скорость перехода от конца участка сварки к концу траектории. Длина шва складывается из трех параметров: подъем (участок нарастания луча от 0 до X мА), пик (участок с постоянным током луча) и спад (участок спада тока луча с X до 0 мА). Сумма этих параметров не должна превышать длину шва, указанную на вкладке «Технология», в противном случае при нажатии кнопки **Сгенерировать** в технологическую таблицу будут записаны некорректные данные. Если все параметры заданы правильно, то при нажатии кнопки **Сгенерировать** окно «Линейная сварка» будет закрыто, а в технологическую таблицу запишутся данные для сварки шва (рисунок 7).

	Путь, мм	Ток, мА	Фокус, мА	Скорость мм/мин	Техн. разв.
1	0.00	0.0	780	720.0	Восьмёрка; 0.1x0.2; 30; 100; 0.0x0.0; 1; 0
2	Сварка				
3	0.00	0.0	780	720.0	
4	30.00	88.0	780	720.0	
5	420.06	88.0	780	720.0	
6	450.06	0.0	780	1200.0	
7	450.06	0.0	780	720.0	ВЫКЛ

Рисунок 7 – Фрагмент технологической таблицы с данными для сварки шва

Также при нажатии кнопки **Шаблон** можно заметить шаблон «Технологический останов». Его использование будет рассмотрено на примере кольцевого шва (Приложение Ж).

При использовании шаблона «Сварка» начальный и конечный токи луча задаются равными нулю. Если требуется начать, или закончить сварку с другим током, необходимо отредактировать технологическую таблицу.

При использовании шаблона нельзя задать изменение тока фокусировки на разных участках, а также включение/выключение и задание параметров технологической развертки. Если это необходимо, после генерирования шаблона нужно отредактировать технологическую таблицу.

Для начала сварки ЭЛП должна находиться в первой точке контура. Для перехода к ней нажать на первую строку таблицы контура на вкладке «Контур». Убедиться, что задана достаточная мощность бомбардировки, включены технологические развертки (если требуется), нажата кнопка **Коррекция** в программе управления ЭЛА-40И (если необходимо изменять ток луча в процессе сварки). После этого нажать кнопку **ПУСК** на вкладке «Технология» для начала сварки.

Сварка производится по двум управляющим программам: механическое перемещение выполняется по каналу 1 контроллера ЧПУ, изменение параметров энергоблока происходит по каналу 3. На вкладках «Канал #1» и «Канал #3» отображаются тексты этих программ. Во время сварки ведётся запись паспорта сварки, куда заносятся все важные параметры установки.

Приложение Е

Пример построения программы сварки кругового шва

В системе управления реализован шаблон кругового шва, при котором сварка выполняется путём обхода сварочной траектории манипулятором ЭЛП. В круговом шве используются оси LX, LY и Z, также выбирается плоскость сварки (по умолчанию, XY). Все остальные оси являются настроечными и не участвуют в программе автоматической сварки. Круговой шов выполняется перемещением ЭЛП по осям LX, LY и/или Z. Далее рассмотрена последовательность действий оператора на примере сварки кольцевого шва по шаблону «Круговой стык».

- 1 На атмосфере выставить ЭЛП на необходимом фокусном расстоянии от свариваемой поверхности. Убедиться, что расположение детали позволяет выполнить перемещение ЭЛП по всей траектории сварки, без наезда на ограничительные датчики.
- 2 Убедиться, что видеосистема зоны сварки и, при необходимости, обзорные видеосистемы, обеспечивают эффективный обзор зоны сварки.
- 3 Выключить питание приводов, закрыть дверь камеры, откачать камеру до рабочего вакуума.
- 4 Подготовить к работе энергоблок ЭЛА-40И согласно руководству по эксплуатации ЭЛА-40И. Включить режим «Сварка» с небольшим током луча (0,5-1 мА).
- 5 Включить видеосистемы и питание приводов. Включить виртуальные оси.
- 6 Используя кнопки ручных перемещений по координатам LX, LY и Z, установить луч в начальной точке сварки.
- 7 Выбрать вкладку «Контур». Нажать кнопку **Новый контур** и в выпадающем списке выбрать «Круговой стык». Затем необходимо задать диаметр кругового шва в появившемся окне ввода. Тогда при задании первой точки контура, остальные точки будут добавлены автоматически по часовой стрелке от первой точки. В случае если диаметр изначально неизвестен, оставить в этом окне значение ноль. Тогда для сварки кругового шва необходимо определить центр свариваемого элемента. Для этого необходимо задать минимум три точки, после чего центр и диаметр окружности будут рассчитаны автоматически. Рекомендуется задавать точки, обходя траекторию по часовой стрелке, в случае, если это затруднительно или невозможно, необходимо после задания всех точек применить функцию «Инверсия». После задания трёх точек будет вычислен

диаметр окружности, в общем случае этого достаточно для проведения сварки. Если же необходимо задать больше точек, то нужно учитывать, что точки должны устанавливаться в том порядке, в каком они расположены на окружности. Количество точек не ограничено, движение между соседними точками будет выполняться по дуге с расчетным радиусом.

- 8 После задания всех опорных точек выполнить функцию «Замкнуть контур». Необходимо учесть также, что при сварке полного кругового шва необходимо выполнять перекрытие, то есть одного прохода по окружности будет недостаточно для проведения сварки. Поэтому необходимо указывать число проходов равным двум или больше. При этом длина пути будет увеличена и появится возможность задавать перекрытие при сварке кольцевого шва.
- 9 В поле «Скорость перехода» на этой вкладке задается скорость перехода между точками контура (не путать со сварочной скоростью!). Скорость перехода может быть выше сварочной для ускорения перемещения между точками. Для задания скорости перехода нажать на поле со значением скорости и ввести новое значение в появившемся окне ввода. Скорость задается в мм/мин.
- 10 После построения траектории необходимо задать технологическую таблицу, в которой задаются параметры сварки шва. Для этого выбрать вкладку «Технология» в области управляющей программы. Изначально технологическая таблица содержит две точки, определяющие начало и конец траектории. В поле «Длина прохода» выводится длина траектории, это значение редактировать нельзя. В поле «Число точек» показано число заданных на траектории точек, в поле «Скорость сварки» - сварочная скорость в мм/мин.
- 11 Для редактирования параметров таблицы нужно выполнить клик левой кнопкой мыши по выбранной ячейке. Для того чтобы запрограммировать нарастание и спад тока луча, в таблицу нужно добавить новые точки, для этого нажать кнопку **Вставить точку**. Новая точка вставляется перед выбранной строкой таблицы, поэтому если выбрана первая строка, то вставить точку нельзя!
- 12 Нажать кнопку **ПУСК**, система сгенерирует и запустит на выполнение две программы ЧПУ

Как и для линейного шва, для кругового существуют шаблоны сварки, упрощающие заполнение технологической таблицы и позволяющие производить сварку прихваток. Для доступа к ним нажать кнопку **Шаблон** и выбрать в выпадающем списке

один из шаблонов «Прихватки» или «Сварка». Перед использованием шаблона необходимо удалить из технологической таблицы все точки, кроме первой и последней. Шаблоны для кругового шва такие же, как и для кольцевого, они рассмотрены в приложении Ж.

Перед началом сварки ЭЛП должна находиться в первой точке контура. Для перехода к ней нажать на первую строку таблицы контура на вкладке «Контур».

Убедиться, что задана достаточная мощность бомбардировки, включены технологические развертки (если требуется). После этого нажать кнопку **ПУСК** на вкладке «Технология» для начала сварки.

Сварка производится по двум управляющим программам: перемещение ЭЛП по осям LX, LY, Z выполняется в канале 1 контроллера ЧПУ, изменение параметров энергоблока – в канале 3. На вкладках «Канал #1» и «Канал #3» отображаются тексты этих программ.

Приложение Ж

Пример построения программы сварки кольцевого шва

В системе управления реализованы шаблон кольцевого шва, который применяется, когда деталь установлена на вращателе. В кольцевом шве задействованы три линейные оси LX, LY и Z, а также ось вращения планшайбы V. Все остальные оси являются настроечными и не участвуют в программе автоматической сварки. Кольцевые швы выполняются вращением детали на вращателе по координате V с коррекцией положения ЭЛП по осям LX, LY и Z. Далее рассмотрена последовательность действий оператора на примере сварки кольцевого шва по шаблону «Кольцевой стык».

- 1 На атмосфере выставить ЭЛП на необходимом фокусном расстоянии от свариваемой поверхности. Убедиться, что расположение детали позволяет выполнять ее вращение на 360 градусов без помех.
- 2 Убедиться, что видеосистема зоны сварки и, при необходимости, обзорные видеосистемы, обеспечивают эффективный обзор зоны сварки.
- 3 Выключить питание приводов, закрыть дверь камеры, откачать камеру до рабочего вакуума.
- 4 Подготовить к работе энергоблок ЭЛА-40И согласно руководству по эксплуатации ЭЛА-40И. Включить режим «Сварка» с небольшим током луча (0,5-1 мА).
- 5 Включить видеосистемы и питание приводов. Включить виртуальные оси.
- 6 Используя кнопки ручных перемещений по координатам V, LX, LY и Z, установить луч в начальной точке сварки.
- 7 Выбрать вкладку «Контур». Нажать кнопку **Новый контур** и в выпадающем списке выбрать «Кольцевой стык». Затем необходимо задать диаметр свариваемого шва в появившемся окне ввода (в рассматриваемом примере диаметр 1500 мм), после этого задать количество опорных точек (в данном примере – 8). Опорные точки задаются по координате V через равные интервалы, в данном случае – через 45°. По умолчанию задаётся вращение по часовой стрелке, при необходимости оно может быть изменено, для этого применить функция «Инверсия». Перемещение по опорным точкам осуществляется нажатием на строку таблицы по кратчайшему пути, то есть переход из точки 2 в точку 4 будет выполняться по часовой стрелке, а из точки 2 в точку 6 – против часовой стрелки. В каждой опорной точке необходимо скорректировать положение пушки по осям LX, LY и Z и выполнить функцию

«Сдвиг текущей точки». Количество опорных точек определяет оператор. После редактирования всех опорных точек выполнить функцию «Замкнуть контур». Необходимо учесть также, что при сварке полного кольцевого шва необходимо выполнять перекрытие, то есть одного оборота детали будет недостаточно для проведения сварки. Поэтому необходимо указывать число проходов равным двум или больше. При этом длина пути будет увеличена и появится возможность задавать перекрытие при сварке кольцевого шва.

обечайка-тест

Новый контур Кольцевой стык D=1500 Загрузить контур Сохранить контур

	U	LX	LY	Z
1	0.00	2064.21	1829.77	750.00
2	45.00	2064.78	1829.77	750.00
3	90.00	2065.36	1829.77	750.00
4	135.00	2065.89	1829.77	750.00
5	180.00	2065.55	1829.77	750.00
6	225.00	2065.18	1829.77	750.00
7	270.00	2064.72	1829.77	750.00
8	315.00	2064.40	1829.77	750.00

Скорость перехода: **1800**

Сдвинуть и перейти

Вставить точку

Удалить точку

Сдвиг

Инверсия контура

Контур замкнут

Проходов: **2**

Контур Технология Канал 1 Канал 2 Канал 3

Рисунок 8 – Вкладка «Контур» для кольцевого шва

- 8 В поле «Скорость перехода» на этой вкладке задается скорость перехода между точками контура (не путать со сварочной скоростью!). Скорость перехода может быть выше сварочной для ускорения перемещения между точками. Для задания скорости перехода нажать на поле со значением скорости и ввести новое значение в появившемся окне ввода. Скорость задается в мм/мин и пересчитывается для вращательного движения.

- 9 После построения траектории необходимо задать технологическую таблицу, в которой задаются параметры сварки шва. Для этого выбрать вкладку «Технология» в области управляющей программы. Изначально технологическая таблица содержит две точки, определяющие начало и конец траектории. В поле «Длина прохода» выводится длина траектории, это значение редактировать нельзя. В поле «Число точек» показано число заданных на траектории точек, в поле «Скорость сварки» - сварочная скорость в мм/мин (рисунок 9).

обечайка-тест					
Длина прохода, мм	Число точек	Скорость сварки, мм/мин			
4712.39	8	600.0			
	Путь, мм	Ток, мА	Фокус, мА	Скорость, мм/мин	Техн. разв.
1	0.00	0.0	758	600.0	
2	9424.78	0.0	758	600.0	

Рисунок 9 – Вкладка «Технология» для кольцевого шва

- 10 Для редактирования параметров таблицы нужно выполнить клик левой кнопкой мыши по выбранной ячейке. Для того чтобы запрограммировать нарастание и спад тока луча, в таблицу нужно добавить новые точки, для этого нажать кнопку **Вставить точку**. Новая точка вставляется перед выбранной строкой таблицы, поэтому если выбрана первая строка, то вставить точку нельзя!

- 11 Нажать кнопку **ПУСК**, система сгенерирует и запустит на выполнение три программы ЧПУ

Как и для линейного шва, для кругового существуют шаблоны сварки, упрощающие заполнение технологической таблицы и позволяющие производить сварку прихваток. Для доступа к ним нажать кнопку **Шаблон** и выбрать в выпадающем списке один из шаблонов «Прихватки» или «Сварка». Перед использованием шаблона необходимо удалить из технологической таблицы все точки, кроме первой и последней. Рассмотрим сначала шаблон «Прихватки» (рисунок 10).

Рисунок 10 – Окно «Круговые прихватки»

В поле «Заголовок» записывается обозначение процесса, которое заносится в таблицу в качестве разделителя. Необходимо задать количество прихваток, ток луча для сварки прихваток, сварочную скорость и скорость перехода между прихватками. Период прихваток это длина участка, в центре которого будет расположена прихватка, этот параметр рассчитывается из длины шва и количества прихваток. Длина прихватки складывается из трех параметров: подъем (участок нарастания луча от 0 до X мА), пик (участок с постоянным током луча) и спад (участок спада тока луча с X до 0 мА). Эти значения могут быть заданы как в градусах, так и в миллиметрах. Для переключения между единицами измерения нажать кнопку **Измерение в градусах**.

Порядок прихваток задаётся аналогично линейному шву (см. Приложение Д).

Если все параметры заданы, то при нажатии кнопки **Сгенерировать** окно «Круговые прихватки» будет закрыто, а в технологическую таблицу запишутся данные для сварки прихваток (рисунок 11).

	Путь, мм	Ток, МА	Фокус, МА	Скорость, мм/мин	Техн. разв.
1	0.00	0.0	758	600.0	
2	Прихватки				
3	65.45	70.0	758	600.0	
4	130.90	70.0	758	600.0	
5	196.35	0.0	758	1800.0	
6	2356.20	0.0	758	600.0	
7	2421.65	70.0	758	600.0	
8	2487.10	70.0	758	600.0	
9	2552.55	0.0	758	1800.0	
10	5890.49	0.0	758	600.0	
11	5955.94	70.0	758	600.0	
12	6021.39	70.0	758	600.0	
13	6086.84	0.0	758	1800.0	
14	8246.68	0.0	758	600.0	
15	8312.13	70.0	758	600.0	
16	8377.58	70.0	758	600.0	
17	8443.03	0.0	758	1800.0	
18	9424.78	0.0	758	600.0	

Рисунок 11 – Технологическая таблица с данными для сварки прихваток

Сварка прихваток на кольцевом шве осуществляется по заданной схеме. При этом выполняется вращение детали по часовой стрелке. Если для сварки всех прихваток необходимо выполнить большее число оборотов, чем задано в параметре «Число проходов», то в технологической таблице часть точек будет выделена красным цветом, запуск сварки будет заблокирован. В таком случае необходимо задать большее число проходов. Для сварки прихваток достаточно нажать кнопку **ПУСК**.

Рассмотрим шаблон «Сварка». Для доступа к нему нажать кнопку **Шаблон** и в выпадающем списке выбрать «Сварка» (рисунок 12).

Круговая сварка ✕

Заголовок

Сварка

–

Ток луча, мА
180

+

–

Подъем, °
30.0

+

–

Скорость сварки, мм/мин
600.0

+

–

Пик, °
390.0

+

–

Скорость перехода, мм/мин
1800.0

+

–

Спад, °
120.0

+

Измерение
в градусах

Сгенерировать

Рисунок 12 – Окно «Круговая сварка»

В поле «Заголовок» записывается обозначение процесса, которое заносится в таблицу в качестве разделителя. Также необходимо задать ток луча для сварки шва, сварочную скорость и скорость перехода от конца участка сварки к концу траектории. Длина шва складывается из трех параметров: подъем (участок нарастания луча от 0 до X мА), пик (участок с постоянным током луча) и спад (участок спада тока луча с X до 0 мА). Сумма этих параметров не должна превышать значения «360×«число проходов»», в противном случае при нажатии кнопки **Сгенерировать** в технологическую таблицу будут записаны некорректные данные. Аналогично с окном «Круговые прихватки», величины участков могут быть заданы в градусах, или в миллиметрах. Если все параметры заданы правильно, то при нажатии кнопки **Сгенерировать** окно «Круговая сварка» будет закрыто, а в технологическую таблицу запишутся данные для сварки шва (рисунок 13).

	Путь, мм	Ток, мА	Фокус, мА	Скорость, мм/мин	Техн. разв.
1	0.00	0.0	758	600.0	
2	Сварка				
3	0.00	0.0	758	600.0	
4	392.70	180.0	758	600.0	
5	5497.79	180.0	758	600.0	
6	7068.59	0.0	758	1800.0	
7	9424.78	0.0	758	600.0	

Рисунок 13 – Фрагмент технологической таблицы с данными для сварки шва

При использовании шаблона «Сварка» начальный и конечный токи луча задаются равными нулю. Если требуется начать или закончить сварку с другим током, необходимо отредактировать технологическую таблицу.

При использовании шаблона нельзя задать изменение тока фокусировки на разных участках, а также задать включение/выключение и значения параметров технологической развертки. Если это необходимо, после генерирования шаблона нужно отредактировать технологическую таблицу.

Перед началом сварки ЭЛП должна находиться в первой точке контура. Для перехода к ней нажать на первую строку таблицы контура на вкладке «Контур».

Убедиться, что задана достаточная мощность бомбардировки, включены технологические развертки (если требуется), нажата кнопка **Коррекция** в программе управления ЭЛА-40И (если необходимо изменять ток луча в процессе сварки). После этого нажать кнопку **ПУСК** на вкладке «Технология» для начала сварки.

Сварка производится по трём управляющим программам: коррекция положения ЭЛП по осям LX, LY, Z выполняется в канале 1 контроллера ЧПУ, вращение детали по координате V – в канале 2, изменение параметров энергоблока – в канале 3. На вкладках «Канал #1», «Канал #2», «Канал #3» отображаются тексты этих программ.